

ОАО "Газавтоматика" ОАО «Газпром»  
ООО Фирма "Газприборавтоматика"

**УТВЕРЖДАЮ:**

Главный инженер

ООО Фирмы "Газприборавтоматика"

\_\_\_\_\_ О.Р. Рамкулов

"\_\_\_\_\_" 2009 г.

**Измерительный элемент  
ИЭ-01Е**

Руководство по эксплуатации

ЗИ5.108.158 РЭ

Введение .....	3
1 Описание и работа .....	3
1.1 Назначение модуля ИЭ-01Е.....	3
1.2 Характеристики модуля ИЭ-01Е.....	3
1.3 Состав модуля ИЭ-01Е.....	4
1.4 Устройство и работа модуля ИЭ-01Е. ....	5
1.5 Маркировка модуля ИЭ-01Е.....	7
2 Использование по назначению .....	7
2.1 Эксплуатационные ограничения. ....	7
2.2 Подготовка модуля ИЭ-01Е к использованию.....	8
2.3 Порядок установки модуля ИЭ-01Е.....	8
2.4 Проверка работы модуля ИЭ-01Е. ....	10
2.5 Особенности технического обслуживание модуля ИЭ-01Е. ....	11
3 Методы настройки и поверки.....	11
3.1 Операции и средства настройки и поверки. ....	11
3.2 Проведение настройки и поверки модуля ИЭ-01Е.....	14
4 Хранение.....	19
5 Транспортирование .....	19
6 Утилизация.....	19
Лист регистрации изменений .....	20

Инв. № подп.	Подп. и дата.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Рябкова Е.Н.			
Пров.	Чикин В.И.			
Н. о. ССиД	Липовский Н.М.			
Н. контр.	Шмидт В.И.			
Н. о. САиТ	Степанов С.П.			

**Измерительный  
элемент ИЭ-01Е**  
*Руководство по эксплуатации*

Лит.	Лист	Листов
01	2	20

ООО Фирма  
“Газприборавтоматика”

**ЗИ5.108.158 РЭ**

Настоящее Руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с назначением, техническими характеристиками, устройством, установкой, правилами эксплуатации, методикой поверки и настройки измерительного элемента ИЭ-01Е (далее модуль ИЭ-01Е). Модуль ИЭ-01Е входит в состав информационно-измерительного комплекса «Магистраль-2» (далее комплекс «Магистраль-2»).

Требуемый уровень специальной подготовки обслуживающего персонала и общие требования по техническому обслуживанию приведены в руководстве по эксплуатации на комплекс «Магистраль-2» ЗИ1.310.013 РЭ в разделе «Техническое обслуживание».

Настоящее Руководство по эксплуатации распространяется на все варианты исполнения модуля ИЭ-01Е. В связи с постоянной работой по совершенствованию модуля, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отражённые в настоящем Руководстве.

## 1 Описание и работа

### 1.1 Назначение модуля ИЭ-01Е.

Модуль ИЭ-01Е предназначен для измерения приращения сопротивления термопреобразователей, электрическое сопротивление которых зависит от температуры. Термопреобразователи сопротивления (далее ТПС) могут быть выполнены в качестве отдельных чувствительных элементов или в виде датчиков и должны соответствовать требованиям ГОСТ 6651-94. Модуль ИЭ-01Е предназначен для работы по трехпроводной линии связи с медными или платиновыми ТПС. Модуль ИЭ-01Е предназначен для работы в составе комплекса «Магистраль-2», но может использоваться для измерения температуры при помощи ТПС в составе других приборов, комплексов или систем сбора и обработки информации.

Модуль ИЭ-01Е является измерительным, пятиканальным, не ремонтно-пригодным, восстанавливаемым изделием, предназначенным для непрерывной работы.

### 1.2 Характеристики модуля ИЭ-01Е.

1.2.1 Диапазон измеряемого приращения сопротивления ТПС определяется вариантом исполнения (далее вариантом) модуля ИЭ-01Е, и изменяется от 15 до 2000 Ом. Минимальное приращение сопротивления ТПС, соответствует номинальной статической характеристике преобразования (НСХ) – 50П и диапазону применения ТПС 80°C. Максимальное приращение сопротивления ТПС, соответствует НСХ –100М×20 и диапазону применения ТПС 150°C.

1.2.2 Количество разрядов аналого-цифрового преобразователя (АЦП) – 12.

1.2.3 Количество каналов измерения – 4.

1.2.4 Количество каналов контроля – 1.

1.2.5 Градуировочная характеристика – линейная.

1.2.6 Предел допускаемой основной приведённой погрешности, %.– 0,15 ( $\pm 0,15 \times 10^{\circ}\text{C}$ ).

1.2.7 Диапазон регулировки нижнего предела измерения не менее, % – 3.

1.2.8 Диапазон регулировки верхнего предела измерения не менее, % – 3

1.2.9 Гальваническое разделение между цепями общей шины и каналами измерения групповое с допустимым напряжением, В – 1000.

1.2.10 Диапазон контроля температуры окружающей среды, °C – [–55; +125].

1.2.11 Шкала контроля температуры окружающей среды, °C – [–40; +88].

1.2.12 Разрешающая способность контроля температуры окружающей среды, °C – 0,5.

1.2.13 Способ соединения с ТПС – трехпроводной.

1.2.14 Ток питания ТПС зависит от варианта модуля ИЭ-01Е и не превышает 5mA для

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	3
					ЗИ5.108.158 РЭ	

ТПС с НСХ – 50П; 50М; 100П; 100М и 0,8mA для ТПС с НСХ – 100М × 10; 100М × 20.

1.2.14 Максимальное сопротивление проводов (одной жилы кабеля), соединяющих модуль ИЭ-01Е с ТПС, определяется по формуле:

$$R_{\max} = \frac{4000 - (R_{t\min} + R_{t\max}) \times I_{TC}}{2I_{TC}}, \quad (1)$$

где  $R_{\max}$  – максимальное сопротивление проводов, соединяющих модуль ИЭ-01Е с ТПС, Ом;

$R_{t\min}$  – сопротивление, соответствующее минимальной температуре диапазона применения ТПС для данного варианта модуля ИЭ-01Е, Ом;

$R_{t\max}$  – сопротивление, соответствующее максимальной температуре диапазона применения ТПС для данного варианта модуля ИЭ-01Е, Ом;

$I_{TC}$  – ток питания ТПС для данного варианта модуля ИЭ-01Е, мА.

1.2.11 Скорость обмена информацией с модулем СЭ-10Е по интерфейсу RS485 при выпуске из производства 57600 бит/сек.

1.2.15. Связь с модулем ИЭ-01Е осуществляется через интерфейс RS485. Форматы запросов и ответов соответствуют протоколу обмена Modbus, который реализован в комплекте программного обеспечения “Зонд” (далее ПО “Зонд”). Модуль ИЭ-10Е перепрограммируется через специальный разъём, который не используется при работе модуля.

### 1.3 Состав модуля ИЭ-01Е.

1.3.1 Структурная схема модуля ИЭ-01Е показана на рисунке 1.

