

# Автоматизированные информационно-управляющие СИСТЕМЫ

Доц. каф. АПП

Кульчицкий Александр Александрович

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

# Лекция 3

## Устройства сбора данных

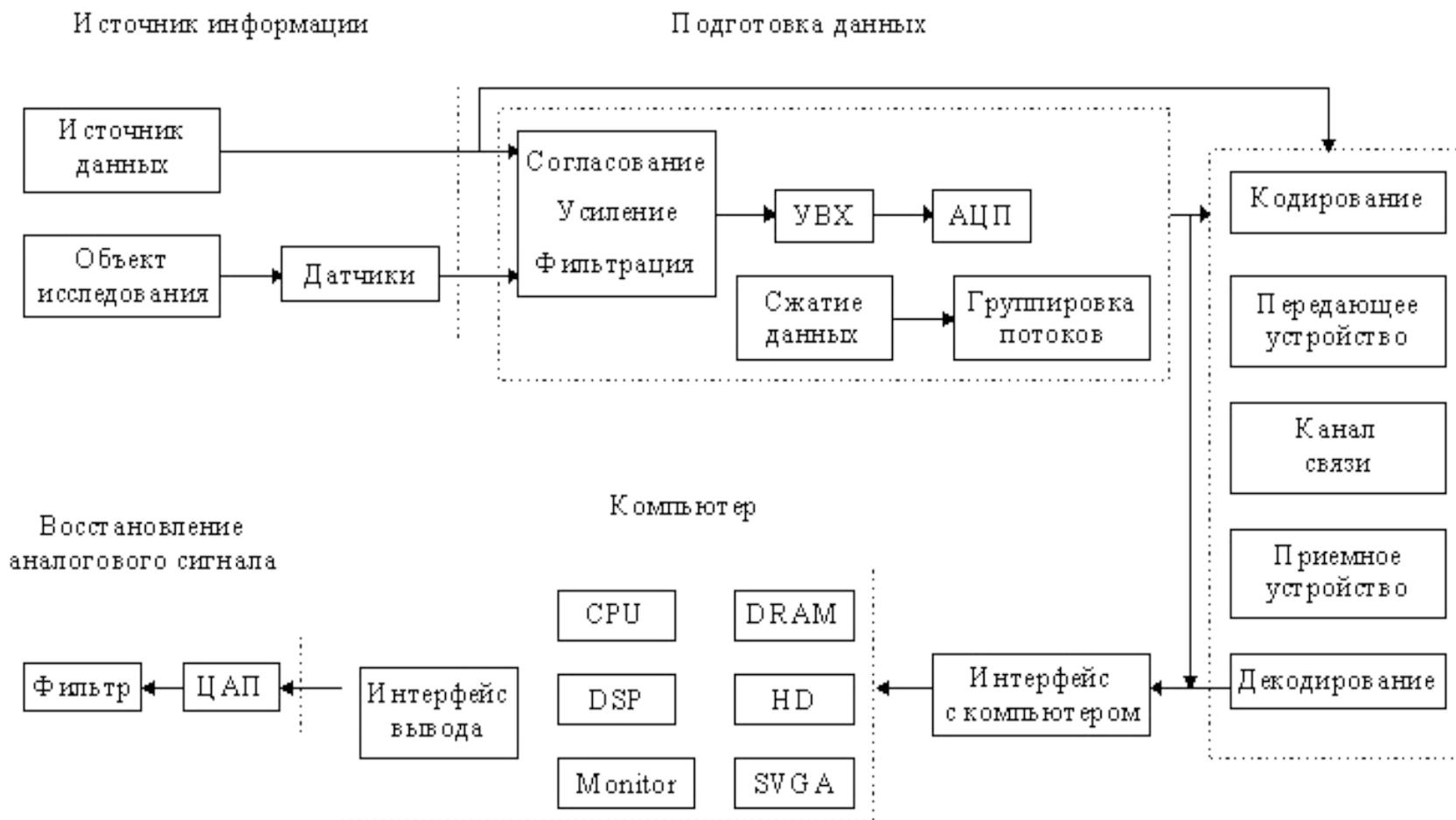
# Основные задачи АИУС

1. задача обнаружения.

2. задача выделения.

3. задача принятия решения

# Обобщенная структура автоматизированной информационно-управляющей системы



# Задачи АИУС

- автоматизированный синхронный ввод в ПК сигналов, регистрируемых группой датчиков;
- вывод аналоговых сигналов в соответствии с аналитической моделью (например для калибровки);
- обработка записанных на жесткий диск данных с помощью методов цифровой обработки сигналов для изучения состояния физических объектов и исследования протекающих процессов;
- графическое представление регистрируемой информации и результатов анализа;
- хранение экспериментальных данных и результатов обработки
- управление процессом сбора данных.

# Программное обеспечение должно выполнять следующие функции

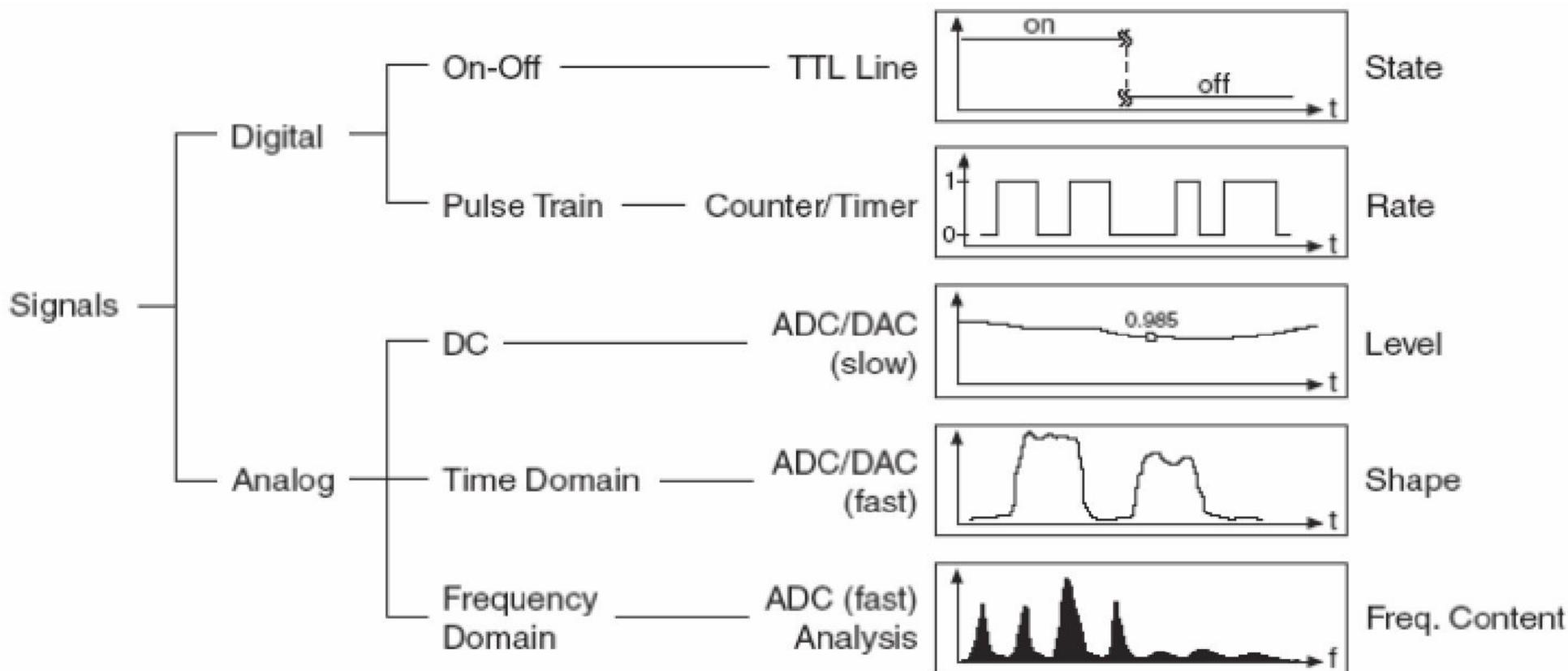
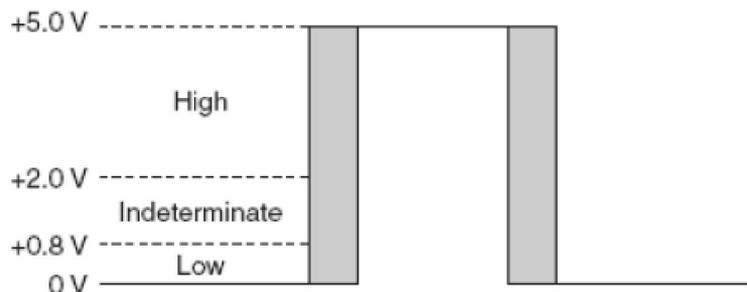
- настройка параметров и запуск процедуры сбора данных;
- запись собираемых данных в оперативную память или на жесткий диск с отображением характера регистрируемых сигналов и временного изменения параметров на экране дисплея;
- графический пользовательский интерфейс со средствами функциональной помощи;
- реализация вычислительных алгоритмов цифровой обработки сигналов с отображением результатов комбинированными средствами представления информации;
- выполнение калибровки передаточных характеристик физико-информационных преобразователей и аналоговых цепей;
- поддержка базы экспериментальных данных о характеристиках объектов испытаний (или исследуемых явлений).

# Принципы, используемые при разработке программного обеспечения АУИС

- модульность,
- использование объектной метафоры в управлении,
- унификация связей,
- разделение программ управления, графической поддержки, обработки и доступа к базе данных.

