



**НАУЧНО ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ИНСИТЕК»**

**Активный ионизационный вакуумметр
АИВ-51**

Руководство по эксплуатации

Томск 2017

1. Общие сведения.

Активный ионизационный вакуумметр АИВ-51 (в дальнейшем – «устройство») предназначен для построения автоматизированных систем измерения давления сухого воздуха и реактивных газов вакуумных систем лабораторного и промышленного оборудования. Устройство работает с преобразователем манометрическим ионизационным ПМИ-51 в диапазоне от 10 до 1×10^{-4} Па.

Вывод измеренных значений и управление вакуумметром осуществляется по последовательному каналу RS-485 с использованием помехозащищенного протокола обмена. Вакуумметр АИВ-51 обеспечивает все необходимые режимы работы датчика ПМИ-51 в соответствии с его техническими и электрическими характеристиками.

Устройство поставляется в двух исполнениях:

- АИВ-51-1.0 без индикации (см. рис 1). Управление и считывание показаний измерений датчика возможно только через сетевой интерфейс.
- АИВ-51-2.0 с индикацией (см. рис 2). Управление и считывание показаний измерений датчика возможно как с лицевой стороны, так и через сетевой интерфейс.



Рис. 1. АИВ-51-1.0



Рис. 2. АИВ-51-2.0

Элементы АИВ-51-1.0 без индикации приведенные на рис.1:

1. Индикатор связи по RS485;
2. Разъем питания и сетевого интерфейса.
3. Светодиод индикации режима работы датчика.
4. Разъем подключения ПМИ-51.
5. Клемма подключения вывода измерения ионного тока к ПМИ-51.

Элементы АИВ-51-2.0 с индикацией приведенные на рис.2:

1. Индикатор связи по RS485;
2. Разъем питания и сетевого интерфейса.
3. Два семисегментных индикаторы мантиссы отображаемого числа.
4. Семисегментный индикатор экспоненты отображаемого числа.
5. Светодиодная индикация измеренной величины: Паскаль, Ампер, Торр.
6. Кнопка «Выбор Режима», управления датчиком.
7. Разъем подключения лампы ПМИ-51.
8. Клемма подключения вывода измерения ионного тока к ПМИ-51.

2. Работа АИВ-51

Измерение давления производится путем считывания ионного тока при фиксированном токе эмиссии катода лампы. Ток эмиссии ПМИ-51 составляет $0,5 \pm 0,005 \text{ мА}$ и стабилизируется автоматически. Давление газа P является функцией ионного тока I . Кривая преобразования $P = f(I)$ приводится для воздуха.

Рабочий диапазон измерений АИВ-51:

- в диапазоне давлений $1 \times 10^{-4} - 2 \times 10^{-2} \text{ Па}$ используется постоянная преобразования $K = 6 \times 10^4 (\text{Па/А})$. Погрешность преобразования составляет $-20\% - +20\%$.
- в диапазоне давлений $2 \times 10^{-2} - 10 \text{ Па}$ используется типовая градуировочная характеристика (см. приложение 2). Погрешность измерения давления при этом $-30\% - +30\%$.

При измерении давления в других газах необходимо знать поправочный коэффициент соответствия воздуху.

3. Технические и функциональные характеристики АИВ-51

- Напряжение питания - $+12\text{В} (-10\% + 10\%)$
- Потребляемый ток – не более 950 мА
- Последовательный канал обмена и управления – RS485.
- Протокол обмена: Modbus RTU:
 - Скорость обмена, бод: 9600 или 19200;
 - Количество бит данных в байте: 8;
 - Количество стоповых бит: 1;
 - Проверка на четность: нет;
 - Сетевой адрес установленный по умолчанию: 247.
- Пределы измерения ионного тока – $10 \text{ нА} - 300 \text{ мкА}$
- Точность измерения ионного тока: ($3 \text{ мкА} - 300 \text{ мкА}$) – не хуже 5% от измеренной величины .
- Точность измерения ионного тока: ($10 \text{ нА} - 3 \text{ мкА}$) – не хуже 10% от измеренной величины .
- Защитное выключение накала катода при давлении более – 8 Па (порог изменяется программно)
- Измерение напряжения питания устройства.
- Светодиодная индикация режима работы: горит – нормальный режим работы, мигание - отсутствует ток эмиссии. (только для исполнения без индикации)
- Светодиодная индикация наличия связи по интерфейсу RS485: непрерывное быстрое мигание – наличие связи, прерывистое быстрое мигание - прием чужих пакетов связи, медленное мигание – отсутствие активности на линии RS485.
- Индикация (опционально) измеренной величины: паскали, амперы, торры.
- Аналоговый логарифмический выход измеренного давления в паскалях ($P = 10.0 - 1.0\text{E-}4 \text{ Па}$), по формуле: $U_{\text{out}} = (\text{LOG}_{10}(P) + 4.0) \text{ В}$. Сопротивление источника аналогового выхода: 1 кОм .

