

ИЗМЕРИТЕЛЬ ТОКА 4-20 мА ТРЕХКАНАЛЬНЫЙ ЭНИ-751

*** Паспорт**

*** Руководство по эксплуатации**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 НАЗНАЧЕНИЕ	3
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	3
3 КОМПЛЕКТНОСТЬ	6
4 МАРКИРОВКА	6
6 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ	7
7 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	7
8 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ	7
9 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ.....	7
10 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ.....	13
11 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВКЕ.....	14
12 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	14
13 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ	14
ПРИЛОЖЕНИЕ А	15

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Астана+7(77172)727-132, Волгоград(844)278-03-48, Воронеж(473)204-51-73, Екатеринбург(343)384-55-89,
Казань(843)206-01-48, Краснодар(861)203-40-90, Красноярск(391)204-63-61, Москва(495)268-04-70,
Нижегород(831)429-08-12, Новосибирск(383)227-86-73, Ростов-на-Дону(863)308-18-15,
Самара(846)206-03-16, Санкт-Петербург(812)309-46-40, Саратов(845)249-38-78, Уфа(347)229-48-12

eni.nt-rt.ru || enr@nt-rt.ru

ВВЕДЕНИЕ

Паспорт, руководство по эксплуатации (в дальнейшем ПС) содержит технические данные, правила по эксплуатации, описание принципа работы и устройства измерителя тока трех-канального ЭНИ-751 (в дальнейшем ЭНИ-751), а также сведения об его приемке и упаковке.

1 НАЗНАЧЕНИЕ

ЭНИ-751 предназначен для:

- независимого измерения силы постоянного тока трех различных источников, имеющих диапазон выходных токов в пределах 4...20 мА;
- преобразования измеряемого значения в цифровой код;
- передачи кодов измеренных значений через интерфейс RS-485 по протоколу MODBUS на функциональное оборудование потребителя;
- контроля обрыва измерительной токовой петли.

ЭНИ-751 может применяться в различных отраслях промышленности в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

ЭНИ-751 имеет в составе три идентичных измерительных гальванически связанных между собой канала. Диапазон значений входного тока для всех каналов 4...20 мА. Входное сопротивление каждого канала 49,9 Ом. ЭНИ-751 имеет встроенную гальваническую развязку между входными электрическими цепями, линиями интерфейса RS-485 и источником питания.

Конфигурирование ЭНИ-751 возможно с персонального компьютера (далее - ПК) с помощью программы обмена данными, программируемого логического контроллера ЭНИ-750 или любого другого функционального устройства через интерфейс RS-485 по протоколу MODBUS.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1 ЭНИ-751 имеет в своем составе три идентичных измерительных гальванически связанных между собой канала.

- Диапазон значений входного тока для всех каналов 4...20 мА.
- Входное сопротивление каждого канала 49,9 Ом.

2.2 ЭНИ-751 имеет гальваническую развязку между входными электрическими цепями, линиями интерфейса RS-485 и источником питания.

2.3 ЭНИ-751 предназначен для эксплуатации при температуре окружающей среды от минус 10 до плюс 50 °С.

2.4 ЭНИ-751 имеет общепромышленное исполнение.

2.5 ЭНИ-751 относится к невосстанавливаемым на месте эксплуатации изделиям. Ремонт производится в условиях предприятия-изготовителя.

2.6 ЭНИ-751 является микропроцессорным прибором. Установка конфигурации ЭНИ-751 (разрешение канала, частота измерений канала, разрешение контроля обрыва) осуществляется потребителем на месте его использования. Количество переустановок конфигурации неограниченно.

Конфигурирование ЭНИ-751 возможно с помощью ПК, программируемого логического контроллера ЭНИ-750 или любого другого устройства через интерфейс RS-485.

2.7 Допустимый диапазон изменения напряжения питания 8...48 В.

2.8 Во входные цепи ЭНИ-751 и линии интерфейса RS-485 установлены защитные варисторы.

2.9 ЭНИ-751 по ГОСТ 14254 соответствует степени защиты: IP20.

2.10 Конструктивно ЭНИ-751 выполнен в корпусе, предназначенном для монтажа на рейку DIN (35 мм).

2.11 Габаритные размеры: 70x87x59 мм.

2.12 Масса не более 150 г.

2.13 Время установления рабочего режима (предварительный прогрев) составляет не более 15 минут.

2.14 Время установления, в течение которого измеренное значение входит в зону предела допускаемой основной приведенной погрешности, не более 1 секунды.

2.15 Дополнительные погрешности, вызванные:

- изменением температуры окружающего воздуха от номинальной до любой температуры в пределах рабочих температур (п. 2.3) на каждые 10 °С изменения температуры не должен превышать предела допускаемой основной приведенной погрешности - для ЭНИ-751;

- изменением выходного напряжения источника питания (п. 2.7) не более $\pm 0,1$ % от диапазона выходного сигнала при номинальном сопротивлении нагрузки.

2.16 Метрологические и технические характеристики ЭНИ-751 указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические и технические характеристики ЭНИ-751

№	Наименование параметра и единицы измерения	Значение параметра
1	Количество каналов измерений	3
2	Диапазоны входного унифицированного сигнала силы постоянного тока, мА	От 4 до 20
3	Входное сопротивление каждого канала измерения, Ом	49,9
4	Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах рабочего диапазона температур, не более	Предела допускаемой основной приведенной погрешности
5	Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной воздействием повышенной влажности, не более	Предела допускаемой основной приведенной погрешности
6	Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от номинального в рабочем диапазоне, не более	Предела допускаемой основной приведенной погрешности
7	Диапазон напряжения питания (постоянный ток), В	От 8 до 48
8	Потребляемая мощность, Вт, не более	2
9	Габаритные размеры, мм, не более	70×87×59
10	Масса, г, не более	150
11	Средний срок службы, лет	12
12	Время установления рабочего режима, мин., не более	15
13	Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения тока от 4 до 20 мА, % от измеряемой величины	$\pm 0,1$

2.17 ЭНИ-751 монтируется на DIN-рейку. После чего необходимо осуществить подключение источников тока к разъемам XT1...XT3 (Рисунок 1), соблюдая полярность, а также подключить кабель сети интерфейса RS-485 в соответствии с рисунком 2.

