

# Автоматизированные информационно-управляющие СИСТЕМЫ

Доц. каф. АПП

Кульчицкий Александр Александрович

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

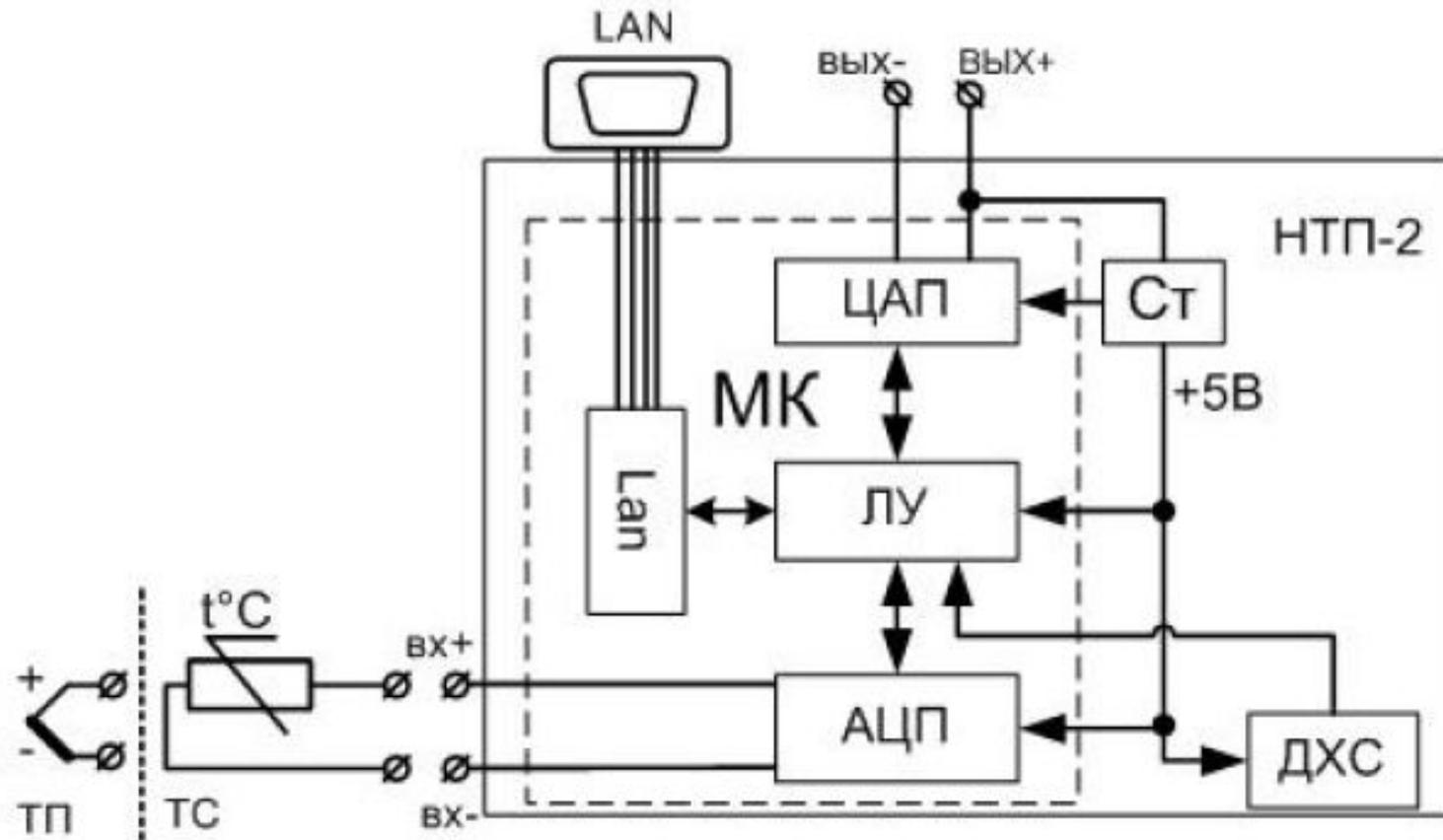
**Лекция 6**  
**Устройства согласования**  
**сигналов с датчиков**