Внимание: напряжение на аноде лампы ПМИ-51 составляет +250В, необходимо избегать прикосновения к токопроводящим элементам на лампе при включенном устройстве.

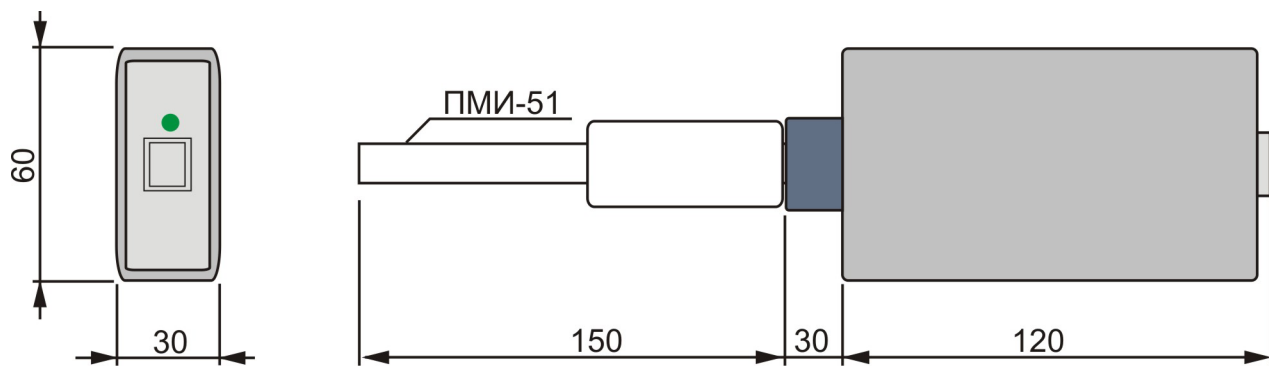


Рис. 4 Габаритные размеры

4. Описание регистров обмена по протоколу

Примечание: нумерация 16-битных регистров (Holding Registers) в таблице 1 ведется с нуля, то есть регистр адреса 0x40001 соответствует нулевому номеру (см. спецификацию протокола Modbus). Доступ к Holding Registers возможен при помощи следующих команд:

- (03) = (0x03) - "Read Holding Registers".
- (06) = (0x06) - "Write Single Register".
- (16) = (0x10) - "Write Multiple registers".
- (22) = (0x16) - "Mask Write Register".