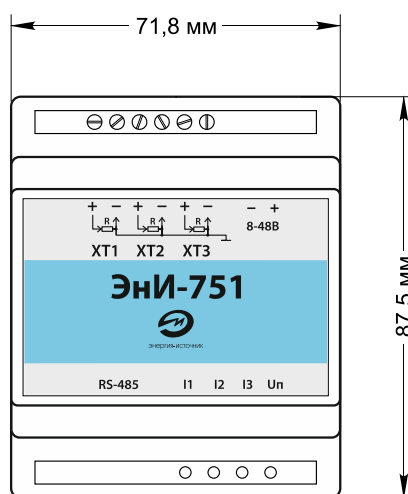


Рисунок 1 – Внешний вид и габаритные размеры ЭНИ-751

На рисунке 2 приведен пример подключения ЭНИ-751 непосредственно к ПК при помощи преобразователя интерфейсов ЭНИ-402. Данный тип подключения используется при калибровке и поверке ЭНИ-751, а также может быть использован при необходимости непосредственного подключения ЭНИ-751 к ПК (без использования программируемых логических контроллеров, например, ЭНИ-750).

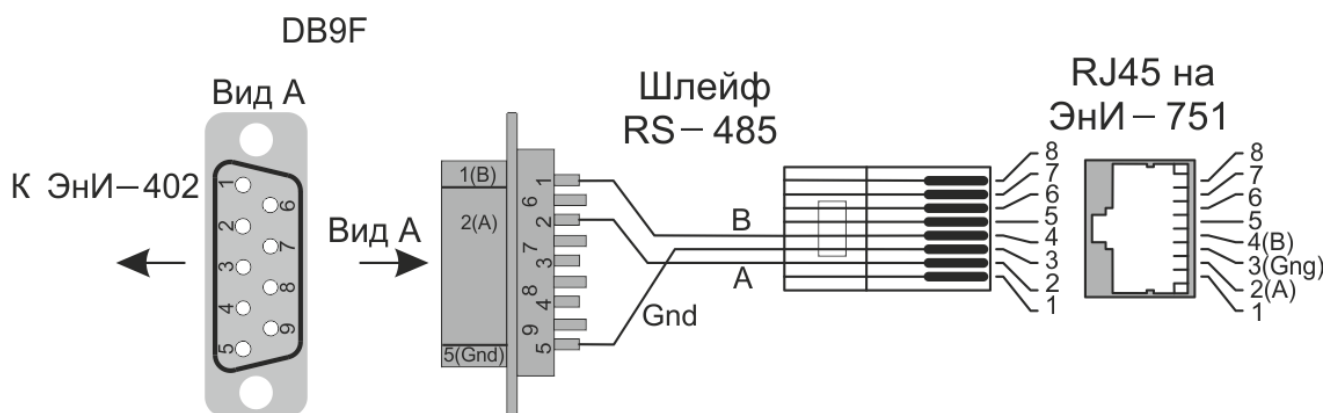


Рисунок 2 – Пример распайки кабеля интерфейса RS-485 для подключения к ЭНИ-402

2.18 Осуществив подключения сигнальных и интерфейсных цепей необходимо подключить к ЭНИ-751, соблюдая полярность (как показано на лицевой панели ЭНИ-751), источник питающего напряжения. После подачи питающего напряжения (8...48 В) ЭНИ-751 полностью готов к работе, о чем сигнализируют светодиоды, обозначенные на лицевой панели – «Un» и «I1», «I2», «I3» (при условии, что соответствующий токовый канал включен).

2.19 Обмен данными ЭНИ-751 по интерфейсу RS-485 осуществляется в соответствии с протоколом MODBUS RTU. Описание доступных регистров, протокола MODBUS RTU, а также формата кадра при обмене данными с ЭНИ-751 приведены в Приложении А.

2.20 Отключение ЭНИ-751 производится в обратной последовательности. То есть сначала необходимо отключить источник питающего напряжения, а затем уже источники токовых сигналов и линию интерфейса RS-485.

3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки должен соответствовать перечню таблицы 2.

Таблица 2 – Комплект поставки ЭНИ-751

Наименование или условное обозначение	Обозначение	Кол-во шт.	Примечание
ЭНИ-751	ЭИ.183.00.000	1	
Паспорт, руководство по эксплуатации	ЭИ.183.00.000ПС	1	
Кабель сопряжения	ЭИ.183.00.000ДО	1	Поставка по отдельному заказу

4 МАРКИРОВКА

4.1 Маркировка ЭНИ-751 выполняется в соответствии с ГОСТ Р 51330.0, ГОСТ Р 51330.10 и содержит следующие надписи:

- наименование предприятия-изготовителя;
- наименование ЭНИ-751;
- знак утверждения типа ЭНИ-751;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- года выпуска.

4.2 У мест присоединения внешних электрических цепей ЭНИ-751 нанесены надписи - позиционные обозначения разъемов.

4.3 На лицевой панели маркируется условное обозначение ЭНИ-751.

4.4 На транспортной таре в соответствии с ГОСТ 14192 выполнены несмываемой краской основные, дополнительные и информационные надписи, а также манипуляционные знаки, соответствующие наименованию знаков «Хрупкое – осторожно!», «Верх».