# Типы сигналов

Maximum Rise/Fall Time = 50 ns



# Устройства сбора данных

- Устройства аналогового ввода/вывода
- Устройства цифрового ввода/вывода
- Счётчики/таймеры
- Многофункциональные устройства, поддерживающие аналоговые и цифровые операции, а также возможности счётчиков

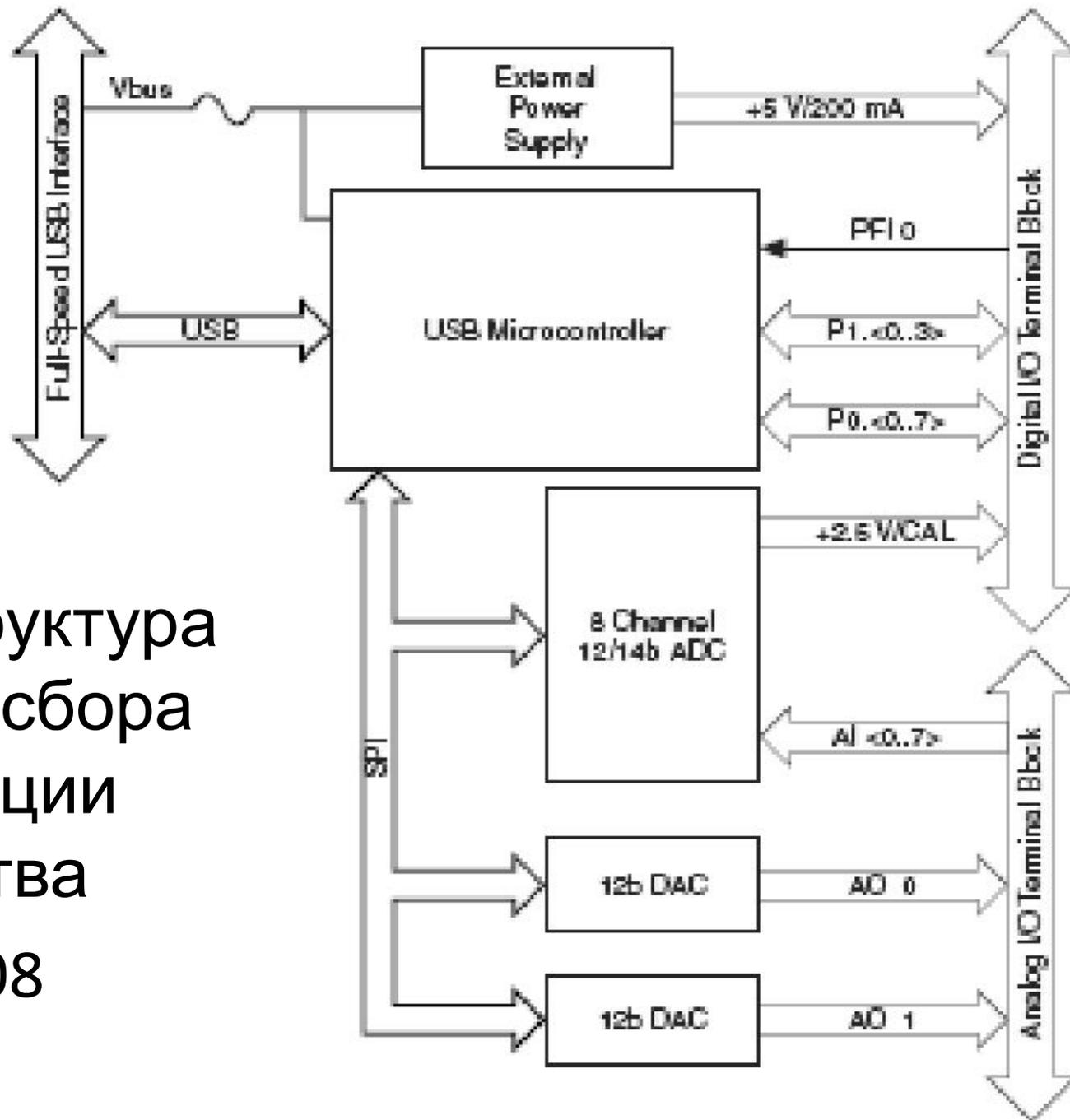
# Основные параметры аналоговых устройств ввода

- **Количество каналов** (симметричных и несимметричных).
- **Частота оцифровки.**
- **Разрешение АЦП**
- **Диапазон измерений.**
- **Ширина кода**
  - При диапазоне от 0 до 10 В и усилении 100, идеальная ширина кода определяется следующим выражением:
    - $10 / (100 * 2^{16}) = 1,5 \text{ мкВ}$
- дифференциальную нелинейность,
- относительную точность,
- время установления измерительного усилителя
- параметры шума.

# Сравнительные характеристики устройств сбора данных

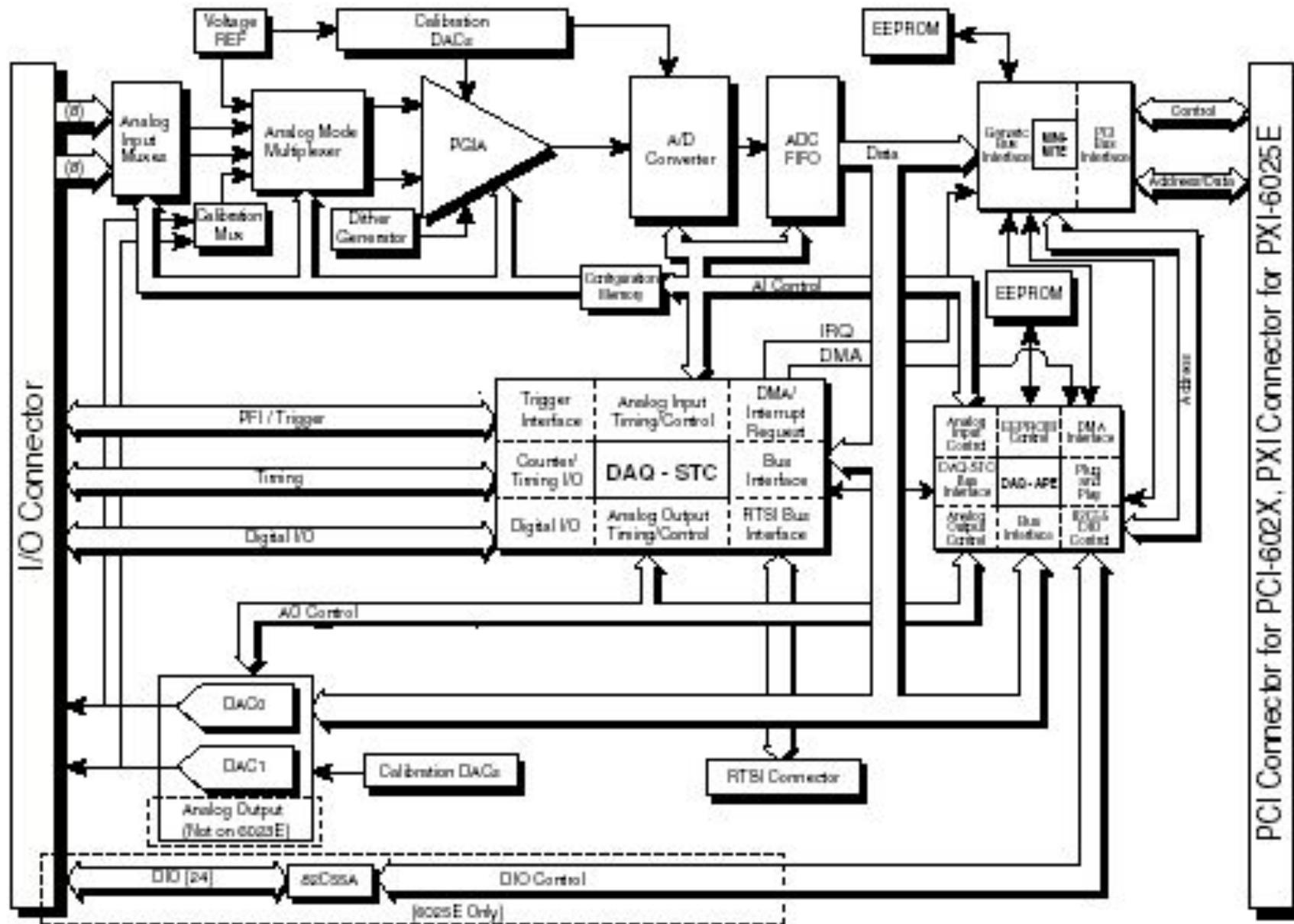


|                     | <b>Звуковая карта*</b> | <b>NI USB DAQ</b>  | <b>NI PCI DAQ</b>     | <b>Приборы*</b>      |
|---------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>AI полоса пр</b> | <b>8–44 KS/s</b>       | <b>10–200 KS/s</b> | <b>250 K–1.2 Ms/s</b> | <b>20kS/s–2 GS/s</b> |
| <b>Точность</b>     | <b>12–16 bit</b>       | <b>12–16 bit</b>   | <b>14–18 bit</b>      | <b>12–24 bit</b>     |
| <b>Портатив.</b>    | <b>x</b>               | <b>x</b>           | <b>—</b>              | <b>some</b>          |
| <b>AI каналы</b>    | <b>2</b>               | <b>8–16</b>        | <b>16–80</b>          | <b>2</b>             |
| <b>АО каналы</b>    | <b>2</b>               | <b>1–2</b>         | <b>2–4</b>            | <b>0</b>             |
| <b>AC or DC</b>     | <b>AC</b>              | <b>AC/DC</b>       | <b>AC/DC</b>          | <b>AC/DC</b>         |
| <b>Запуск</b>       | <b>—</b>               | <b>x</b>           | <b>x</b>              | <b>x</b>             |
| <b>Калибровка</b>   | <b>—</b>               | <b>x</b>           | <b>x</b>              | <b>x</b>             |