# Измерительные (нормирующие) преобразователи датчиков температуры

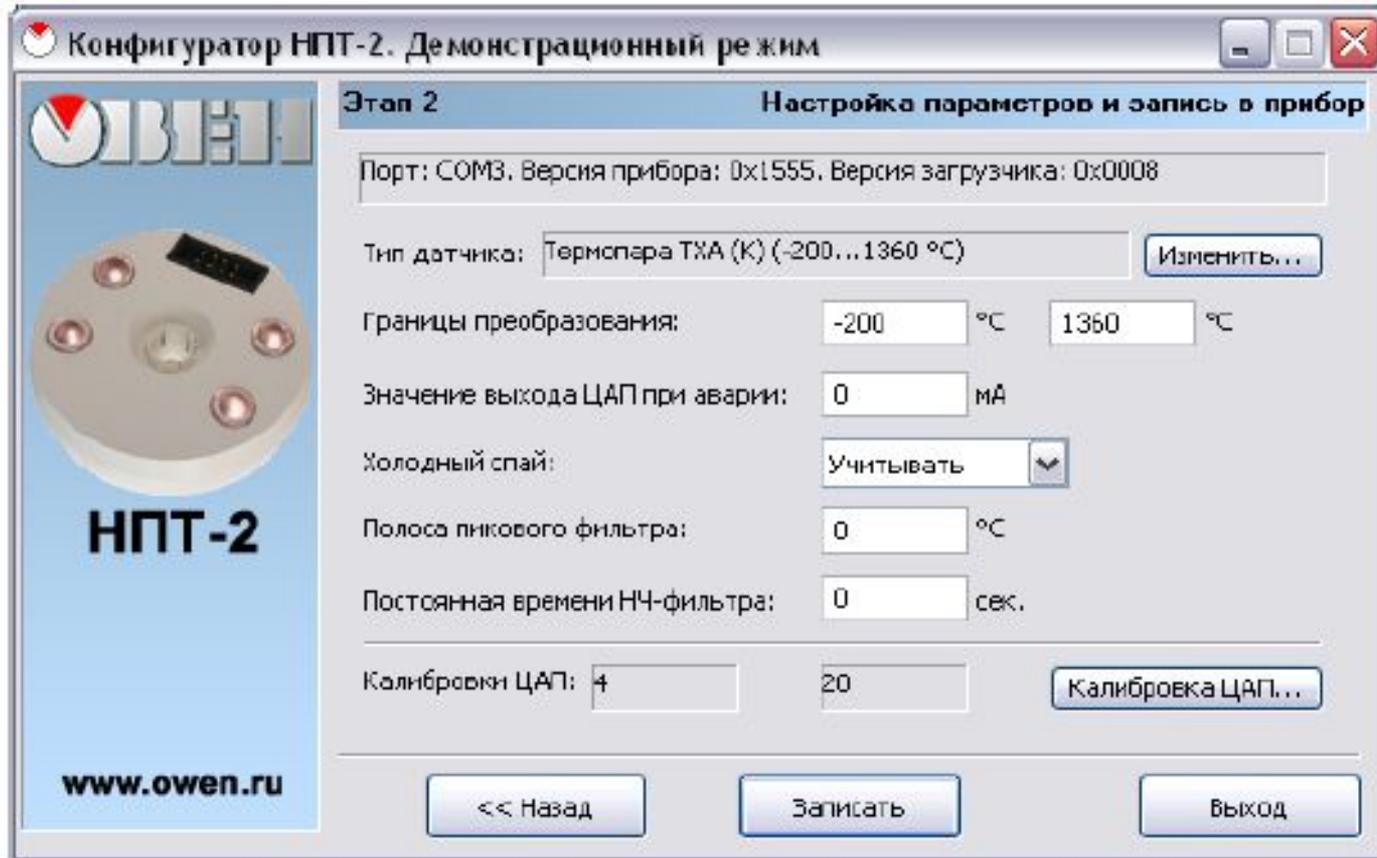
## ИП 0304



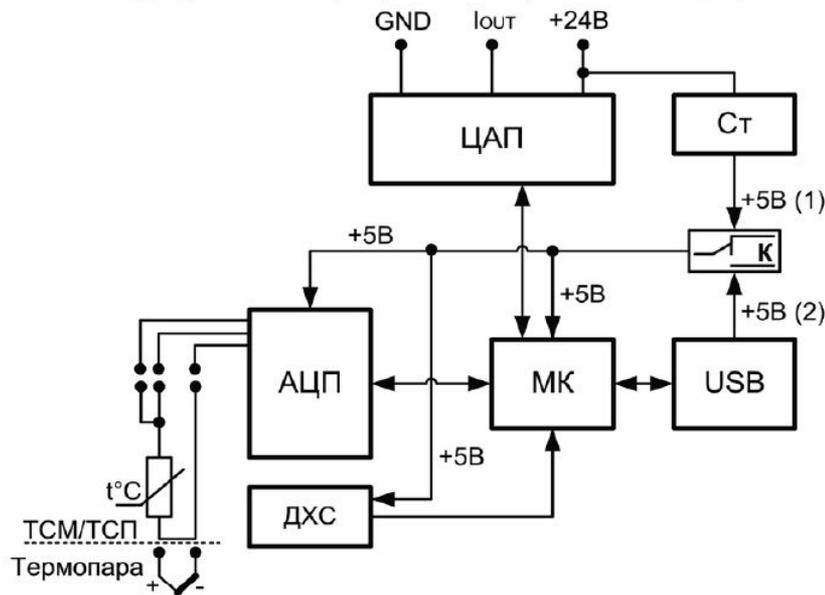
# Схема преобразователя ИП 0304



# 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»

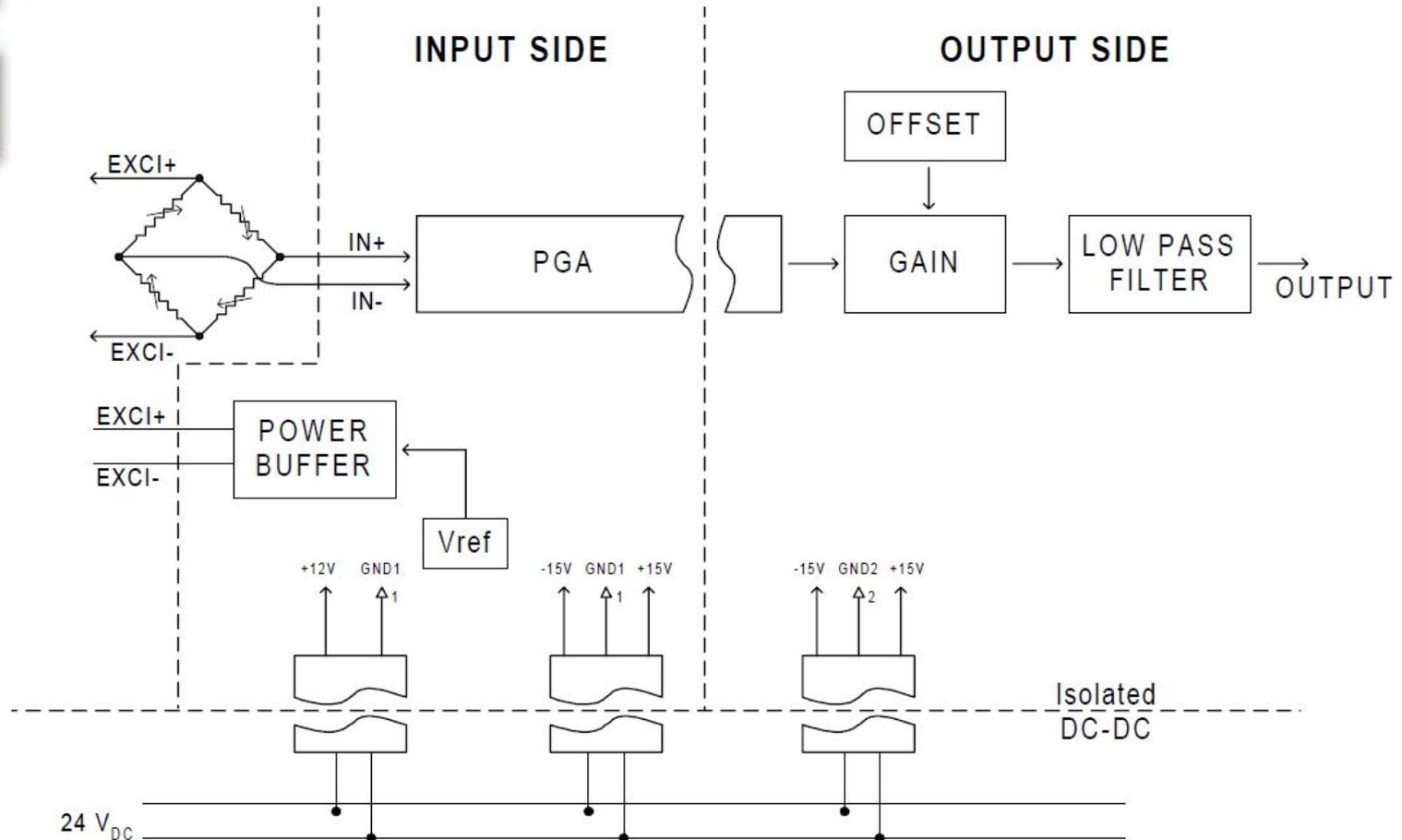
# Нормализатор сигнала тензомоста

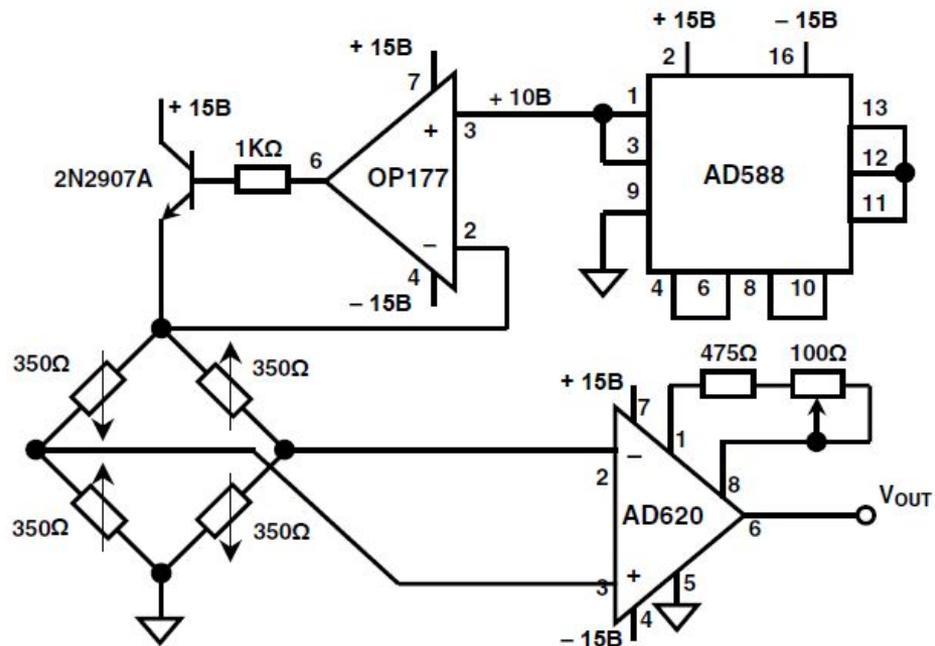
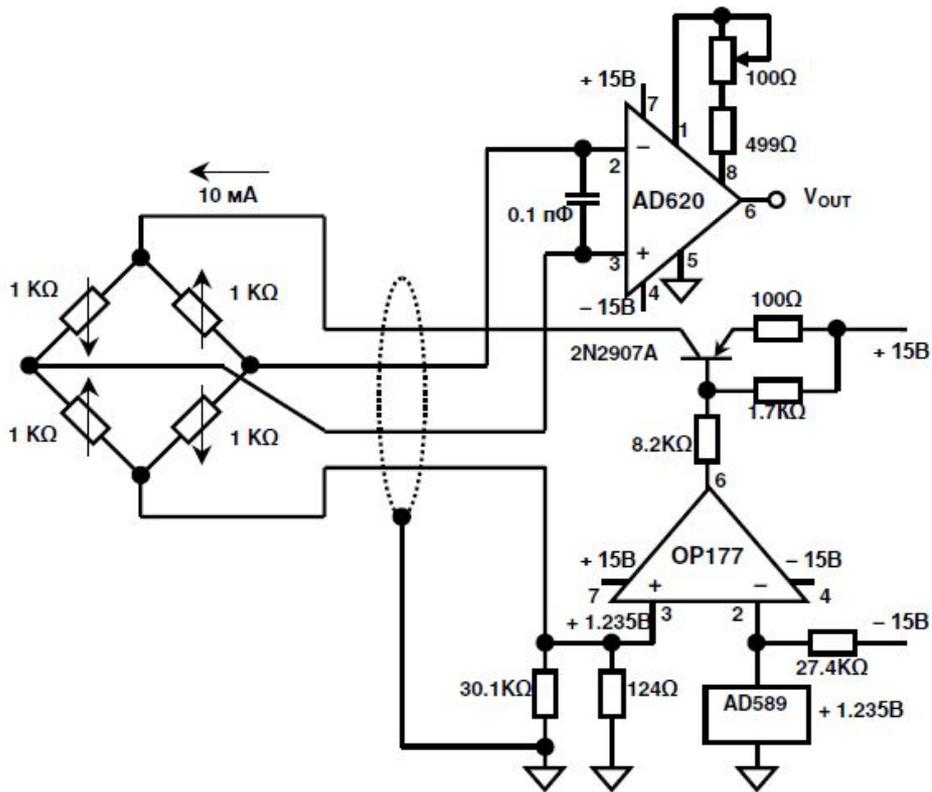
Тип входного сигнала — мост

