

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов

2026 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Система локальная измерительная автоматического управления ПРГ1
(ЛСАУ ПРГ-1) Якутской ГРЭС-2

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-921-2025

Москва,
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему локальную измерительную автоматического управления ПРГ1 (ЛСАУ ПРГ-1) Якутской ГРЭС-2 (далее – ИС), изготовленную Акционерным обществом «Газовые системы» (АО «Газовые системы»), и устанавливает методику первичной и периодической поверок ИС.

1.2 При определении метрологических характеристик ИС обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 в соответствии с Государственной поверочной схемой (далее – ГПС) для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 1 октября 2018 г.

1.3 Прослеживаемость средств измерений (далее – СИ), применяемых в качестве первичных измерительных преобразователей (далее – ИП), входящих в состав ИС, к Государственным первичным эталонам в соответствии с ГПС СИ, обеспечивается наличием в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ) действующих сведений о поверке первичных измерительных преобразователей из состава ИК ИС.

1.4 Поверка ИС проводится поэтапно:

- метрологические характеристики первичных измерительных преобразователей (далее – ИП), входящих в состав измерительных каналов (далее – ИК) ИС, подтверждаются положительными результатами поверки, оформленными в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений;

- метрологические характеристики вторичной («электрической») части ИК ИС определяются на месте эксплуатации ИС методом прямых измерений с помощью средств поверки по 9.2 настоящей методики поверки.

1.5 Если очередной срок поверки средства измерений из состава ИС, наступает до очередного срока поверки ИС, или появилась необходимость периодической поверки средства измерений из состава ИС, то подлежит поверке только данное средство измерений, при этом поверку ИС не проводят.

1.6 При необходимости проведения внеочередной поверки СИ из состава ИК ИС, до наступления очередного срока поверки ИС, проводят внеочередную поверку СИ, и поверку ИК ИС, в составе которых данные СИ используются.

1.7 После проведения ремонта СИ из состава ИК ИС, до наступления очередного срока поверки ИС, проводят периодическую поверку СИ, и поверку ИК ИС, в составе которых данные СИ используются.

1.8 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов, в том числе на меньшем числе измеряемых величин, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в ФИФОЕИ.

1.9 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Проведение операции		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	при первичной поверке	при периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Проверка результатов поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК	Да	Да	9.1
Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности вторичной части измерительных каналов при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал	Да	Да	9.2
Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности вторичной части измерительных каналов при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока	Да	Да	9.3
Определение основной погрешности ИК ИС, включающих в свой состав первичные ИП	Да	Да	9.4
Определение основной погрешности ИК силы постоянного тока	Да	Да	9.5
Определение основной погрешности ИК воспроизведения силы постоянного тока	Да	Да	9.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9.7

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха в месте установки вторичной части ИК, °С от +15 до +30
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,0

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки ИС применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
6 – 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 30 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18 (далее – ИВТМ)
6 – 9	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %	
6 – 9	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
8	Персональный компьютер с программным обеспечением «Epsilon LD/Astra.IDE»	–
9	Рабочий эталон единицы силы постоянного тока 2-ого разряда и выше согласно приказу Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 с диапазоном силы постоянного тока от 4 до 20 мА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13 (далее – калибратор)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и ИС, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки средства измерений, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы ИС и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

5.3 Работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания.

5.4 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

5.5 Конструкция соединительных элементов ИС и средств поверки должна обеспечивать

надежность крепления ИС и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра ИС устанавливают:

- соответствие комплектности ИС паспорту и описанию типа;
- отсутствие внешних повреждений, а также узлов и деталей с ослабленным или неисправным креплением;
- наличие маркировки и надписей в местах подключения кабелей сигнальных линий ИК (обозначения на клемниках, маркировки кабелей);
- исправность устройств для присоединения внешних электрических цепей.

6.2 Результаты поверки по разделу 6 настоящей методики поверки считают положительными, если:

- комплектность ИС соответствует паспорту и описанию типа;
- отсутствуют внешние повреждения, а также узлы и детали с ослабленным или неисправным креплением;
- имеются маркировка и надписи, относящиеся к местам подключения кабелей сигнальных линий ИК.

6.3 При получении отрицательных результатов по 6 поверку ИС прекращают.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке, опробовании средства измерений и поверки):

- измеряют параметры окружающей среды: относительной влажности, температуры окружающего воздуха и атмосферного давления с помощью ИВТМ;
- ИС и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов, если они находились в условиях, отличных от указанных в разделе 3;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами.