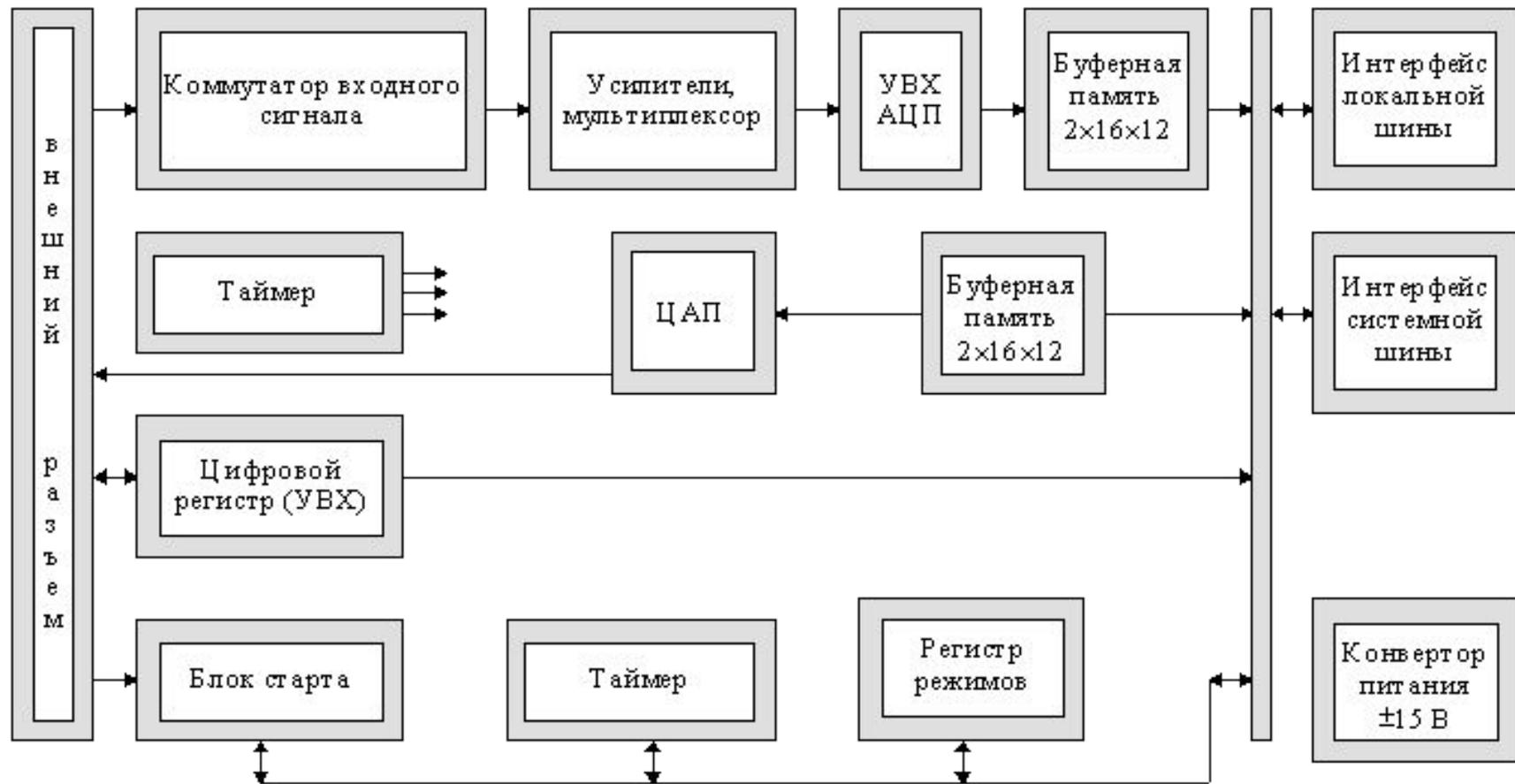


Типовая структура  
устройства сбора  
информации  
устройства  
USB 6008

# Блок диаграмма платы PCI-6023E



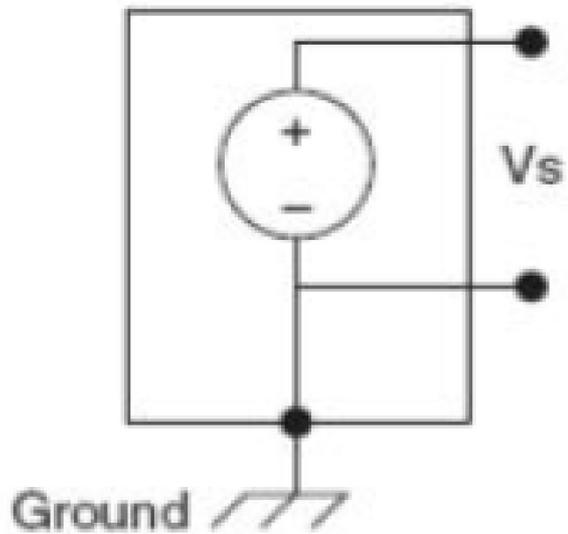
# Упрощенная блок-схема модуля ВВОДА-ВЫВОДА



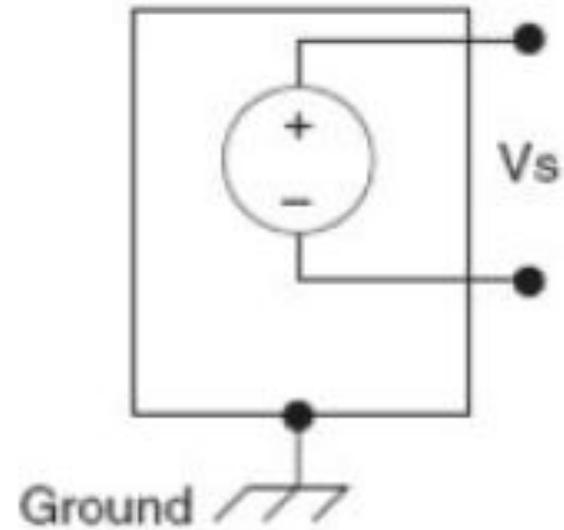
- *Буферная память* предназначена для обеспечения обмена данными с компьютером без потери отсчетов с максимальной скоростью (реализована схема поочередного считывания данных из буферов).
- *Цифровой регистр* представляет собой 16-разрядный цифровой порт вывода общего назначения с тремя состояниями выхода и предназначен для управления внешними устройствами.
- *Блок старта* предназначен для определения (путем программирования) начала ввода данных.
- *Таймер* синхронизируется от кварцевого генератора и задает временную диаграмму ввода и вывода данных.
- *Регистр режимов* управляет режимами работы блоков модуля.
- *Интерфейсы системной и локальной шин* обеспечивают обмен с компьютером и с дополнительными модулями на базе цифровых процессоров сигналов.
- *Конвертор питания* обеспечивает прецизионным питанием +/-15V аналоговые цепи модуля.