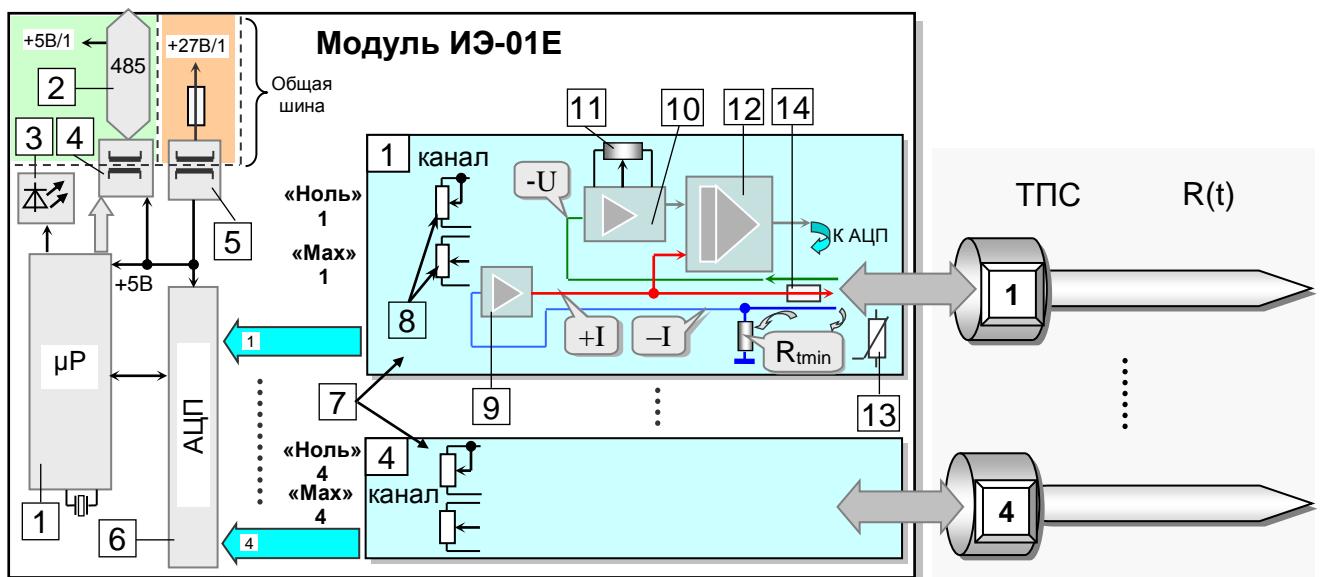


Рис. 1

1 – узел управления на базе микропроцессора с кварцевым резонатором и схемой запуска; 2 –интерфейс RS485; 3 – индикатор работы; 4 – цифровая гальваническая развязка; 5 – импульсный источник питания (DC/DC преобразователь =24/=5В); 6 – АЦП (12 разрядов); 7 – четыре канала преобразователей приращения сопротивления в напряжение. Каждый канал преобразователя состоит из следующих основных узлов и элементов: 8 –два подстроечных резистора для регулировки нижнего «Ноль» и верхнего «Max» предела измерения каждого канала; 9 – источник тока для питания ТПС; 10 – устройство для компенсации сопротивления линии связи; 11 – регулировочный потенциометр; 12 – выходной усилитель; 13 – варисторы для защиты входных цепей; 14 – выходной самовосстанавливающийся предохранитель.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1.3.2 Варианты исполнения модуля ИЭ-01Е в зависимости от диапазона и номинальной статической характеристики (НСХ) ТПС указаны в таблице 1. По согласованию с заказчиком могут выпускаться дополнительные варианты модуля ИЭ-01Е на другие диапазоны применения ТПС или с другими НСХ не указанными в таблице 1.

Таблица 1

Вариант исполнения модуля	НСХ ТПС	$W_{100}$ ТПС	Диапазон измерения, °C	Ток питания ТПС, мА	Ток потребления от источника +5В, мА	Примечания
ЗИ5.108.158	100П(Pt 100)	1,3910	[0; +100]	≤ 5	≤ 15	ТСП
ЗИ5.108.158-01	50П(Pt 50)	1,3910	[-30; +70]	≤ 5	≤ 15	ТСП
ЗИ5.108.158-02	50П(Pt 50)	1,3910	[0; +600]	≤ 5	≤ 15	ТСП
ЗИ5.108.158-03	100П(Pt 100)	1,3910	[-30; +70]	≤ 5	≤ 15	ТСП
ЗИ5.108.158-04	100П(Pt 100)	1,3910	[-10; +90]	≤ 5	≤ 15	ТСП
ЗИ5.108.158-05	100М(Cu' 100) × 20	1,4260	[-30; +70]	≤ 0,5	≤ 5	TCM-277-01
ЗИ5.108.158-06	50М(Cu 50)	1,4280	[-30; +70]	≤ 5	≤ 15	TCM, HC-08
ЗИ5.108.158-07	100М(Cu 100)	1,4280	[-30; +70]	≤ 5	≤ 15	TCM, HC-08
ЗИ5.108.158-08	100М(Cu 100) × 20	1,4280	[-30; +70]	≤ 0,5	≤ 5	TCM, HC-08
ЗИ5.108.158-09	100М(Cu 100) × 20	1,4280	[-50; +50]	≤ 0,5	≤ 5	TCM, HC-08
ЗИ5.108.158-10	100М(Cu 100) × 20	1,4280	[-50; +100]	≤ 0,5	≤ 5	TCM, HC-08

Примечания:

1  $W_{100}$  - отношение сопротивления ТПС при 100 °C ( $R_{100}$ ) к сопротивлению при 0 °C ( $R_0$ ) по ГОСТ 6651-94.

2 НСХ Cu' 100 (ЗИ5.108.158-05) – линейная.

#### 1.4 Устройство и работа модуля ИЭ-01Е.

1.4.1 Элементы модуля ИЭ-01Е размещены на двухсторонней печатной плате размером 160×100×20 с применением SMD-технологии (поверхностный монтаж). Для установки модуля в несущую конструкцию субблока ЗУ «Евромеханика» к левой стороне платы крепится лицевая панель. Внешний вид и расположение основных элементов модуля показано на рисунке 2.

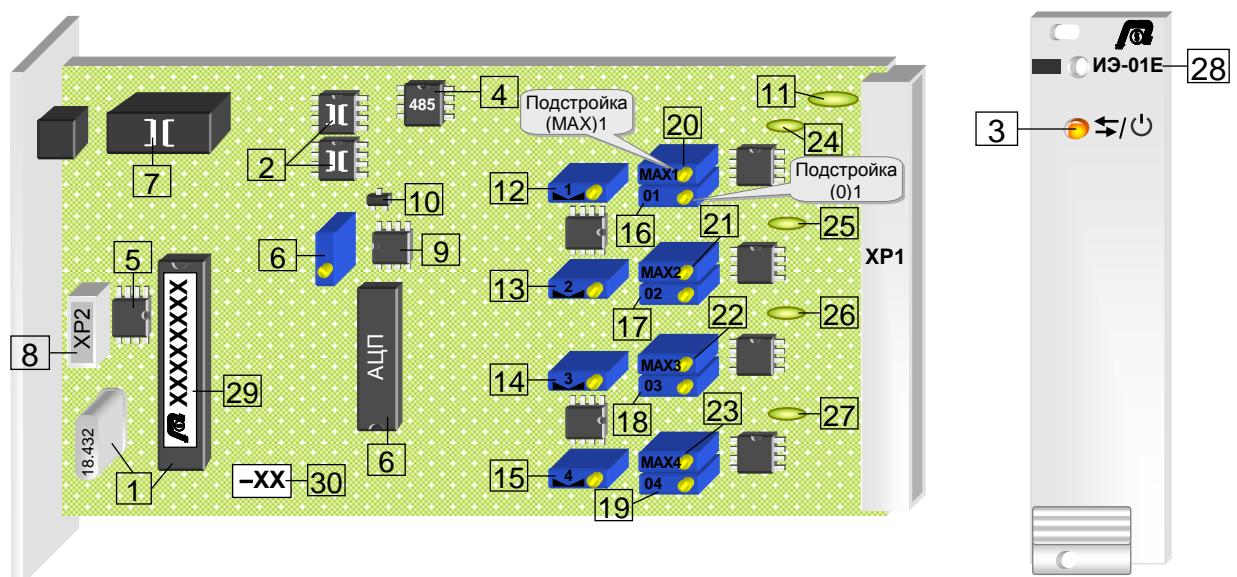


Рис. 2.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					5

1 – узел управления на базе микропроцессора с кварцевым резонатором; 2 – микросхемы цифровой гальванической развязки общей шины и интерфейса RS485; 3 – индикатор работы; 4 – микросхема интерфейса RS485; 5 – микросхема контроля температуры; 6 – АЦП на 8 каналов; 7 – DC/DC преобразователь для питания и гальванической развязки модуля от общей шины; 8 – разъём для программирования; 9 – буферный усилитель опорного напряжения и линейный регулятор с выходным напряжением минус 0,2В на базе операционного усилителя; 10 – транзистор на выходе линейного регулятора отрицательного напряжения (для питания операционных усилителей в каналах измерения); 11 – самовосстанавливающийся предохранитель (0,25А) во входной цепи питания DC/DC преобразователя +27В; 12, 13, 14 и 15 – регулировочные потенциометры для балансировки схемы компенсации сопротивления линии связи с ТПС первого, второго, третьего и четвёртого каналов соответственно; 16, 17, 18 и 19 – регулировочные потенциометры для настройки нижней границы измерения (0) первого, второго, третьего и четвёртого каналов соответственно; 20, 21, 22 и 23 – регулировочные потенциометры для настройки верхней границы измерения (MAX) первого, второго, третьего и четвёртого каналов соответственно; 24, 25, 26 и 27 – самовосстанавливающиеся предохранители (0,1А) в выходных цепях первого, второго, третьего и четвёртого каналов соответственно; 28 – название модуля в верхней части лицевой панели; 29 – наклейка с заводским номером; 30 – наклейка с сокращённым номером варианта исполнения – XX (табл. 1).

1.4.2 В каждом варианте исполнения модуля ИЭ-01Е воздействие выходного сигнала на входной сигнал (ток питания ТПС) позволяет получать полиномиальную зависимость от приращения сопротивления в зависимости от типа ТПС и в результате линейную зависимость от изменения температуры. Трёхпроводная схема подключения с возможностью дополнительной компенсации линии связи, используемая в модуле ИЭ-01Е, позволяет компенсировать сопротивление проводов линии связи с ТПС.

1.4.3 Управление работой модулей, подключённых к общей шине, осуществляется процессорным устройством управления (в дальнейшем называемым главным устройством). Общая шина (единий межблочный интерфейс связи) контроллера телемеханики представляет собой общие цепи для основных модулей комплекса «Магистраль-2». Общая шина включает в себя интерфейс RS485 и основные напряжения питания.

