

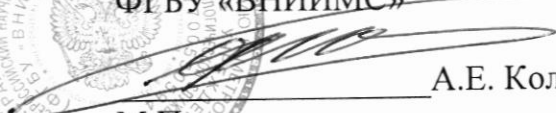


Федеральное государственное  
бюджетное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский  
институт метрологической службы»

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный  
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77  
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66  
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»  
  
А.Е. Коломин  
\*М.П.  
«27» 12 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
Системы термометрии комплексные автоматизированные

**КАСТ-01**

Методика поверки

МП 207-054-2022

г. Москва  
2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения .....	3
2 Перечень операций поверки .....	3
3 Требования к условиям проведения поверки .....	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....	6
6 Внешний осмотр .....	6
7 Подготовка к поверке и опробование.....	6
8 Подтверждение соответствия программного обеспечения .....	7
9 Проверка сопротивления изоляции.....	11
10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия системы метрологическим требованиям .....	12
11 Оформление результатов поверки .....	15

## 1. Общие положения

1.1. Настоящая методика предназначена для проведения первичной и периодической поверок Систем термометрии комплексной автоматизированной КАСТ-01.

Настоящая методика устанавливает объем, условия поверки, методы и средства поверки и порядок оформления результатов поверки.

Методика распространяется на вновь изготавливаемые, выпускаемые из ремонта и находящиеся в эксплуатации системы КАСТ-01

1.2. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в описании типа.

1.3. При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственных сличений (при работе с термоподвесками типов ТП-01-ХХ-УУ) и метод прямых измерений (при измерении сигналов от термопреобразователей сопротивления).

1.4. Прослеживаемость при поверке систем к государственным первичным эталонам обеспечивается в соответствии с государственными поверочными схемами, приведенными в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Компоненты системы	Государственная поверочная схема (ГПС)	Наименование государственного первичного эталона
Термоподвески типов ТП-01-ХХ-УУ	ГПС, изложенная в ГОСТ 8.558-2009	ГЭТ34-2020
		ГЭТ35-2021
Блок опроса термоподвесок БОТ-03А	ГПС, утвержденная приказом Росстандарта от 30.12.2019 №3456	ГЭТ 14-2014

## 2. Перечень операций поверки

При проведении поверки системы должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование операции	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1. Внешний осмотр	Да	Да	6
2. Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	7
3. Подтверждение соответствия программного обеспечения	Да	Да	8
4. Проверка сопротивления изоляции	Да	Нет	9
4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия системы метрологическим требованиям	Да	Да	10
4.1. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия системы	Да	Да	10.1

Наименование операции	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
метрологическим требованиям при работе с термоподвесками типов ТП-01-XX-YY.			
4.2. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия системы метрологическим требованиям при измерении сигналов от термопреобразователей сопротивления	Да	Да	10.2
5. Оформление результатов поверки	Да	Да	11
Примечания: 1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается; 2) допускается возможность проведения поверки для меньшего числа измерительных каналов с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме приведенной поверке.			

### 3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки системы КАСТ-01 должны условия, указанные в таблице 3:

Т а б л и ц а 3

Температура окружающего воздуха, °С	+20±5
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)
Напряжение питающей сети, В	220±5%
Частота питающей сети, Гц	50±0,5%

### 4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 4.

Таблица 4

Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Проверка сопротивления изоляции		
Измерители сопротивления изоляции, мегаомметры	Измерение сопротивления изоляции с верхним пределом более 20 МОм, ПП: $\pm 2,5\%$ , номинальное напряжение: 500 В.	Мегаомметр Ф4101
Определение метрологических характеристик системы		
Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные	Измерение температуры в диапазоне от $-40$ до $+70$ °С, Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19916-10) и др.
Измерители электрического сопротивления	Измерение электрического сопротивления с погрешностью не более $\pm 0,002$ °С (в температурном эквиваленте), соотв. эталону единицы электрического сопротивления 3 разряда по Приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 мод. МИТ 8.15 (Регистрационный № 19736-11) и др.
Камера климатическая холода тепла и влаги	Диапазон воспроизводимых значений температуры от $-40$ до $+70$ °С, нестабильность поддержания заданной температуры (в течение 5 мин) – не более $1/5$ от предельно допустимой погрешности поверяемой системы.	Климатическая камера МНСВ-64CZG пр-ва фирмы TERCHY и др.
Термостаты жидкостные	Диапазон воспроизводимых температур от $-40$ до $+70$ °С, нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более $1/5$ от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостат переливной прецизионный ТПП-1 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 33744-07) и др.
Меры многозначные постоянного электрического сопротивления или калибраторы сигналов постоянного сопротивления (при поверке системы с блоком опроса термоподвесок БОТ-03А	Эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 Диапазон номинальных значений мер сопротивления постоянного тока: от 10 до 100 Ом или Диапазон воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления 50М и 53М: от $-40$ до $+70$ °С Пределы допускаемой абсолютной погрешности в температурном	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Рег. № 52489-13), Мера электрического сопротивления многозначная MC3071 (Рег. № 66932-17) и др.

Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	эквиваленте, не более: $\pm 0,2$ °C	
Контроль условий проведения поверки		
	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 до плюс 25 °C ( $\Delta = \pm 0,5$ °C (не более)), относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % ( $\Delta = \pm 3$ % (не более))	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный № 53505-13) и др.
	Измерение атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа ( $\Delta = \pm 5$ гПа (не более))	Измерители давления Testo 510, Testo 511 (Регистрационный № 53431-13) и др.
Вспомогательное оборудование		
Примечания:		
1. Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; испытательное оборудование - аттестовано.		
2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.		

## 5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При поверке системы КАСТ-01 должны быть соблюдены требования безопасности ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22261, ГОСТ 24885, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТЭУ (2014), а также меры безопасности, изложенные в руководстве на систему КАСТ-01, ее составные части и другого применяемого оборудования.

5.2 Лица, допускаемые к поверке системы КАСТ-01, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III и быть аттестованы в качестве поверителей в установленном порядке.

5.3 Перед поверкой средств измерения, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Присоединение зажимов защитного заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – в последнюю очередь.

## 6. Внешний осмотр

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- комплектность соответствует эксплуатационной документации;
- соответствие внешнего вида системы приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих проведению поверки;
- наличие и четкость заводского номера и маркировки системы (указаны в паспорте системы).

## 7. Подготовка к поверке и опробование

7.1. Выдерживают составные части системы КАСТ-01 в условиях окружающей среды, указанных в таблице 2, не менее 2-х ч, в случае, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в таблице 3.

7.2. Соединить зажимы заземления используемых средств к контурам заземления.

7.3. Подготовить составные части системы КАСТ-01 к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

## 8. Подтверждение соответствия программного обеспечения

8.1 Для блоков БОТ-01:

- подключить линию связи интерфейса RS485 между блоком БОТ-01 согласно рис. 1;

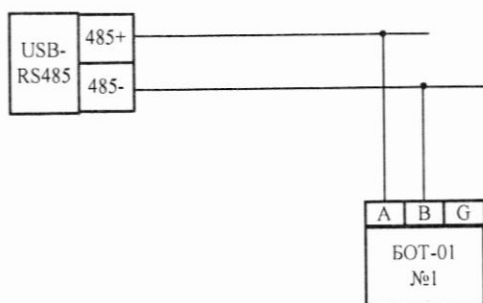


Рисунок 1

- подать питание на блок БОТ-01;
- подключить преобразователь интерфейсов к USB порту компьютера;
- запустить программу «Lectus OPC and DDE Toolkit»;
- откройте конфигурацию КАСТ\_Basic. В данной конфигурации создан один блок опроса БОТ-01 с адресом 0 (см. рис. 2);