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

Выходной сигнал: 0-10, 0-5 В, 0-20 мА

Гальваническая изоляция 1000 В

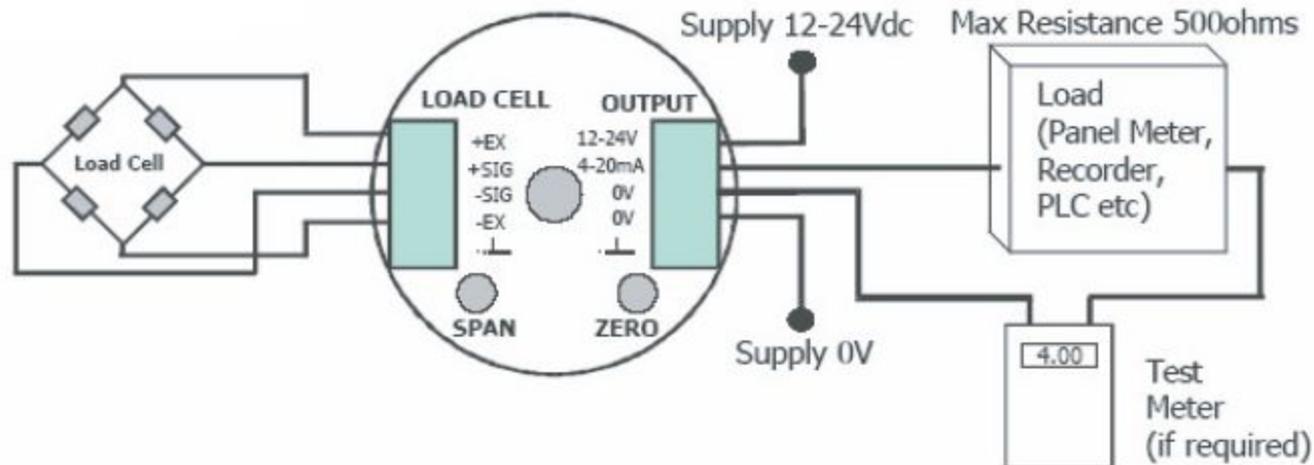




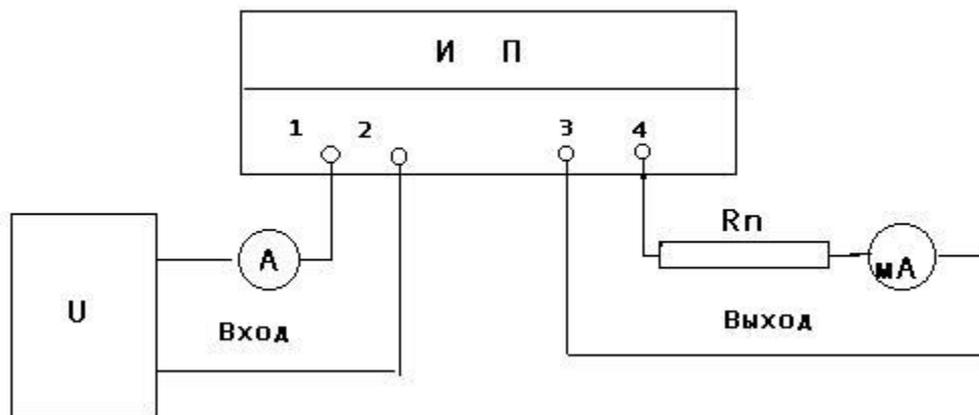
# Усилитель тензосигнала тип 131



- Сопротивление 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

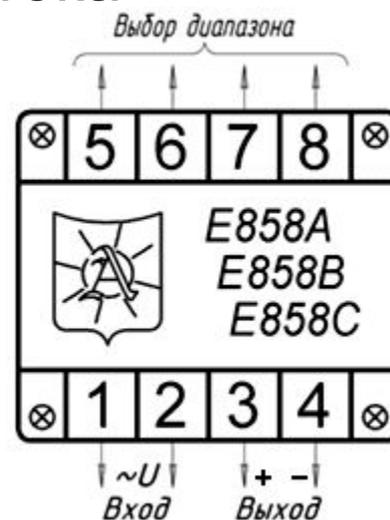
Потребляемая мощность, **В·А**

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

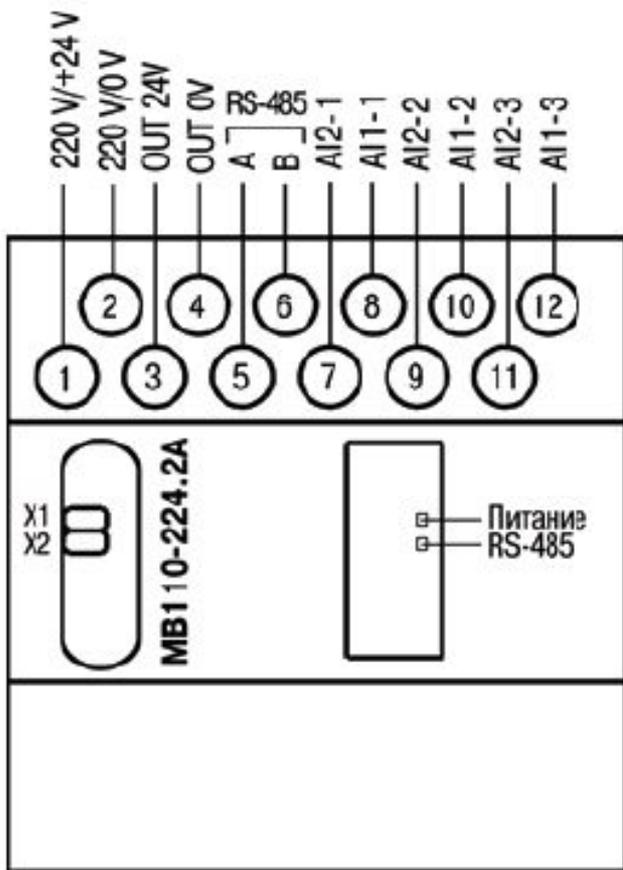
- Стандарт проводной связи RS-485.
- Простые протоколы, основанные на принципе «запрос-ответ». работа по протоколам ModBus-ASCII, ModBus-RTU, DCON и OVEN.
- Модули объединяются в сеть с помощью двухпроводной линии связи и подключаются к ведущему устройству (Master). В роли мастера может выступать:
  - 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)