4.5 На потребительскую тару наклеена этикетка, содержащая:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение ЭНИ-751;
- год выпуска.

4.6 На ЭНИ-751 и потребительской таре возможны дополнительные надписи и обозначения. Транспортная маркировка должна соответствовать ГОСТ 14192 и должна содержать основные, дополнительные и манипуляционные знаки № 1, 3, 11, 16.

5 УПАКОВКА

5.1 Категория упаковки соответствует КУ1 по ГОСТ 23170.

5.2 ЭНИ-751 упакованы в коробки из коробочного картона или ящики из гофрированного картона по чертежам завода-изготовителя, в соответствии с ГОСТ 12301 и ГОСТ 9142, а затем в ящики типа IV или VI по ГОСТ 5959. При транспортировании в контейнерах ЭНИ-751 упакованы в коробки или ящики из картона. При транспортировании в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы ЭНИ-751 упакованы в коробки из картона, а затем в ящики типа III по ГОСТ 2991, или типа VI по ГОСТ 5959 при отправке в контейнерах.

5.3 Масса брутто не превышает 35 кг.

5.4 Вариант защиты ПИТВЗ-10, вариант внутренней упаковки ВУ-5 по ГОСТ 9.014.

5.5 В каждое грузовое место вложен упаковочный лист, содержащий данные:

- условное обозначение ЭНИ-751;

- количество ЭНИ-751;
- порядковые номера ЭНИ-751 по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- количество мест в партии;
- подпись или штамп ответственного за упаковывание и штамп ОТК.

5.6 Упаковывание ЭНИ-751 производится в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от 15 до 40 °С и относительной влажности до 80 % при отсутствии агрессивных примесей.

5.7 Упаковывание ЭНИ-751 производится в соответствии с чертежами и инструкциями, разработанными предприятием-изготовителем. Упаковка обеспечивает сохранность ЭНИ-751 при хранении и транспортировании от всякого рода повреждений при воздействии ударных нагрузок и климатических факторов на весь период транспортирования и хранения.

5.8 Эксплуатационная документация уложена в пакеты из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354 и упакована вместе с изделием.

6 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

6.1 При получении ящиков с ЭНИ-751 необходимо установить сохранность тары. В случае ее повреждения следует составить акт и обратиться с рекламацией к транспортным организациям.

6.2 В зимнее время ящики с ЭНИ-751 распаковать в отапливаемом помещении не менее чем через 8 часов после внесения их в помещение.

6.3 Проверить комплектность в соответствии с паспортом на ЭНИ-751.

6.4 Рекомендуются сохранять паспорт, который является юридическим документом при предъявлении рекламации предприятию-изготовителю или поставщику.

7 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 Не разрешается работать обслуживающему персоналу без проведения инструктажа по технике безопасности.

7.2 Подключение ЭНИ-751 должно осуществляться при выключенном питании.

7.3 По степени защиты человека от поражения электрическим током ЭНИ-751 относится к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0.

7.4 ЭНИ-751 удовлетворяет требованиям пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.

8 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

8.1 ЭНИ-751 в упаковке транспортируются всеми видами транспорта, в том числе воздушным транспортом в отапливаемых герметизированных отсеках, в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на каждом виде транспорта.

8.2 Условия транспортирования должны соответствовать условиям 5 по ГОСТ 15150.

8.3 Условия хранения ЭНИ-751 в транспортной таре должны соответствовать условиям 5 по ГОСТ 15150.

9 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

9.1. Поверку ЭНИ-751 проводят органы Государственной метрологической службы или метрологическая служба потребителя, имеющая право поверки. Требования к поверке, порядок и основные этапы проведения определяются ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения».

9.2. Интервал между поверками составляет два года.

9.3. Средства поверки:

- калибратор-измеритель ИКСУ-2000, класс точности А по МП НКГЖ.408741.001РЭ;
- ПК с установленной операционной системой Windows XP и сервисной программой E751, используется в качестве средства конфигурирования ЭИИ-751 и визуализации измеренных значений (далее цифровой выход), а также предоставляет сервисные функции при проведении поверок.

Допускается применение другого оборудования, прошедшего аттестацию, имеющего соответствующие технические характеристики, не хуже указанных.

9.4. Требования к квалификации поверителей.

Поверка ЭИИ-751 осуществляется физическим лицом, аттестованным в качестве поверителя в соответствии с ПР 50.2.012-94. К поверке ЭИИ-751 допускают лиц, изучивших эксплуатационную документацию, средства поверки и настоящую методику поверки ЭИ.183.00.000ПС, а также имеющих опыт поверки средств измерений, прошедших инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

9.5. Условия поверки.

Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха плюс $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха 30...80 %;
- атмосферное давление 84...106 кПа;
- напряжение питания 8...48 В;
- внешние электрические и магнитные поля должны либо отсутствовать, либо находится в пределах, не влияющих на характеристики измерителя.

Время выдержки ЭИИ-751 после включения питания перед началом испытаний не менее 10 минут.

9.6. Проведение поверки.

Поверка включает в себя:

- внешний осмотр ЭИИ-751;
- определение допускаемой основной приведенной погрешности цифрового выхода.

9.7. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре измерителя проверить:

- наличие маркировки;
- отсутствие внешних повреждений;
- состояние клемм и разъемов.

Эксплуатация с механическими повреждениями корпуса, соединений, наличием загрязнений между контактами не допускается.

9.8. Определение допускаемой основной приведенной погрешности производится в 5 поверяемых значениях входного тока 4, 8, 12, 16, 20 мА. Результатом является максимальное значение погрешности в поверяемых точках.

9.8.1. Собрать схему, изображенную на рисунке 3. ЭИИ-751 и преобразователь интерфейса ЭИИ-402 соединяются шлейфом RJ45 - DB9F.