# Виды источников сигналов

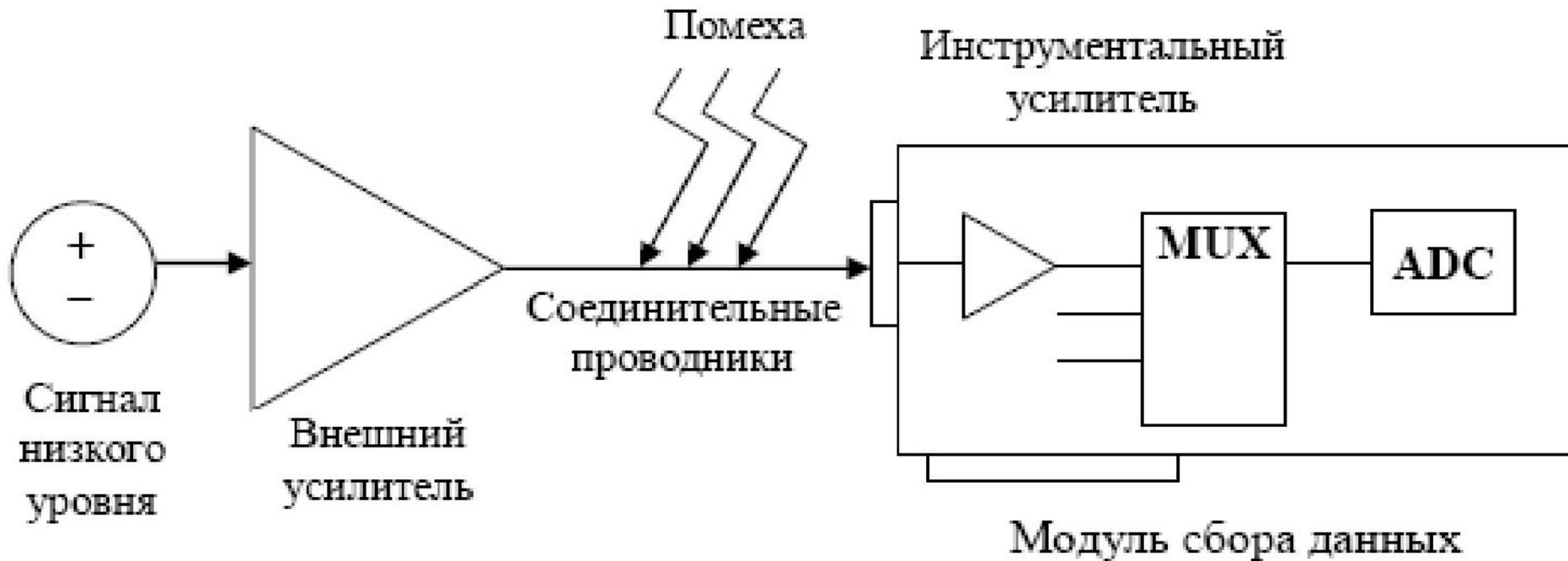
Заземленный



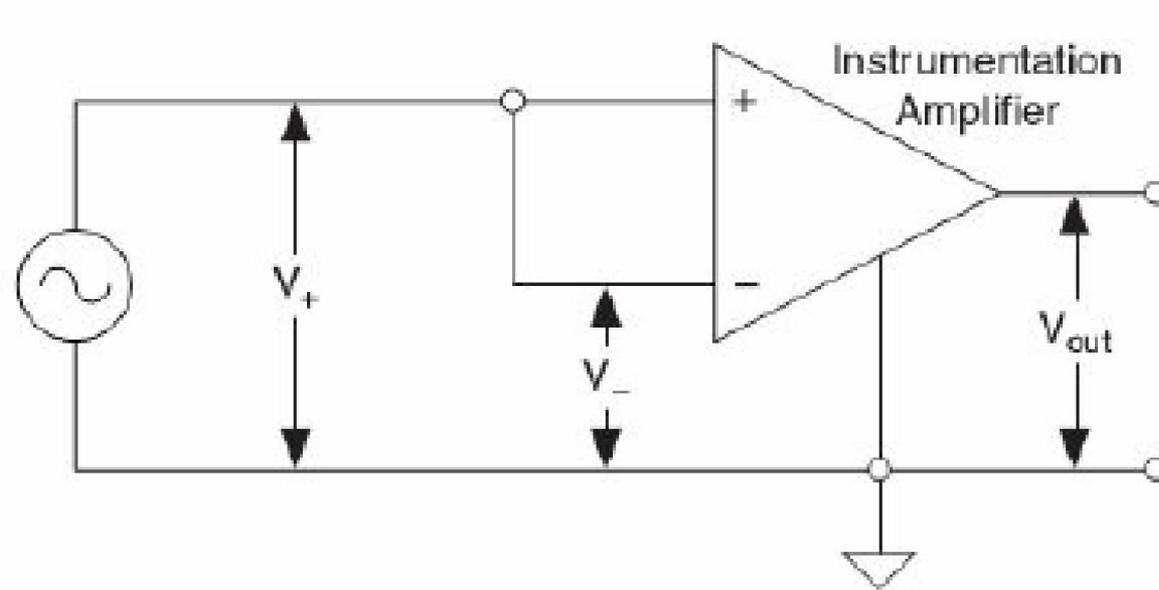
Незаземленный



**Для увеличения отношения сигнал/помеха  
усиление сигнала производится  
непосредственно у источника**



# Коэффициент подавления синфазного сигнала



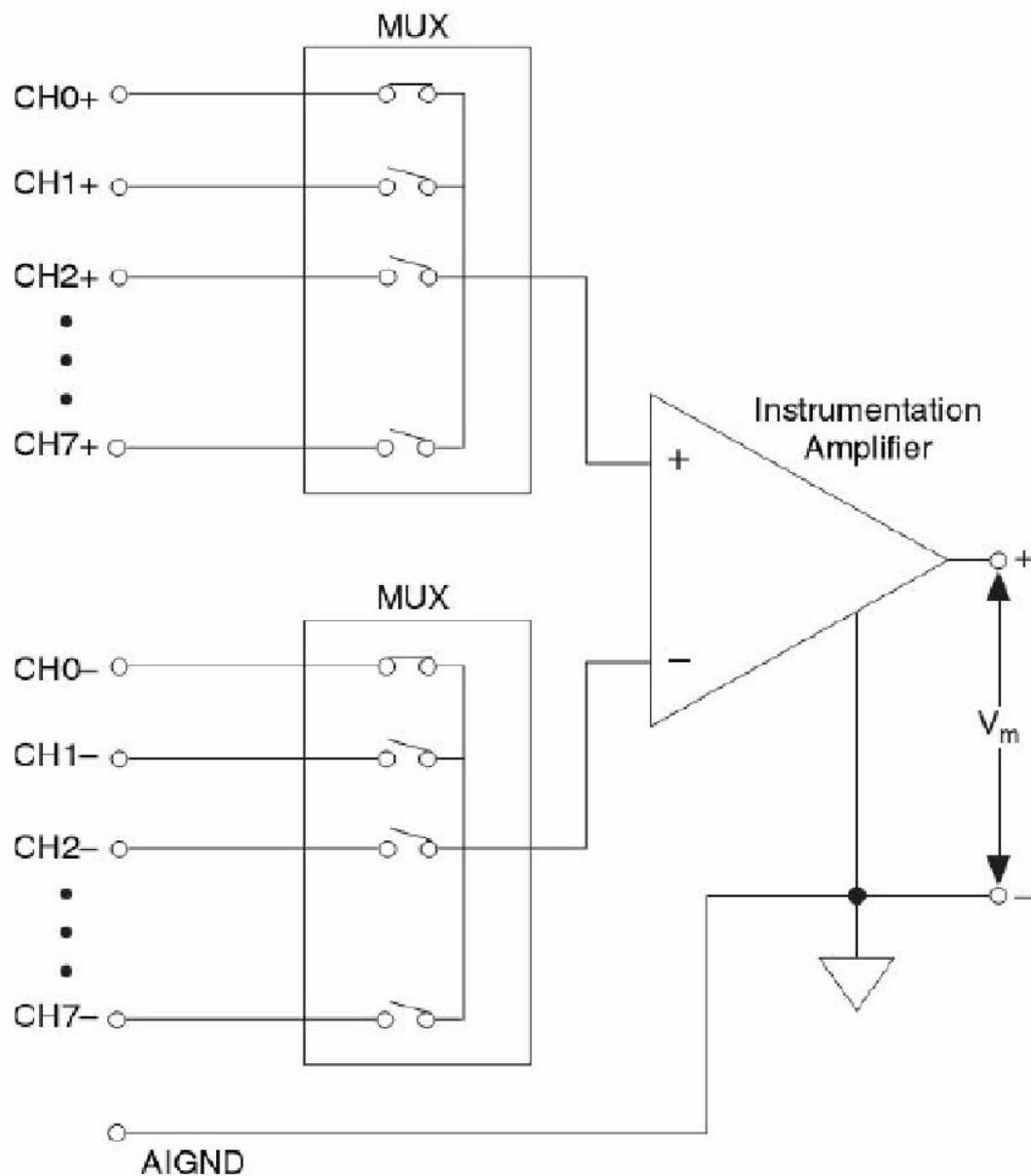
$$CMRR(dB) = 20 \log \left( \frac{K_D}{K_{CM}} \right),$$

$K_D$  и  $K_{CM}$  – коэффициенты усиления разностного и синфазного сигналов соответственно.

Схема измерения коэффициента подавления синфазного сигнала, определяемого в dB как:

$$20 \log \frac{V_{cm}}{V_{out}}$$

$$V_+ + V_- = V_{cm}$$

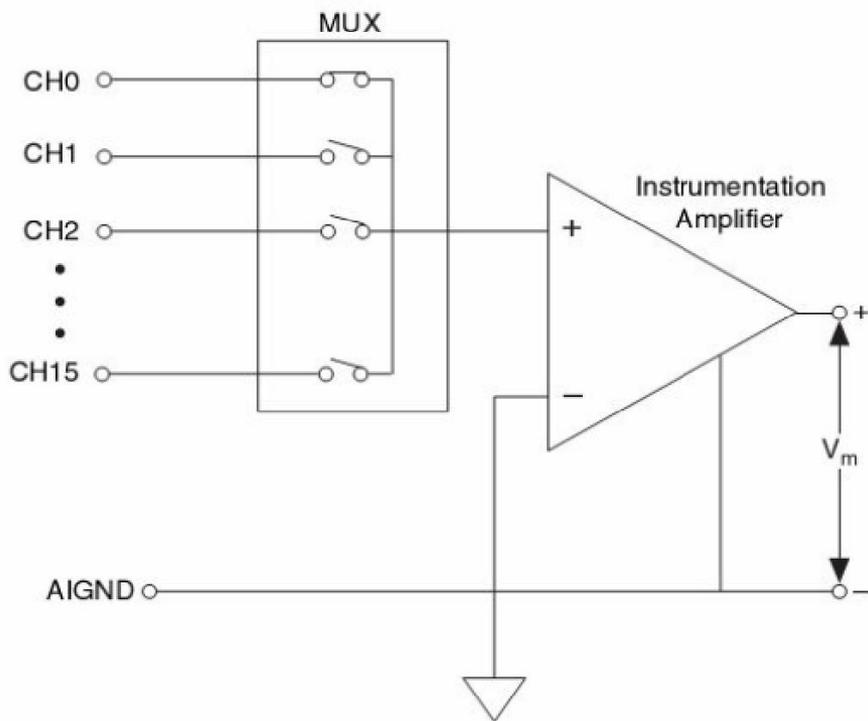


Измерительная система с дифференциальными входами Instrumentation amplifier – инструментальный усилитель

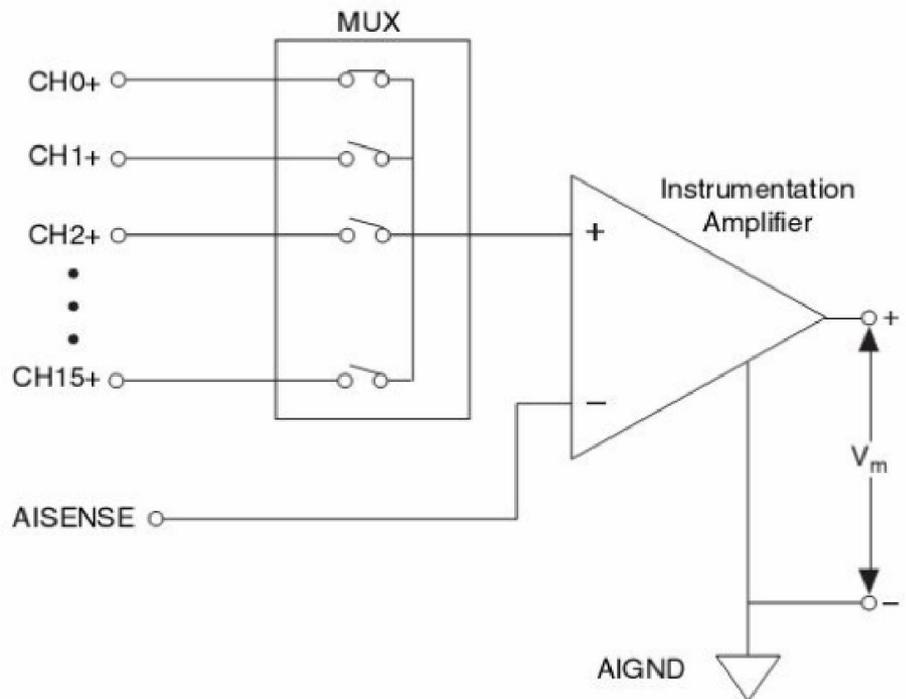
**Напряжение синфазного сигнала**

$$V_{cm} = \left( \frac{V_+ + V_-}{2} \right)$$

# Схемы с несимметричными входами



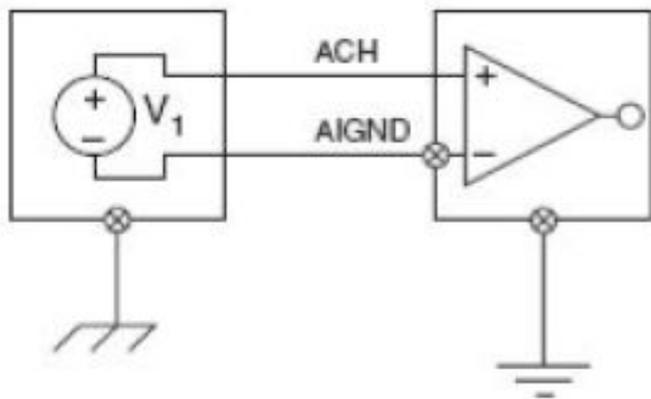
Заземленная измерительная система с несимметричными входами



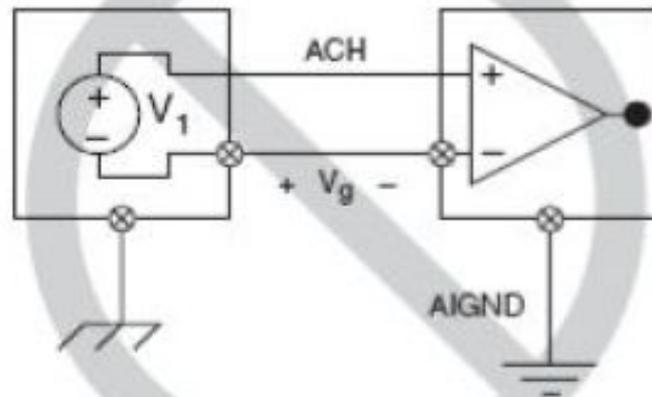
Система с незаземленными несимметричными входами (NRSE)

