

**Аппарат для определения температуры растрескивания
нефтяных битумных вяжущих (ABCD) ТРВ-20**

ЛинтеЛ[®] ТРВ-20

**Руководство по эксплуатации
АИФ 2.772.031 РЭ**

АО БСКБ «Нефтехимавтоматика»

Современные аппараты для контроля качества нефтепродуктов

Благодарим Вас за приобретение и использование *ЛинтеЛ*® ТРВ-20 – аппарата для определения температуры растрескивания нефтяных битумных вяжущих.

АО БСКБ «Нефтехимавтоматика» с 1959 г. производит и поставляет аппараты для контроля качества нефтепродуктов в лаборатории заводов, аэропортов, предприятий топливно-энергетического комплекса.

Наши аппараты реализуют СТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ, прошли метрологическую аттестацию, включены в МИ 2418-97 «Классификация и применение технических средств испытаний нефтепродуктов» и соответствующие ГОСТы как средства реализации методов контроля качества.

В аппаратах предусмотрены специальные решения, позволяющие реализовывать кроме стандартных методов и методы для выполнения исследований, что особенно важно при разработке новых видов продукции. АО БСКБ «Нефтехимавтоматика» применяет новейшие технологии и компоненты для обеспечения стабильно высокого качества аппаратов, удобства их эксплуатации, с целью сокращения затрат времени на испытания и повышения эффективности Вашей работы.

СОДЕРЖАНИЕ

1 СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	2
2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА	2
2.1 Назначение	2
2.2 Технические характеристики	2
2.3 Массогабаритные характеристики	3
2.4 Метрологические характеристики.....	3
2.5 Устройство и работа	3
3 ПОДГОТОВКА К ЭКСПЛУАТАЦИИ	5
3.1 Требования к месту установки.....	5
3.2 Внешний осмотр.....	5
3.3 Опробование	5
4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	6
4.1 Дополнительное оборудование и материалы	6
4.2 Эксплуатационные ограничения	7
4.3 Подготовка пробы.....	7
4.4 Подготовка аппарата к проведению испытания	7
4.5 Просмотр результатов испытаний	11
4.6 Завершение работы	13
4.7 Перечень возможных неисправностей	13
5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	15
5.1 Дополнительное оборудование и материалы	15
5.2 Общие указания и меры безопасности.....	15
5.3 Перечень операций.....	15
5.4 Очистка дисплея, кожухов от загрязнений	16
5.5 Очистка разъемов колец и разъемов кабелей.....	16
5.6 Сушка климатической камеры и колец от конденсата	16
5.7 Калибровка и проверка датчика температуры климатической камеры	16
5.8 Калибровка и проверка колец по температуре	19
5.9 Калибровка и проверка компенсации деформации колец по температуре.....	25
5.10 Калибровка и проверка угла наклона колец по деформации	28
6 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....	33
6.1 Хранение	33
6.2 Транспортирование.....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО RS-232.....	34

Руководство по эксплуатации (версия №3 от 15.09.2026) содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках аппарата ЛинтеЛ® ТРВ-20 и указания, необходимые для его правильной и безопасной эксплуатации.

ПРИМЕЧАНИЕ

При работе с данным документом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

1 СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ПК – персональный компьютер.

Аппарат – аппарат ЛинтеЛ® ТРВ-20.

Кольцо – кольцо устройства для растрескивания битумного вяжущего в сборе.

Форма – неразъемное кольцо из силиконовой резины, изготовленное согласно требованиям ГОСТ 58400.11.

Образец – кольцо битумного вяжущего, залитое в форму с установленным кольцом.

2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

2.1 Назначение

2.1.1 Аппарат ЛинтеЛ® ТРВ-20 является испытательным оборудованием настольного типа и предназначен для определения температуры растрескивания нефтяных битумных вяжущих в соответствии со стандартом ГОСТ Р 58400.11 «Метод определения температуры растрескивания при помощи устройства ABCD».

2.2 Технические характеристики

2.2.1 Эксплуатационные характеристики аппарата указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Эксплуатационные характеристики

Характеристика	Единица измерения	Значение
Параметры испытания		
Диапазон определения температуры растрескивания	°С	от 0 до -60
Запись температуры с точностью	°С	±0,1
Запись деформации с точностью	мк	±0,1
Продолжительность одного испытания, не более	ч	4
Требования к электрической питающей сети		
Напряжение сети питания	В	от 187 до 253
Частота сети питания	Гц	от 49 до 51
Потребляемая мощность, не более	кВт	3,5
Требования к климату окружающей среды		
Температура окружающей среды	°С	от +10 до +35
Относительная влажность при температуре +25°С, не более	%	80

2.2.2 Аппарат выполняет требования, изложенные в документе ТР ТС 020/2011 Технический регламент Таможенного союза "Электромагнитная совместимость технических средств".