7.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

- ИС включают в сеть в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации;
- проверяют отсутствие сообщений об ошибках;
- проверяют прохождение сигналов калибратора, имитирующих входные сигналы силы постоянного тока.

7.3 Результаты поверки по 7 считают положительными, если при увеличении и уменьшении значения входного сигнала калибратора соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины ИС.

7.4 При получении отрицательных результатов по 7 поверку ИС прекращают.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) ИС проводят путем сравнения идентификационных данных ПО ИС с соответствующими идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в таблице А.2 приложения А настоящей методики поверки.

8.2 Проверку версии ПО RegulRTS проводят в следующем порядке:

- подключают персональный компьютер к вторичной части ИС, используя порт Ethernet;
- запускают на персональном компьютере среду разработки «Astra.IDE»;
- открывают редактор контроллера;
- переходят на вкладку «Сервис ПЛК»;
- нажимают кнопку «Обновить»;
- из подраздела «Общая информация» считывают информацию о наименовании и версии среды исполнения, которые соответствуют наименованию и версии ПО модуля центрального

$X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений (считывают с монитора панельного компьютера).

9.2.4 Результаты поверки по 9.1 считают положительными, если приведенная к диапазону измерений погрешность при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (1), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в приложении А.

9.3 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности вторичной части измерительных каналов при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока

9.3.1 Отключают управляемое устройство ИК (при наличии) и к соответствующему каналу подключают калибратор, установленный в режим измерения аналоговых сигналов силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.3.2 Согласно руководству по эксплуатации изготовителя контроллеров программируемых логических REGUL R500 задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона воспроизведения силы постоянного тока.

9.3.3 С дисплея калибратора считывают значения выходного сигнала силы постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока $\gamma_{\text{вых}}$, %, по формуле

$$\gamma_{\text{вых}} = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $I_{\text{зад}}$ – значение силы постоянного тока, задаваемого ИС, мА, определяемое как:

$$I_{\text{зад}} = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}}} \cdot (Z_{\text{зад}} - Z_{\text{min}}) + I_{\text{min}}$$

где Z_{max} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее максимальному значению диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений или в процентах от диапазона преобразования;

Z_{min} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее минимальному значению диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений или в процентах от диапазона преобразования;

$Z_{\text{зад}}$ – значение воспроизводимого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений (считывают с монитора операторской станции).

9.3.4 Результаты поверки по 9.3 считают положительными, если приведенная к диапазону измерений погрешность при измерении и преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока, рассчитанная по формуле (2), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в приложении А.

9.4 Определение основной погрешности ИК ИС, включающих в свой состав первичные ИП

9.4.1 При наличии сведений о поверке, подтверждающих пригодность первичного ИП ИК¹, входящего в состав ИК ИС, и положительных результатах поверки по 9.2 настоящей методики поверки (для первичного ИП с аналоговым выходным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА) основная погрешность ИК ИС не выходит за пределы, указанные в приложении А.

¹ Погрешность первичного ИП не должна превышать значений, указанных в описании типа ИС.

процессора;

- открывают редактор модуля ввода/вывода, для которого необходимо узнать версию ПО, и в поле «FW version current» («Текущая версия прошивки») смотрят текущую версию ПО.

8.3 Результаты проверки ПО ИС считают положительными, если:

- ПО идентифицируется путем вывода информации о наименовании и версии ПО на экране персонального компьютера;

- идентификационные данные ПО ИС (номер версии), отображаемые на экране персонального компьютера, соответствуют данным, указанным в таблице А.2 приложения А настоящей методики поверки.

8.4 При получении отрицательных результатов по 8 поверку ИС прекращают.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Проверка результатов поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК

9.1.1 Проверяют информацию о результатах поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК.

9.1.2 Результаты поверки по 9.1 настоящей методики поверки считают положительными, если средства измерений, применяемые в качестве первичных ИП ИК, поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

9.2 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности вторичной части измерительных каналов при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал

9.2.1 Отключают первичный измерительный преобразователь ИК (при наличии) и к модулю ввода или промежуточному (при наличии) ИП вторичной части ИК ИС соответствующего канала подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения аналоговых сигналов силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2.2 С помощью калибратора задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерений силы постоянного тока.