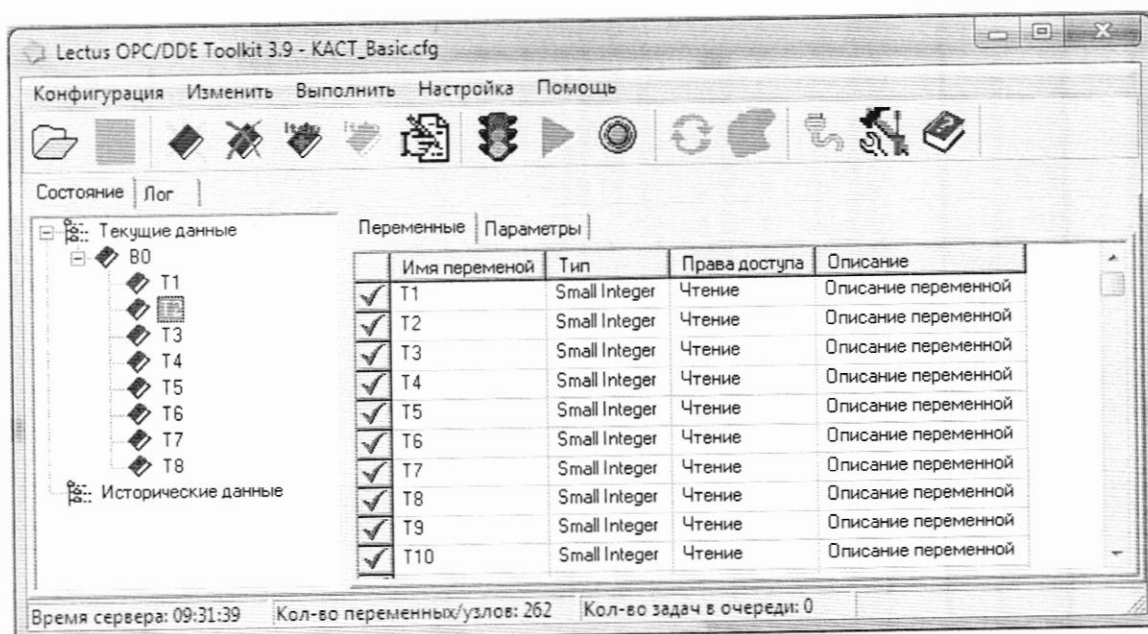


Рисунок 2



- вызовите свойства блока В0. В появившемся окне задайте имя узла, настройте порт подключения, период опроса и сетевой адрес блока БОТ01: см. рис. 3;

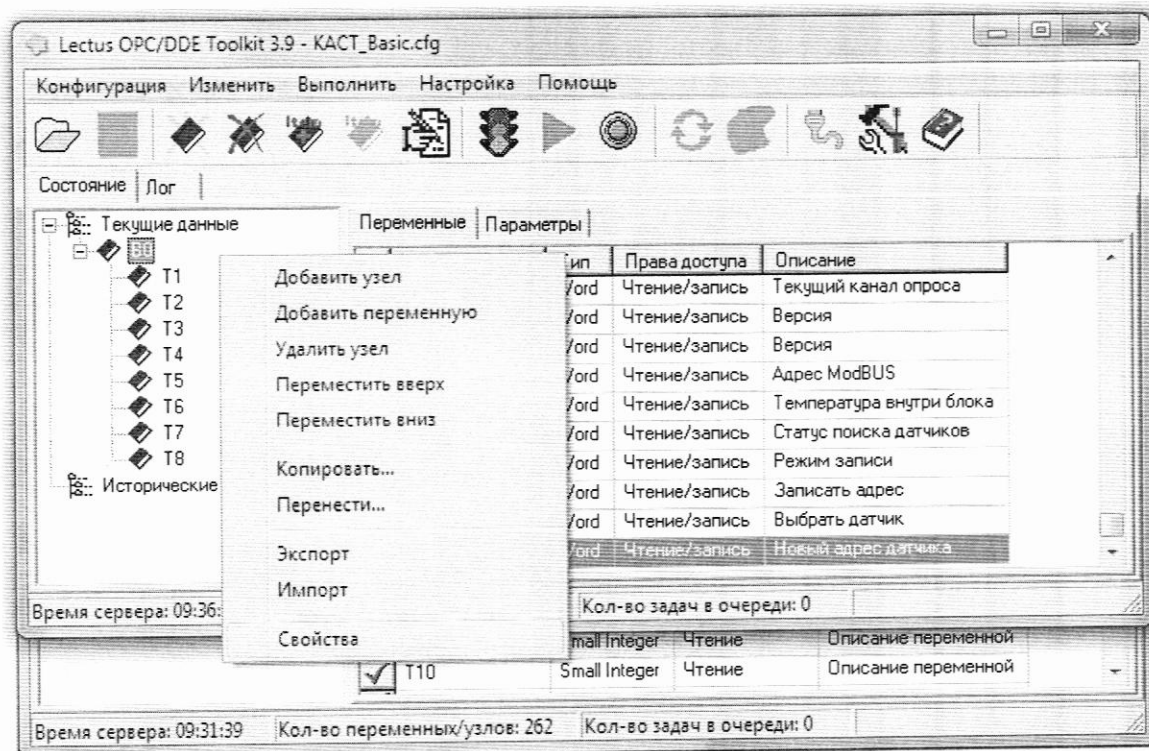


Рисунок 3

- запустить опрос, нажав клавишу «Запустить опрос». В блоке данных «В0» в переменной «Версия» значение должно соответствовать значению «140»

8.2 Для блоков БОТ-02:

Выполняется аналогично п 8.1 для каждой платы блока по отдельности.

8.3 Для блоков БОТ-03А

Выполняется аналогично п 8.1.

8.4 Для блока УК-01:

8.4.1 Подать напряжение питания на блок УК-01

8.4.2 Из окна «Меню» (рис. 4) вызвать окно «Информация» (рис. 5):