1.4.4 В программе микропроцессора модуля ИЭ-01Е записан серийный заводской 32 –ух разрядный номер (далее заводской номер) в формате принятом в комплексе «Магистраль-2».

Заводской номер содержит информацию о типе модуля и дате его изготовления.

В энергонезависимую память модуля ИЭ-01Е записывается следующая информация:

- индивидуальный логический (системный) адрес модуля и заводской номер;
- параметры нижних и верхних границ измерения, а также параметры НСХ ТСП для каждого канала.

1.4.5 Настройка нижнего и верхнего пределов измерения каждого канала производится с помощью подстроечных резисторов с использованием компьютера, на котором установлена специальная тестовая программа, или с помощью ПО “Зонд”.

1.4.6 Регистры исполнения каналов модуля ИЭ-01Е (16 разрядов).

В регистрах исполнения каждого канала измерения хранятся типы ТПС, нижние и верхние границы диапазонов измерения температуры в соответствии с вариантом исполнения модуля ИЭ-01Е, а также контрольное число для определения достоверности значений.

В каждом из четырёх регистров исполнения хранятся параметры одного канала измерения. Формат регистров исполнения показан на рисунке 3.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Инв. № подп.	Подп. и дата	Инв. № подп.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

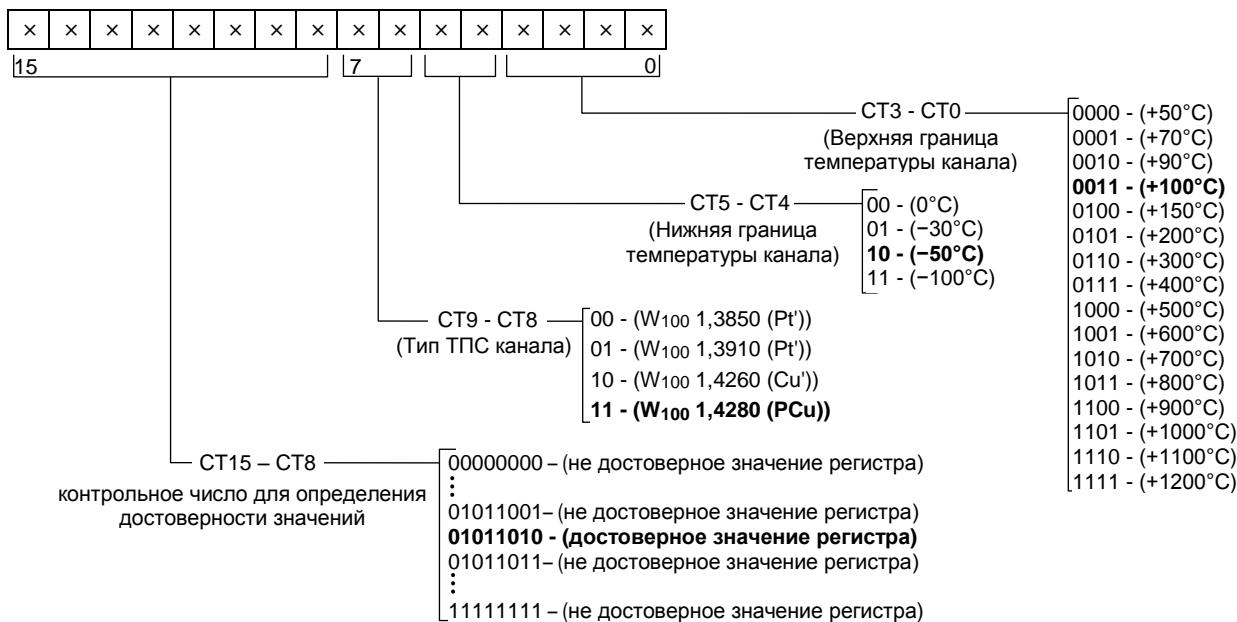


Рис. 3.

1.4.6 Модуль ИЭ-01Е может подстраиваться во время эксплуатации перед очередной поверкой.

1.4.7 В ответной посылке (по запросу главного устройства) модуля ИЭ-01Е содержатся следующие параметры:

- индивидуальный логический (системный) адрес модуля и заводской номер;
- коды АЦП, соответствующих значениям температуры ТПС каждого канала модуля;
- значения канала контроля температуры на плате модуля;
- значения регистров исполнения.

## 1.5 Маркировка модуля ИЭ-01Е.

1.5.1 Наклейка с логотипом и заводским номером модуля ИЭ-01Е (hex) находится на микросхеме микропроцессора (поз. 29 на рис.2).

1.5.2 Индикатор работы находится в верхней части лицевой панели (поз. 3 на рис.2).

1.5.3 Название модуля ИЭ-01Е выгравировано на верхней части лицевой панели (поз. 28 на рис.2).

1.5.4 Наклейка с сокращённым номером варианта исполнения модуля ИЭ-01Е находится на лицевой стороне платы (поз. 30 на рис.2).

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Эксплуатационные ограничения.

2.1.1 При изменении настроек, с помощью регулировочных потенциометров, модуль ИЭ-01Е не может использоваться как средство измерения до проведения поверки в соответствии действующими нормами и правилами.

2.1.2 Для уменьшения помех и низкочастотных наводок, влияющих на точность и стабильность показаний модуля ИЭ-01Е, рекомендуется придерживаться следующих ограничений:

Инв. № подп.	Подп. и дата.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата.
--------------	---------------	--------------	--------------	---------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	7
					ЗИ5.108.158 РЭ	

- прокладывать кабели для связи с ТПС по кратчайшему пути;
- использовать не повреждённые кабели с одинаковым сечением жил;
- не использовать дополнительные контактные соединения между модулем ИЭ-01Е и ТПС.

2.1.3 При установке модуля ИЭ-01Е или датчиков вне помещений запрещается использовать кабели без металлической брони, соединяющие выходные клеммы приборного шкафа и датчики. Металлическая броня (или труба), в которой проложен кабель, должна иметь электрическое соединение с корпусом устройства, в котором установлен модуль ИЭ-01Е. Корпус устройства должен иметь защитное заземление в соответствии с действующими нормами и правилами.

## 2.2 Подготовка модуля ИЭ-01Е к использованию.

2.2.1 В соответствии технической документацией на ПО “Зонд” заполняется паспорт на каждый канал измерения температуры в соответствии с вариантом исполнения модуля ИЭ-01Е. Шкала, записанная в паспорте, должна соответствовать нижнему пределу измерения и величине диапазона измерения модуля ИЭ-01Е, независимо от диапазона измерения ТПС. Характеристика, записываемая в паспорте – линейная, независимо от типа ТПС и его диапазона

2.2.2. Перед тем как установить модуль ИЭ-01Е, необходимо:

- визуально проверить отсутствие механических повреждений платы и её лакокрасочного покрытия, а также субблока, переходных кабелей и выходных клеммных контактов приборного шкафа;
- проверить соответствие варианта исполнения модуля параметрам входных сигналов;
- проверить выполнение всех операций, связанных с установкой и «привязкой» модуля ИЭ-01Е в ПО “Зонд” или в тестовой программе

## 2.3 Порядок установки модуля ИЭ-01Е.

### 2.3.1 Общие требования.

2.3.1.1 После хранения или транспортировки при отрицательных температурах, включение модуля ИЭ-01Е в более тёплом помещении допускается не ранее, чем через 1,5...2 часа.

2.3.1.2 Использовать только исправные кабели. Для частичной проверки кабелей достаточно проверить отсутствие короткого замыкания между чётными и нечётными контактами разъёмов, на концах кабелей. Методика проверки кабелей указана в п. 3.2.2, а оборудование, используемое для проверки кабелей, перечислено в таблице 5.