2.2.3 Аппарат по способам защиты от поражения электрическим током относится к классу I по ГОСТ Р 58698-2019.

2.3 Массогабаритные характеристики

2.3.1 Массогабаритные характеристики аппарата указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Массогабаритные характеристики

Характеристика	Единица измерения	Значение
Масса аппарата, не более	кг	200
Размеры аппарата (ширина x высота x глубина)	мм	1020x950x660
Масса аппарата в упаковке, не более	кг	230
Размеры аппарата в упаковке (длина x ширина x высота)	мм	1150x1150x800

2.4 Метрологические характеристики

2.4.1 Метрологические характеристики аппарата указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Характеристика	Единица измерения	Значение
Погрешность измерения температуры колец	°C	±0,25
Скорость охлаждения в диапазоне от +20°C до 0°C	°C/ч	40±0,5
Скорость охлаждения в диапазоне от 0°C до -60°C	°C/ч	20±0,5

2.5 Устройство и работа

2.5.1 Общий вид

Общий вид аппарата представлен на рисунке 1.

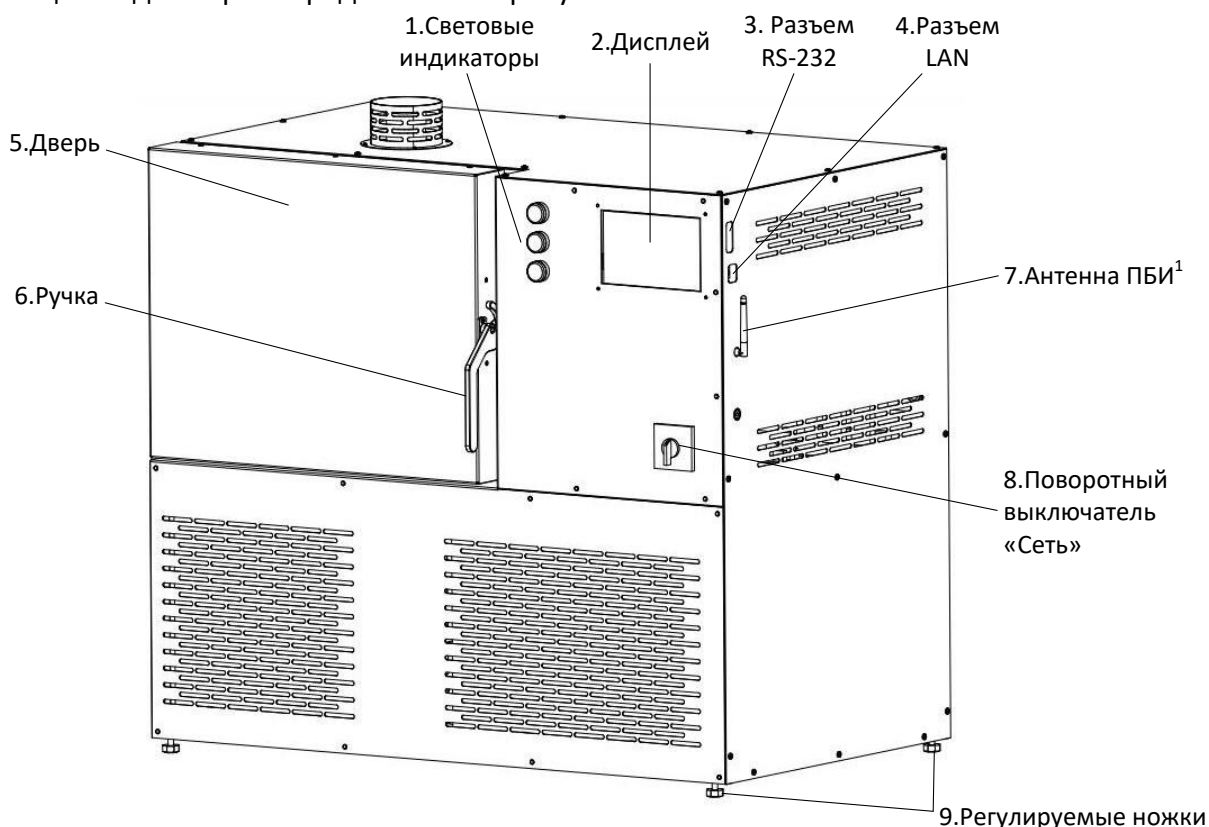


Рисунок 1 – Общий вид аппарата спереди

Аппарат выполнен в моноблочном исполнении. На лицевой части аппарата расположены: световые индикаторы (поз. 1) «Питание», «Режим» и «Авария»; сенсорный дисплей (поз. 2), предназначенный для ввода и отображения информации; поворотный выключатель «Сеть» (поз. 8), коммутирующий подачу напряжения питания в аппарат. Дверь камеры (поз. 5) фиксируется в закрытом состоянии при помощи ручки (поз. 6).

