



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



М.п.

А.Д. Меньшиков

«08» февраля 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**МОДУЛИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ
SITRANS LT500**

Методика поверки

РТ-МП-6-449-2022

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на модули контроля уровня SITRANS LT500 (далее – модули) и устанавливает методику их первичной и периодических поверок.

1.2 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых модулей к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91) в соответствии с Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А».

1.3 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик применяется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения при поверке:	
		первичной	периодической
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка идентификации программного обеспечения средства измерений	9	Да	Нет
Определение приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразования сигналов постоянного электрического тока в значение уровня (дистанции)	10.1	Да	Да
Определение приведенной (к диапазону воспроизведений) погрешности воспроизведений сигналов постоянного электрического тока	10.2	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки с демонтажем (в условиях лаборатории) соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от +15 °С до +35 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха: от 20 % до 80 %;
- атмосферное давление: от 84 кПа до 106 кПа;

3.2 При проведении поверки без демонтажа (на месте эксплуатации) соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от +5 °С до +40 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха: до 85 %;
- атмосферное давление: от 84 кПа до 106 кПа;
- осадки не допускаются.

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются специалисты:

- изучившие руководство по эксплуатации СИ и эксплуатационную документацию

используемых средств поверки и вспомогательного оборудования;
 – изучившие настоящую методику поверки;
 – прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке и имеющие группу по технике электробезопасности не ниже третьей.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2. Вспомогательные средства поверки указаны в таблице 3.

Т а б л и ц а 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование средства поверки	Требуемые метрологические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений (диапазон)	Пределы допускаемой погрешности	
10.1	Калибратор сигналов постоянного тока	от 0 до 20 мА	$\pm 0,1 \%$	Калибратор многофункциональный МС5-R (Рег. № 22237-02)
10.2	Миллиамперметр	от 0 до 20 мА	$\pm 0,1 \%$	Вольтметр универсальный В7-78/1 (Рег. № 52147-12)

Т а б л и ц а 3 – Вспомогательные средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование средства поверки	Требуемые метрологические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений (диапазон)	Пределы допускаемой погрешности	
10.1 – 10.2	Барометр	от 80 до 106 кПа	$\pm 0,2$ кПа	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 (Рег. № 5738-76)
10.1 – 10.2	Термогигрометр	Температура от 0 до $+50$ °С; относительная влажность от 15 % до 85 %	$\pm 0,5$ °С $\pm 2,5 \%$	Прибор комбинированный Testo-610 (Рег. № 38735-08)

5.2 Вместо указанных в таблицах 2 и 3 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо выполнить следующие требования безопасности:

- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъемные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на поверяемое средство измерений, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование;
- поверитель должен соблюдать правила пожарной безопасности, действующие на предприятии.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра средства измерений проверить:

- маркировка модуля должна соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации. Целостность маркировочной таблички не должна быть нарушена;
- заводской номер, идентифицирующий каждый экземпляр средства измерений, должен быть указан на маркировочной табличке и в паспорте в виде буквенно-цифрового обозначения;
- контакты разъемов чистые и не имеют следов коррозии;
- корпус модуля не имеет механических повреждений, влияющих на его работоспособность;
- окно индикатора чистое и не имеет дефектов, препятствующих правильному считыванию показаний.

7.2 Результат проверки по данному пункту считать положительным, если отсутствуют дефекты, влияющие на работу модуля; маркировка в наличии, сохранена и соответствует данным, указанным в эксплуатационной документации; разъемы чистые и механически исправны.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Подготовить к работе основные и вспомогательные средства поверки, применяемые при поверке модуля, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

Подготовить модуль к работе в соответствии с указаниями, изложенными в его эксплуатационной документации.

Подключить эталонные средства измерений в соответствии со схемой подключения, приведенной в Приложении А.

При поверке модуля в условиях лаборатории, перед началом поверки необходимо выдержать его в течение одного часа в помещении, где будет проводиться поверка.

Переписать из настроек модуля всю информацию, которая будет изменяться в процессе поверки, для возможности ее последующего восстановления.