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

**Несимметричный заземленный (RSE)**



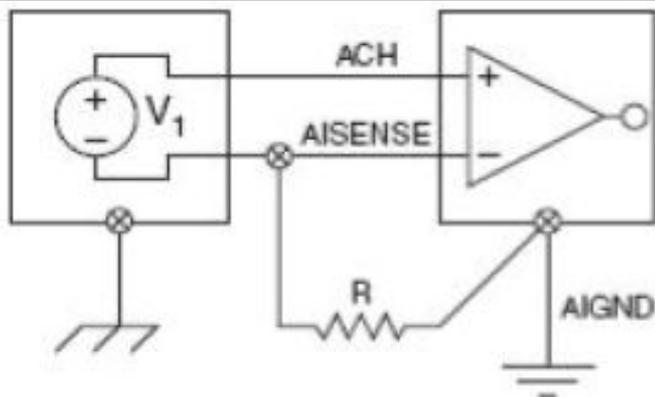
**НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ  
NOT RECOMMENDED**



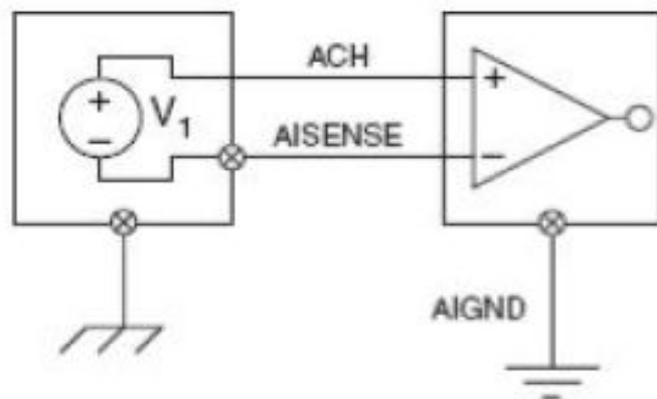
Ground-loop losses,  $V_g$ , are added to measured signal.

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

**Несимметричный незаземленный (NRSE)**



О резисторах смещения см. текст



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

# Стандартные сигналы

## Аналоговые сигналы:

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

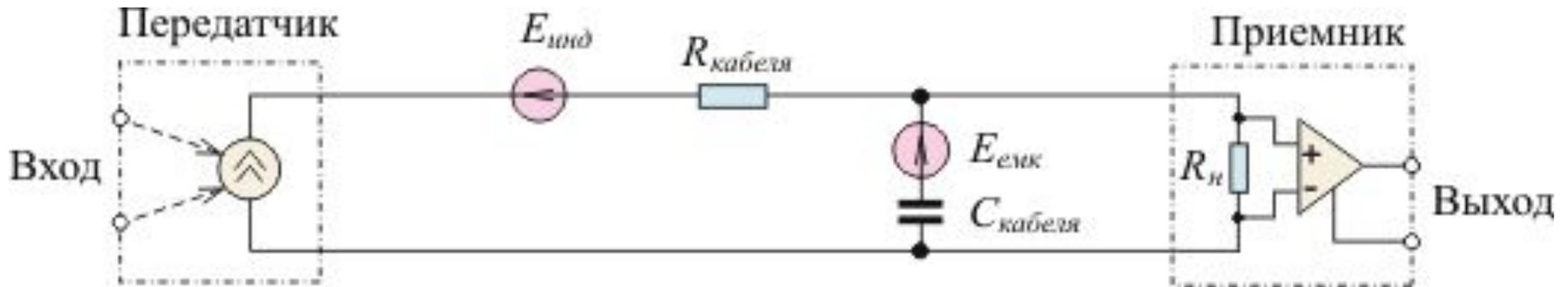
## Дискретные сигналы:

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

# То́ковая петля́

- **То́ковая петля́** (Current Loop) — способ передачи информации с помощью измеряемых значений силы (Current Loop) — способ передачи информации с помощью измеряемых значений силы электрического тока.
- Принцип работы токовой петли это дифференциальная пара
- Для задания измеряемых значений тока используется, как правило, управляемый источник тока. По виду передаваемой информации различаются **аналоговая токовая петля** и **цифровая токовая петля**.
- Токовая петля может использоваться на значительных расстояниях (до нескольких километров). Для защиты оборудования применяется гальваническая развязка. Токовая петля может использоваться на значительных расстояниях (до нескольких километров). Для защиты оборудования применяется гальваническая развязка на оптоэлектронных приборах, например оптронах.
- Основное **преимущество** токовой петли — точность не зависит от длины и сопротивления линии передачи, поскольку управляемый источник тока будет автоматически поддерживать требуемый ток в линии. Схема позволяет запитывать датчик непосредственно от линии передачи. Несколько приемников можно соединять последовательно

# Принцип действия "токовой петли"



В качестве линии передачи обычно используется экранированная витая пара, которая совместно с дифференциальным приемником позволяет ослабить индуктивную и синфазную помеху.

- Стандарт 4-20 мА
- логическому уровню "1" соответствует ток в линии от 4 до 20 мА протекающий в ПРЯМОМ направлении
- логическому уровню "0" соответствует ток в линии от 4 до 20 мА протекающий в ОБРАТНОМ направлении.  
При токе ниже 4 мА приемник и передатчик обнаруживают ошибку "ОБРЫВ ЛИНИИ".  
При токе выше 20 мА передатчик обнаруживает ошибку "КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ ЛИНИИ".