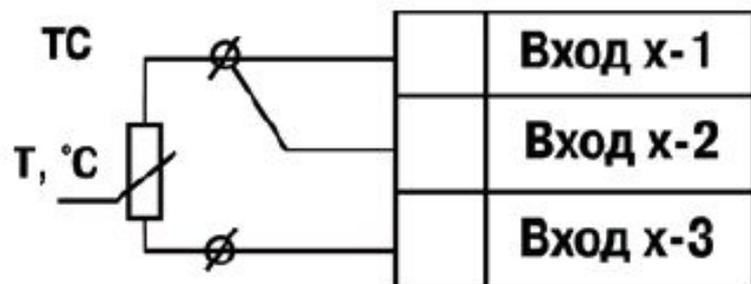


Рис. Б.2. Схема подключения термометра сопротивления

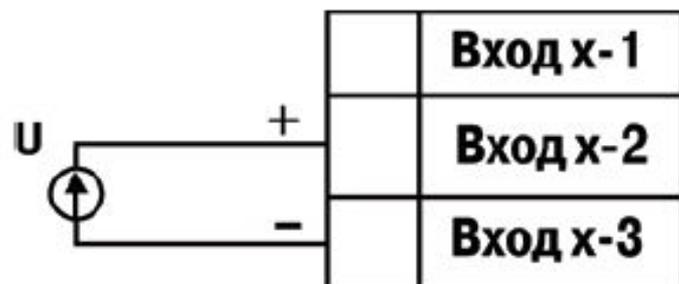


Рис. Б.4. Схема подключения активного датчика с выходом в виде напряжения -50.0...50.0 мВ или 0...1.0 В

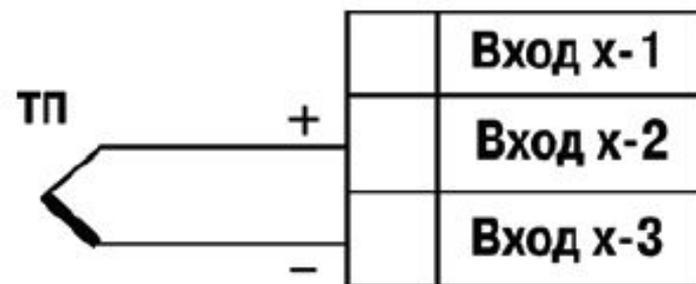
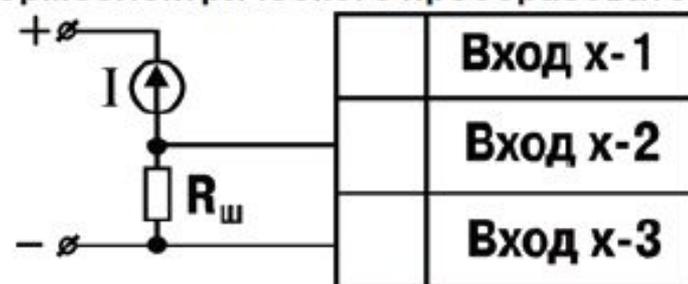


Рис. Б.3. Схема подключения термоэлектрического преобразователя



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

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.

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

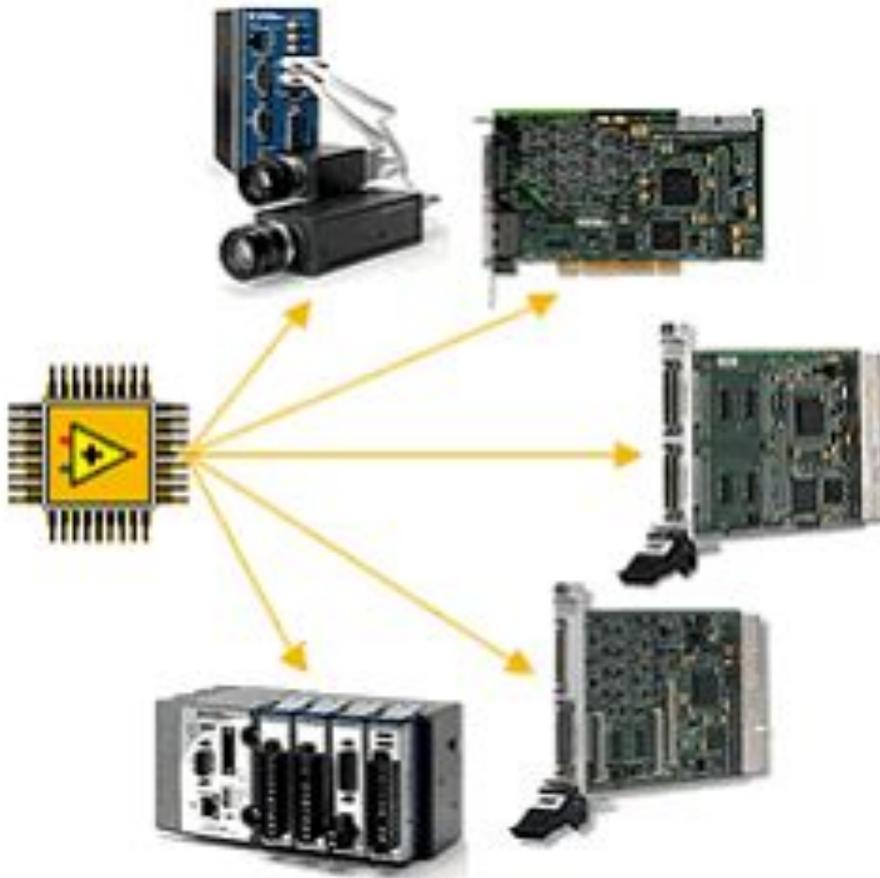


Аналоговый ввод, аналоговый вывод, цифровой ввод-вывод, реле

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)

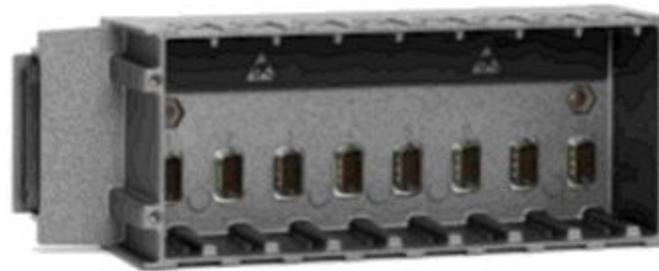


- Reconfigurable input/output – RIO) предоставляет вам возможность создания на аппаратном уровне вашей собственной контрольно-измерительной системы, используя программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) и инструментарий среды графической разработки приложений LabVIEW