### 2.3.2 Подключение.

2.3.2.1 Печатная плата модуля ИЭ-01Е устанавливается в несущую конструкцию субблока ЗУ «Евромеханика» и крепится к ней двумя винтами. Через разъём XP1 (64 контакта) модуль ИЭ-01Е подключается к кросс-плате субблока. Часть кросс-платы или отдельная кросс-плата, которая служит для подключения функциональных модулей, имеет ответные разъёмы для подключения модулей и разъёмы для подключения переходных кабелей. Верхняя половина контактов (с A1, B1 по A16, B16) в разъёмах кросс-платы предназначена для подключения основной и дублирующей общих шин с соединёнными между собой одноимёнными контактами. Функциональные модули из состава комплекса «Магистраль-2» с индексом Е используют основную общую шину. Функциональное назначение и номера контактов разъёма XP1, которые подключаются к основной общей шине при установке модуля ИЭ-01Е в субблок показаны на рисунке 4.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЗИ5.108.158 РЭ

Лист

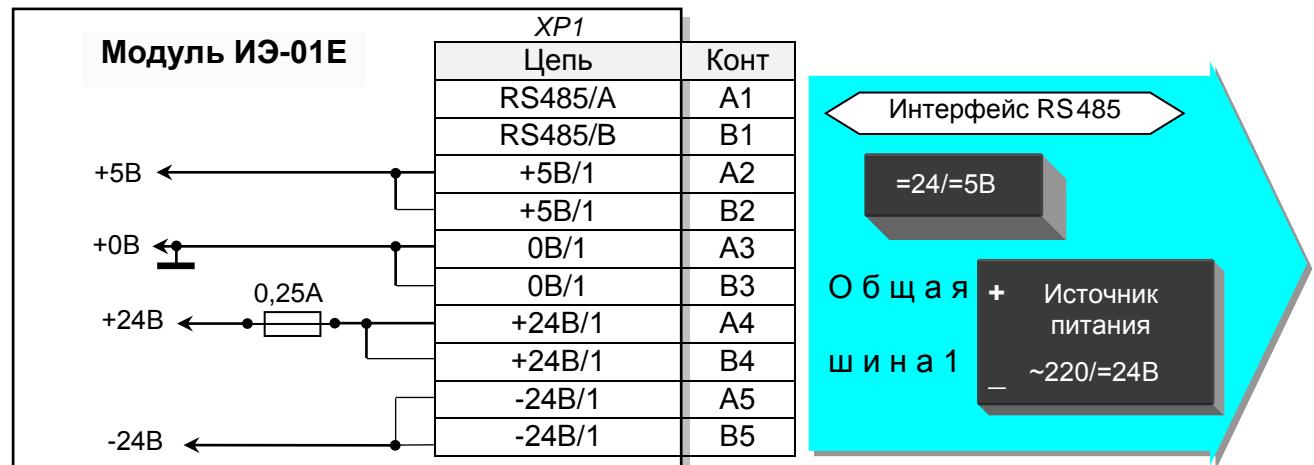


Рис. 4.

2.3.2.2 Нижняя половина контактов (с A17, B17 по A32, B32) в разъёмах кросс-платы предназначена для подключения переходных кабелей от кросс-платы до клеммных соединителей. Контакты разъёма соединены попарно (контакты А и В с одним номером) и группами по 4 контакта выходят на соответствующие разъёмы для переходных кабелей. Унифицированные переходные кабели имеют на концах четырёх контактные разъёмы для подключения к кросс-плате и к клеммным соединителям. Начало отсчёта контактов – n, занимаемых выходами модуля ИЭ-01Е на клеммных соединителях, зависит от конкретного проекта и определяется количеством контактов занимаемых другими модулями.

2.3.2.3 Схема подключения датчиков для всех вариантов исполнения модуля ИЭ-01Е к клеммам приборного шкафа контроллера, показана на рисунке 5 (промежуточные четырёх контактные разъёмы на кросс-плате, на клеммных соединителях и на концах переходных кабелей не показаны).

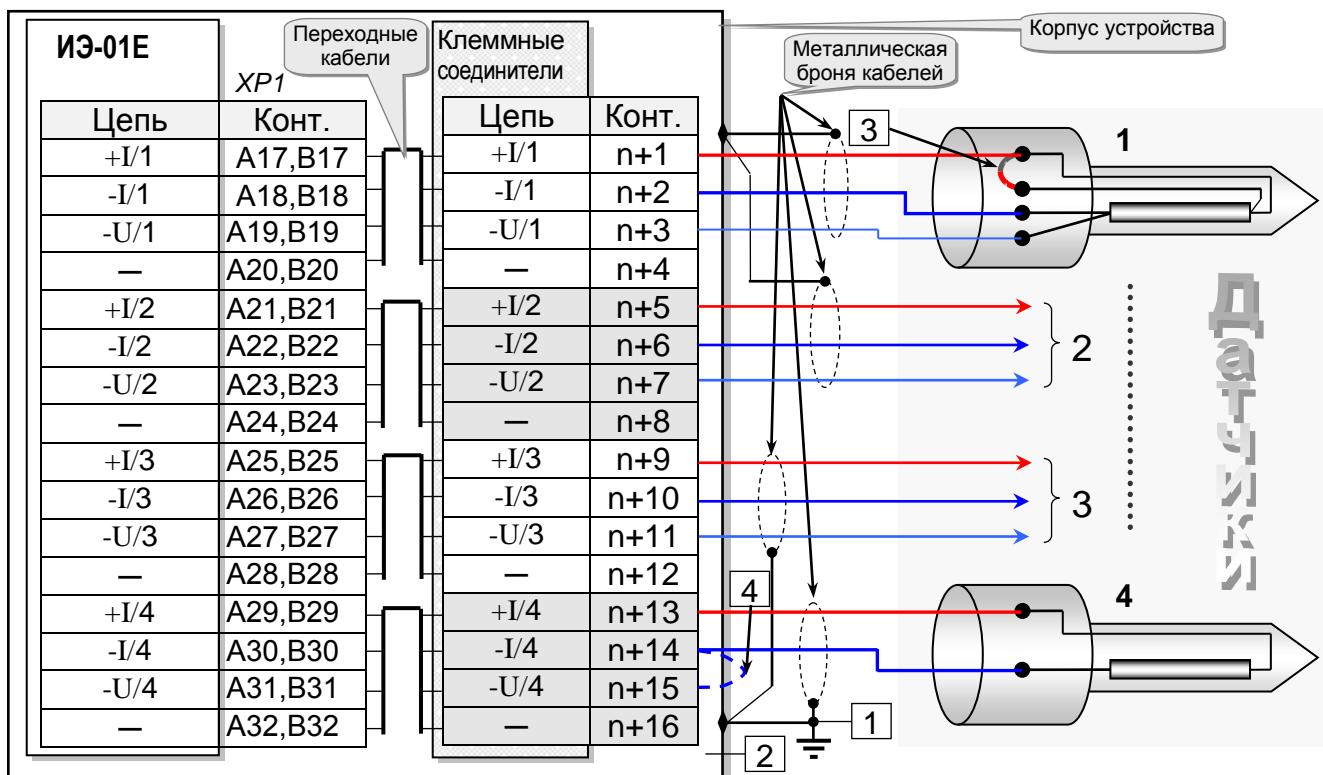


Рис. 5.

1 – защитное заземление; 2 – корпус устройства, в котором расположен модуль ИЭ-01Е;

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3 – перемычка для подсоединения ТПС по трёхпроводной схеме; 4 – подключение дополнительной перемычки для подсоединения ТПС по двухпроводной схеме.

Начало отсчёта контактов – n, занимаемых выходами модуля ИЭ-01Е на клеммах приборного шкафа, зависит от конкретного проекта (определяется количеством контактов занимаемых другими модулями).

2.3.2.4 Металлическая броня кабелей (поз. 1 на рис. 5) соединяется с защитным заземлением только на корпусе устройства (поз. 2 на рис. 5), в котором расположен модуль ИЭ-01Е. При наличии у ТПС четырёхпроводной схемы подключения (по ГОСТ 6651-94) на выходах чувствительного элемента устанавливается перемычка (поз. 3 на рис. 5) для подключения кабеля по трёхпроводной схеме.

2.3.2.5 Для исключения дополнительной погрешности, сопротивления жил сигнальных кабелей, которые находятся в цепи измерительного тока (+In и -In на рис. 1 и рис. 5) и соединяют ТПС с клеммами модуля ИЭ-01Е в приборном шкафу (далее жилы кабелей ТПС), должны быть строго одинаковыми с учётом контактных соединений. Для первого канала это жилы кабелей, подсоединенными к контактам n + 1 и n + 2, для второго канала к контактам n + 5 и n + 6 и т.д.

Для увеличения контактных поверхностей рекомендуется слегка расплющить концы жил кабеля и зачистить их с помощью мелкой наждачной шкурки или скальпеля. Контакты ТПС, которые находятся на открытом воздухе или в не отапливаемых помещениях, после подключения кабеля рекомендуется защитить при помощи силиконового герметика. При исправной работе датчика (ТПС) с защищёнными контактами допускается производить техническое обслуживание в части проверки и очистки его контактов один раз в 5 лет.

2.3.2.6 Допускается подключение высокоомных ТПС с НСХ – 100М × 10 и 100М × 20 по двухпроводной схеме. Для подключения ТПС по двухпроводной схеме, необходимо установить перемычку между контактами n + 2 и n + 3 для первого канала модуля ИЭ-01Е (поз. 4 на рис. 5). Максимальные значения длины и сопротивлений кабелей ТПС при двухпроводной схеме подключения указаны в таблице 2.