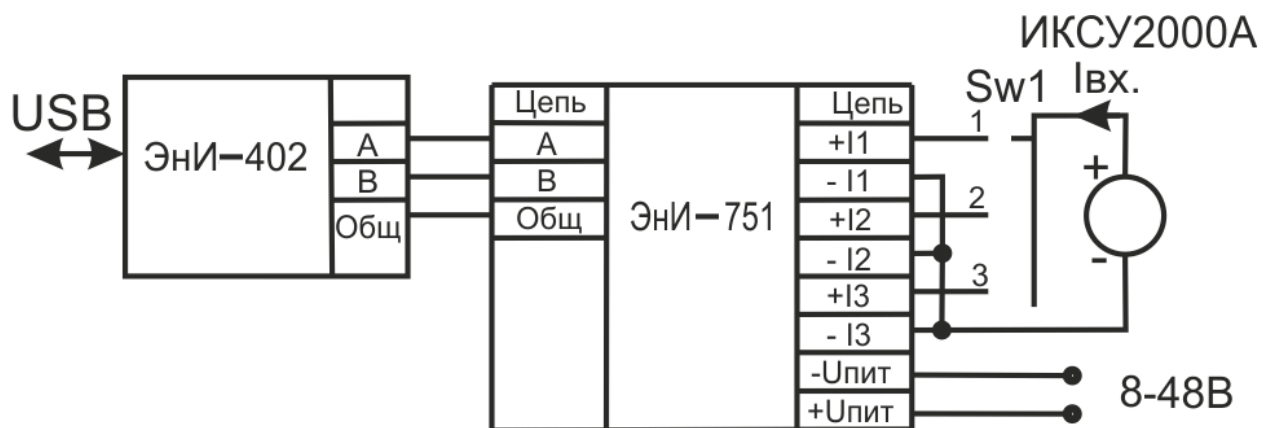


Рисунок 3 – Схема для проведения поверки ЭНИ-751

9.8.2. Подключить преобразователь интерфейса ЭНИ-402 посредством кабеля USB–miniUSB к свободному USB порту ПК с установленной ОС Windows XP.

9.8.3. Для проведения поверки на ПК в ОС Windows XP должны быть установлены драйверы виртуального COM-порта (см. руководство на ЭНИ-402) и запущена программа измерения и поверки E751 (Рисунок 4).

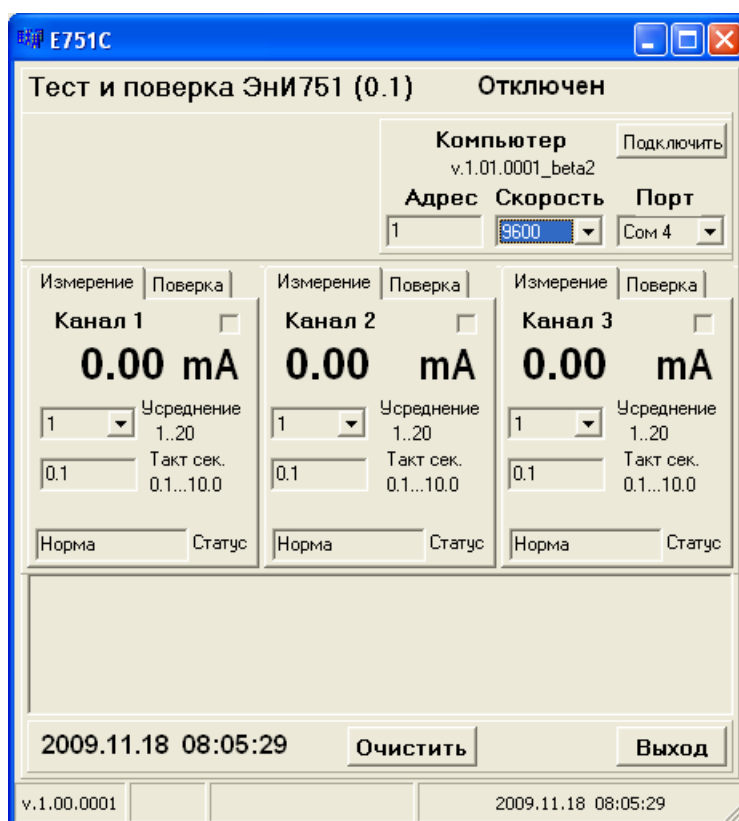


Рисунок 4 – Программа поверки ЭНИ-751

9.8.4. До установления контакта программы с ЭНИ-751 («подключение») доступны для изменения только 4 поля программы E751: «Адрес», «Скорость», «Порт» и кнопка «Подключить». Остальные панели становятся доступными после успешного подключения. Заводские установки ЭНИ-751: адрес=1, скорость=9600. После подсоединения ЭНИ-402 к порту

USB выберите в поле «Порт» программы E751 COM-порт, к которому подключился ЭНИ-402 (можно посмотреть \Панель управления\Система\Оборудование\Диспетчер Устройств\Порты\USB Serial Port (ComX)), на рисунке 4 это Com4. Нажмите кнопку «Подключить». Если ЭНИ-751 исправен, все соединения сделаны корректно, установлены драйверы и правильно выбран COM-порт, произойдет подключение программы к ЭНИ-751 (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Внешний вид программы после подключения ЭНИ-751

9.8.5. Рекомендуется для проведения поверки установить параметры измерения в соответствии с рисунком 5:

- усреднение – 1;
- такт измерения – 0,1.

Установка значений параметров отличных от рекомендуемых не влияет на рассчитываемое значение погрешности, но увеличивает время проведения поверки.

9.8.6. Установить переключатель SW1 (Рисунок 3) в положение 1 (канал 1).