# CompactRIO



**Контроллер  
реального  
времени**



**Реконфигурируемое  
шасси**



**Модули  
ввода/вывода**

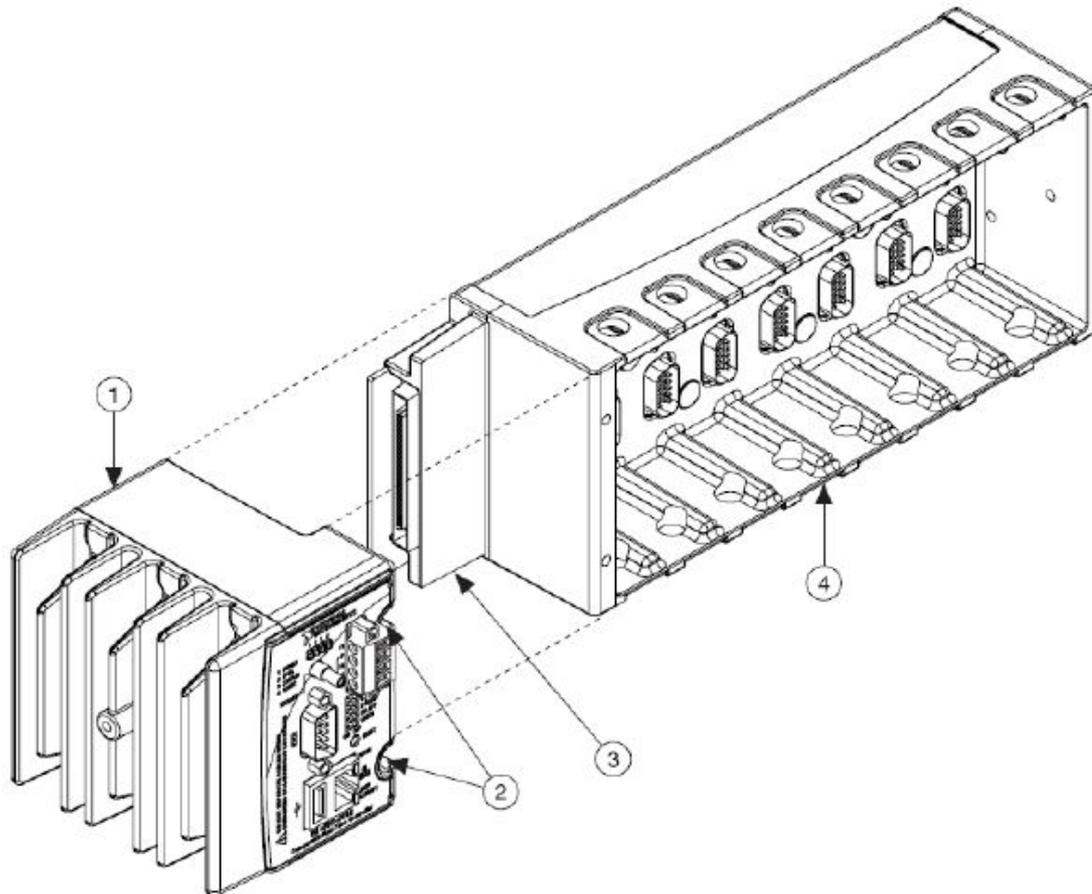
# Контроллер реального времени



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

# Установка модуля ввода/вывода в шасси





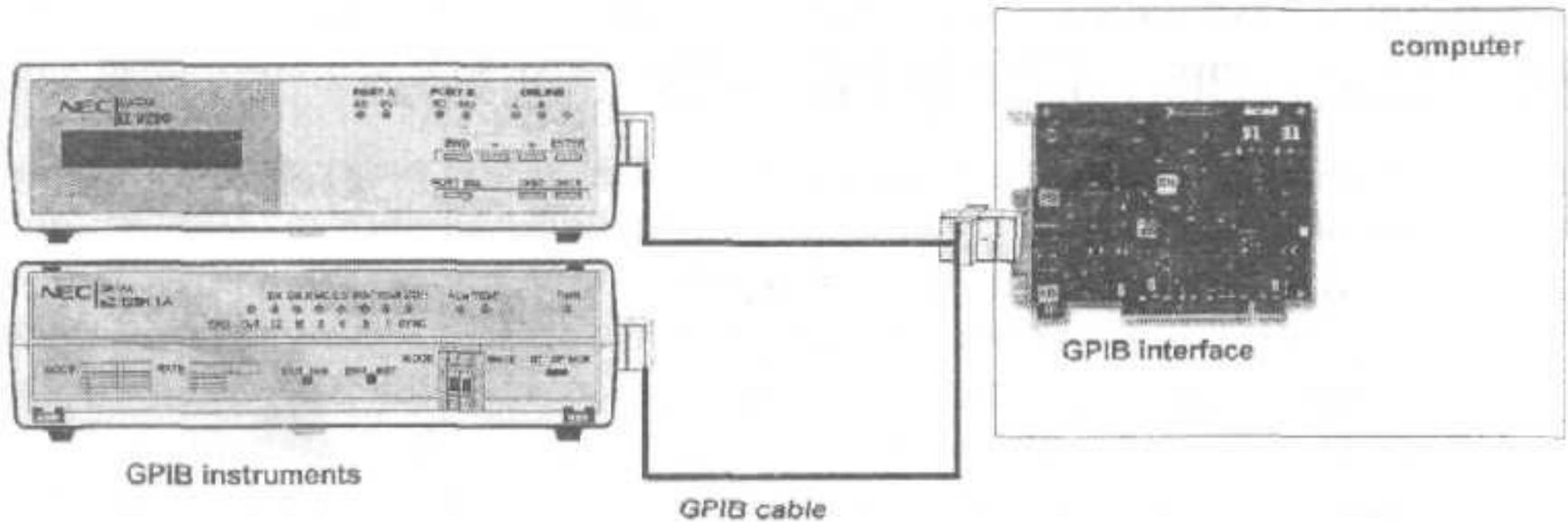
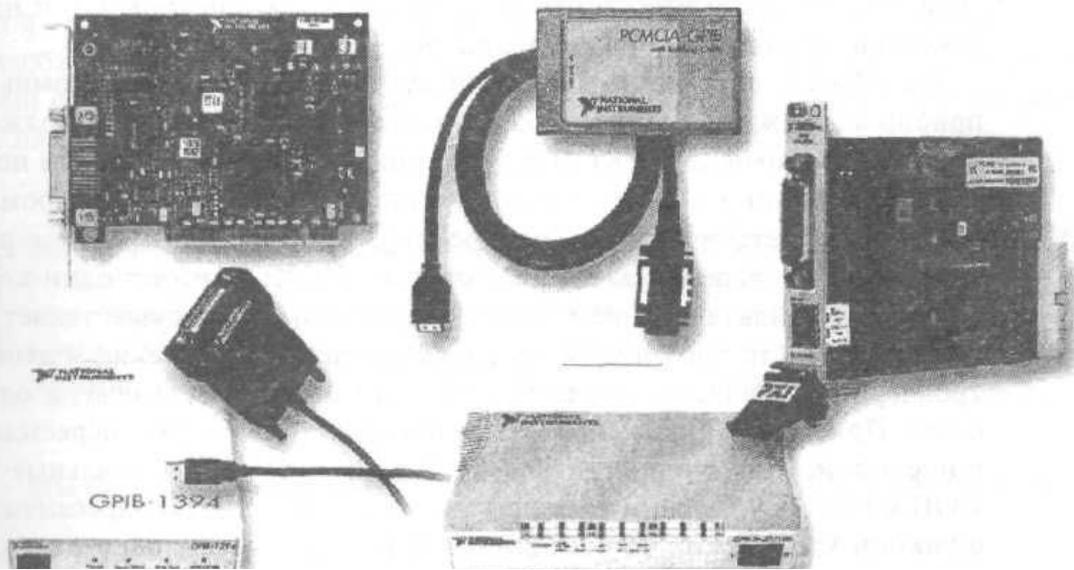
# Стандарты измерительных систем



# Канал общего пользования

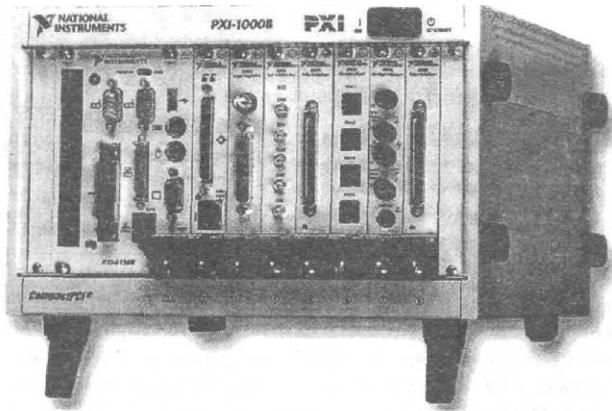
- КОП (*General Purpose Interface Bus - GPIB*) разработан компанией Hewlett Packard в конце 1960 года для обеспечения связи между компьютерами и измерительными приборами, известен как стандарт IEEE 488.(2.).
- КОП является цифровой 24-х разрядной параллельной шиной. Шина состоит из:
  - 8 линий данных (*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

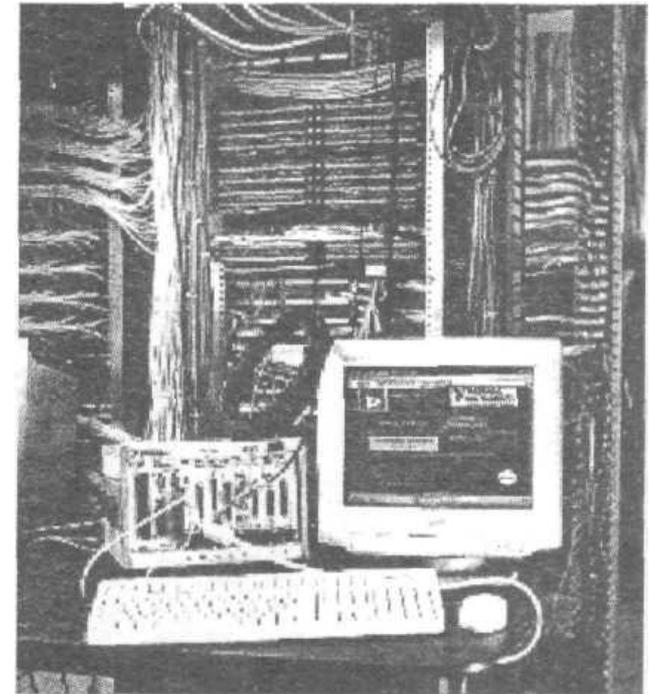
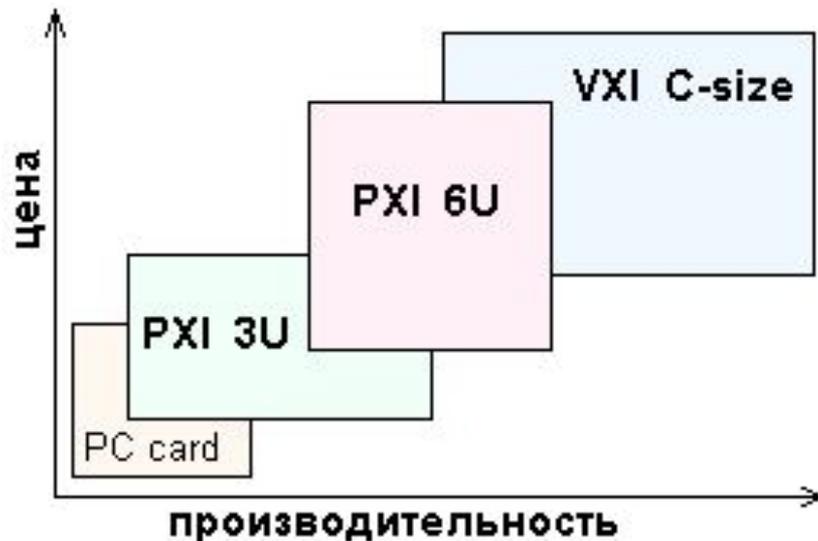