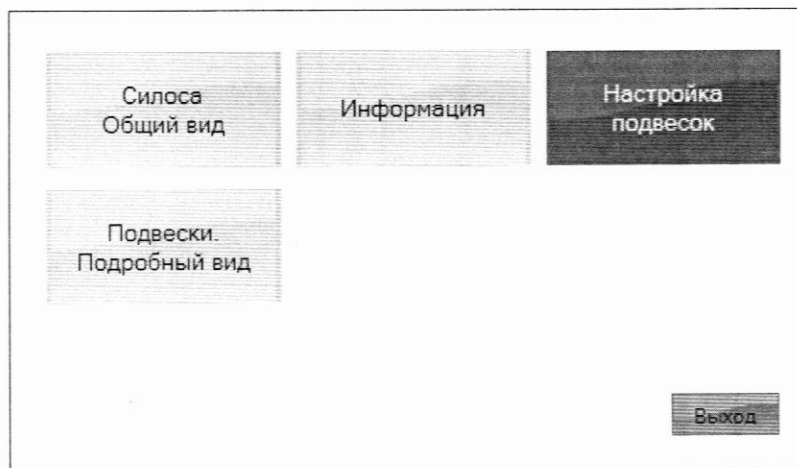


Рисунок 4

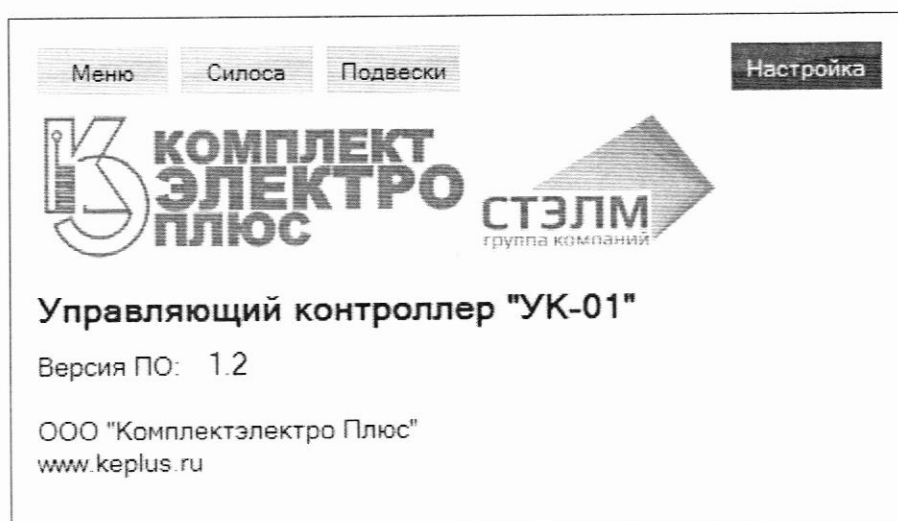


Рисунок 5

8.4.3 Значение версии ПО должно соответствовать значению «1.2» или более поздним версиям.

8.4.4 Проверяют целостность исходных файлов. Проверяют соответствие контрольной суммы MD5 архива с исходными программами. Запускают приложение HashProject 2.exe, выбирают файл архива УК01.zip и сличают контрольную сумму MD5 (рис. 6). Значение должно соответствовать строке: 2E2D3085734D1896342900B0869FFD81

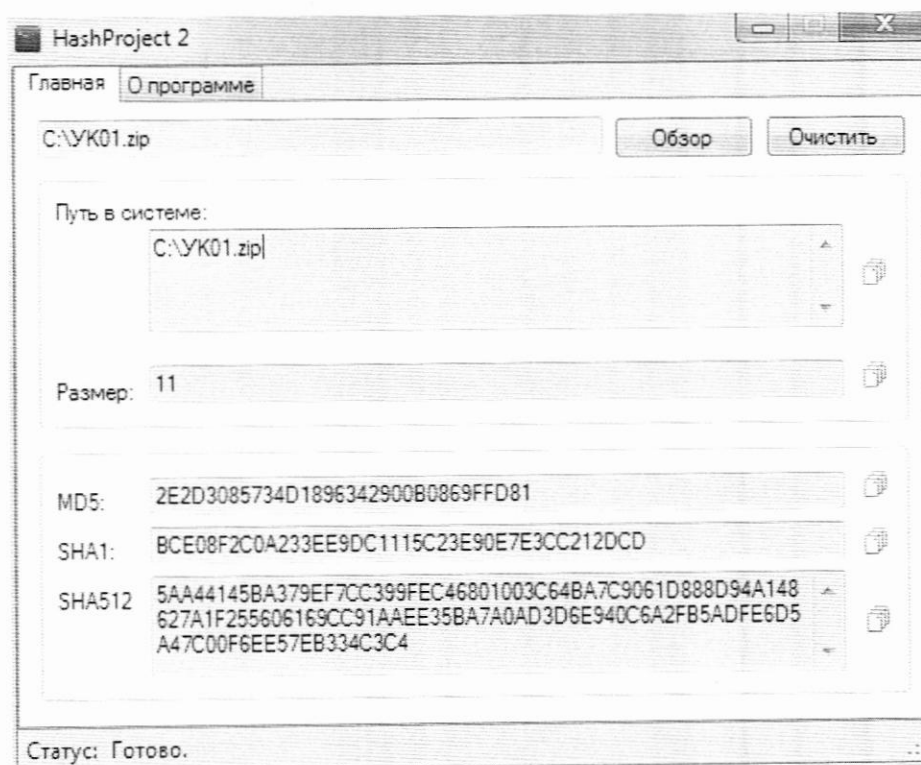


Рисунок 6

8.4.5 Подключить блок УК-01 к персональному компьютеру с помощью USB кабеля.