На боковой стенке аппарата расположены разъем RS-232 (поз. 3), разъем LAN (Ethernet) (поз. 4) и разъем для подключения антенны ПБИ¹ (поз. 7).

На рисунке 2 представлен вид аппарата сзади. Кабель питания выходит из аппарата через кабельный ввод (поз. 2) и заканчивается евровилкой.

Клемма «Земля» (поз. 4) служит для подключения аппарата к дополнительному контуру заземления (аппарат должен заземляться через эту клемму независимо от наличия заземления в розетке).

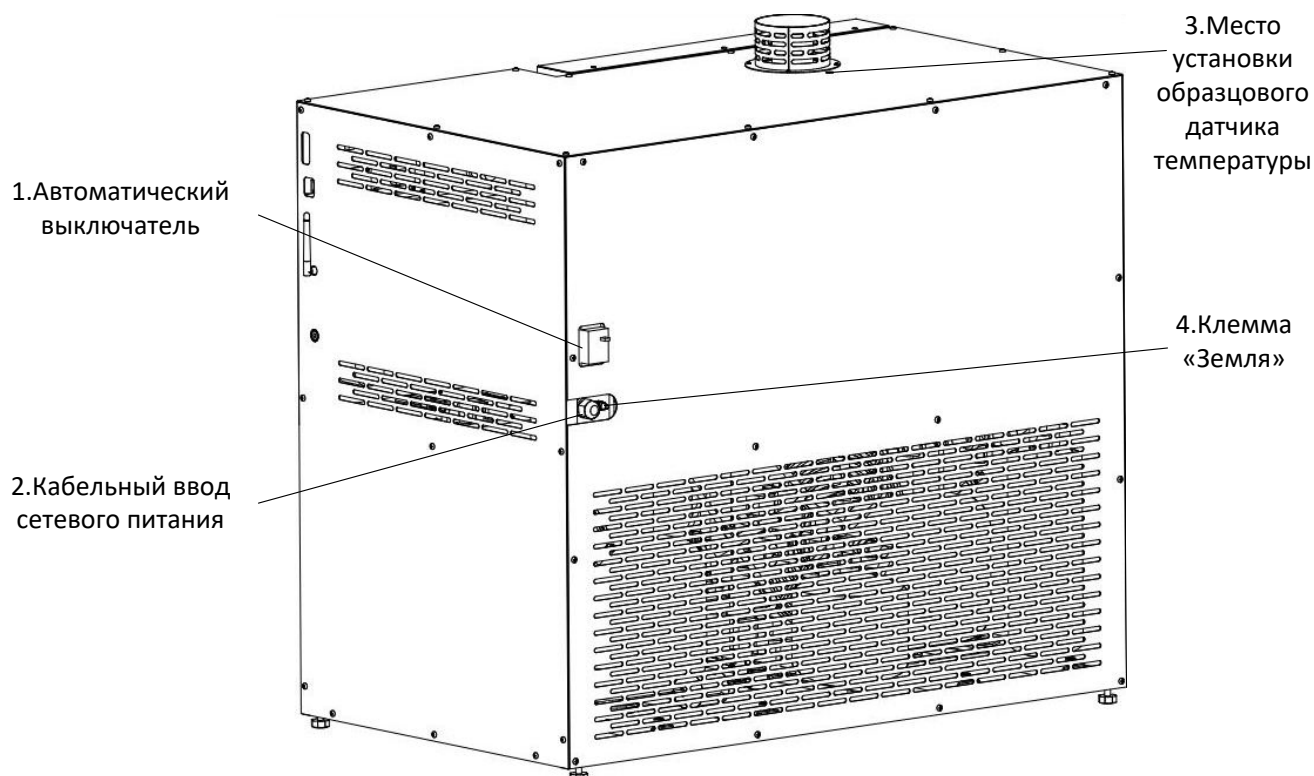


Рисунок 2 – Общий вид аппарата сзади

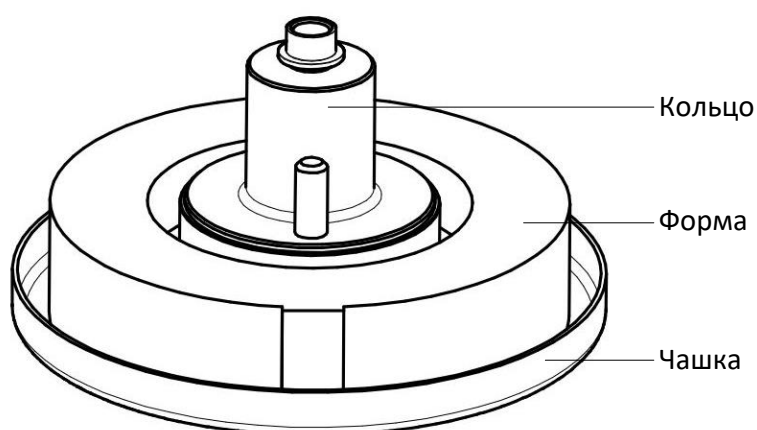


Рисунок 3 – Кольцо в форме на чашке

Кольцо в форме на чашке (см. рисунок 3) размещаются в климатической камере и подключаются к кабелям от измерительного блока (см. рисунок 4).

¹ Поставляется по отдельному заказу

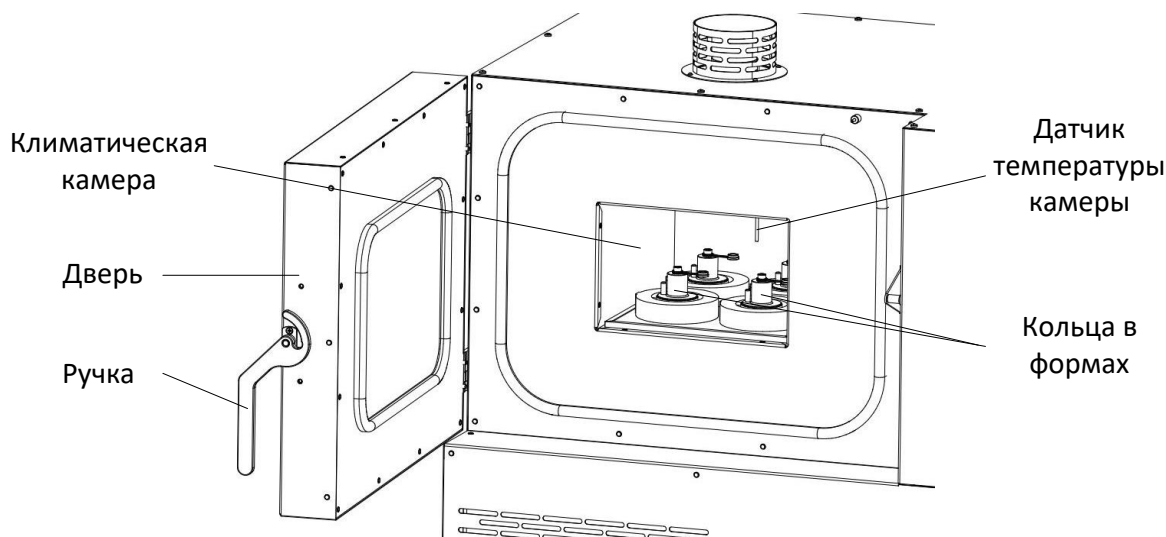


Рисунок 4 – Климатическая камера

3 ПОДГОТОВКА К ЭКСПЛУАТАЦИИ

ВНИМАНИЕ

После внесения в отапливаемое помещение из зоны с температурой ниже 10°C выдержать аппарат в упаковке не менее 4 ч.

3.1 Требования к месту установки

3.1.1 Конструкция аппарата предполагает настольную установку.

3.1.2 Место установки должно удовлетворять следующим требованиям:

- 1) должно быть исключено воздействие тряски, ударов, вибраций, влияющих на нормальную работу аппарата;
- 2) необходимо обеспечить расстояние не менее 0,3 метра до окружающих предметов (других устройств, стен и т.п.) с трёх сторон и 1 метра со стороны двери камеры (см. рисунок 1 поз. 5).
- 3) Поверхность для установки аппарата должна быть ровной и горизонтальной.

3.1.3 Допускается подключение аппарата только к евророзетке с заземлением. Дополнительно подключить клемму «Земля» аппарата к контуру заземления. Расстояние до точки заземления и сетевой розетки не должно превышать 1м.