Таблица 2

НСХ ТПС	Максимальные значения длины и сопротивлений жил кабелей ТПС для двухпроводной схемы подключения				Дополнительная погрешность при двухпроводной схеме подключения	
	Сечение жил – 1,5 мм <sup>2</sup>		Сечение жил – 2,5 мм <sup>2</sup>		единицы кода АЦП	%
	Длина, м	R, Ом	Длина, м	R, Ом		
100М × 10	12	0,105	20	0,105	3	0,075
100М × 20	24		40		3	0,075

Примечание – Максимальная длина жил кабелей ТПС при двухпроводной схеме подключения увеличивается в 2,3 раза, относительно значений, приведённых в таблице 2, при подстройке нижнего и верхнего предела измерения модуля ИЭ-01Е. Подстройка выполняется в соответствии с п. 3.2.6 настоящего Руководства с учётом сопротивления жил кабеля (используется кабель, который соединяет ТПС с модулем ИЭ-01Е или аналогичный, имеющий ту же длину и сечение).

## 2.4 Проверка работы модуля ИЭ-01Е.

2.4.1 После подключения модуля ИЭ-01Е и включения питания загорается индикатор работы (поз. 3 на рис. 2). При прохождении команд главного устройства, индикатор работы кратковременно гаснет. При нормальной работе модуля ИЭ-01Е погасание индикатора

Инв. № подл.	Подл. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подл. и дата	Инв. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	10
ЗИ5.108.158 РЭ						

происходит синхронно с опросом модулей главным устройством (на скорости обмена 57600бит/сек погасание индикатора трудно различимо).

2.4.2 Для проверки работы модуля ИЭ-01Е на месте установки к общей шине комплекса «Магистраль-2» подключается внешний компьютер через адаптер АГР-01 (разъём DB-25 на лицевой панели модуля МИ-01Е), обеспечивающий гальваническое разделение интерфейсов RS232 и RS485. Перед подключением внешнего компьютера главное устройство должно быть отключено от общей шины. При правильной установке модуля ИЭ-01Е на мониторе компьютера появляется информация о параметрах, измеряемых модулем.

Для проверки подключения и работоспособности модуля ИЭ-01Е при отключенных датчиках необходимо подключить к выходным клеммам каждого канала резистор мощностью не менее 0,062 Вт по двухпроводной схеме с соответствующей перемычкой, как указано в п. 2.3.2.6 настоящего Руководства. Номинал резистора должен находиться в пределах диапазона измерения модуля ИЭ-01Е по табл. 1 настоящего Руководства. По значению температуры, которое соответствует ближайшему сопротивлению калибровочной таблицы (ЗИ5.108.158-ХХ ТБ) для проверяемого варианта исполнения модуля ИЭ-01Е можно определить состояние проверяемого канала измерения. Например, если сопротивление резистора равно 2,4 кОм, то значение температуры в соответствии с калибровочной таблицей (ЗИ5.108.158-ХХ ТБ) должно быть больше 40°C, но меньше 70°C (47°C по таблице А.3 ГОСТ 6651-94).

## 2.5 Особенности технического обслуживание модуля ИЭ-01Е.

Окисление контактных соединений в измерительной цепи приводит к неравномерному изменению сопротивления проводов и влияет на точность измерений. Периодичность проверки и очистки контактных соединений на БС и незащищённых контактов ТПС – не реже чем один раз в год.

## 3 Методы настройки и поверки

### 3.1 Операции и средства настройки и поверки.

3.1.1 При проведении настройки и поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 3

Наименование операции	Номер пункта	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность выполнения операций при:		
			выпуске из производства	ремонте	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	3.2.1	–	Да	Да	Да
Определение отсутствия короткого замыкания жил кабелей	3.2.2	Мультиметр с функцией измерения сопротивления, функцией «прозвонки цепи» (Ц4353; 4317.3; DT 830; MY 63 и т.п.)	Да	Да	Да
Определение сопротивления изоляции кабелей	3.2.3	Мегаомметр с верхним пределом измерения не ниже 100 МОм, номинальным напряжением не более 250 В, основной погрешностью не более $\pm 20\%$ (Ф4101).	Да	Да	Нет
Очистка контактов и зачистка контактных поверхностей жил кабелей ТПС	3.2.4	–	Нет	Нет	Да
Настройка компенсации сопротивления жил кабелей ТПС	3.2.5	Два одинаковых прецизионных резистора с номиналом от 10 до 100 Ом и допуском $\pm 0,001\%$ . Магазин сопротивлений с диапазоном не менее 10 кОм, с основной погрешностью не более 0,02% (Р4831, MCP-60M).	Да	Да	Нет
Настройка нижнего и верхнего пределов измерения для двухпроводной схемы.	3.2.6	Магазин сопротивлений с диапазоном не менее 10 кОм, с основной погрешностью не более 0,02% (Р4831, MCP-60M).	Нет	Нет	Да
Проверка модуля ИЭ-01Е	3.2.7	Магазин сопротивлений с диапазоном не менее 10 кОм, с основной погрешностью не более 0,02% (Р4831, MCP-60M).	Да	Да	Да
Примечание – Настройка нижнего и верхнего пределов измерения (п. 3.2.6) обязательна только при использовании двухпроводной схемы и превышении значений сопротивлений жил кабелей ТПС, указанных в таблице 2.					

### 3.1.2 Этапы настройки и поверки модуля ИЭ-01Е.

3.1.2.1 На первом этапе производится визуальная проверка монтажа платы, запись логического адреса и файла настроек с параметрами соответствующего варианта исполнения модуля ИЭ-01Е. Производится предварительная проверка работы модуля с заданием на входы сигналов, которые соответствуют средней части диапазона (от 5 до 80%). После проверки исправные модули покрывают лаком.

3.1.2.2 На втором этапе производится калибровка каналов и поверка модуля ИЭ-01Е.

3.1.2.3 На третьем этапе модуль устанавливается в приборный шкаф и проверяется с помощью тестовой программы на работоспособность в соответствии с п. 2.4.2 настоящего Руководства (входные сигналы задаются с помощью резисторов).

3.1.2.4 На четвёртом этапе производится параметризация контроллера и выборочная проверка работы модулей и их каналов в соответствии с п. 2.4.2 настоящего Руководства.

3.1.3 Настройка и поверка модуля ИЭ-01Е производится поочерёдно по каждому измерительному каналу. Каждый модуль ИЭ-01Е занимает 16 клемм, идущих по порядку слева на

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					12

право. По договоренности с заказчиком могут устанавливаться клеммы только на часть каналов модуля. Номера клемм каждого модуля ИЭ-01Е указаны в схеме электрической общей контроллера по проекту. При настройке модуля ИЭ-01Е от внешнего компьютера необходимо отключить модуль главного устройства от общей шины. Схема стенда для поверки в условиях эксплуатации приведена на рис. 6а, а для настройки и поверки при выпуске из производства на рис. 6б.

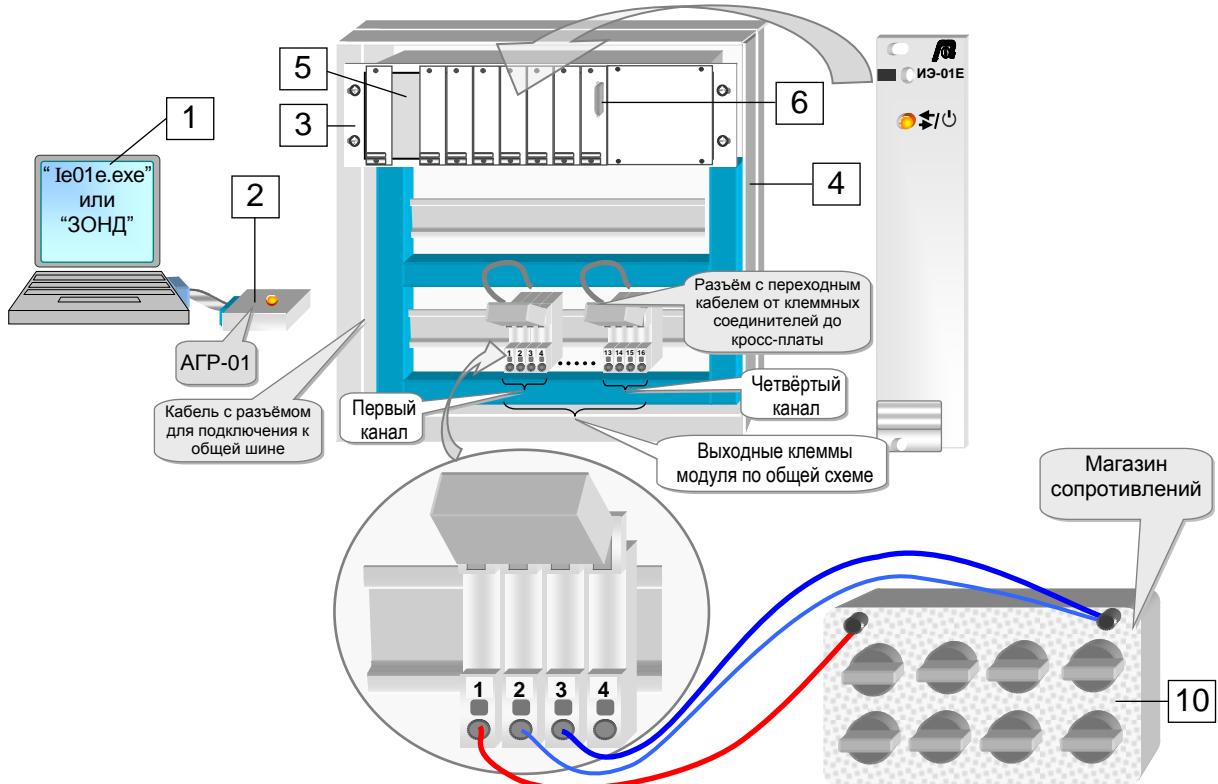


Рис. 6а.