Записать в модуль настройки, необходимые для поверки:

- в разделе меню прибора «Настройка», в подменю «Датчик» выбрать тип датчика «Общий (4...20 мА)»;
- в том же подменю «Датчик» модуля, в разделе «Калибровка», установить следующие значения:
 - «Нижняя точка калибровки» = 0 мм;
 - «Верхняя точка калибровки» = 20000 мм;
 - «Ток в нижней точке калибровки» = 4.0 мА;
 - «Ток в верхней точке калибровки» = 20.0 мА;
 - «Нижний уровень» = 4000.0 мм;
 - «Верхний уровень» = 20000.0 мм;
 - остальные параметры в меню «Калибровка» установить равными 0.
- в разделе меню модуля «Настройка», в подменю «Значения параметров процесса», установить единицы измерений уровня – в «мм»;
- в том же подменю «Значения параметров процесса», установить требуемое количество десятичных разрядов (2 или 3);
- выйти из меню модуля кнопкой «◀» и кнопкой «▼» перейти из рабочего окна «Вид 1» в рабочее окно «Вид 2»;

При необходимости – провести градуировку токового входа модуля.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании определить работоспособность модуля в соответствии со следующими критериями:

- при включении прибора, на его экране должна сначала отображаться информация о версии ПО, а затем отображаться текущая измерительная информация;

- при нажатии на кнопки лицевой панели «▲» или «▼» должно происходить переключение между рабочими информационными окнами в рабочем режиме;
 - при нажатии на кнопки лицевой панели «▶» или «◀» должен происходить вход или выход из меню прибора;
 - подключенный к аналоговому выходу миллиамперметр (вольтметр универсальный) должен отображать текущее значение сигнала постоянного тока (при активированном в настройках аналоговом выходе);
 - при изменении входного аналогового сигнала или изменении уровня на подключенном уровнемере, сигнал постоянного тока на выходе модуля должен изменяться пропорционально.
- Допускается совместить данный пункт с п.п.10.1 – 10.2 настоящей методики поверки.
- 8.2.2 Результат поверки по данному пункту считать положительным, если условия, перечисленные в п.п.8.2.1, выполняются.

9 Проверка идентификации программного обеспечения средства измерений

Проверку идентификации программного обеспечения (ПО) провести в следующей последовательности:

- если модуль был включен – выключить его;
- включить модуль;
- переписать идентификационные данные ПО, во время включения, с экрана модуля в протокол поверки.

Результат проверки считать положительным, если идентификационные данные совпадают с данными, указанными в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V1.01.00

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

- При проведении поверки следует руководствоваться следующими общими критериями:
- первичной поверке подвергаются все аналоговые входы и выходы модуля.
 - при периодической поверке, поверке подвергаются только те входы и выходы, которые используются при эксплуатации модуля.

Проведение поверки модулей осуществляется в условиях лаборатории (с демонтажем) и на месте эксплуатации (без демонтажа).

10.1 Определение метрологических характеристик в условиях лаборатории (с демонтажем)

10.1.1 Определение приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразования сигналов постоянного электрического тока в значение уровня (дистанции)

Определение приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразования сигналов постоянного электрического тока в значение уровня (дистанции) провести при помощи калибратора сигналов постоянного тока.

Поверку провести в следующей последовательности:

- подключить калибратор к соответствующему входу модуля в соответствии с эксплуатационной документацией или Приложением А;
- перейти из рабочего окна «Вид 1» в рабочее окно «Вид 2», на котором отображаются показания дистанции;
- последовательно подать на вход модуля значения сигналов постоянного тока: 4, 12 и 20 мА;

Примечание – Питание уровнемера всегда обеспечивается модулем SITRANS LT500, т.е. аналоговый вход модуля всегда активен.

- после подачи сигнала необходимо выдержать паузу в 15 – 20 секунд и затем зафиксировать измеренное значение дистанции $L_{изм.i}$, мм;

– для каждого значения сигнала постоянного тока зафиксировать не менее двух измерений в течение не менее одной минуты.

Результаты поверки занести в протокол (Приложение Б).

10.1.2 Определение приведенной (к диапазону воспроизведений) погрешности воспроизведений сигналов постоянного электрического тока

Определение приведенной (к диапазону воспроизведений) погрешности воспроизведений сигналов постоянного электрического тока проводить при помощи миллиамперметра (универсального вольтметра).

Поверку провести в следующей последовательности:

- подключить универсальный вольтметр к соответствующему выходу модуля в соответствии с эксплуатационной документацией или Приложением А;
- в разделе меню модуля «Настройка», в подменю «Входы-выходы», в настройках соответствующего токового выхода, выбирается «Шкала контурного тока» = 0 – 20 мА;
- в разделе меню модуля «Настройка», в подменю «Техническое обслуживание», выбрать подменю «Моделирование». В этом подменю надо выбрать подменю «Входы-выходы», а в нем выбрать соответствующий аналоговый выход;
- в выбранном аналоговом выходе необходимо активировать «Режим моделирования»;
- далее, в этом же подменю аналогового выхода, в подменю «Значение моделирования» задать последовательно следующие значения сигналов постоянного тока: 0.1, 4, 12 и 20 мА;
- после задания сигнала необходимо выдержать паузу в 15 – 20 секунд и затем зафиксировать измеренное значение тока $I_{эм.і}$, мА, по универсальному вольтметру;
- для каждого значения сигнала постоянного тока зафиксировать не менее двух измерений в течение одной минуты.