9.2.3 С ИС считывают значения входного сигнала силы постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал γ_1 , %, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $I_{\text{эт}}$ — показание калибратора в контрольной точке, мА;

$I_{\text{max}}, I_{\text{min}}$ — максимальное и минимальное значения границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, мА.

$I_{\text{изм}}$ — значение силы постоянного тока в контрольной точке по показаниям ИС, мА, определяемое как:

$$I_{\text{изм}} = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + I_{\text{min}}$$

где X_{max} — настроенный верхний предел измерений ИК, соответствующий верхнему значению силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений;

X_{min} — настроенный нижний предел измерений ИК, соответствующий нижнему значению силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений;

9.4.2 Результаты поверки по 9.4 настоящей методики поверки считают положительными, если:

- есть сведения о поверке, подтверждающие пригодность первичного ИП ИК, входящего в состав ИК ИС, и погрешность первичного ИП ИК не превышает значений, указанных в описании типа ИС;
- результаты поверки по 9.2 настоящей методики поверки положительные.

9.5 Определение основной погрешности ИК силы постоянного тока

9.5.1 При положительных результатах поверки по 9.2 настоящей методики поверки для ИК силы тока, основная погрешность данных ИК ИС не превышает пределов, указанных в приложении А.

9.5.2 Результаты поверки по 9.5 настоящей методики поверки считают положительными, если результаты поверки по 9.2 настоящей методики поверки положительные.

9.6 Определение основной погрешности ИК воспроизведения силы постоянного тока

9.6.1 При положительных результатах поверки по 9.3 настоящей методики поверки для ИК силы тока, основная погрешность данных ИК ИС не превышает пределов, указанных в приложении А.

9.6.2 Результаты поверки по 9.6 настоящей методики поверки считают положительными, если результаты поверки по 9.3 настоящей методики поверки положительные.

9.7 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.7.1 Результаты поверки ИС считаются положительными, если выполняются условия, приведенные в пунктах 9.1.2, 9.2.4, 9.3.4, 9.4.2, 9.5.2, 9.6.2 с учетом объема проводимой поверки в соответствии с пунктом 1.8 настоящей методики поверки.

9.7.2 Результаты поверки считаются отрицательными, если условия, приведенные в пункте 9.7.1, не выполняются.

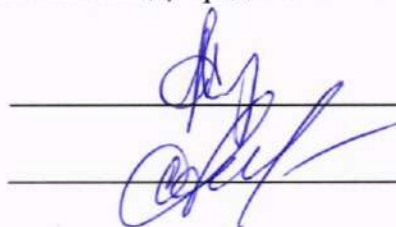
10 Оформление результатов поверки

10.1 При положительных результатах поверки ИС признается пригодной к применению. Сведения о положительных результатах поверки и объеме поверки передаются в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, на которое наносится знак поверки, а также указывается объем поверки.

10.2 При отрицательных результатах поверки ИС признается непригодной к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

Ведущий инженер по метрологии

Инженер по метрологии



Н.М. Мухаметнабиев

А.И. Макарова

Приложение А
Метрологические характеристики ИС и
идентификационные данные ПО ИС

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Метрологические характеристики ИК ИС				Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК ИС					
				Первичные ИП		Вторичная часть ИК ИС			
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Границы допускаемой погрешности		Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной и дополнительной погрешности	Тип промежуточного ИП	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой погрешности	
		в нормальных условиях	в рабочих условиях					в нормальных условиях	в рабочих условиях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИК температуры	от -50 °С до +100 °С	Δ: ±0,44 °С	Δ: ±0,56 °С	ДТС (4-20 мА)	γ: ±0,25 %; γ ^{доп} : ±0,2 %	—	AI 16 011 (REGUL R500)	γ: ±0,10 %	γ: ±0,11 %
	от 0 °С до +200 °С	Δ: ±1,12 °С	Δ: ±1,21 °С		γ: ±0,5 %; γ ^{доп} : ±0,2 %				
	от -40 °С до +80 °С	Δ: ±0,67 °С Δ: ±0,72 °С	Δ: ±0,73 °С Δ: ±0,78 °С						
	от 0 °С до +100 °С	Δ: ±0,99 °С	Δ: ±1,70 °С	ДТС (НСХ 50М); в комплекте с ИП 0304/МЗ-Н (4-20 мА)	Δ: ±(0,3+0,005 t) °С; Δ: см. примечание 1 Δ _{апп} : ±0,3 °С; Δ _{цал} : ±0,008 мА; Δ ^{доп} : см. примечание 2 Δ _{апп} ^{доп} : ±0,15 °С, t _k =10 °С; Δ _{цал} ^{доп} : ±0,004 мА, t _k =10 °С	2000РС	AI 16 011 (REGUL R500)	γ: ±0,22 %	γ: ±0,23 %
	от -100 °С до +20 °С	Δ: ±3,30 °С	Δ: ±3,31 °С	FAS-SW (4-20 мА)	Δ: ±3 °С (от -100 °С до -80 °С не включ.); Δ: ±2 °С (от -80 °С до +20 °С)	ЛПА	AI 16 011 (REGUL R500)	γ: ±0,13 %	γ: ±0,14 %