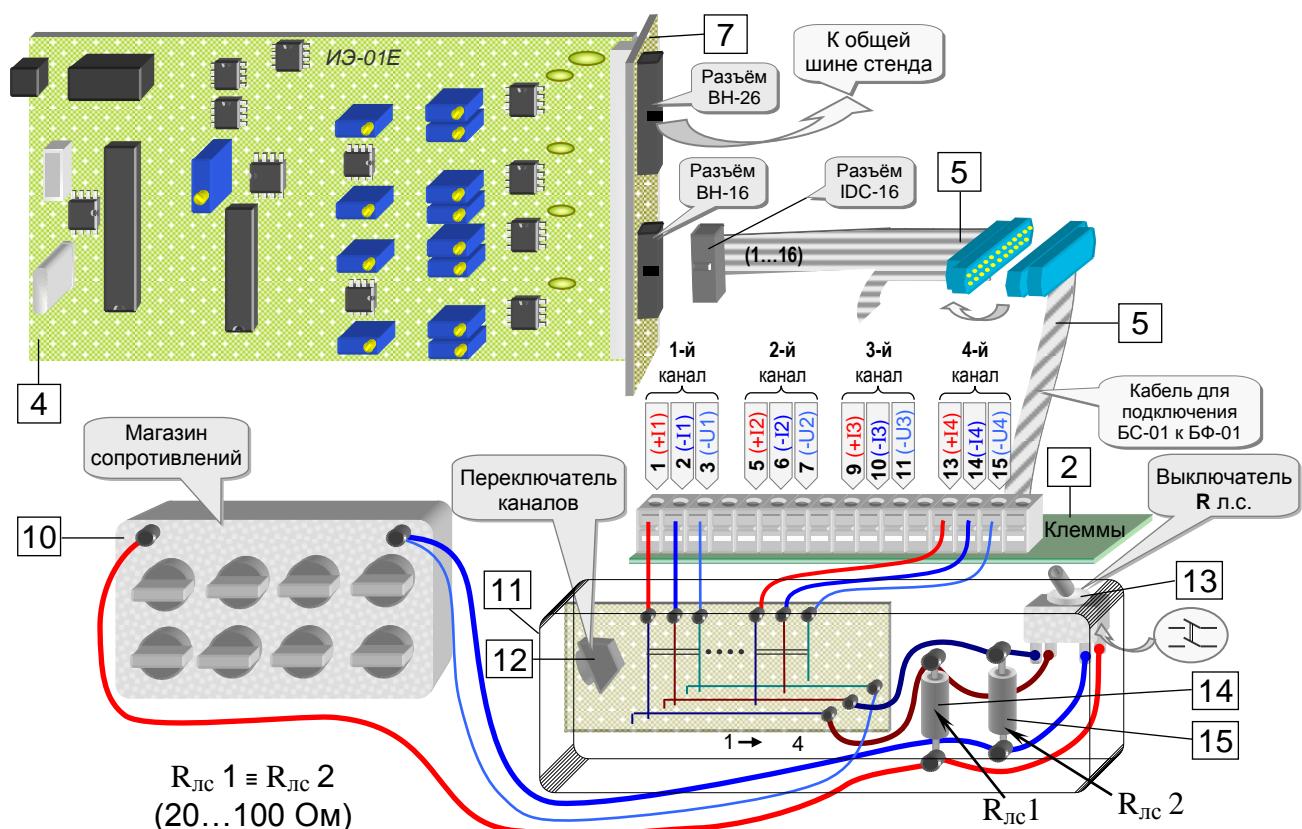


Рис. 6б.

Инв. № подп.	Подп. и дата.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата.

1 – компьютер; 2 – адаптер АГР-01; 3 – соединительная плата ПС-02; 4, 5 и 6 – кабели МК; 7 – модуль ИЭ-01; 8 – модуль ИЭ-01Е; 9 – соединительный блок (БС); 10 – магазин сопротивлений; 11 – дополнительное устройство для настройки компенсации сопротивления жил кабелей ТПС; 12 – переключатель галетный ПГК - 2П4Н; 13 – выключатель  $R_{lc}$  (ПГК-2П2Н или тумблер ТП1-2); 14 и 15 – два одинаковых прецизионных резистора с номиналом от 10 до 100 Ом и точностью  $\pm 0,001\%$ <sup>1</sup>.

3.1.4 Периодичность поверки модуля ИЭ-01Е устанавливается потребителем с учётом интенсивности и условий эксплуатации, но не реже одного раза в год.

3.1.5 Все работы по п.п. 3.2.2; 3.2.3 и 3.2.4 настоящего Руководства должны проводится при выключенном питании.

3.1.6 Проверка и настройка модуля ИЭ-01Е по п.п. 3.2.5; 3.2.6 и 3.2.7 настоящего Руководства производится с помощью внешнего компьютера при нормальных условиях. Подключение кабелей при использовании двухпроводной схемы подключения ТПС производится в соответствии с требованиями п. 2.3.2.6 настоящего Руководства.

3.1.7 Допускается применять другие средства измерений, прошедшие метрологическую аттестацию и имеющие основную погрешность не менее чем в три раза меньше основной погрешности поверяемого варианта исполнения модуля ИЭ-01Е.

3.1.8 Все средства измерений должны иметь действующие документы об их поверке и аттестации.

### 3.2 Проведение настройки и поверки модуля ИЭ-01Е.

3.2.1 Внешний осмотр. При внешнем осмотре необходимо проверить комплектность, маркировку и убедиться в отсутствии механических повреждений платы, лакокрасочного покрытия платы модуля и внутренних кабелей приборного шкафа. Проверить состояние контактов разъёмов модуля ИЭ-01Е, клеммных соединителей, контактов разъёмов на кросс-плате, контактов разъёмов на внутренних кабелях, а также состояние контактов датчиков.

3.2.2 Определение отсутствия короткого замыкания жил внутренних кабелей производится при отсоединённых модулях и устройствах и заключается в поочерёдной проверке сопротивления между соединёнными чётными и нечётными контактами разъёмов на концах кабелей. Например, между соединёнными первым и третьим контактом с соединёнными вторым и четвёртым контактом (для четырёхжильного кабеля). Определение обрыва жил кабелей проверяется между одноимёнными контактами разъёмов для четырёхжильного кабеля.

3.2.3 Определение сопротивления изоляции внутренних кабелей производится по методике определения короткого замыкания, изложенной в п. 3.2.2 настоящего Руководства.

Определение сопротивления изоляции вешних кабелей производится между соединёнными жилами кабеля и клеммой заземления приборного шкафа, а для каналов модуля ИЭ-01Е, указанных в п. 2.5.1 настоящего Руководства производится дополнительная проверка по методике для определения сопротивления изоляции внутренних кабелей.

Определение сопротивления изоляции производится с помощью мегомметра с верхним пределом измерения не ниже 100 МОм и напряжением не более 250 В. Сопротивление изоляции кабелей считается удовлетворительным, если оно не менее 20 Мом при нормальных условиях, не менее 5 Мом при 50°C и относительной влажности до 80%, и не менее 1 Мом при 35°C и относительной влажности 95±3% (при подключении по п. 3.2.2 допустимые сопротивления делятся на количество жил кабеля, которые соединены параллельно). Кабели, у которых обнаружено неудовлетворительное сопротивление изоляции, подлежат замене.

3.2.4 Очистка контактов разъёмов и датчиков производится с помощью кисточки, смоченной спирто-бензиновой смесью или с помощью специальной аэрозоли “Klein contact”,

<sup>1</sup> Для ТПС с сопротивлением 1000 и 2000 резисторы, которые используются для имитации линии связи, могут иметь точность  $\pm 0,1\%$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЗИ5.108.158 РЭ	Лист
						14

которая предназначена для чистки контактов и уменьшения контактного сопротивления. После чистки контакты просушиваются до полного высыхания.

3.2.5 Настройка модуля ИЭ-01Е по п.п. 3.2.5; 3.2.6 и 3.2.7 настоящего Руководства может производиться с помощью тестовой программы – «Ie01.exe» (Windows).