8.4.6 Подать напряжение питания на блок УК-01

8.4.7 Запустить на персональном компьютере программу XG5000, через меню «Project->Open Project» открыть файл UK1.xgp

8.4.8 Настроить свойства подключения через меню «Online->Connection Settings». Выставить значения: Type=USB, Depth=Local (рисунок 7)

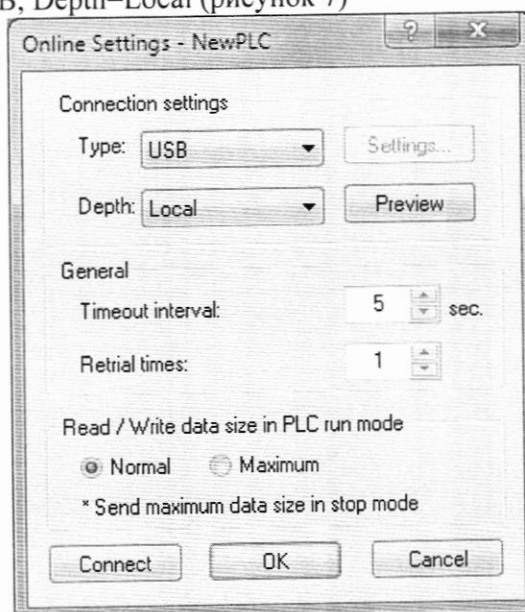


Рисунок 7

8.4.9 Подключиться к блоку УК-01, выполнив команду «Online->Connect»

8.4.10 Выполнить команду меню «Online->Compare with PLC», после завершения считывания программы выводится сообщения «Reading is completed» и отображается окно выбора пунктов сравнения (рисунок 8), в котором необходимо выбрать все пункты и нажать клавишу «Compare»

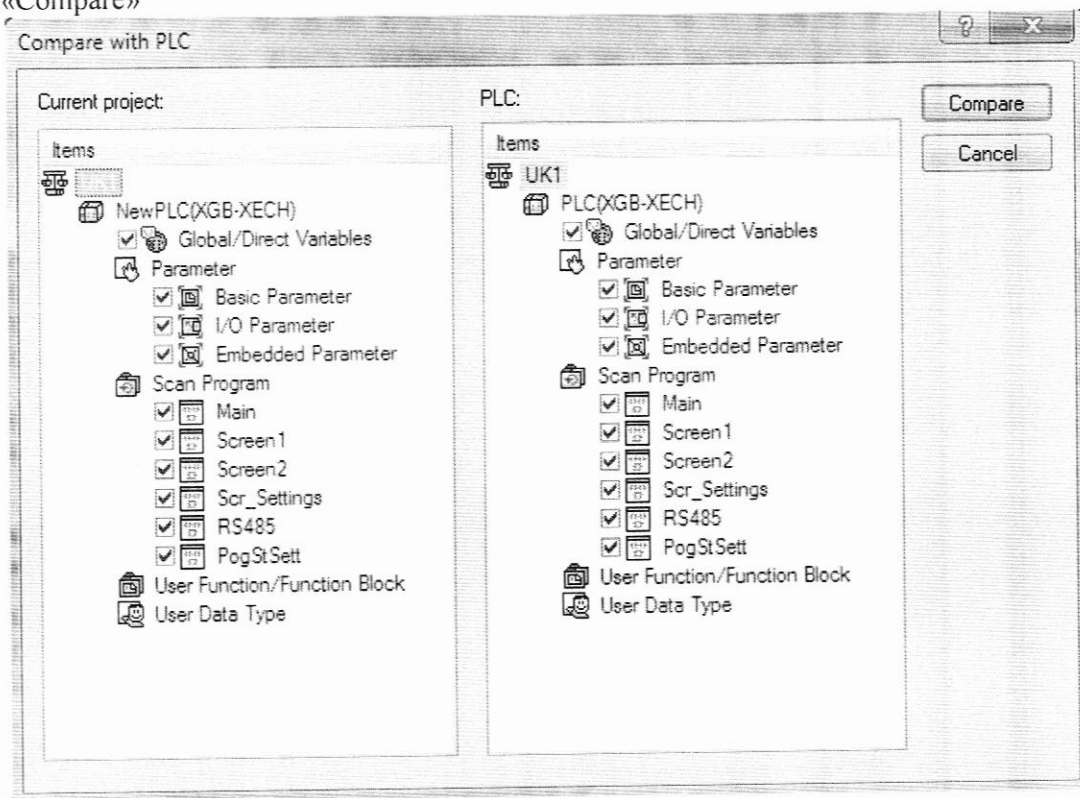


Рисунок 8

8.4.11 После завершения сравнения выводится текстовая информации о результатах (рисунок 9) в которой представлена информация по всем выбранным пунктам сравнения. Необходимо убедиться чтобы по всем пунктам сравнения выводилось сообщения «programs match»