Таблица 1

| Номер регистра (dec) | Чтение/запись | Описание регистра (Holding Registers) <i>Примечание: режимы мигания светодиода приведены для случая датчика без индикации (см. рис 2).</i> |
|----------------------|---------------|--|
| 18 | (W/R) | Регистр управления контроллером и его дискретными выходами. БИТЫ: - Бит 0 : если «1» - включение смещения анода 250В; - Бит 1 : если «1» - разрешение включения накала катода. Значение по умолчанию: 0x0000, то есть смещение выключено, накал выключен. Для включения датчика нужно записать в регистр значение 3, для выключения: 0. |
| 21 | (R) | Регистр статуса состояния датчика. БИТЫ (только чтение): - Бит 0 : проверка величины стабилизации тока эмиссии. Если «1» – ток эмиссии меньше нормы, светодиод индикации режима мигает. Если «0»- стабилизация тока в норме. - Бит 1 : проверка на превышение давления (8Па). Если «1» – то сбрасывается бит 1 регистра 18 (разрешение включения накала катода), светодиод индикации режима мигает. - Бит 2 : бит статуса ошибки о невозможности стабилизировать ток эмиссии (возможно из-за обрыва или заплытия нити накала). Если «1» - то сбрасывается бит 1 регистра 18 (разрешение включения накала катода), светодиод индикации режима мигает. Примечание: при сброшенных битах регистра светодиод индикации режима непрерывно светится (см. рис 2). |
| 26 | (R) | Откалиброванная измеренная величина напряжения питания вакуумметра (в микровольтах). Например, при напряжении питания 12В считанное значение будет 12000 = 0x2EE0. |
| 27, 28 | (R) | Измеренный ионный ток. Формат: беззнаковое 32-битное число (Unsigned Long Integer) . Единица: 1Е-10 ампер. Например, считанное значение 16000 соответствует 1600 нА или 1.6 мкА. Регистр 27 – младшее слово, 28 – старшее. |
| 37, 38 | (R) | Измеренное давление (по воздуху). Единица: паскаль. Число в формате с плавающей точкой (float point, стандарт “IEEE 754”, 32 бита). Регистр 37 – младшее слово, 38 – старшее. |
| 39 | (W/R) | Порог измеренного давления, превышение которого приведет отключение накала нити датчика. Единица: 0.1 Па. Значение регистра после включения датчика: 80 (то есть 8.0 Па). |

Внимание: Во избежание некорректной работы устройства запрещается запись любых значений в регистры, не указанные в таблице адресов, а также в регистры предназначенные для чтения (R).

Примечание: Описание системных регистров (Holding Registers) с номерами 0 – 15, а также сетевых настроек устройства приведены в документе: «Описание протокола Modbus.doc»

5. Подключение вакуумметра

Вакуумметр подключается через разъем типа RJ-45 (применяемый в сетях Ethernet).

Таблица 2.

| Номер контакта RJ-45 | Описание цепи |
|----------------------|--|
| 1, 3 | «Плюс» напряжения питания 12В. |
| 2, 4 | Общий питания |
| 5 | Аналоговый выход: 0-5В. Сопротивление источника выхода: 1 кОм. |
| 6 | Общий провод для аналогового выхода. |
| 7 | Связь RS485 А (+) |
| 8 | Связь RS485 В (-) |

Контакты разъема RJ-45 нумеруются слева направо от 1 до 8. Первый контакт расположен слева.



Рисунок 1. Вид и нумерация контактов разъема RJ-45

6. Индикация АИВ-51

Поле индикации на лицевой стороне устройства позволяет выводить измерения в одной из трех единиц измерения:

- Измеренный ионный ток в амперах, «А»;
- Давление газа по воздуху в паскалях, «Ра»;
- Давление газа по воздуху в торрах, «Торг».

Формат индикации измерений – один знак до точки, один знак после точки и экспонента со знаком «минус», например: 1.2E-3 отражает значение 0.0012. Максимальное выводимое число: 9.9E-0, минимальное: 1.0E-9.

Включение или выключение датчика (запись в регистр 18 значения 3 или 0) производится кратковременным нажатием кнопки «Выбор Режима». После включения накала нити, светодиод на передней панели перестает мигать и начинает светиться непрерывно.

При длительном удержании кнопки (более 3 секунд) будет произведен вход в меню управления устройством. Меню имеет 4 пункта:

- Выбор режима индикации «А», высвечивается надпись: «_I_».
- Выбор режима индикации «Ра», высвечивается надпись: «PAS».
- Выбор режима индикации «Тогг», высвечивается надпись: «Тог».
- Выбор скорости обмена 9600 бод. Высвечивается «F09».
- Выбор скорости обмена 19200 бод. Высвечивается «F19».
- Внутренняя калибровка датчика. Высвечивается «CAL».
- Выход из меню. Высвечивается «Out».

Переключение пунктов меню производится кратковременным нажатием на кнопку, активизация выбранного пункта – длительным удержанием кнопки (более 3 секунд). После активизации выбранного пункта меню производится переход в основное меню индикации измерений.