Работа тестовой программы «Ie01E. exe» основана на открывающихся окнах и падающих меню. В нижней подстроке отображается состояние обмена, текущий логический адрес, заводской номер и версия программы, записанная в микропроцессоре модуля. В верхней подстроке находятся кнопки «Файл»; «Параметры»; «Старт»; «Стоп». Под ними расположена кнопка «Логический адрес модуля» и окно для ввода логического адреса. Под кнопкой «Логический адрес модуля» расположены закладки «Контроль параметров», «Настройка параметров» и «Протокол связи», а также окно «Ошибки связи» для отображения количества ошибок при обмене с модулем. В левой части основной формы тестовой программы «Ie01E.exe» расположены «Каналы ТИ», а в левой части окна «Датчик температуры» для индикации состояния внутреннего обмена между микропроцессором и микросхемой для контроля температуры. Под окном «Датчик температуры» расположены кнопки и окна для записи и контроля состояния регистров исполнения каждого канала. Внешний вид основной формы тестовой программы «Ie01E.exe» показан на рисунке 7.

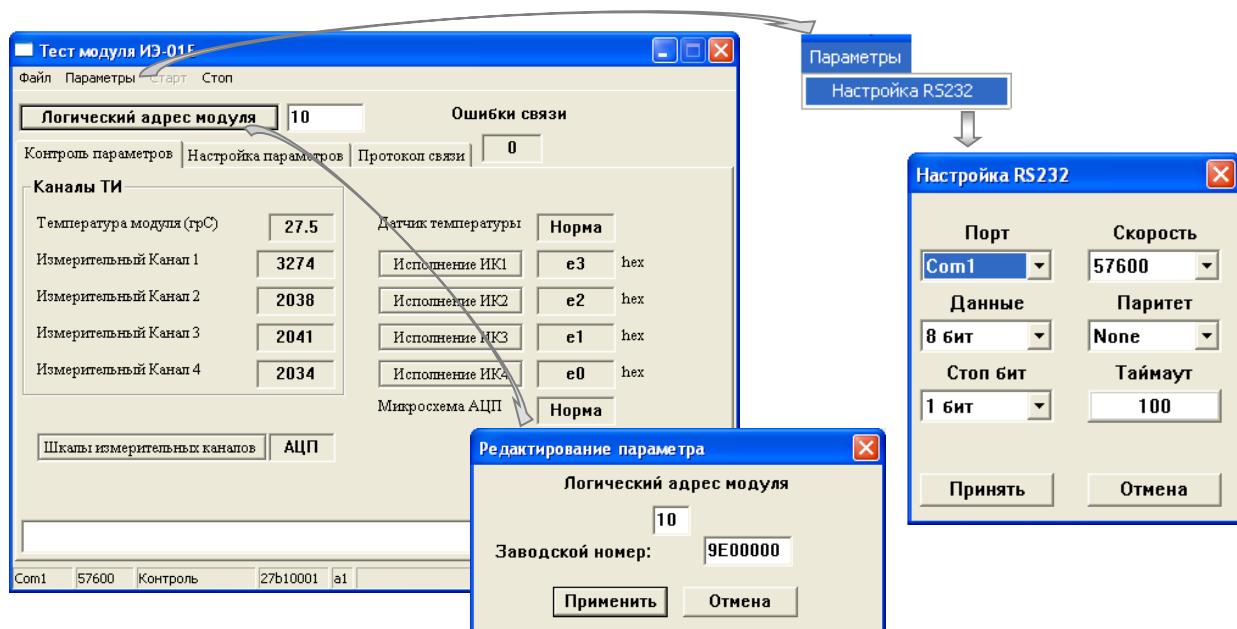


Рис. 7.

Для установления обмена через Сом-порт, к которому подключен модуль ИЭ-01Е, необходимо выбрать левой клавишей мыши «Параметры», а затем «Настройка RS232». При этом появляется окно «Настройка RS232», которое показано на рис. 7 с права.

Для записи и редактирования логического адреса модуля необходимо нажать на кнопку «Логический адрес модуля». При этом появляется окно логического адреса, которое показано на рис. 7 внизу.

Модулю ИЭ-01 присваивается логический адрес от 1 до 255 (от 0×01 до 0×FF).

Перед настройкой модуля необходимо записать параметры диапазонов и типов датчиков в регистры исполнения модуля ИЭ-01Е. Запись в регистры исполнения каналов измерения производится поочерёдно при нажатии на кнопки «Исполнение ИК1»... «Исполнение ИК4», выборе в меню и сохранении (с помощью кнопки «Сохранить») параметров, которые соответствуют настройке для каждого канала модуля ИЭ-01Е (нижняя и верхняя границы диапазона, а также тип датчика – значение W<sub>100</sub> по табл. 1). Внешний вид тестовой программы

Инв. № подп.	Подп. и дата.	Подп. и дата.	Инв. № дубл.	Инв. № инв.	Взам. инв. №

«Ie01E.exe» при записи или редактировании значений в регистре исполнения каналов показан на рисунке 8.

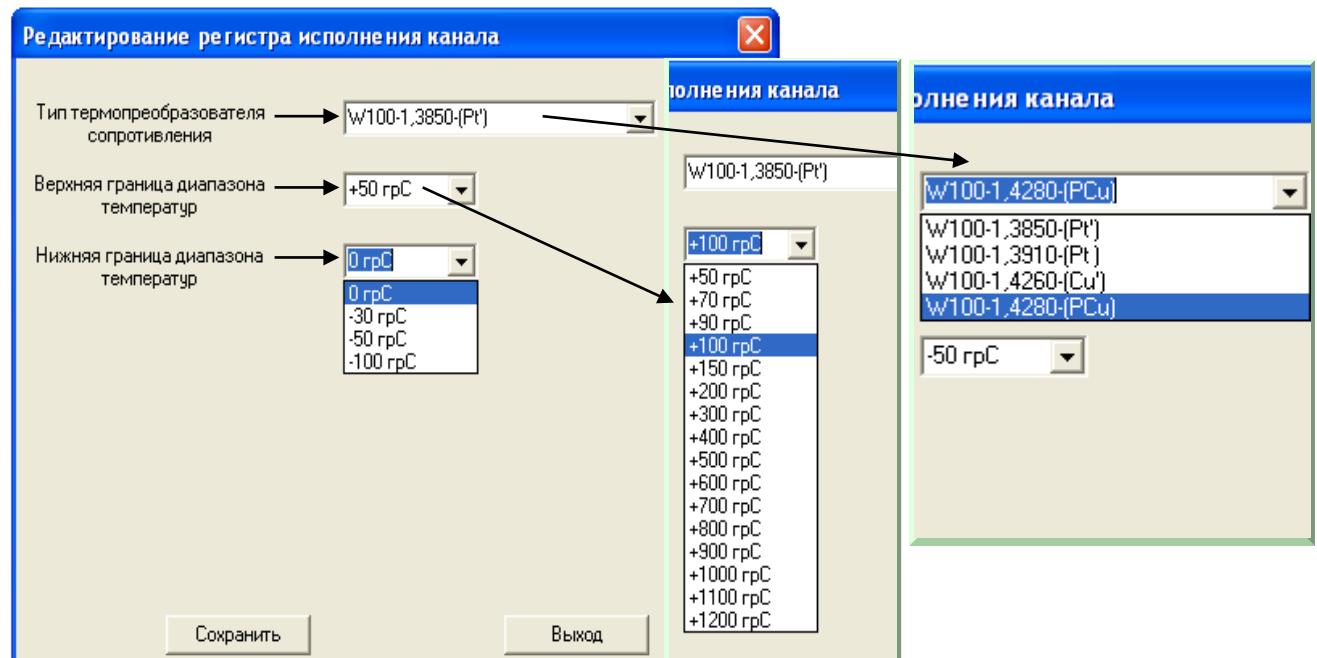


Рис. 8.

3.2.5.1 Настройка компенсации сопротивления жил кабелей ТПС производится с помощью стенда для настройки и поверки при выпуске из производства, схема которого приведена на рис. 6б. Сопротивление линии связи имитируется с помощью прецизионных резисторов номиналом от 10 до 100 Ом. Значения сопротивлений резисторов должны отличаться не более чем на 0,001 Ом. Выключатель линии связи (выключатель R<sub>л.с.</sub>) замыкает резисторы, имитирующие линию связи (сопротивление жил кабеля ТПС).

Магазин сопротивлений подключается на один из входов модуля ИЭ-01Е с помощью переключателя каналов (позиция 12 на рис 6б). С помощью магазина сопротивлений (поз. 10 на рис. 6) задаются значения сопротивлений в зависимости от НСХ и диапазона применения ТПС. Значения сопротивлений для проверки и настройки выбираются из калибровочной таблицы для данного варианта модуля ИЭ-01Е.