9.8.7. При помощи прибора ИКСУ-2000 задать значение входного тока подключенного канала равным 4 мА, нажать кнопку «Старт» на вкладке «Поверка» (Рисунок 6) подключенного канала в окне компьютерной программы. На кнопке индицируется текущая поверочная точка (Рисунок 7). Начинается процесс измерения и расчета погрешности для заданного значения входного тока (время измерения погрешности не более 10 с при рекомендуемых установках параметров измерения). После завершения процесса измерения на вкладке «Поверка» фиксируется результат измерения и появляется результат расчета погрешности измерения тока. Надпись на стартовой кнопке указывает на следующую поверочную точку (Рисунок 8).

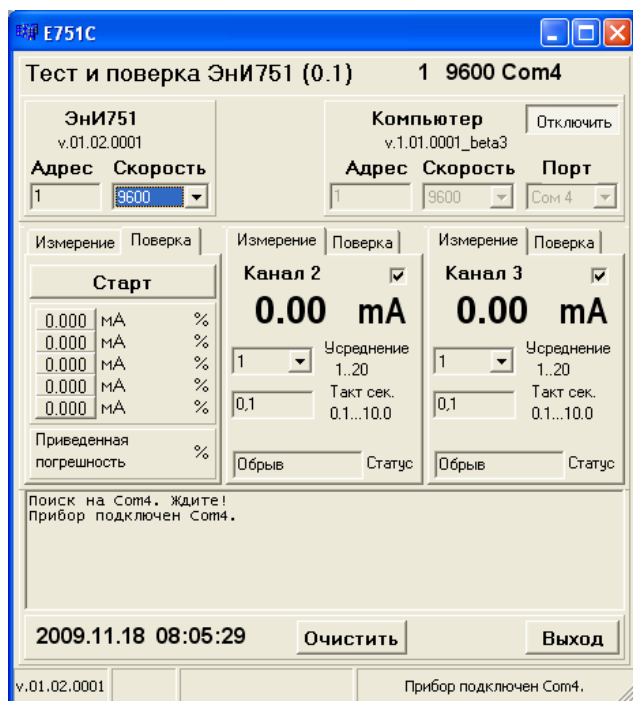


Рисунок 6 – Начало поверки ЭНИ-751

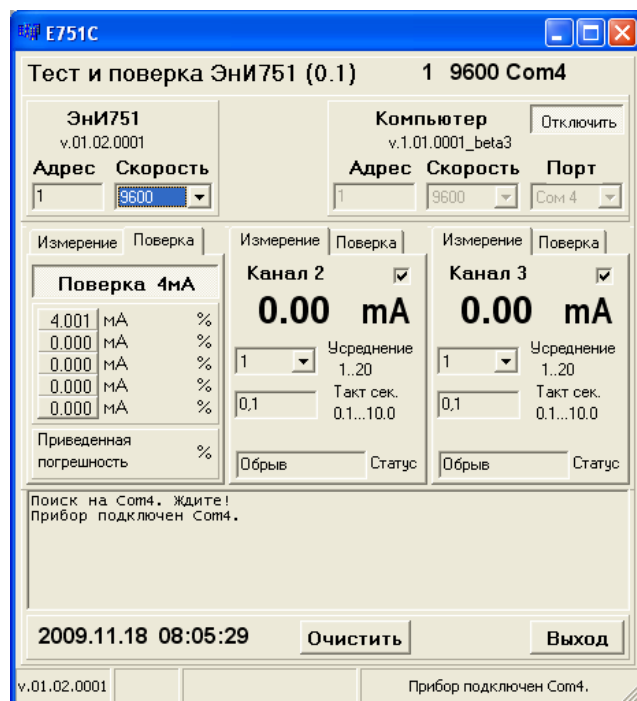


Рисунок 7 – Поверка текущей точки

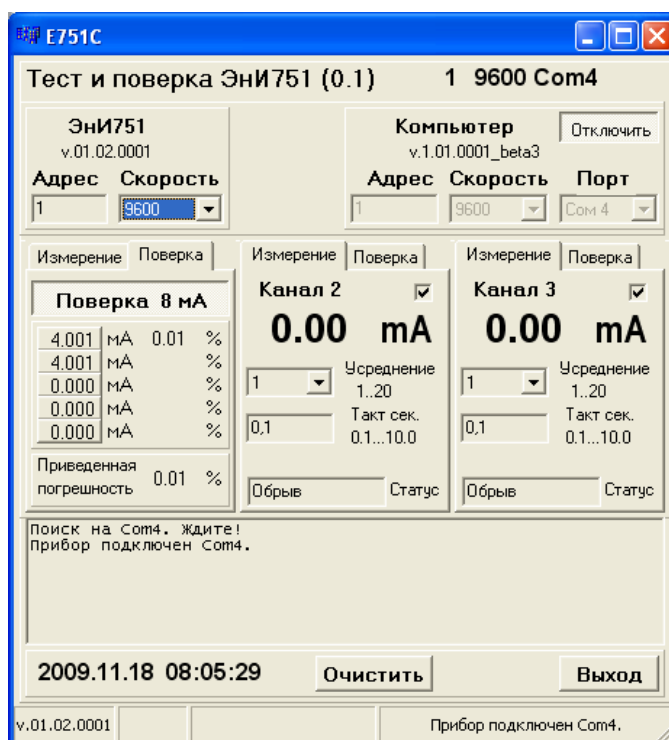


Рисунок 8 – Результат расчета погрешности

9.8.8. На ИКСУ-2000 задать значение входного тока подключенного канала равным 8 мА, кнопки в программе не нажимать, поверка продолжается автоматически.