Примечание: Калибровка производится однократно на предприятии изготовителе и предназначена для компенсации погрешностей при измерении ионного тока лампы. Калибровку датчика можно производить повторно при отсоединенной лампе и после включения датчика (по кратковременному нажатию кнопки «Выбор Режима»).

Если произошло защитное выключение датчика (установлен бит 1 регистра 21) из-за превышения максимального порога давления (по умолчанию: 8Па) то на индикаторе будет мигать надпись: «PAS». После нажатия кнопки «Выбор Режима» надпись исчезает (в случае если порог давления более не превышен).

Если произошло защитное выключение датчика (установлен бит 2 регистра 21) из-за невозможности стабилизировать ток эмиссии (возможно из-за обрыва или запыления нити накала) то на индикаторе мигают три знака минус: «---». После нажатия кнопки «Выбор Режима» надпись исчезает (в случае если стабилизация тока эмиссии в норме).

Описание ПМИ-51

Преобразователь манометрический ионизационный ПМИ-51 предназначен для преобразования давления воздуха и других химически неактивных газов в диапазоне давлений от 10 до 1×10^{-5} Па в электрический сигнал постоянного тока. Постоянная преобразователя при нормальном режиме по воздуху, Па/А - $6,0 \times 10^4$

Измерение давления АИВ-51 производится путем считывания ионного тока при фиксированном токе эмиссии катода ПМИ-51. Давление газа Р является функцией ионного тока I. Кривая преобразования $P = f(I)$ приводится для воздуха:

- в диапазоне от 1×10^{-5} до $6,65 \times 10^{-5}$ Па отклонение постоянной преобразователя от номинальной величины $6,0 \times 10^4$ Па/А не нормируется.
- в диапазоне от $6,65 \times 10^{-5}$ до 2×10^{-2} Па используется постоянная преобразования $K = 6 \cdot 10^4$ (Па/А). Погрешность преобразования составляет -20% - $+20\%$.
- в диапазоне давлений 2×10^{-2} - 10 Па используется типовая градуировочная характеристика (см. приложение 1). Погрешность измерения давления при этом -30% - $+30\%$.

При измерении давления в других газах необходимо знать поправочный коэффициент соответствия воздуху.

Электрический режим работы преобразователя:

- напряжение анод-земля, В - $250 \pm 2,5$;
- напряжение катод-земля, В - $50 \pm 0,5$;
- напряжение коллектор-земля (при отсутствии ионного тока), В - 0 ± 1 ;
- ток эмиссии катода, мА - $0,5 \pm 0,005$.

Наработка преобразователя в вакуумной системе:

- при давлении в вакуумной системе $1,3 \times 10^{-1}$ Па (1×10^{-3} мм.рт.ст.) – 500 часов,
- при давлении в вакуумной системе 1,0 Па ($7,5 \times 10^{-3}$ мм.рт.ст.) – 200 часов,
- при давлении в вакуумной системе 10,0 Па ($7,5 \times 10^{-2}$ мм.рт.ст.) – 20 часов

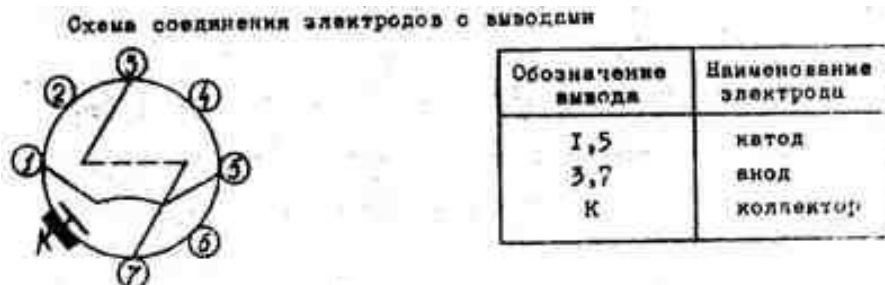


Рис.3 Схема соединения электродов ПМИ-51.