Результаты поверки занести в протокол (Приложение Б).

10.2 Определение метрологических характеристик на месте эксплуатации (без демонтажа)

Определение метрологических характеристик модулей на месте эксплуатации (без демонтажа) проводить при помощи калибратора сигналов постоянного тока и миллиамперметра (вольтметра универсального). Определение метрологических характеристик проводить только для используемых каналов аналоговых входов/выходов модулей. Для цифровых входов и выходов (в том числе с протоколом HART) определение метрологических характеристик не проводится.

10.2.1 Определение приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразования сигналов постоянного электрического тока в значение уровня (дистанции) проводить при помощи калибратора сигналов постоянного тока в соответствии с п.п.10.1.1, предварительно зафиксировав исходные настройки модуля.

Результаты поверки занести в протокол (Приложение Б).

10.2.2 Определение приведенной (к диапазону воспроизведений) погрешности воспроизведений сигналов постоянного электрического тока проводить при помощи вольтметра универсального в соответствии с п.п.10.1.2, предварительно зафиксировав исходные настройки модуля.

Результаты поверки занести в протокол (Приложение Б).

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1.1 результатов измерений рассчитать приведенную (к диапазону измерений) погрешность преобразования сигналов постоянного электрического тока в значение уровня (дистанции) γ_{Li} , %, по формуле

$$\gamma_{Li} = \frac{L_{изм.і} - L_{эм.і}}{L_{max} - L_{min}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $L_{изм.і}$ – значение дистанции по поверяемому модулю, мм;
 $L_{эм.і}$ – расчетное значение дистанции, мм;

L_{\max} – наибольшее значение диапазона измеряемой дистанции, мм;

L_{\min} – наименьшее значение диапазона измеряемой дистанции, мм.

Расчетное значение дистанции $L_{эм.і}$, мм, вычислить по формуле

$$L_{эм.і} = \left[\left(\frac{I_{эм.і} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \right) \cdot (L_{\max} - L_{\min}) \right] + L_{\min}, \quad (2)$$

где $I_{эм.і}$ – значение сигнала постоянного тока, заданное при помощи эталона, мА;

I_{\min} – наименьшее значение диапазона сигнала постоянного тока, мА;

I_{\max} – наибольшее значение диапазона сигнала постоянного тока, мА.

Рассчитать среднее арифметическое значение приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразования сигналов постоянного электрического тока в значение уровня (дистанции) γ_L , %, по формуле

$$\gamma_L = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_{Li}. \quad (3)$$

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если наихудшее среднее арифметическое значение приведенной (к диапазону измерений) погрешности преобразования сигналов постоянного электрического тока в значение уровня (дистанции) не превышает значений, указанных в таблице 5.

11.2 Для полученных в пункте 10.1.2 результатов измерений рассчитать приведенную (к диапазону воспроизведений) погрешность воспроизведений сигналов постоянного электрического тока γ_{li} , %, по формуле

$$\gamma_{li} = \frac{I_{зад.і} - I_{эм.і}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $I_{зад.і}$ – значение сигнала постоянного тока, заданное на поверяемом модуле, мА;

$I_{эм.і}$ – значение сигнала постоянного тока, измеренное эталоном, мА;

Рассчитать среднее арифметическое значение приведенной (к диапазону воспроизведений) погрешности воспроизведений сигналов постоянного электрического тока γ_l , %, по формуле (3).

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если наихудшее среднее арифметическое значение приведенной (к диапазону воспроизведений) погрешности воспроизведений сигналов постоянного электрического тока не превышает значений, указанных в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений сигнала постоянного электрического тока, мА	от 4 до 20
Диапазон воспроизведений сигнала постоянного электрического тока, мА	от 4 до 20; от 0 до 20
Допускаемая приведенная (к диапазону измерений) погрешность преобразования сигналов постоянного электрического тока в значение уровня (дистанции) ¹⁾ , %	±0,5
Допускаемая приведенная (к диапазону воспроизведений) погрешность воспроизведений сигналов постоянного электрического тока, %	±0,5

¹⁾ Диапазон измерений зависит от применяемого уровнемера.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки заносят в протокол (Приложения Б). В протоколе должны быть отражены результаты поверки по всем соответствующим пунктам настоящей методики поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

12.4 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

Разработано:

Начальник лаборатории № 449



В.И. Беда

Главный специалист по метрологии лаборатории № 449



Н.В. Салунин

Типовые схемы подключения
модуля контроля уровня SITRANS LT500 к эталонным приборам