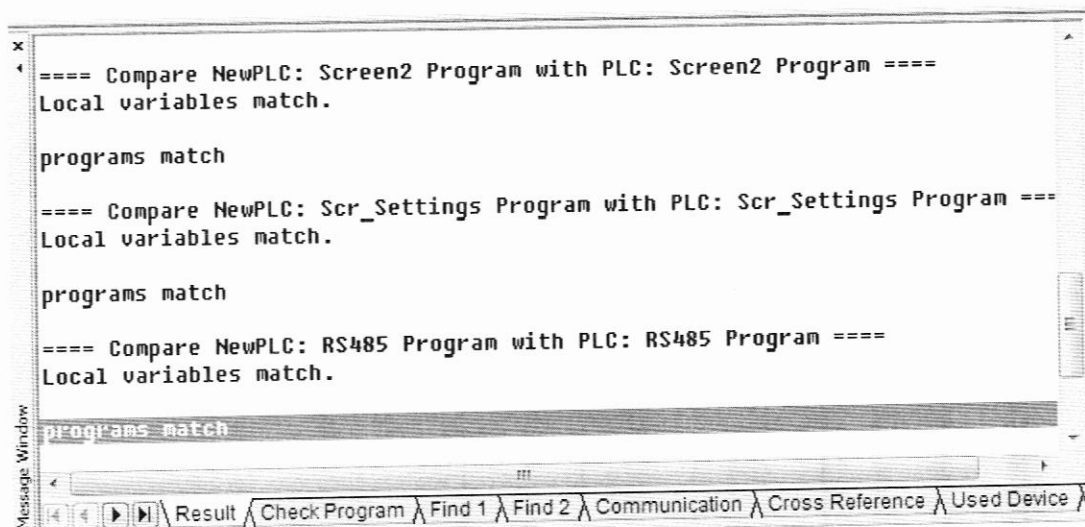


Рисунок 9

8.5 Для блока РС-01:

Подключить кабель РС-01. К1 к ручному считывателю РС-01. После подключения кабеля автоматически включается питание и на экран выводится сообщение:

«РС-01;В2.1»

Значение версии должно соответствовать значению «2.1» или более поздним версиям.

## 9. Проверка сопротивления изоляции

9.1 Проверка сопротивления изоляции проводится измерителем сопротивления изоляции или мегаомметром с рабочим напряжением 500 В.

9.2 При проверке сопротивления изоляции пластиковые корпуса приборов оборачивают плотно прилегающей к поверхности металлической фольгой.

9.3 Измеряют сопротивление изоляции прикладывая напряжение между цепями, указанными в пунктах 9.4-9.9.

9.4 Для термоподвесок ТП-01-ХХ-УУ:

Между закороченными входными цепями с одной стороны и корпусом термоподвески ТП-01 с другой стороны.

9.5 Для блоков опроса термоподвесок БОТ-01 и БОТ-02:

Между закороченными входными цепями L и N с одной стороны и корпусом прибора БОТ-01 (БОТ-02) с другой стороны.

Между закороченными входными цепями 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 5В, 0В с одной стороны и корпусом прибора БОТ-01 (БОТ-02) с другой стороны.

Между закороченными входными цепями А, В, G с одной стороны и корпусом прибора БОТ-01 (БОТ-02) с другой стороны.

Между закороченными входными цепями L и N с одной стороны и закороченными входными цепями 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 5В, 0В с другой стороны.

Между закороченными входными цепями L и N с одной стороны и закороченными входными цепями А, В, G с другой стороны.

Между закороченными входными цепями 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 5В, 0В с одной стороны и закороченными входными цепями А, В, G с другой стороны.

9.6 Для блоков опроса термоподвесок БОТ-03А:

Между закороченными входными цепями L и N с одной стороны и корпусом прибора БОТ-03А с другой стороны.

Между закороченными входными цепями 1, 2, 3, 4, 5, 6, «Общ» с одной стороны и корпусом прибора БОТ-03А с другой стороны

Между закороченными входными цепями 485-, 485+ с одной стороны и корпусом прибора БОТ-03А с другой стороны.

Между закороченными входными цепями L и N с одной стороны и закороченными входными цепями 1, 2, 3, 4, 5, 6, «Общ» с другой стороны.

Между закороченными входными цепями L и N с одной стороны и закороченными входными цепями 485-, 485+ с другой стороны.

Между закороченными входными цепями 1, 2, 3, 4, 5, 6, «Общ» с одной стороны и закороченными входными цепями 485-, 485+ с другой стороны.