# 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

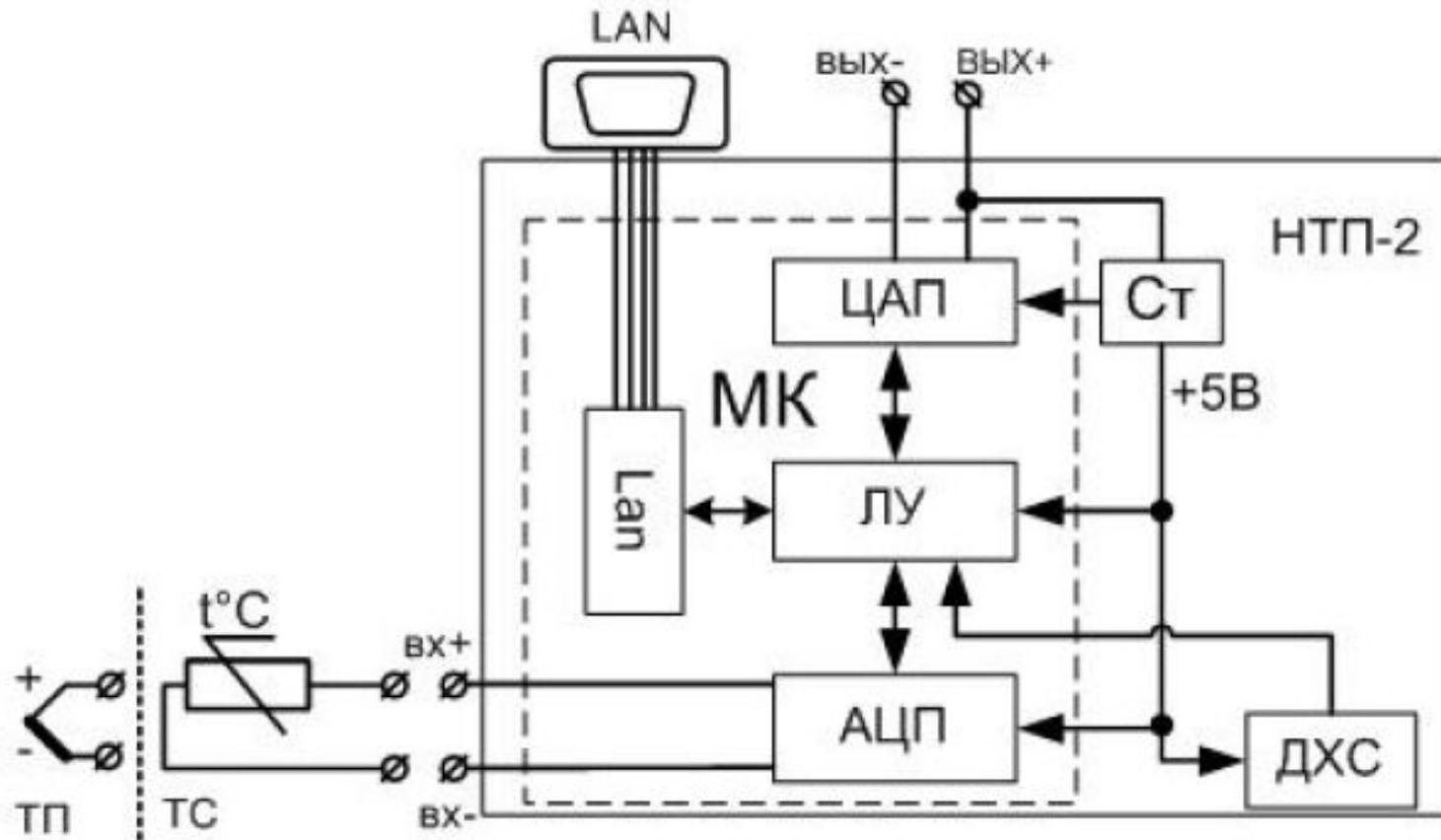


# Измерительные (нормирующие) преобразователи датчиков температуры

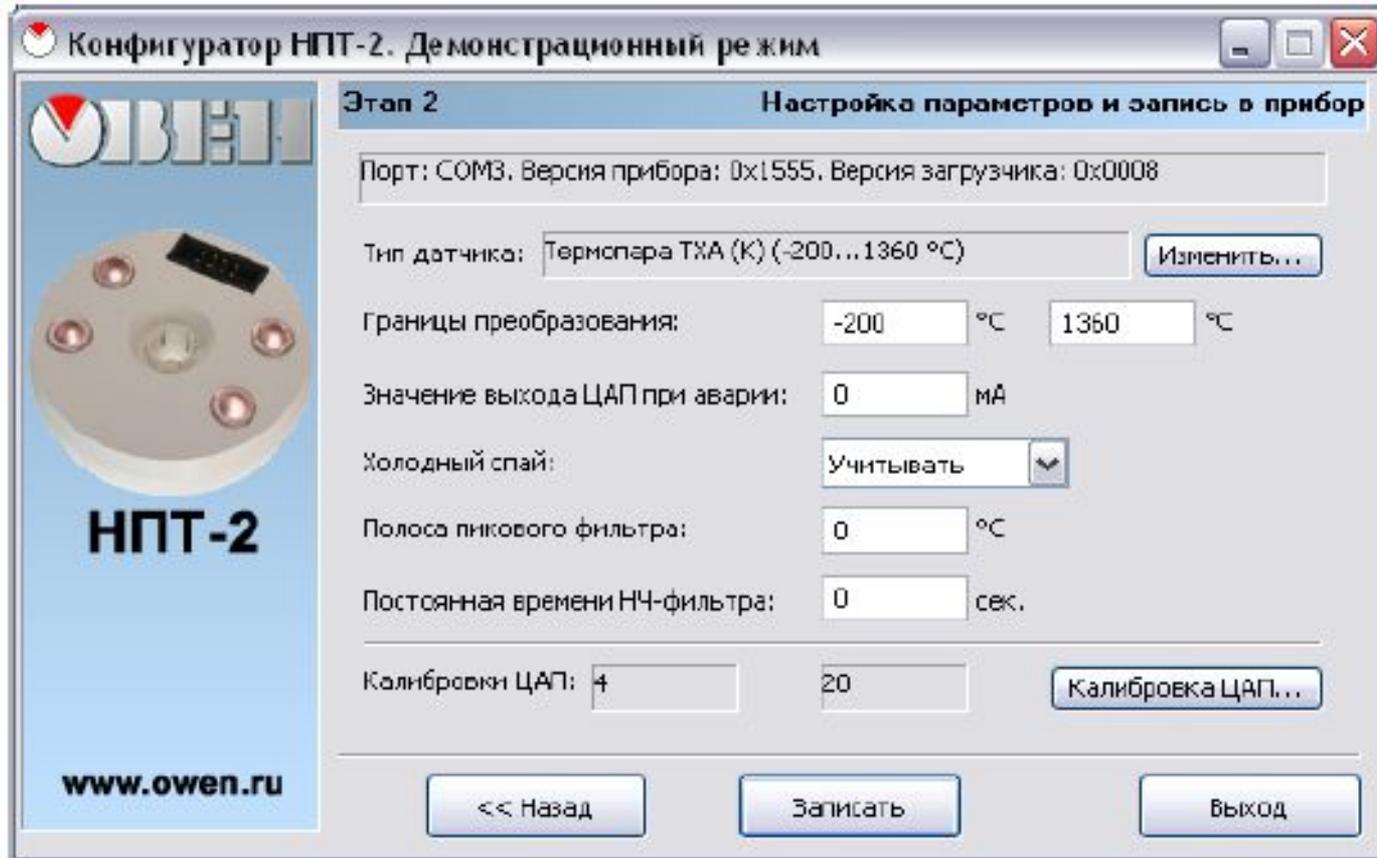


## ИП 0304

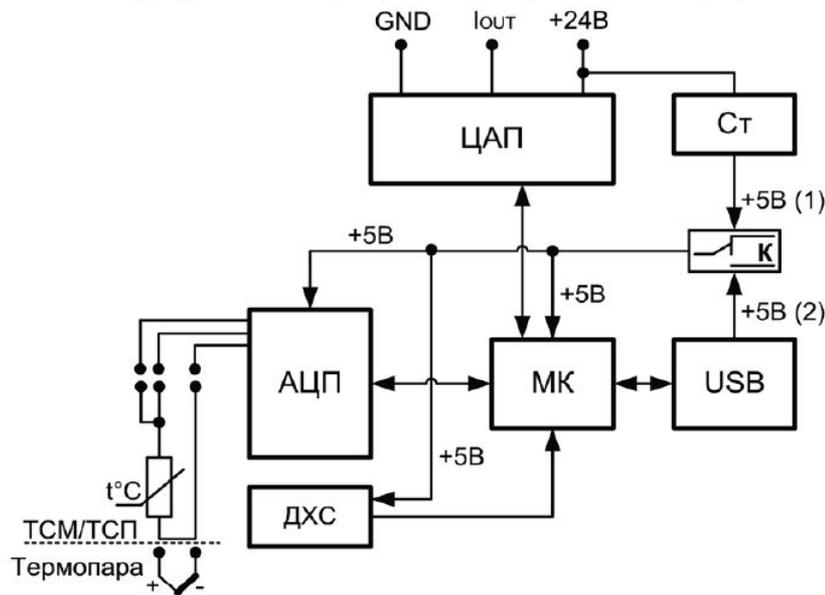
# Схема преобразователя ИП 0304



# 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»

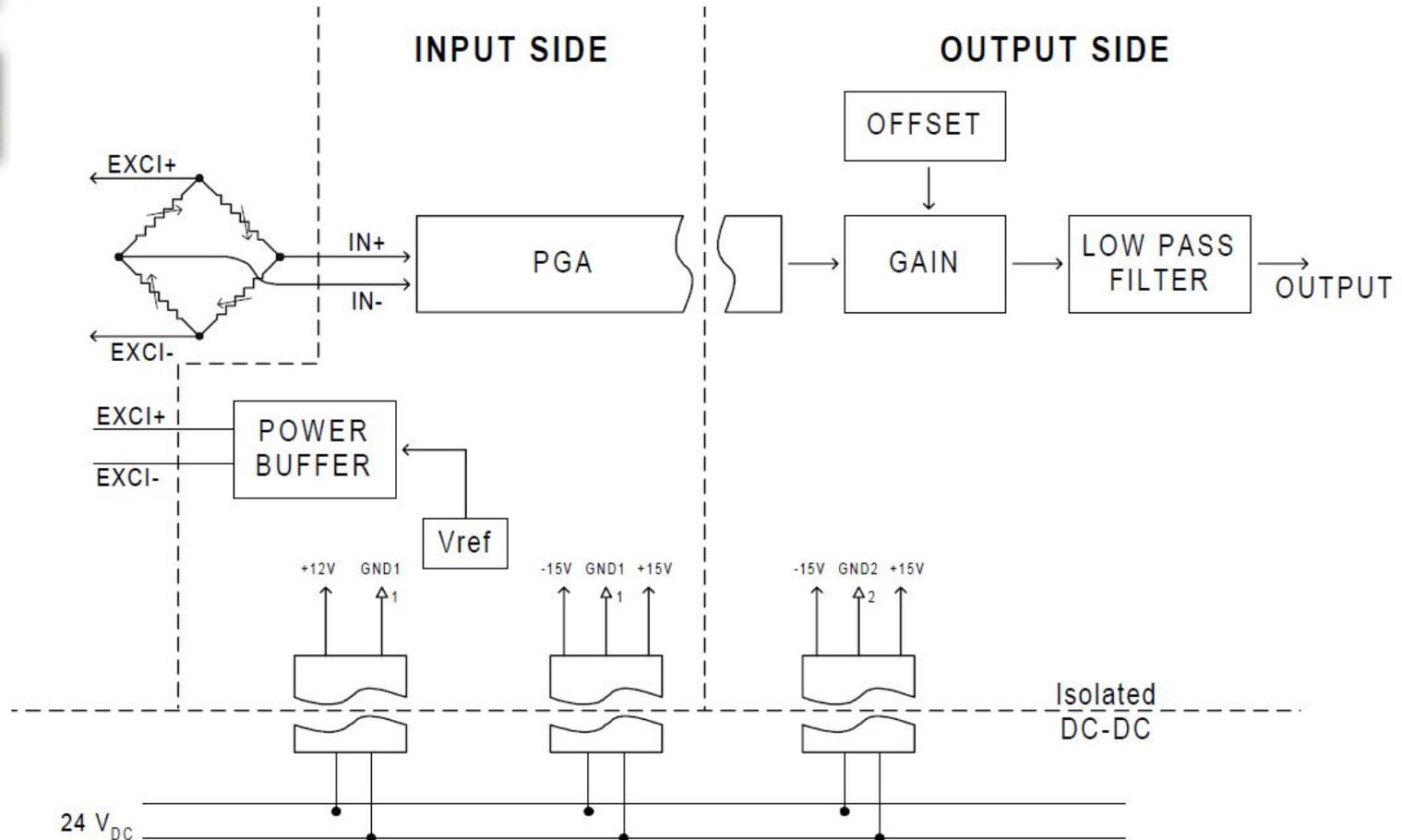
# Нормализатор сигнала тензомоста

Тип входного сигнала — мост

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

Выходной сигнал: 0-10, 0-5 В, 0-20 мА

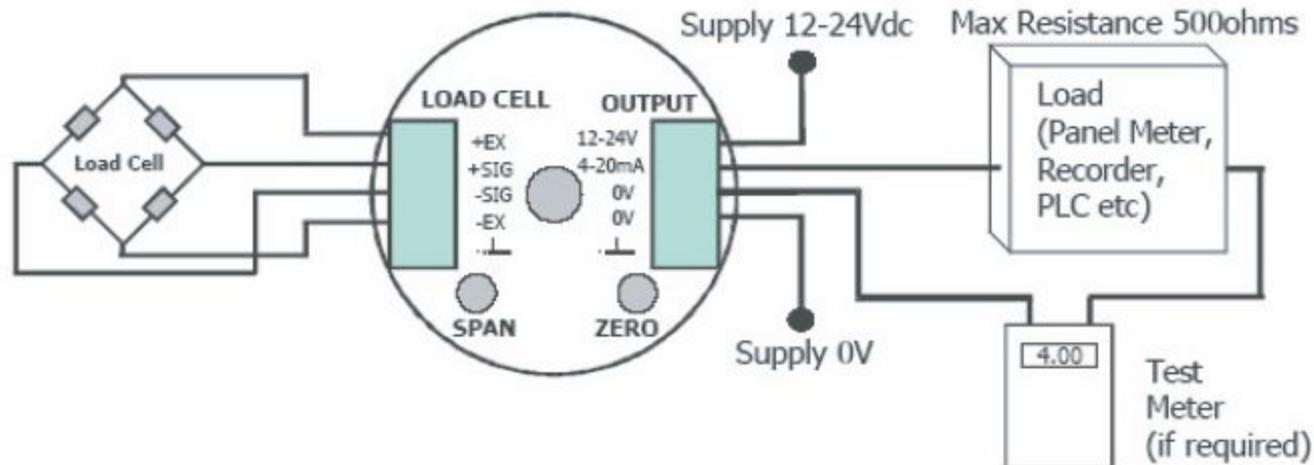
Гальваническая изоляция 1000 В



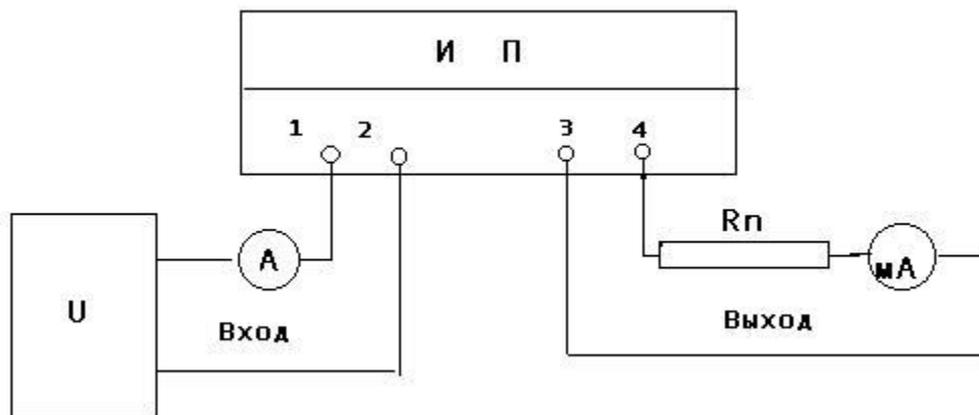
# Усилитель тензосигнала тип 131



- 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

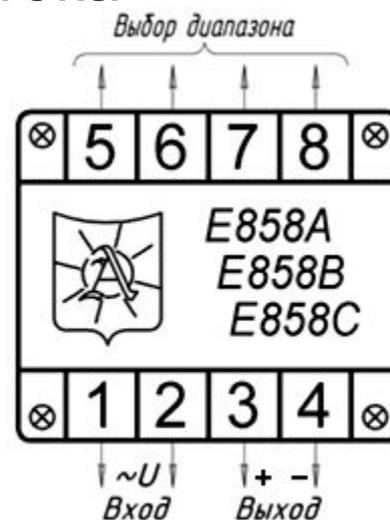
Потребляемая мощность, **В·А**

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

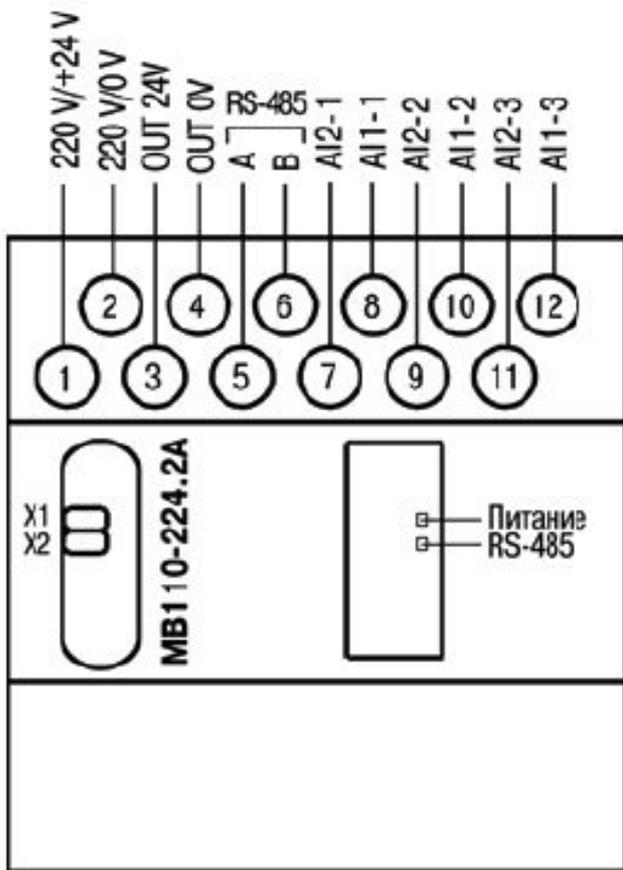
- Стандарт проводной связи RS-485.
- Простые протоколы, основанные на принципе «запрос-ответ». работа по протоколам ModBus-ASCII, ModBus-RTU, DCON и OVEN.
- Модули объединяются в сеть с помощью двухпроводной линии связи и подключаются к ведущему устройству (Master). В роли мастера может выступать:
  - 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><br><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><br><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><br><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><br><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><br><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><br><a href="#">Д.4Р</a>           | <b>ВХОДЫ:</b> датчики типа «сухой контакт», транзисторные ключи <i>n-p-n</i> типа<br><b>ВЫХОДЫ:</b> э/м реле 4А 250 В   | 8          | 4     | -          | -     |