9.8.9. После завершения поверки точки 8 мА повторить п. 9.8.8. для значений входного тока 12, 16 и 20 мА. Окончательное значение приведенной погрешности для канала 1 появится после завершения измерения в поверочной точке 20 мА (Рисунок 9). На кнопке по-

явится надпись «Старт». При необходимости можно повторить поверку для данного канала измерения (п. 9.8.7).

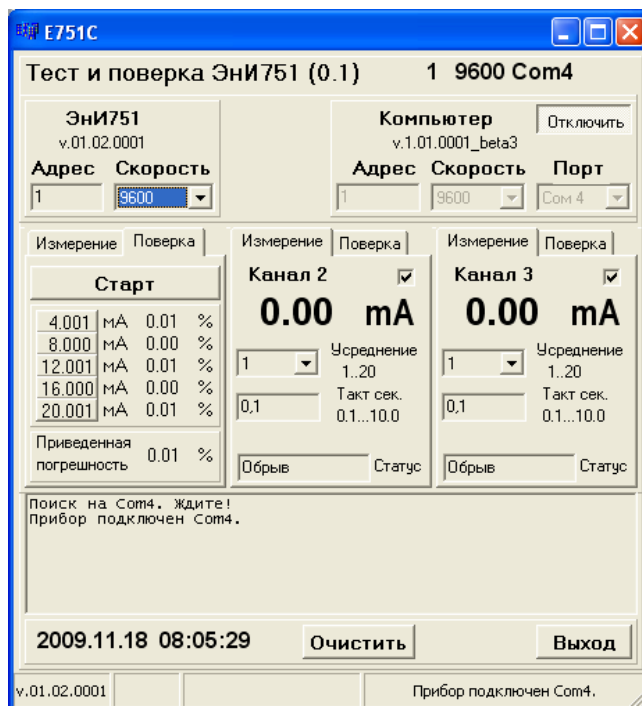


Рисунок 9 – Расчет окончательного значения погрешности

9.8.10. Повторить п.п. 9.8.7-9.8.9 при положениях переключателя SW1 2 и 3 (каналы 2 и 3). После завершения измерений во всех точках, рассчитанные результирующие погрешности появляются в окне программы, на вкладках соответствующих каналов (Рисунок 10).

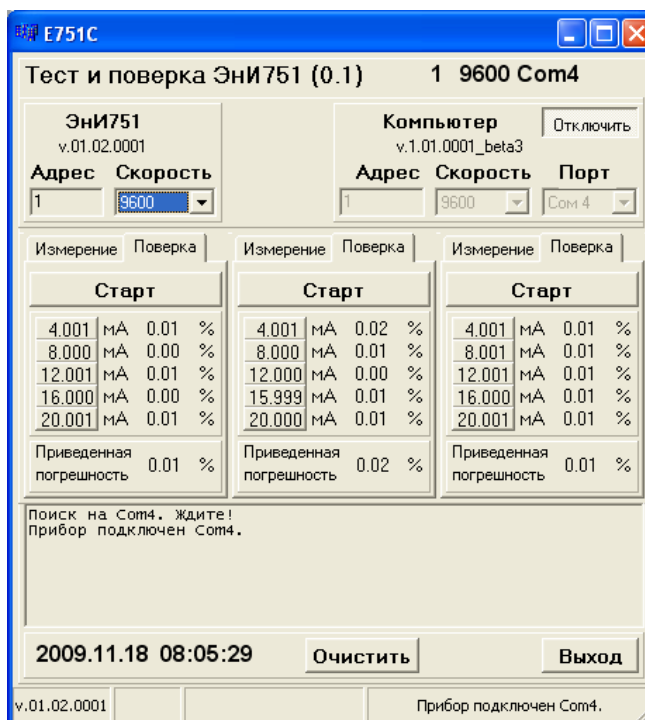


Рисунок 10 – Вывод результирующих значений

9.8.11. Если необходимо прервать процесс незавершенной поверки канала, нажмите стартовую кнопку (с надписью «Поверка XX мА») поверяемого канала. Процесс поверки остановится. Возобновить его возможно с начальной точки 4 мА (п. 9.8.7).

9.8.12. Расчет основной приведенной погрешности в компьютерной программе производится по формуле (1):

$$\gamma_n = \frac{I_{изм.} - I_{зад.}}{I_{макс} - I_{мин}} \times 100\% \quad (1);$$

где: $I_{изм.}$ — измеренное значение входного тока;
 $I_{зад.}$ — заданное прибором ИКСУ-2000 значение входного тока;
 $I_{макс.}$ — верхняя граница диапазона измерения входного тока (20 мА);
 $I_{мин.}$ — нижняя граница диапазона измерения входного тока (4 мА).

Расчетные значения γ_n основной приведенной погрешности ($n=1, 2, 3$) для всех трех каналов не должны превышать значений, приведенных в таблице 1.

9.8.13. При необходимости процедуру поверки можно выполнять вручную, используя в программе E751 вкладку «Измерение» по каждому каналу.

9.8.14. При нарушении канала связи измерителя с ПК (расстыковка разъема, выключение питания ЭНИ-751), программа автоматически отключается от ЭНИ-751 и освобождает использовавшийся СОМ-порт. После восстановления канала связи поверку можно возобновить, начиная с п. 9.8.4.

9.8.15. Оформление результатов поверки:

- положительные результаты поверки ЭНИ-751 оформляют путем записи в паспорте результатов поверки, заверенных поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма или свидетельством о государственной поверке установленной формы по ПР.50.2.006-94,
- при отрицательных результатах поверки ЭНИ-751 к применению не допускаются.

10 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Измеритель тока трехканальный ЭНИ-751

заводской номер _____ соответствует техническим условиям
ЭИ.183.00.000ТУ и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска _____

М.П.

Представитель ОТК _____
(подпись)

Результаты первичной поверки (калибровки)

Измеритель тока трехканальный ЭНИ-751

заводской номер _____ положительные.