1. Аналоговый вход

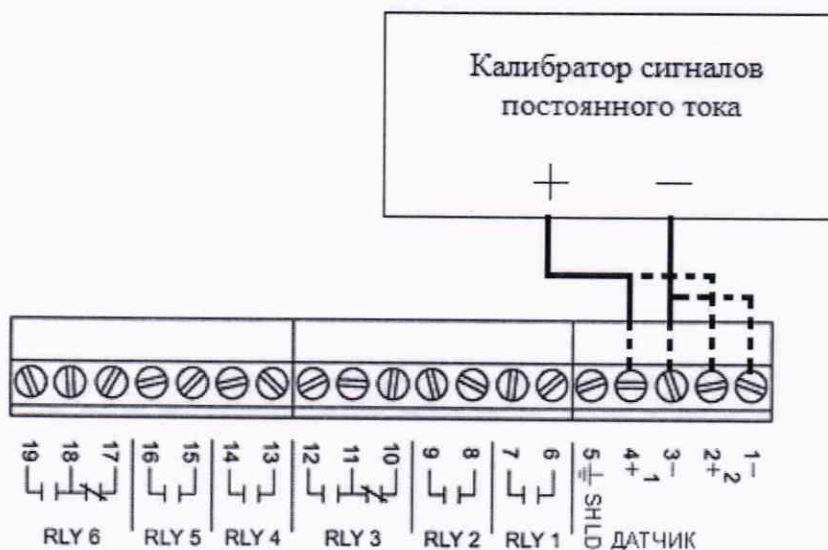


Рисунок А.1 – Подключение аналоговых входов

- Примечания:
1. Питание уровнемера всегда обеспечивается модулем SITRANS LT500, т.е. аналоговый вход модуля всегда активен.
 2. Дополнительный резистор с сопротивлением 250 Ом не требуется.
 3. Не допускается параллельное подключение аналоговых входов.

2. Аналоговый выход

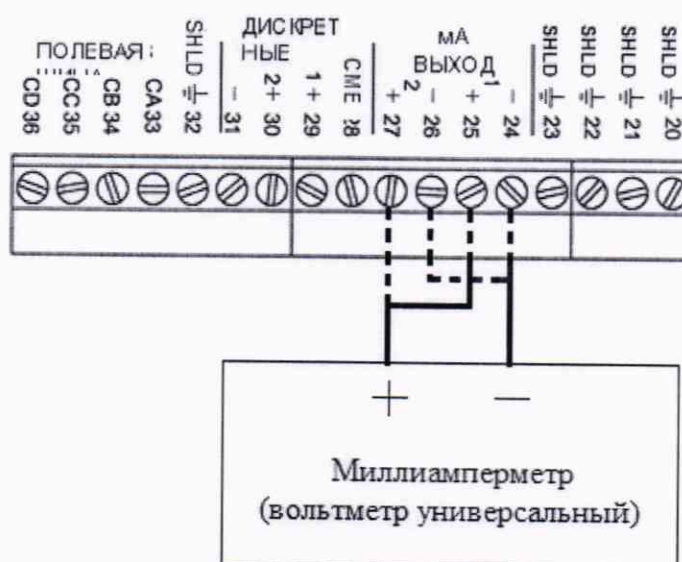


Рисунок А.2 – Подключение аналоговых выходов

- Примечания:
1. Дополнительный резистор с сопротивлением 250 Ом не требуется.
 2. Не допускается параллельное подключение аналоговых входов.

ПРИМЕР
ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от «___» _____ 20__ г.

Вид поверки:	Первичная / Периодическая
Наименование, тип (модификация) средства измерений, регистрационный номер в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений:	
Основные метрологические характеристики СИ:	
Заводской номер:	
Наименование документа, на основании которого выполнена поверка:	

Условия проведения поверки:

Температура окружающего воздуха, °С	
Относительная влажность воздуха, %	
Атмосферное давление, кПа	
Применяемые эталоны:	

Результаты поверки:

Внешний осмотр: Соответствует / Не соответствует

Опробование: Соответствует / Не соответствует

Таблица 1 – Идентификационные данные

Наименование	Значение
Номер версии (идентификационный номер) ПО	

Таблица 2.1 – Определение приведенной погрешности измерений постоянного тока

Заданный ток, $I_{эт}$	Дистанция по прибору, $L_{изм}$	Ток по прибору, $I_{изм}$	Приведен. погрешн., γ_1	Приведен. погрешн. средняя, $\gamma_{ср}$	Допуск, $\gamma_{доп}$
мА	мм	мА	%	%	%
4					±0,5
12					±0,5
20					±0,5

Таблица 2.2 – Определение приведенной погрешности воспроизведений постоянного тока

Заданный ток, $I_{зад}$	Ток по эталону, $I_{эт}$	Приведен. погрешн., γ_1	Приведен. погрешн. средняя, $\gamma_{ср}$	Допуск, $\gamma_{доп}$
мА	мА	%	%	%
0.1				$\pm 0,5$
4				$\pm 0,5$
12				$\pm 0,5$
20				$\pm 0,5$

Заключение: _____

Поверитель: _____