9.7 Для управляющего контроллера УК-01

Между закороченными входными цепями L и N с одной стороны и корпусом прибора УК-01 с другой стороны

Между закороченными входными цепями 485-, 485+, SG с одной стороны и корпусом прибора УК-01 с другой стороны.

Между закороченными клеммами Q0-Q31, COM0-COM5 с одной стороны и корпусом прибора УК-01 с другой стороны

Между закороченными входными цепями L и N с одной стороны и закороченными входными цепями 485-, 485+, SG с другой стороны.

Между закороченными входными цепями L и N с одной стороны и закороченными входными цепями Q0-Q31, COM0-COM5 с другой стороны.

Между закороченными входными цепями Q0-Q31, COM0-COM5 с одной стороны и закороченными входными цепями 485-, 485+, SG с другой стороны.

9.9 Для ручного считывателя РС-01

Между закороченными контактами разъема с одной стороны и корпусом прибора РС-01 с другой стороны.

9.10 Показания, определяющие электрическое сопротивление изоляции, следует отсчитывать по истечении 1 мин. после приложения напряжения или меньшего времени, за которое показания измерителя (мегаомметра) установятся.

9.11 Сопротивление всех цепей должно быть не менее 20 МОм.

## 10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия системы метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия системы метрологическим требованиям при работе с термоподвесками типов ТП-01-XX-YY.

10.1.1 Определение погрешности системы при первичной поверке проводят до финальной сборки термоподвесок ТП-01, т.е. до помещения шлейфов с датчиками температуры во внешнюю защитную оболочку.

Измерительные шлейфы с датчиками температуры вместе с зондом эталонного термометра вначале помещают в пассивный термостат (например, из пенопласта) и подключают к блокам БОТ-01, БОТ-02 или РС-01 соответственно согласно рисунку 10:

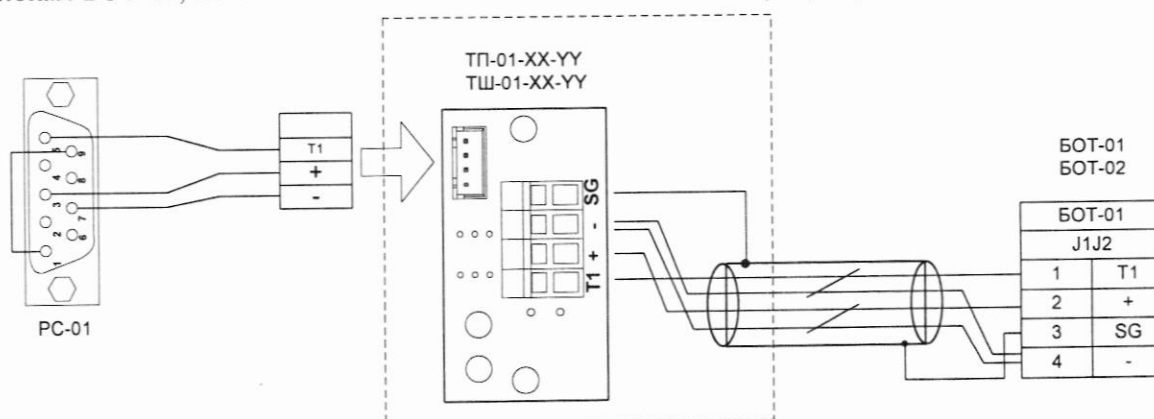


Рисунок 10

Блоки БОТ-01, БОТ-02 подключаются к блоку УК-01 согласно рисунку 11:

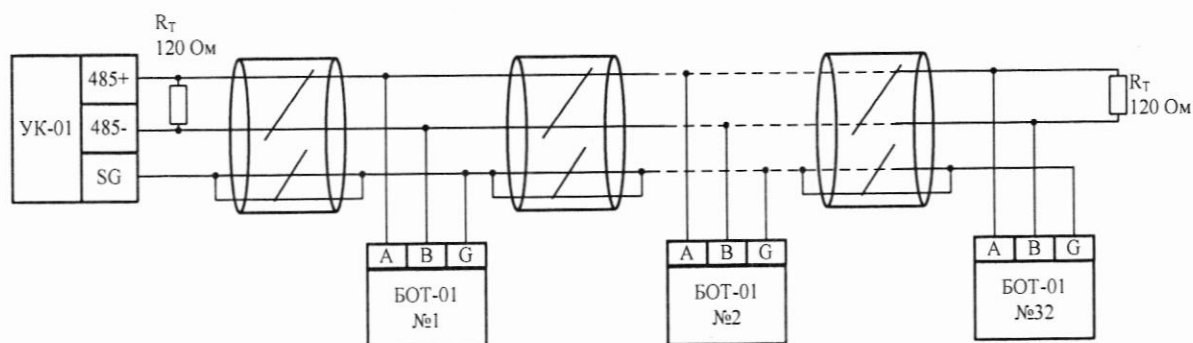


Рисунок 11

Пассивный термостат помещают в центр рабочего объема климатической камеры.