Дата поверки (калибровки) _____

М.П.

Поверитель _____
(подпись)

Интервал между поверками составляет два года.

11 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВКЕ

Измеритель тока трехканальный ЭНИ-751

заводской номер _____ упакован согласно требованиям действующей конструкторской документации.

Дата упаковки _____

Упаковку произвел _____
(подпись)

12 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

11.1 Изготовитель гарантирует исправную работу ЭНИ-751 в течение 36 месяцев со дня ввода в эксплуатацию при соблюдении условий транспортирования, хранения и эксплуатации, установленных в инструкции по эксплуатации.

11.2 Гарантийный срок хранения - 6 месяцев со дня изготовления ЭНИ-751. Превышение установленного гарантийного срока хранения включается в гарантийный срок эксплуатации.

11.3 Дата ввода в эксплуатацию _____

11.4 Должность, фамилия, подпись ответственного лица о проверке технического состояния и вводе в эксплуатацию _____

13 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

12.1 Рекламации на ЭНИ-751, в которых в течение гарантийного срока эксплуатации и хранения выявлено несоответствие требованиям технических условий, оформляются актом и направляются предприятию-изготовителю.

12.2 Меры по устранению дефектов принимаются предприятием-изготовителем.

12.3 Рекламации на ЭНИ-751, дефекты которых вызваны нарушением правил эксплуатации, транспортирования или хранения, не принимаются.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Регистры ЭнИ-751, доступные по протоколу MODBUS

Номер регистра	Обозн.	Название параметра	Нижний предел	Верхний предел	Read/Write	Ед. хран.
001 ¹	Dat0	Результат измерения 1 канал	0	25000	R	мкА
002	Dat1	Результат измерения 2 канал	0	25000	R	мкА
003	Dat2	Результат измерения 3 канал	0	25000	R	мкА
004		Резерв				
005	Md0	Усреднение 1 канал	1	20	RW	
006	Md1	Усреднение 2 канал	1	20	RW	
007	Md2	Усреднение 3 канал	1	20	RW	
008		Резерв				
009	Fd0	Такт измерения 1 канал	1	100	RW	мс*100
010	Fd1	Такт измерения 2 канал	1	100	RW	мс*100
011	Fd2	Такт измерения 3 канал	1	100	RW	мс*100
012		Резерв				
013	Addr	Адрес прибора в сети	1	255	RW	
014	Spd ²	Скорость обмена информацией - 0 - 2400 - 1 - 4800 - 2 - 9600 - 3 - 19200 - 4 - 38400 - 5 - 57600 - 6 - 115200	0	6	RW	Бод
015	Mode	Регистр режима работы - Бит0 - разрешение 1 канала - Бит1 - разрешение 2 канала - Бит2 - разрешение 3 канала - Бит3..14 - резерв - Бит15 - сброс			RW	
016	Stat	Регистр статуса - Бит 0 - Готовность прибора			R	
017	Err	Регистр ошибок Назначение бит регистра - 15 - Наличие ошибки - 14..6 - Резерв - 5,4 - датчик 3 - 3,2 - датчик 2 - 1,0 - датчик 1 - 00 норма - 01 ниже минимума - 10 выше максимума - 11 обрыв			R	
095 ³	Ver0	Мл. рег. версии софта прибора			R	
096 ³	Ver1	Ст. рег. версии софта прибора			R	
097 ³	Dtv0	Мл. рег. даты софта прибора			R	
098 ³	Dtv1	Ст. рег. даты софта прибора			R	
099 ³	Ver	Регистр модификации прибора			R	

¹ - По стандарту протокола обмена MODBUS номера регистров R001, R002, ..., RN передаются в пакете как 0, 1, ..., N-1

² - Скорость обмена заводская установка 2 (9600);

³ - Для всей линейки приборов расширения регистры 095..099 имеют единое назначение.

Работа с прибором начинается с чтения регистра 099 и в зависимости от модели прибора используется соответствующий прибору набор регистров. Приведенный набор регистров для модели ЭНИ-751.

Размер передаваемого символа (посылки) 10-12 бит в зависимости от состава бит:

- Старт бит;
- 8-бит данных (Младший бит (LSB) – первым);
- Бит четности (Even parity);
- 1 стоповый бит.

Только для бит данных считается CRC16 ($x^{16}+x^{15}+x^2+1$)

Пошаговая процедура расчета CRC-16 представлена ниже:

1. Загрузить 16-ти разрядный регистр числом FFFFH.
2. Выполнить операцию XOR над первым байтом данных и старшим байтом регистра. Поместить результат в регистр.
3. Сдвинуть регистр на один разряд вправо.
4. Если выдвинутый вправо бит единица, выполнить операцию XOR между регистром и полиномом 1010 0000 0000 0001 (A001H).
5. Если выдвинутый бит ноль, вернуться в шаг 3.
6. Повторять шаги 3 и 4 до тех пор, пока не будут выполнены 8 сдвигов регистра.
7. Выполнить операцию XOR над следующим байтом данных и регистром.
8. Повторять шаги 3-7 до тех пор, пока не будут выполнена операция XOR над всеми байтами данных и регистром.
9. Содержимое регистра представляет собой два байта CRC и добавляется к исходному сообщению старшим битом вперед.

Ниже приведен код на языке Си, реализующий данную процедуру вычисления CRC16 в приборе ЭНИ-751:

*uia – указатель на буфер данных для расчета CRC16;

cnt – количество байт в буфере;

temp – результат расчета CRC16;

```
unsigned int crr(unsigned char *uia, int cnt)
{
    int i, j;
    unsigned int temp, flag;
    temp = 0xFFFF;
    for (i = 0; i < cnt; i++)
    {
        temp = temp ^ *uia++;
        for (j = 1; j <= 8; j++)
        {
            flag = temp & 0x0001;
            temp = temp >> 1;
            if (flag) temp = temp ^ 0xA001;
        }
    }
    return (temp);
}
```

Когда обнаруживается ошибка кадрирования, четности или контрольной суммы, обработка сообщения прекращается. Ведомый (SL) не должен генерировать ответное сообщение. Ведущий (MS) по тайм-ауту генерирует ошибку и при необходимости ретранслирует сообщение.