Метрологические характеристики ИК ИС				Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК ИС					
				Первичные ИП		Вторичная часть ИК ИС			
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Границы допускаемой погрешности		Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной и дополнительной погрешности	Тип промежуточного ИП	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой погрешности	
		в нормальных условиях	в рабочих условиях					в нормальных условиях	в рабочих условиях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИК температуры	от -40 °C до +70 °C	$\Delta: \pm 0,46$ °C	$\Delta: \pm 0,49$ °C	Метран-2700 (4-20 мА)	$\Delta: \pm 0,4$ °C; $\gamma^{\text{доп}}: \pm 0,1$ %, $t_k=10$ °C	—	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,10$ %	$\gamma: \pm 0,11$ %
	от 0 °C до +130 °C	$\Delta: \pm 0,46$ °C	$\Delta: \pm 0,50$ °C						
	от 0 °C до +150 °C	$\Delta: \pm 0,47$ °C	$\Delta: \pm 0,52$ °C			2000PC	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,22$ %	$\gamma: \pm 0,23$ %
	от -50 °C до +100 °C	$\Delta: \pm 0,57$ °C	$\Delta: \pm 1,41$ °C						
	от -40 °C до +800 °C	$\Delta: \pm 4,20$ °C	$\Delta: \pm 4,23$ °C	Метран-2000 (НСХ тип К);	$\Delta: \pm 1,5$ °C (от -40 °C до +375 °C включ.); $\Delta: \pm (0,004 \cdot t)$ °C (св. +375 °C до 1000 °C);	—	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,10$ %	$\gamma: \pm 0,11$ %
				в комплекте с Метран-2700ЕПН (4-20 мА)	$\Delta: \pm 1,42$ °C; $\Delta_{\text{хс}}: \pm 0,5$ °C; $\Delta^{\text{доп}}: \pm 0,002$ °C, $t_k=1$ °C; $\gamma^{\text{доп}}_{\text{цал}}: \pm 0,002$ %, $t_k=1$ °C;				
	от -55 °C до +85 °C	$\Delta: \pm 1,11$ °C	$\Delta: \pm 1,13$ °C	ТСПТ (4-20 мА)	$\Delta: \pm 1$ °C; $\Delta^{\text{доп}}: \pm (0,0001 \cdot \Delta t)$ °C, $t_k=1$ °C	—	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,10$ %	$\gamma: \pm 0,11$ %
	от -60 °C до +85 °C	$\Delta: \pm 1,11$ °C	$\Delta: \pm 1,67$ °C						