| <a href="#">ММК110-220.4</a><br><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<br><b>ВЫХОДЫ:</b> э/м реле 4А 250 В | 4          | 4     | -          | -     |
| <a href="#">ММК110-224.8</a><br><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<br><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><br><a href="#">К.4Р</a>  | <b>входы:</b> кондуктометрические датчики уровня<br><b>выходы:</b> э/м реле 4А 250 В   | 4          | 4     | -          | -     |
| <a href="#">МК110-220.4</a><br><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<br><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><br><a href="#">(К)</a>  | <b>Р:</b> э/м реле 4А 250 В<br><b>К:</b> транзисторная оптопара <i>n-p-n</i> типа 400 мА 60В   | -          | 8     | -          | -     |
| <a href="#">ММУ110-224.16Р</a><br><a href="#">(К)</a> | <b>Р:</b> э/м реле 4А 250 В<br><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><br><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)                                     |

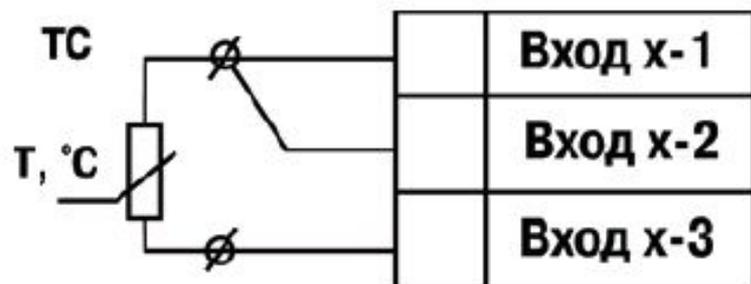


Рис. Б.2. Схема подключения термометра сопротивления

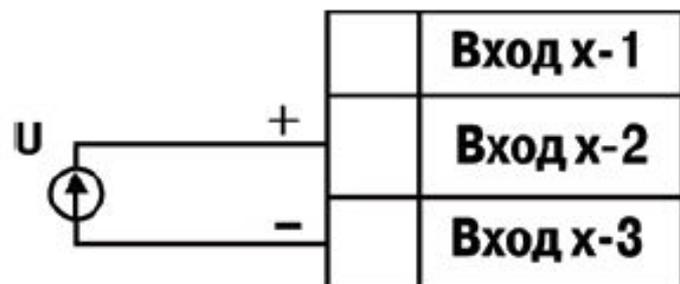


Рис. Б.4. Схема подключения активного датчика с выходом в виде напряжения -50.0...50.0 мВ или 0...1.0 В

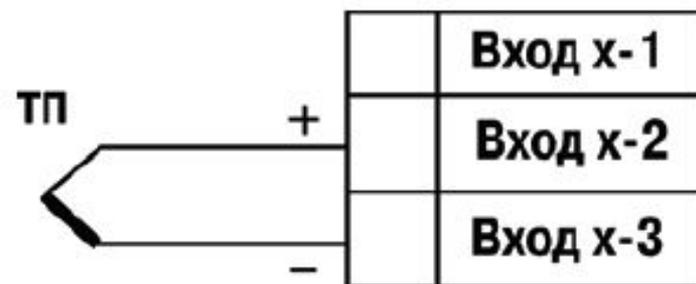
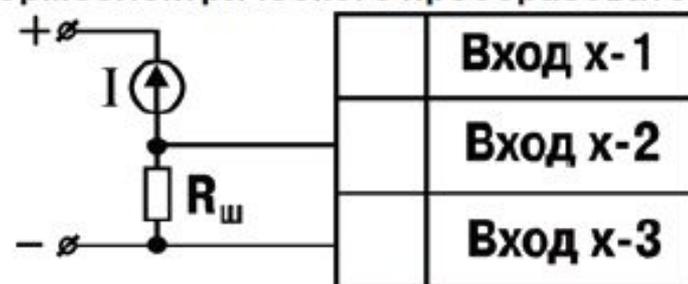


Рис. Б.3. Схема подключения термоэлектрического преобразователя



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

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

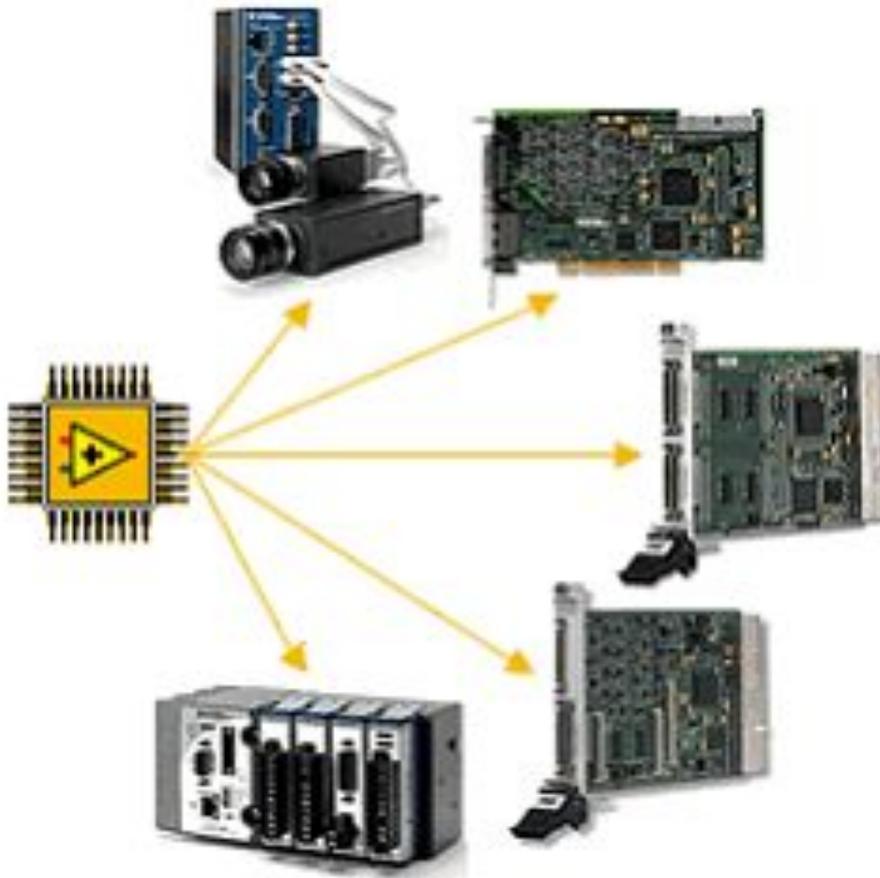


Аналоговый ввод, аналоговый вывод, цифровой ввод-вывод, реле

| 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,<br>$\pm 21,5$ 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)