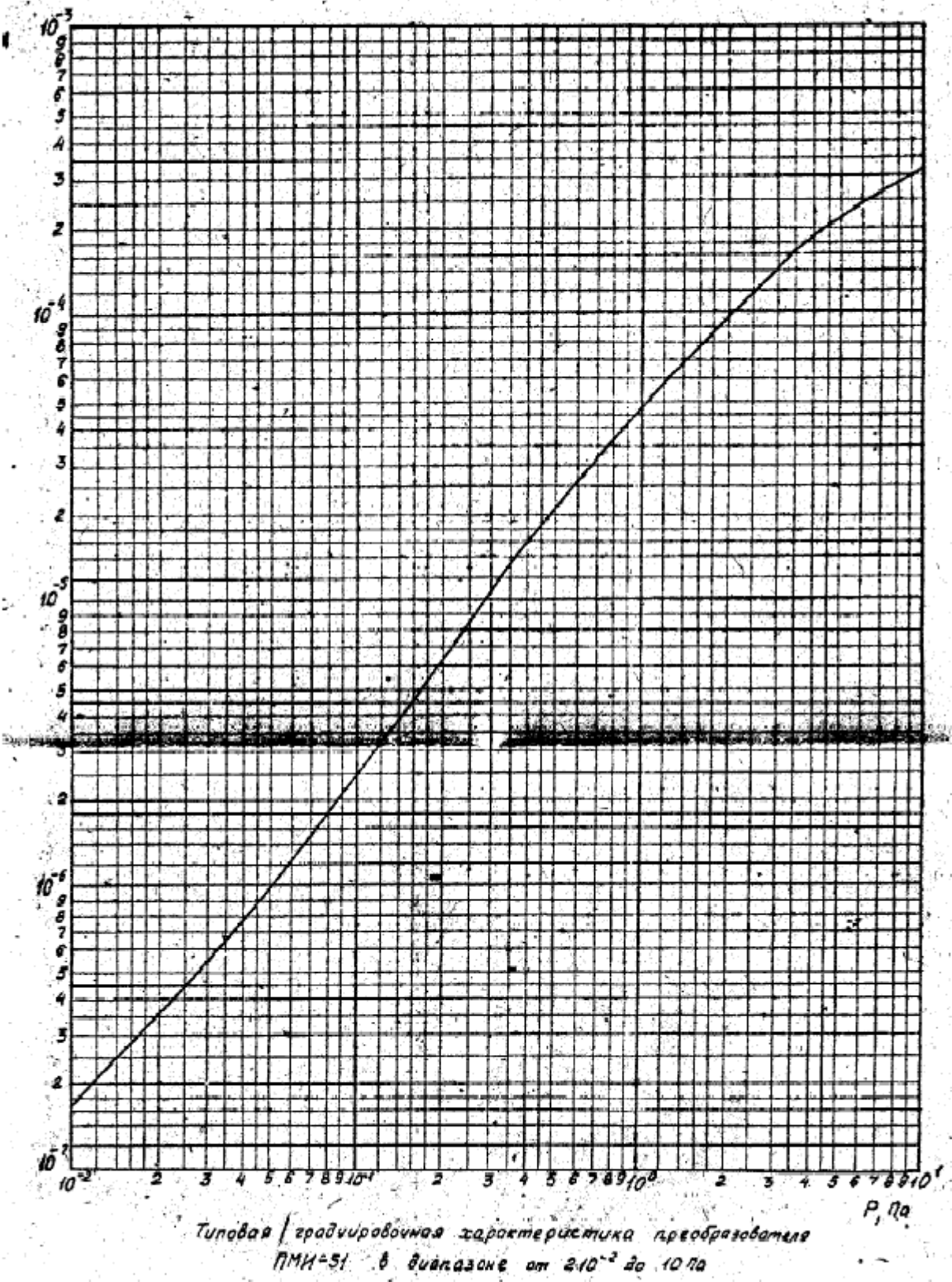


Рисунок 3. Зависимость ионного тока (в амперах) от давления (в паскалях, по воздуху)

Гарантийный талон

| № п/п | Наименование прибора | Серийный номер | Гарантия (месяцев) |
|----------|---------------------------------|-------------------|-----------------------|
| | Вакуумметр ионизационный АИВ-51 | | 24 |

ОТК.

дата

подпись

/ _____ /

ФИО

М.П.