Метрологические характеристики ИК ИС				Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК ИС					
				Первичные ИП		Вторичная часть ИК ИС			
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Границы допускаемой погрешности		Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной и дополнительной погрешности	Тип промежуточного ИП	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой погрешности	
		в нормальных условиях	в рабочих условиях					в нормальных условиях	в рабочих условиях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИК давления	от 0 до 16 МПа (k=1)	$\gamma: \pm 0,56 \%$	$\gamma: \pm 0,62 \%$	Метран-55 (4-20 мА)	$\gamma: \pm 0,5 \%$; $\gamma_{\text{доп}}: \pm(0,1+0,05 \cdot k) \%$, $t_k=10 \text{ } ^\circ\text{C}$	—	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,10 \%$	$\gamma: \pm 0,11 \%$
	от 0 до 1 МПа (k=100)	$\gamma: \pm 0,56 \%$	$\gamma: \pm 0,67 \%$	ПД100 (4-20 мА)	$\gamma: \pm 0,5 \%$; $\gamma_{\text{доп}}: \pm 0,25 \%$, $t_k=10 \text{ } ^\circ\text{C}$	—	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,10 \%$	$\gamma: \pm 0,11 \%$
	от 0 до 500 кПа (k=2)	$\gamma: \pm 0,14 \%$	$\gamma: \pm 0,30 \%$	Метран-75 (4-20 мА)	$\gamma: \pm 0,075 \%$; $\gamma_{\text{доп}}: \pm(0,075+0,0375 \cdot k) \%$, $t_k=10 \text{ } ^\circ\text{C}$	2000PC	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,10 \%$	$\gamma: \pm 0,11 \%$
	от 0 до 1,6 МПа (k=1,88)	$\gamma: \pm 0,14 \%$	$\gamma: \pm 0,30 \%$						
	от 0 до 2,5 МПа (k=1,2)	$\gamma: \pm 0,14 \%$	$\gamma: \pm 0,26 \%$						
	от 0 до 2,5 МПа (k=1,2)	$\gamma: \pm 0,26 \%$	$\gamma: \pm 0,34 \%$						
ИК перепада давления	от 0 до 130 кПа (k=1,92)	$\gamma: \pm 0,14 \%$	$\gamma: \pm 0,20 \%$	Метран-150 (4-20 мА)	$\gamma: \pm 0,075 \%$; $\gamma_{\text{доп}}: \pm(0,02+0,03 \cdot k) \%$, $t_k=10 \text{ } ^\circ\text{C}$	—	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,10 \%$	$\gamma: \pm 0,11 \%$
	от 0 до 160 кПа (k=1,56)	$\gamma: \pm 0,14 \%$	$\gamma: \pm 0,19 \%$						
	от 0 до 200 кПа (k=1,25)	$\gamma: \pm 0,14 \%$	$\gamma: \pm 0,18 \%$						

Метрологические характеристики ИК ИС				Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК ИС					
				Первичные ИП		Вторичная часть ИК ИС			
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Границы допускаемой погрешности		Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной и дополнительной погрешности	Тип промежуточного ИП	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой погрешности	
		в нормальных условиях	в рабочих условиях					в нормальных условиях	в рабочих условиях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИК уровня	от 0 до 2100 мм	$\Delta: \pm 7,04$ мм	$\Delta: \pm 10,56$ мм	Магнитэк (4-20 мА)	$\Delta: \pm 3$ мм; $\Delta^{\text{доп}}: \pm 0,35$ мм, $\rho_k = 10$ кг/м ³ , $\gamma_A^{\text{доп}}: \pm 0,15$ %	2000РС	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,22$ %	$\gamma: \pm 0,23$ %
	от 0 до 1730 мм	$\Delta: \pm 5,74$ мм	$\Delta: \pm 5,83$ мм	ПМ (4-20 мА)	$\Delta: \pm 3,5$ мм; $\Delta^{\text{доп}}: \pm 0,2$ мм, $t_k = 10$ °С, $\gamma_A^{\text{доп}}: \pm 0,2$ %	—	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,10$ %	$\gamma: \pm 0,11$ %
ИК входных сигналов силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,10$ %	$\gamma: \pm 0,11$ %	—	—	—	AI 16 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,10$ %	$\gamma: \pm 0,11$ %
		$\gamma: \pm 0,22$ %	$\gamma: \pm 0,23$ %			2000РС		$\gamma: \pm 0,22$ %	$\gamma: \pm 0,23$ %
		$\gamma: \pm 0,13$ %	$\gamma: \pm 0,14$ %			ЛПА		$\gamma: \pm 0,13$ %	$\gamma: \pm 0,14$ %
ИК выходных сигналов силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,10$ %	$\gamma: \pm 0,11$ %	—	—	—	АО 08 011 (REGUL R500)	$\gamma: \pm 0,10$ %	$\gamma: \pm 0,11$ %

Примечания:

1 Предел допускаемой основной погрешности определяется по формуле: $\Delta = \Delta_{\text{ацп}} + \frac{\Delta_{\text{цан}} \cdot \Delta t}{\Delta I}$.

2 Предел допускаемой дополнительной погрешности определяется по формуле: $\Delta^{\text{доп}} = \left(\Delta_{\text{ацп}}^{\text{доп}} + \frac{\Delta_{\text{цан}}^{\text{доп}} \cdot \Delta t}{\Delta I} \right) \cdot \frac{\Delta t_{\text{ос}}}{t_k} + 0,5 \cdot \left(\Delta_{\text{ацп}} + \frac{\Delta_{\text{цан}} \cdot \Delta t}{\Delta I} \right)$.

3 В качестве характеристик погрешности ИК установлены границы допускаемой относительной погрешности ИК при доверительной вероятности, равной 0,95.