В соответствии с Руководством по эксплуатации в камере последовательно создают следующие значения температур: минус 40 °С, плюс 20 °С (или плюс 30 °С, плюс 70 °С. Время выдержки при каждом значении температуры не менее 30 минут.

Показания температуры снимают с блока УК-01 или ручного считывателя РС-01.

Абсолютную погрешность каждого датчика термоподвески системы КАСТ-01 ( $\Delta$ , °С) определяют по формуле:

$$\Delta = T_{\text{дат}} - T_{\text{эт}} \quad (1),$$

где:  $T_{\text{дат}}$  – показания температуры на экране УК-01, РС-01, °С,

$T_{\text{эт}}$  – показания эталонного термометра, °С, наиболее близко расположенному к термоподвескам ТП-01 для каждого значения температуры.

Полученные значения погрешности для всех датчиков одного измерительного шлейфа не должны превышать предельно допустимых значений:  $\pm 1$  °С в диапазоне от 0 до плюс 50 °С и  $\pm 2$  °С в диапазоне от минус 40 до 0 °С и свыше плюс 50 до плюс 70 °С.

#### 10.1.2 При периодической поверке:

10.1.2.1 Рассматривают и анализируют показания датчиков температуры каждой термоподвески за отчетный период, составляющий минимум 30 дней до момента проведения поверки. Графики временной зависимости температуры каждого датчика термоподвески должны носить идентичный характер в рамках одного силоса (бункера) и не иметь характерных «выбросов» по отношению к другим термоподвескам, находящимся в одном силосе (бункере).

В случае выполнения данных условий допускается проводить выборочную проверку термоподвесок по п.п. 10.1.2.2 – 10.1.2.4 – но не менее 1 шт. по каждому силосу (бункеру).

В случае невыполнения данных условий необходимо извлечь конкретную термоподвеску из силоса и проверить ее в соответствии с п.п. 10.1.2.2 – 10.1.2.4.

#### 10.1.2.2 В случае возможности физического доступа к нижней части термоподвески:

На нижнюю часть термоподвески в месте расположения датчика температуры № 1 закрепляют зонд эталонного термометра. Нижнюю часть термоподвески вместе с зондом эталонного термометра помещают в термоконтейнер или обматывают теплоизоляционным материалом. Выдерживают не менее 1 ч, затем снимают показания датчика температуры № 1 на блоке УК-01 или ручном считывателе РС-01.

Абсолютную погрешность ( $\Delta$ , °С) определяют по формуле 1. Полученные значения погрешности шлейфа не должны превышать предельно допустимых нормируемых значений.

10.1.2.3 В случае невозможности физического доступа к нижней части термоподвески допускается проведение испытаний согласно п. 10.1.2.4 также для одной термоподвески из группы термоподвесок, установленных в одном силосе (бункере).

10.1.2.4 В случае конструктивной возможности демонтажа измерительных шлейфов из термоподвески измерительные шлейфы с датчиками температуры извлекаются из внешней оболочки термоподвесок ТП-01, помещаются в камеру или в пассивный термостат и подключаются к блокам БОТ-01, БОТ-02 или РС-01 соответственно.



где  $T_{\text{изм}}$  – показания температуры, считываемые с блока УК-01 или АРМ оператора, °С;



$T_{НСХ}$  – значение сигнала постоянного электрического сопротивления (в температурном эквиваленте), подаваемое с меры сопротивления или калибратора согласно установленному на БОТ-03А типу НСХ, °С.

10.2.9 Полученные значения погрешности измерения сигналов от термопреобразователей сопротивления ( $\Delta_{БОТ-03А}$ , °С) в каждой контрольной точке не должны превышать  $\pm 1$  °С.

10.2.10 Операции по п.п. 10.2.6-10.2.8 повторяют для других контрольных точек.

10.2.11 Отключают меру сопротивления или калибратор от входной клеммы 1 и подключаются к входной клемме 2 и повторяют операции по п.п. 10.2.5-10.2.8.9.

10.2.12 Операции по п.п. 10.2.5-10.2.9 повторяют для оставшихся комбинаций входных клемм (3-«Общ», 4-«Общ», 5-«Общ», 6-«Общ») и для всех остальных измерительных каналов.

### Оформление результатов поверки

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

11.2 Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в паспорте и (или) свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами. Знак поверки на СИ не наносится.

11.3 При отрицательных результатах поверки систему к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами.

Разработал:

Начальник отдела 207 ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Игнатов

Ведущий инженер отдела 207 ФГБУ «ВНИИМС»

П.В. Сухов