Каждое устройство, включая плату-контроллер, должно иметь свой уникальный адрес КОП в диапазоне от 0 до 30

# PXI и VXI

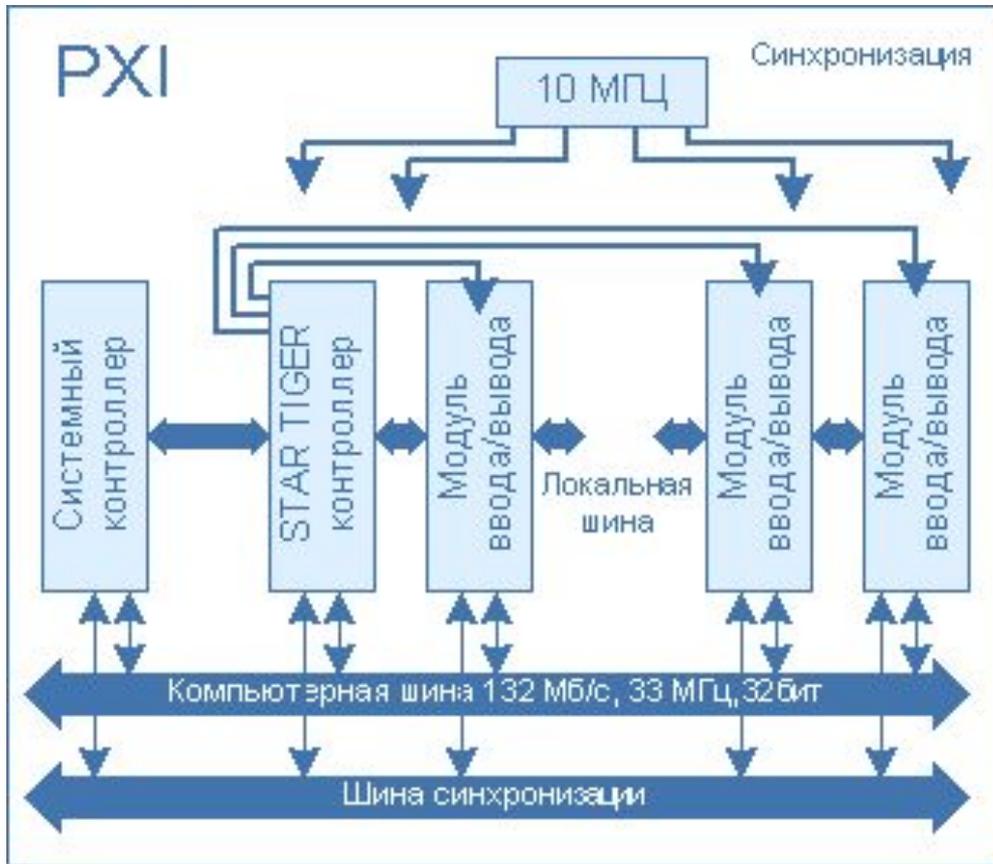


*PXI, сокращение от «compactPCI extension for Instrumentation» («расширение шины Compact-PCI для использования в инструментальных системах»)*



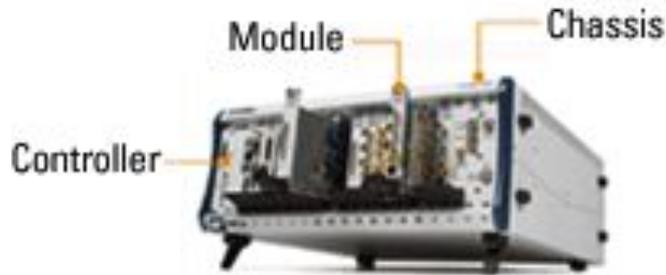
*VXI, сокращение от «VMEbus extension for Instrumentation» («расширение шины VME для использования в инструментальных системах»)*

# Стандарт PXI

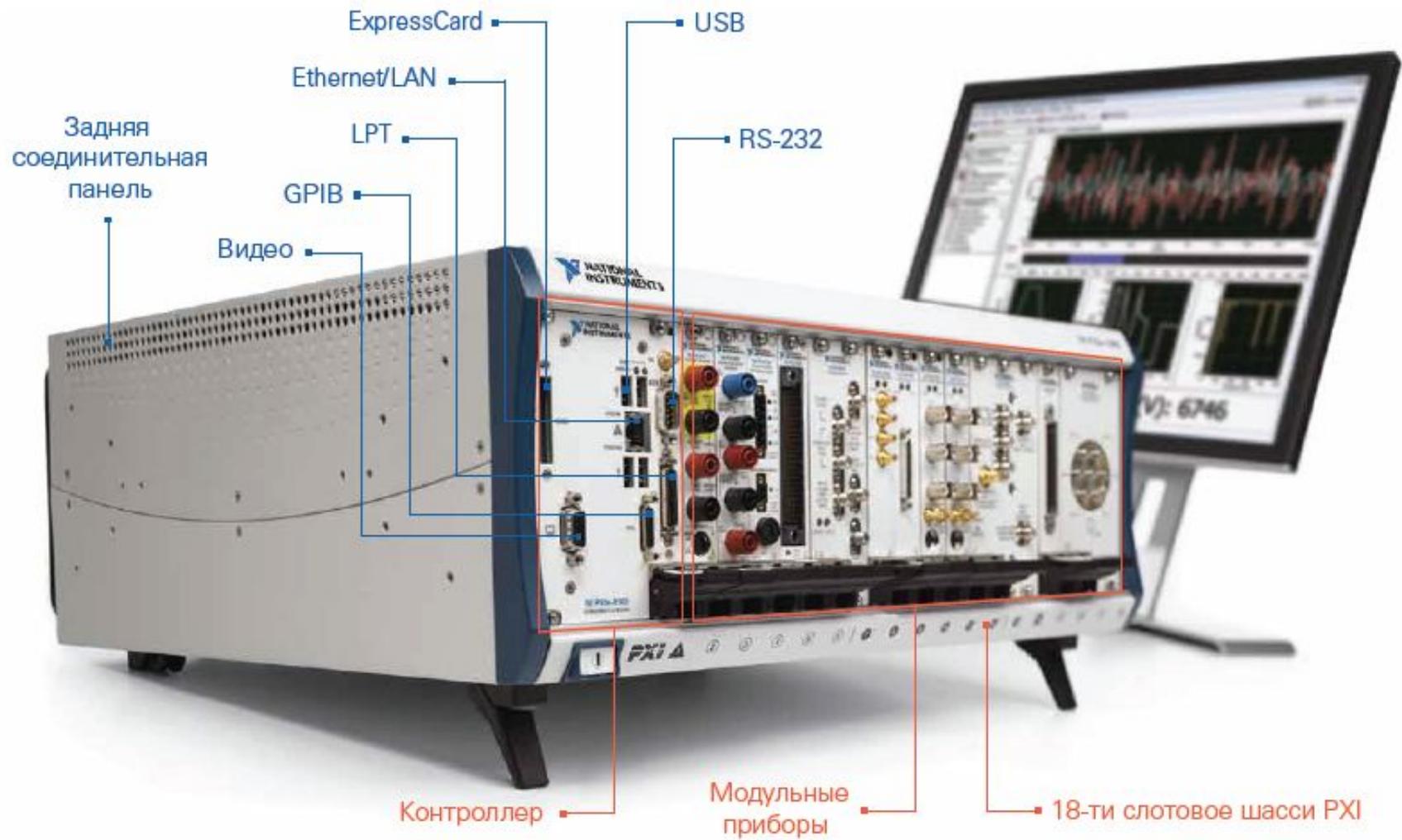


- (Pci eXtention for Instrumentation) разработан фирмой National Instruments и представлен в 1997 году как расширение стандарта CompactPCI для измерений и исследований. Стандарт изначально ориентирован на контрольно-измерительную, диагностическую, информационно-вычислительную технику и совмещает в себе все достоинства PCI и GPIB.