При интервале между символами внутри кадра более 3,5 символов генерируется тайм-аут, то есть принимающее устройство очищает кадр и следующий символ считается адресом устройства в новом кадре.

Формат кадра сообщения ЭнИ-751 в режиме MODBUS RTU

Таблица 3 – Формат кадра сообщения ЭнИ-751

T1 T2 T3 T4	Адрес	Функция	Данные	Контрольная сумма	T1 T2 T3 T4
Пауза	8 бит	8 бит	N * 8 бит	16 бит	Пауза

Поле адреса

Поле адреса следует сразу за началом кадра и состоит из одного 8-ми разрядного символа RTU. Эти биты указывают пользователю адрес SL устройства, которое должно принять сообщение, посланное MS. Каждый SL должен иметь уникальный адрес, и только адресуемое устройство может ответить на запрос, который содержит его адрес. Когда SL посылает ответ, адрес SL информирует MS, с какой SL на связи. В широковещательном режиме используется адрес 0. Все SL интерпретируют такое сообщение как выполнение определенного действия, но без посылки подтверждения.

Поле функции

Поле кода функции указывает адресуемому SL, какое действие выполнить. Коды функций Modbus специально разработаны для связи ПК и промышленных коммуникационных систем Modbus. Старший бит этого поля устанавливается в единицу SL в случае, если он хочет просигнализировать MS, что ответное сообщение не нормальное. Этот бит остается в нуле, если ответное сообщение повторяет запрос или в случае нормального сообщения.

Коды функций MODBUS ЭнИ-751

Таблица 4 – Коды функций MODBUS

Код	Название	Действие
00	RETURN QUERY DATA	Ответ должен быть идентичен запросу.
03	READ HOLDING REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения.
06	FORCE SINGLE REGISTER	Запись нового значения в регистр хранения.
16	FORCE MULTIPLE REGISTERS	Установить новые значения нескольких последовательных регистров.

Поле данных

Поле данных содержит информацию, необходимую SL для выполнения указанной функции, или содержит данные собранные SL для ответа на запрос.

Поле контрольной суммы

Это поле позволяет MS и SL проверять сообщение на наличие ошибок. Иногда, вследствие электрических помех или других воздействий, сообщение при пересылке от одного устройства к другому может незначительно измениться. Результат проверки контрольной суммы укажет SL или MS реагировать или не реагировать на такое сообщение. Это увеличивает надежность и эффективность систем MODBUS. В режиме RTU в поле контрольной суммы используется CRC.

Исключительные ситуации

Коды исключительных ситуаций приведены в таблице 4. Когда SL обнаруживает одну из этих ошибок, он посылает ответное сообщение MS, содержащее адрес SL, код функции, код ошибки и контрольную сумму. Для указания на то, что ответное сообщение – это уведомление об ошибке, старший бит поля кода функции устанавливается в 1.

Таблица 5 – Исключительные ситуации

Код	Название	Смысл
01	ILLEGAL FUNCTION	Функция в принятом сообщении не поддерживается на данном SL. Если тип запроса – POLL PROGRAM COMPLETE, этот код указывает, что предварительный запрос не был командой программирования.
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес, указанный в поле данных, является недопустимым для данного SL.
03	ILLEGAL DATA VALUE	Значения в поле данных недопустимы для данного SL.
04	FAILURE IN ASSOCIATED DEVICE	SL не может ответить на запрос или произошла авария.

Пример процедуры программной смены скорости обмена

Исходные данные:

Reg013=1 Адрес прибора в сети 1

Reg014=2 Скорость обмена 9600

Необходимо изменить скорость обмена для прибора 1 с заводской 9600 на 19200

Пакет записи нового значения скорости обмена 19200 (Reg014=3)

(Команда MODBUS FORCE SINGLE REGISTER)

01 06 00 0e 00 03 crc1 crc0 (Hex коды)

Ответный пакет приходит на прежней скорости обмена 9600 и сигнализирует о корректном завершении операции изменения скорости обмена

01 06 00 01 00 03 crc1 crc0

Следующий цикл обмена необходимо осуществить на новой скорости обмена. Это может быть команда чтения содержимого регистра скорости обмена.

Внимание!!! Скорость обмена меняется только на текущую сессию работы измерительного модуля, после выключения/включения питания устанавливается заводская скорость обмена (9600).

Для устранения возможных ошибок в работе протокола при смене скорости обмена в модуле расширения запускается стартовый тайм-аут на 2 сек. Если в течение этого времени не произойдет ни одного цикла обмена на новой скорости, значение скорости возвращается к заводской (9600). При получении первой корректной команды значение новой скорости закрепляется до выключения питания или очередного цикла смены скорости.

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Астана+7(77172)727-132, Волгоград(844)278-03-48, Воронеж(473)204-51-73, Екатеринбург(343)384-55-89, Казань(843)206-01-48, Краснодар(861)203-40-90, Красноярск(391)204-63-61, Москва(495)268-04-70, Нижний Новгород(831)429-08-12, Новосибирск(383)227-86-73, Ростов-на-Дону(863)308-18-15, Самара(846)206-03-16, Санкт-Петербург(812)309-46-40, Саратов(845)249-38-78, Уфа(347)229-48-12

eni.nt-rt.ru || enr@nt-rt.ru