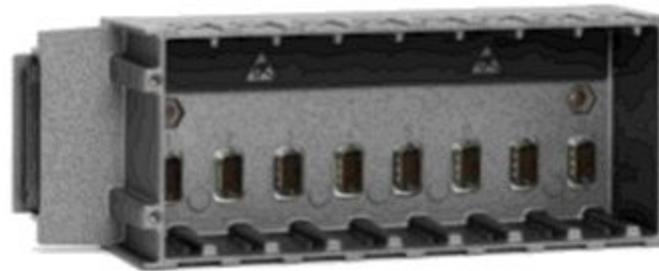
- Reconfigurable input/output – RIO) предоставляет вам возможность создания на аппаратном уровне вашей собственной контрольно-измерительной системы, используя программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) и инструментарий среды графической разработки приложений LabVIEW



# CompactRIO



**Контроллер  
реального  
времени**



**Реконфигурируемое  
шасси**



**Модули  
ввода/вывода**

# Контроллер реального времени



LabVIEW  
Real-Time

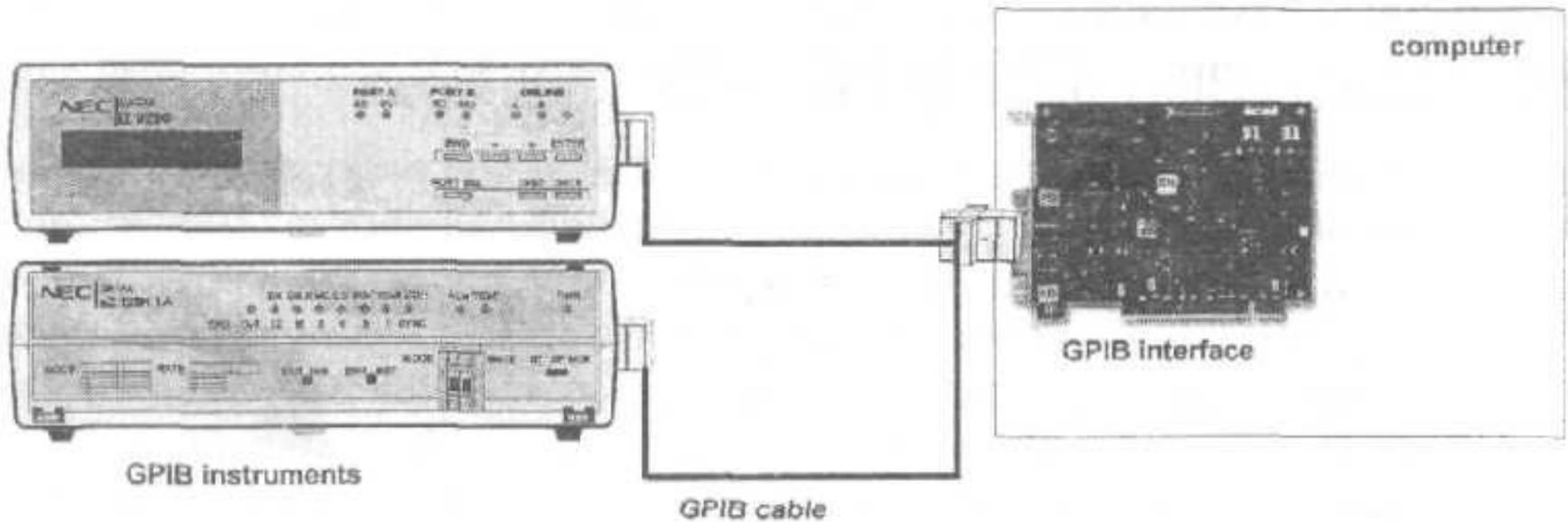
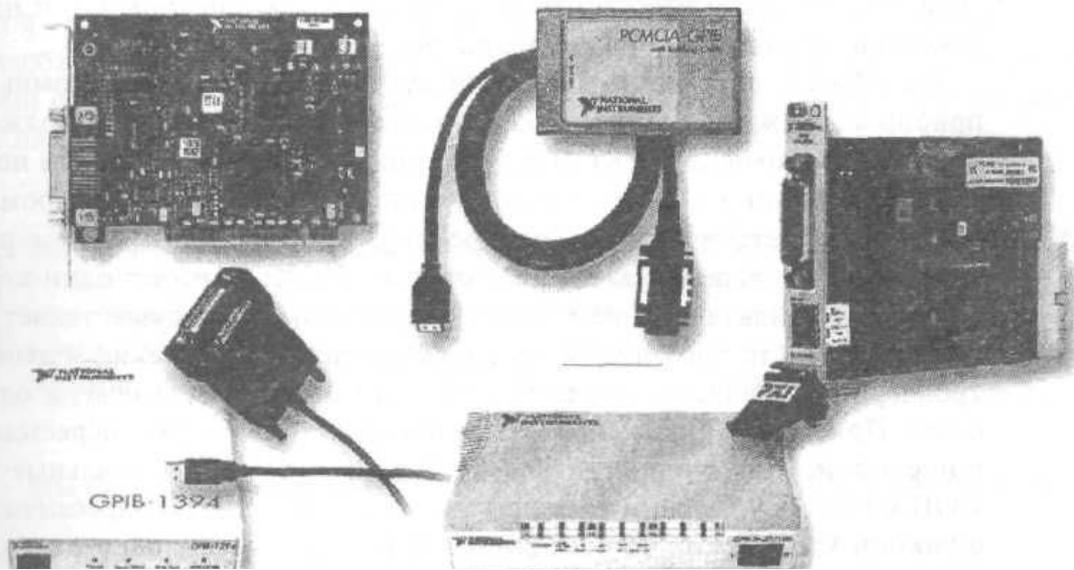
| Особенности                                    | cRIO-9002 | cRIO-9004 | cRIO-9012 | cRIO-9014 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| DRAM (MB)                                      | 32        | 64        | 64        | 128       |
| Объем внутренней энергонезависимой памяти (MB) | 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

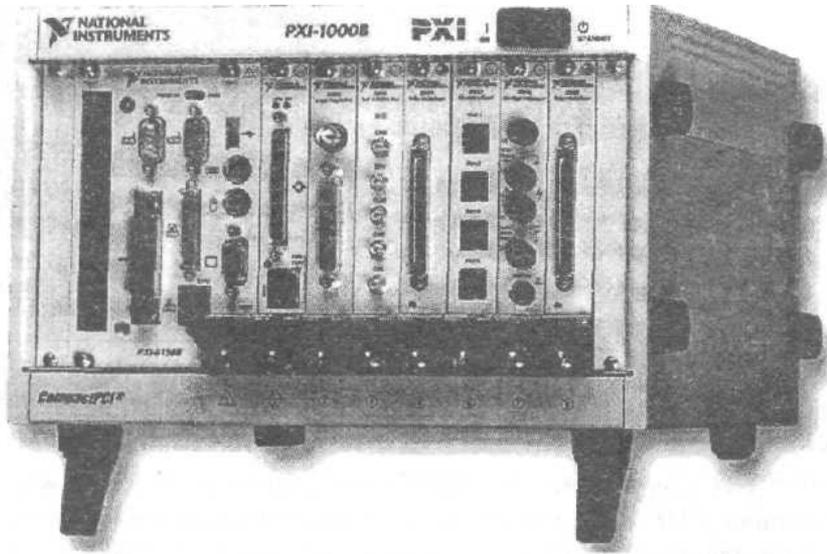
- *КОП (General Purpose Interface Bus - GPIB)* разработан компанией Hewlett Packard в конце 1960 года для обеспечения связи между компьютерами и измерительными приборами, известен как стандарт IEEE 488.(2.).
- КОП является цифровой 24-х разрядной параллельной шиной. Шина состоит из:
  - 8 линий данных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



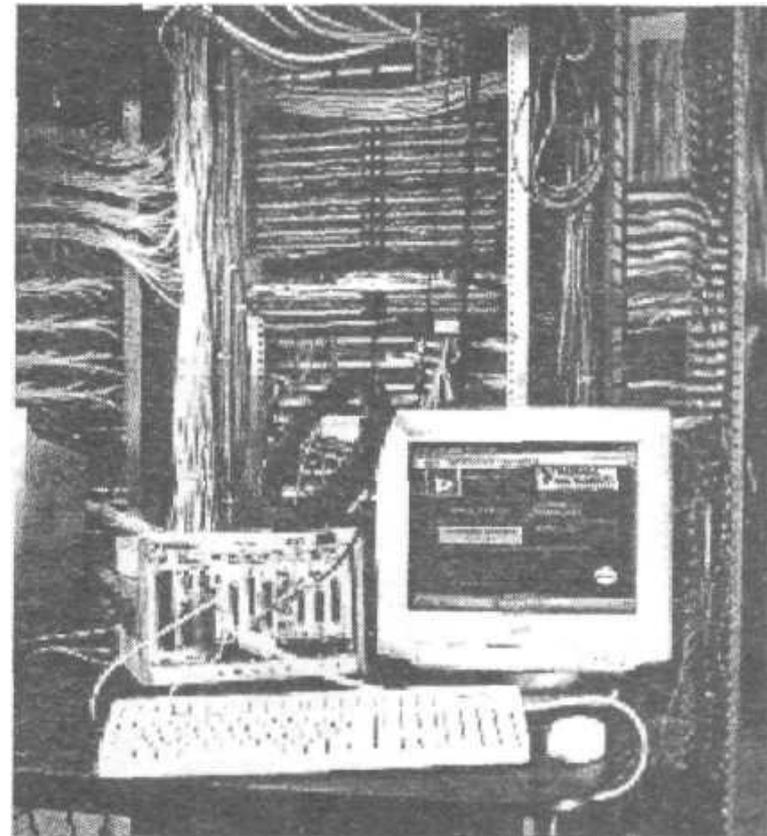
Каждое устройство, включая плату-контроллер, должно иметь свой уникальный адрес КОП в диапазоне от 0 до 30

# 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?