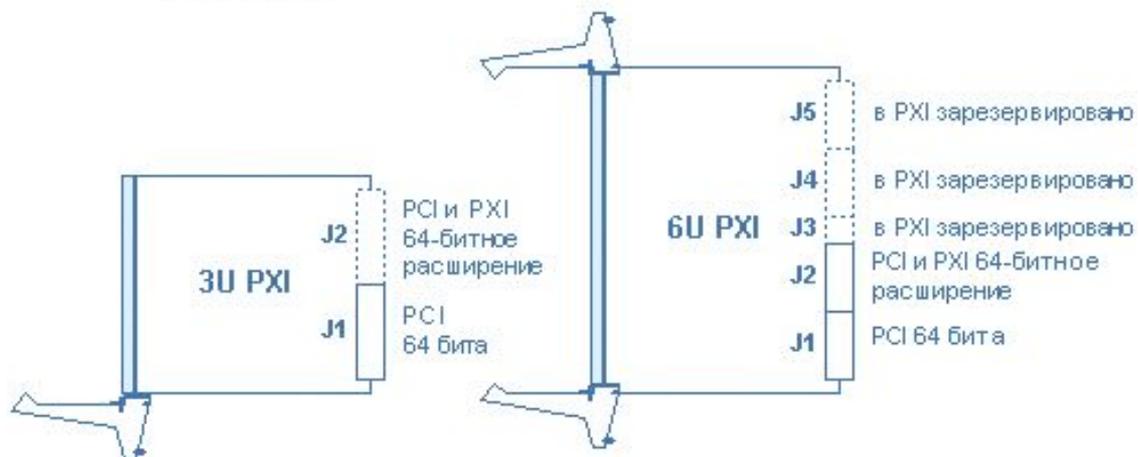
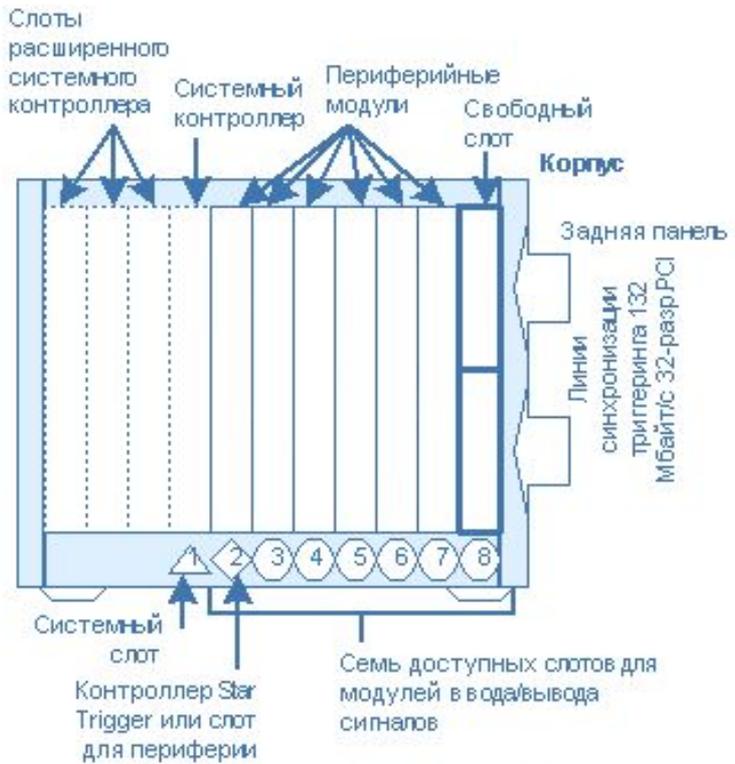
# Основные особенности



- высокая PCI-производительность (132 Мбайт/с, 32 разряда, 33 МГц);
- проверенный механический конструктив (Евромеханика 3U, 6U);
- высоконадежные соединители (многократные циклы установки модулей и вибростойкость);
- фронтальное расположение модулей расширения (время замены модуля и подключения сигналов минимально);
- до 8 PCI-устройств на одной шине (в обычном ПК не больше 4);
- невысокая стоимость аппаратуры ввиду совместимости по многим параметрам с обычными PCI-устройствами;
- полная программная совместимость с обычными ПК-технологиями (Windows 98/NT, Plug&Play и т.д.).



# Конструктивное исполнение



Конструктивно PXI представляет собой корзину, оснащенную соединительной платой (backplane) на 8 PCI-модулями с коммуникационной способностью до 132 Мбайт/с для 32-разрядной 33 МГц PCI-шины и вдвое больше для 64-разрядной реализации PCI в будущем (разъем P1)