4 Приняты следующие обозначения:

k – коэффициент перенастройки, равный отношению максимального верхнего предела измерения к верхнему пределу измерения, на который настроен датчик;

γ – приведенная погрешность, % (нормирующим значением принята разность между максимальным и минимальным значениями диапазона

Метрологические характеристики ИК ИС				Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК ИС					
				Первичные ИП		Вторичная часть ИК ИС			
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Границы допускаемой погрешности		Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной и дополнительной погрешности	Тип промежуточного ИП	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой погрешности	
		в нормальных условиях	в рабочих условиях					в нормальных условиях	в рабочих условиях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
измерений); Δ – абсолютная погрешность, в единицах измеряемой величины; $\Delta_{\text{аип}}$ – абсолютная погрешность цифрового сигнала по протоколу HART, °C; $\Delta_{\text{цап}}$ – абсолютная погрешность аналогового сигнала постоянного тока цифро-аналогового преобразователя, °C; $\Delta_{\text{хс}}$ – абсолютная погрешность автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары, °C; $\gamma_{\text{доп}}$ – дополнительная приведенная погрешность, % (нормирующим значением принята разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений); $\gamma_{\text{А}}^{\text{доп}}$ – дополнительная приведенная погрешность к диапазону выходного аналогового сигнала погрешности преобразования измеренного значения уровня в выходной аналоговый сигнал), %; $\gamma_{\text{цап}}^{\text{доп}}$ – дополнительная приведенная погрешность аналогового сигнала постоянного тока цифро-аналогового преобразователя (нормирующим значением принята разность между максимальным и минимальным значениями диапазона преобразования), %; $\Delta^{\text{доп}}$ – дополнительная абсолютная погрешность, в единицах измеряемой величины; $\Delta_{\text{аип}}^{\text{доп}}$ – дополнительная абсолютная погрешность цифрового сигнала по протоколу HART, °C; $\Delta_{\text{цап}}^{\text{доп}}$ – дополнительная абсолютная погрешность аналогового сигнала постоянного тока цифро-аналогового преобразователя, °C; Δt – разность между верхним и нижним пределами диапазона преобразования, °C; ΔI – диапазон выходного аналогового сигнала постоянного тока, ($\Delta I = 16 \text{ мА}$); t – абсолютное значение температуры, °C, без учета знака; t_k – шаг температуры, с которой нормированы дополнительные погрешности, вызванные изменением температуры окружающего воздуха в диапазоне измеряемых температур, °C; ρ_k – шаг плотности рабочей жидкости, с которым нормированы дополнительные погрешности измерения уровня, вызванные отклонением плотности измеряемой среды от градуировочного значения, кг/м^3. 5 Приняты следующие сокращения: НСХ – номинальная статическая характеристика.									

Метрологические характеристики ИК ИС				Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК ИС					
				Первичные ИП		Вторичная часть ИК ИС			
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Границы допускаемой погрешности		Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной и дополнительной погрешности	Тип промежуточного ИП	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой погрешности	
		в нормальных условиях	в рабочих условиях					в нормальных условиях	в рабочих условиях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 Границы допускаемой основной погрешности ИК при доверительной вероятности $P=0,95$ рассчитывают по формулам: – абсолютная $\Delta_{ик}$, в единицах измеряемой величины: $\Delta_{ик} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{пп}^2 + \left(\gamma_{AI} \cdot \frac{X_v - X_n}{100} \right)^2},$ где $\Delta_{пп}$ – пределы основной абсолютной погрешности первичного ИП ИК, в единицах измеряемой величины; γ_{AI} – пределы допускаемой основной приведенной к диапазону погрешности вторичной части ИК, %; X_v – настроенный верхний предел измерений ИК, соответствующий значению силы постоянного тока 20 мА, в единицах измеряемой величины; X_n – настроенный нижний предел измерений ИК, соответствующий значению силы постоянного тока 4 мА, в единицах измеряемой величины. – приведенная $\gamma_{ик}$, %: $\gamma_{ик} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{пп}^2 + \gamma_{AI}^2},$ где $\gamma_{пп}$ – пределы допускаемой основной приведенной к диапазону погрешности первичного ИП ИК, %.									

Таблица А.2 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	RegulRTS
Номер версии (идентификационный номер) ПО среды исполнения	не ниже 3.5.6.1
Номер версии (идентификационный номер) ПО модулей ввода/вывода	не ниже 1.0.3.4
Цифровой идентификатор ПО	–