3.2.5.2 Компенсация линии связи производится с помощью регулировочных потенциометров поз. 12, 13, 14 и 15 (рис. 2), которые установлены в первом, втором, третьем и четвёртом канале соответственно. Для компенсации линии связи первого канала необходимо переключатель каналов установить в положение «1», которое соответствует подключению стенда (рис. 6б) к первому каналу и выполнить следующие операции:

а) на магазине сопротивлений задать значение сопротивления в диапазоне от 40 до 80% диапазона применения ТПС (с 9 по 12 значения по калибровочной таблице для данного варианта модуля ИЭ-01Е);

б) выключатель R<sub>л.с.</sub> (поз. 13 на рис 6б) установить в замкнутое положение и запомнить значение кода АЦП (далее значение АЦП), в окне для первого канала измерения;

в) выключатель R<sub>л.с.</sub> (поз. 13 на рис 6б) установить в разомкнутое положение и с помощью регулировочного потенциометра первого канала (позиция 12 на рис. 2) добиться совпадения значений АЦП (для первого канала) со значениями, указанными в п. 3.2.5.2а;

г) операции, указанные в пунктах 3.2.5.2б и 3.2.5.2в, повторяются до полного совпадения значений АЦП в любом положении выключателя R<sub>л.с.</sub>.

3.2.5.3 Компенсация линии связи для остальных каналов производится при установке переключателя каналов в положение, которое соответствует подключению настраиваемого канала «2...4». Настройка производится при помощи регулировочного потенциометра для

Инв. № подл.	Подл. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подл. и дата

настройки нижней границы измерения подключенного канала (позиция 13...15 на рис. 2) по значениям АЦП для этого канала измерения (в окне тестовой программы для соответствующего канала).

3.2.6 Для настройки и поверки первого канала модуля ИЭ-01Е при выпуске из производства переключатель каналов 12, показанный на рис 6б, установить в первое положение. При поверке в условиях эксплуатации, магазин сопротивлений подключается к первому каналу модуля ИЭ-01Е по схеме показанной на рис. 6а. Настройка и поверка второго, третьего и четвёртого каналов производится при установке переключателя каналов (позиция 12 на рис 6б) в положение, которое соответствует подключению настраиваемого канала «2...4» или при подключении магазина сопротивлений (рис. 6а) непосредственно ко второму, третьему или четвёртому каналу модуля ИЭ-01Е в соответствии со схемой, показанной на рис.5.

Настройка нижнего и верхнего пределов измерения производится при помощи регулировочных потенциометров поз. 16...23 на рис. 2 по калибровочной таблице для настраиваемого варианта исполнения модуля ИЭ-01Е.

3.2.6.1 Для настройки нижнего предела измерения первого канала модуля ИЭ-01Е, предварительно настроенного по п. 3.2.5, необходимо выполнить следующие операции:

а) на магазине сопротивлений установить значение, близкое к нижней границе диапазона, по калибровочной таблице для данного варианта исполнения модуля ИЭ-01Е (3-е или 4-ое);

б) при помощи регулировочного потенциометра поз. 16 на рис. 2 добиться совпадения значений АЦП (в окне первого канала тестовой программы) с расчётным значением по калибровочной таблице для установленного на магазине сопротивления по калибровочной таблице. При отсутствии тестовой программы необходимо контролировать значения температуры для первого канала модуля ИЭ-01Е в ПО «Зонд».

3.2.6.2 Для настройки верхнего предела измерения первого канала модуля ИЭ-01Е необходимо выполнить следующие операции:

а) на магазине сопротивлений установить значение, близкое к верхней границе диапазона, по калибровочной таблице для данного варианта исполнения модуля ИЭ-01Е (15-ое или 16-ое);

б) при помощи регулировочного потенциометра поз. 20 на рис. 2 добиться совпадения значений АЦП (в окне первого канала тестовой программы) с расчётным значением по калибровочной таблице для установленного на магазине сопротивления по калибровочной таблице. При отсутствии тестовой программы необходимо контролировать значения температуры для первого канала модуля ИЭ-01Е в ПО «Зонд».

3.2.6.3 Поочерёдно установить на магазине сопротивлений значения, которые соответствуют 20 и 80% диапазона измерения первого канала по калибровочной таблице для настраиваемого варианта исполнения модуля ИЭ-01Е. Значений АЦП (в окне первого канала тестовой программы) должны отличаться от расчётных значений для устанавливаемых на магазине сопротивления (8-ое и 12-ое значения по калибровочной таблице) не более, чем на  $\pm 3$  единицы. При необходимости повторить настройку по п.п. 3.2.6.1, 3.2.6. настоящего Руководства до получения абсолютной погрешности не более 3 единиц АЦП. Произвести проверку на значениях 0; 20; 80 и 100% диапазона применения ТПС по калибровочной таблице для данного варианта модуля ИЭ-01Е (1, 8, 12 и 17-ое значения). При необходимости повторить настройку по п.п. 3.2.6.1, 3.2.6. настоящего Руководства до получения абсолютной погрешности не более 3 единиц АЦП для проверяемых значений.

3.2.6.4 Настройка других каналов осуществляется по методике, указанной в п.п. 3.2.6.1...3.2.6.3 настоящего Руководства при помощи регулировочных потенциометров для настройки нижней и верхней границы измерения по значениям АЦП для настраиваемого канала измерения (в окне тестовой программы) и при установке переключателя каналов в положение, соответствующее этому каналу. Позиции регулировочных потенциометров для операций настройки каждого канала модуля ИЭ-01Е на рис. 2 указаны в таблице 4.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 4

Операции настройки	Позиции регулировочных потенциометров на рис. 2			
	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
Компенсация линии связи	12	13	14	15
Настройка нижнего предела измерения	16	17	18	19
Настройка верхнего предела измерения	20	21	22	23

### 3.2.7 Проверка модуля ИЭ-01Е.

3.2.7.1 С помощью магазина сопротивлений задаются значения сопротивлений соответствующие 0; 20; 40; 60; 80 и 100% диапазона применения ТПС по калибровочной таблице для данного варианта модуля ИЭ-01Е (1, 8, 9, 11, 12 и 17-ое значения). Значения АЦП, выдаваемые модулем ИЭ-01Е, должны соответствовать расчётным значениям по калибровочной таблице для данного варианта модуля ИЭ-01Е. Переключение каналов модуля производится по методике приведённой в п. 3.2.6 настоящего Руководства.

3.2.7.2 Значения основной приведённой погрешности модуля ИЭ-01Е определяются по результатам серии из трёх циклов измерений по формуле:

$$\gamma_o = \Delta k \times \gamma_1 \%, \quad (2)$$

где  $\Delta k$  – абсолютная погрешность значений АЦП, единиц;

$\gamma_1$  – погрешность единицы кода АЦП, %.

Погрешность значений АЦП определяется по формуле:

$$\Delta k = k - k_p \text{ единиц}, \quad (3)$$

где  $k$  – измеренные значения АЦП, единиц;

$k_p$  – расчетные значения АЦП по калибровочной таблице для данного варианта модуля ИЭ-01Е, единиц.

Приведённая погрешность единицы кода АЦП рассчитана по формуле:

$$\gamma_1 = \frac{1}{4095} \times 100 \% \cong 0,0244 \%. \quad (4)$$

Предел допускаемой основной приведённой погрешности в кодах АЦП рассчитан по формуле:

$$\gamma = \frac{\gamma_0}{\gamma_1} \cong \frac{0,15\%}{0,0244\%} \cong 6,143 \text{ед} \geq 6 \text{ единиц}, \quad (5)$$

где  $\gamma_0$  – предел допускаемой основной приведённой погрешности, %;

$\gamma_1$  – погрешность единицы кода АЦП, %.

Модуль ИЭ-01Е удовлетворяет требованиям п. 1.2.3 настоящего Руководства, если значения АЦП отличаются от расчетных значений не более чем на 5 единиц при нормальных условиях.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					18

## **4 Хранение**

4.1 Условия хранения модуля ИЭ-01Е в транспортной таре в части воздействия климатических факторов соответствуют условиям ОЖ4, в распакованном виде – условиям 1 (Л) согласно ГОСТ 15150-69.

## **5 Транспортирование**

5.1 Условия транспортирования должны соответствовать группе 5 (ОЖ4) ГОСТ 15150-69.

5.2 Изделие может транспортироваться в заводской упаковке любым видом транспорта без ограничения скорости и расстояния, воздушным без ограничения высоты, скорости и расстояния в герметичном отсеке.

5.3 Расстановка и крепление изделий, упакованных в заводскую тару, должны исключать их смещение и соударения в транспортных средствах.

5.4 Допускается транспортировка партии изделий в заводской упаковке в специальных контейнерах. При этом внутри контейнера самопроизвольные перемещение и соударение упаковок должны быть исключены.

5.5 При транспортировании изделий на открытых платформах ящики должны быть укрыты брезентом для исключения попадания на них осадков.

## **6 Утилизация**

6.1 После вывода из эксплуатации и демонтажа, изделие подлежит ликвидации (в том числе утилизации и захоронению) в установленном порядке ГОСТ 30773-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла». Образующиеся при ликвидации изделия отходы соответствуют 5 классу опасности. Особых требований к обращению с образовавшимися отходами не предъявляется.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**ЗИ5.108.158 РЭ**

Лист

19

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