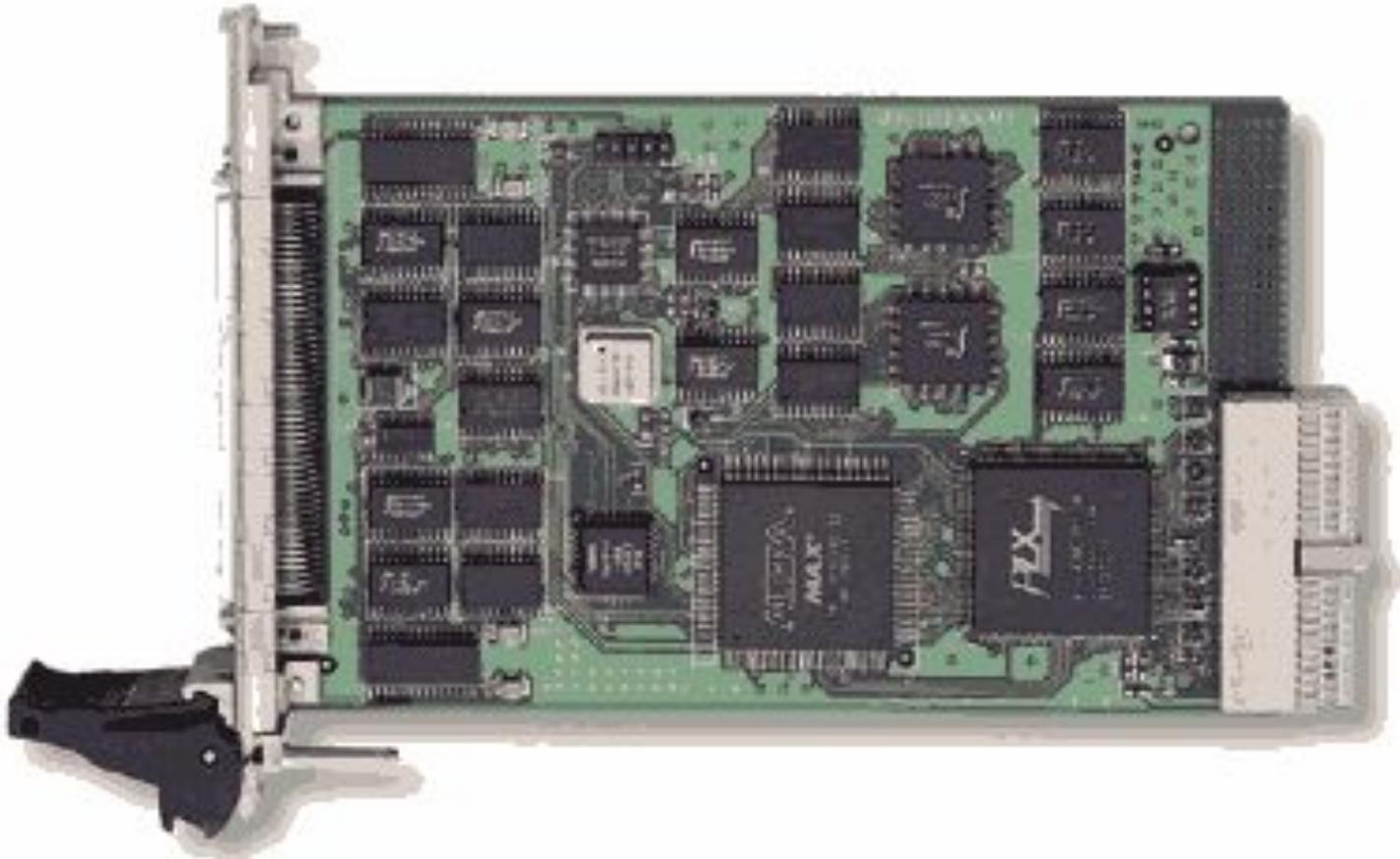
# Примеры шасси



NI PXIe-1062Q  
8-Slot 3U PXI Express Chassis with AC -  
Up to 3 GB/s

NI PXI-1056  
3U/6U Dual-Stack Chassis for PXI

# Типичный представитель CompactPCI



Максимальная скорость передачи данных между внешним устройством и FIFO-буфером, установленным на плате, может быть до 80 Мбайт/с для цифрового вывода и 160 Мбайт/с для ввода.

# VME-шина

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

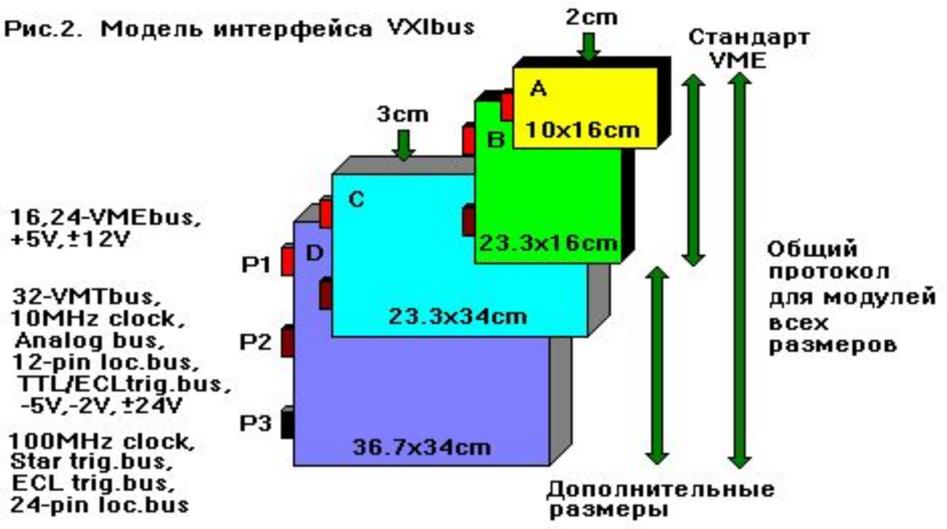
## Характеристики шины

- Разрядность шины — 32/64
- Адрес/Данные — отдельные (VME32), мультиплексируемые (VME64)
- Тип шины — [Асинхронная](#)
- Конструктив — [Евромеханика](#) 3U, 6U, 9U
- Максимальное количество модулей в [крейте](#) — 21 штука
- Пропускная способность в 32 разрядном варианте — 40 Мбайт/с (VME32), 80 Мбайт/с (VME64)
- В режиме блочных передач (когда на 1-ую передачу адреса идёт несколько передач данных) скорость может достигать 320 Мбайт/с (VME64).

Программирование:

- двоичные коды (регистровые операции)
- [ASCII](#) коды (командные сообщения)

Рис.2. Модель интерфейса VXIbus



# Требования

## Механические

- Размеры модулей
- Совместимость размеров

## Электрические

- Полное использование контактов
- Триггерная шина
- Синхронизация
- Аналоговая шина

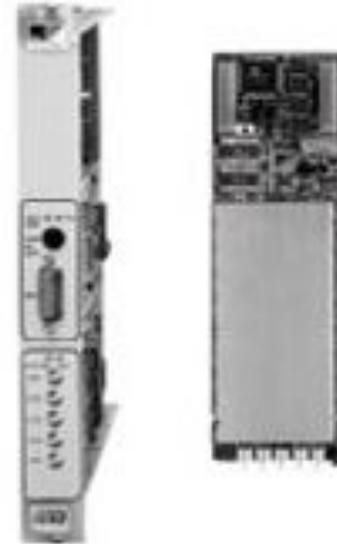
## Питание / EMC

- Дополнительное питание
- Помехозащищенность

## Системные

- Самоконфигурирование
- Идентификация
- Протокол сообщений
- Автокалибровка

# VXI



## Технические средства VXI

[Крейты и источники питания](#)

[Системные модули](#)

[Функциональные модули:](#)

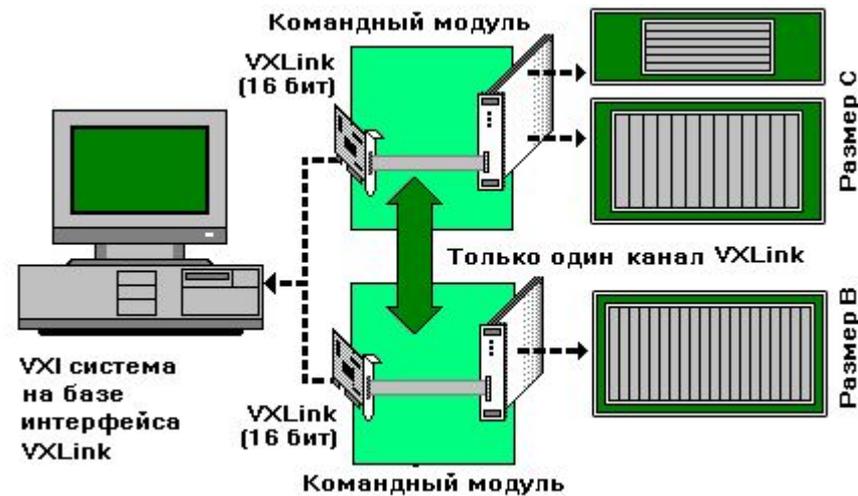
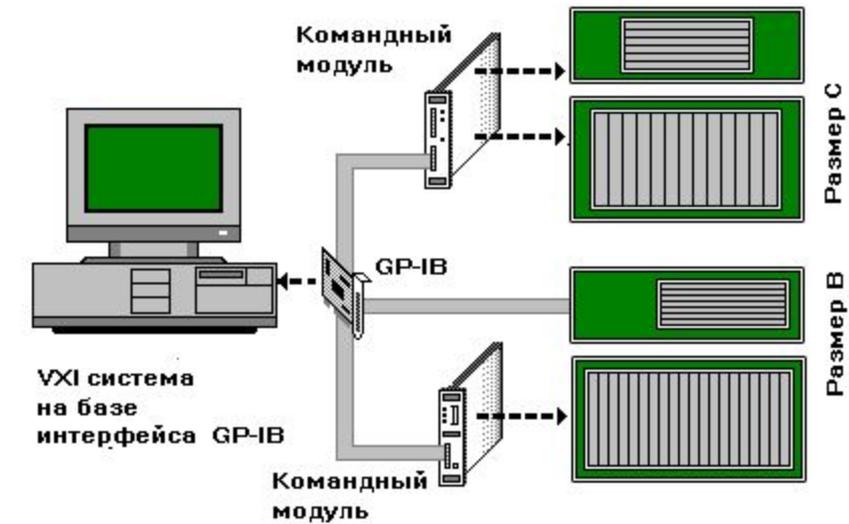
[Измерительные модули](#)

[Мультиплексоры и модули ключей](#)

[Генераторы и источники](#)

[Модули цифрового ввода/вывода.](#)

[Модули специального назначения](#)



Логически все устройства шины VME делятся на три типа:

- ведущий;
- ведомый;
- арбитр.

Ведущий — инициирует циклы на шине.

Ведомый — осуществляет операции по команде ведущего. Арбитр — осуществляет контроль за занятостью шины.