3.2 Внешний осмотр

3.2.1 Перед началом эксплуатации аппарата:

- освободить аппарат от упаковки;
- проверить комплектности поставки;
- выполнить внешний осмотр аппарата на наличие повреждений;
- проверить наличие сопроводительной документации.

3.2.2 На все дефекты составляется соответствующий акт.

3.3 Опробование

3.3.1 Подключить шпильку заземления (крепление на резьбу М6) к контуру заземления (см. рисунок 2 поз.4).

3.3.2 Подключить аппарат к сети ~230 В.

3.3.3 Включить аппарат поворотным выключателем «Сеть» (см. рисунок 1). Аппарат отобразит заставку (см. рисунок 5), затем спустя приблизительно 15 сек, перейдет в режим «Ожидание» (см. рисунок 6).



Рисунок 5 – Режим загрузки

Ожидание			01.06.2026 14:33
Камера:		T = 0.0°C	V = -°C/ч
Кольцо	Температура, °C	Деформация, мкм/м	T _{abcd} , °C
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	-	-
Метод испытания:		ГОСТ Р 58400.11	
Проба:		ПБВ 60	
Пользователь:		Вишняков Е.Б	
Меню		» Результаты	» Обнулить
		Испытание	»

Рисунок 6 – Режим «Ожидание»

3.3.4 Выполнить подключение колец к соединительным кабелям в климатической камере. Номера на кабелях и кольцах должны совпадать.

ВНИМАНИЕ!

Может потребоваться некоторое время для инициализации показаний температуры на кольцах. После этого кнопка [Обнулить] станет активна.

3.3.5 Запустить испытание согласно п. 4.4.10-4.4.16 без заливки образца в форму с кольцами.

3.3.6 При температуре внутри климатической камеры равной 10°C завершить испытание.

4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

4.1 Дополнительное оборудование и материалы

Дополнительное оборудование и материалы для работы аппарата указано в таблице 4.

Таблица 4 – Дополнительное оборудование и материалы

Оборудование	Назначение
Шкаф сушильный	Подготовка образцов
Состав разделительный ¹	Предотвращение приклеивания образца к кольцу
Весы	Определение массы образцов при заливке
Салфетка хлопчатобумажная	Очистка форм, колец, колец для заливки ² битума

¹ Помимо рекомендованных в стандарте ГОСТ 58400.11-2019 допускается использовать смазки, например, при испытаниях до -40°C силиконовую смазку Molykote 111 Compound, до -50°C силиконовую смазку SILICOT или другие.

² Поставляется по отдельному заказу совместно с подогреваемым ножом НП-1

Оборудование	Назначение
Нефрас С2-80/120, С3-80/120 ТУ 38.401-67-108-92; нефрас С 5/170 ГОСТ 8505-80; техническое моющее средство ТМС ЛН ТУ 2383-001-56478541-01; бензин прямой перегонки без присадок	Очистка колец, колец для заливки от битума
Деревянная палочка сглаженная, без дефектов	Очистка форм от битума

4.2 Эксплуатационные ограничения

- 1) запрещается эксплуатация аппарата после попадания жидкостей или посторонних предметов внутрь аппарата до их извлечения;
- 2) во время работы аппарат должен быть заземлён подключением к клемме заземления. В качестве шины заземления использовать контур заземления;
- 3) при работе с аппаратом обслуживающий персонал должен выполнять правила техники безопасности при работе с электрическими установками с напряжением до 1000 В;
- 4) при работе с аппаратом обслуживающий персонал должен выполнять правила техники безопасности при работе с горячими материалами проб, а также охлажденными до низкой температуры, во избежание ожога (температура испытуемых материалов может находиться в интервале от -70°C до +200°C);
- 5) во избежание поражения электрическим током, работы, связанные с обслуживанием аппарата, проводить только при отключённом питании.

4.3 Подготовка пробы

Подготовка пробы производится согласно п. 8.3 «Подготовка образцов» ГОСТ Р 58400.11.

4.4 Подготовка аппарата к проведению испытания

4.4.1 Перед началом работы тщательно протереть формы хлопчатобумажной салфеткой, кольца и заливочные кольца¹ хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в нефрасе. Продуть сжатым воздухом.

4.4.2 Нанести на внешнюю (должна отсутствовать адгезия битумного вяжущего к кольцу) и нижнюю (на ней кольцо стоит на силиконовой форме, нужно обеспечить герметичность) поверхности инварового кольца тонкий слой разделительного состава. Далее установить кольцо в форму так, чтобы верхние поверхности кольца и формы совпадали по высоте. Индикатор положения тензодатчика на кольце должен находиться напротив метки выступа (см. рис. 7).

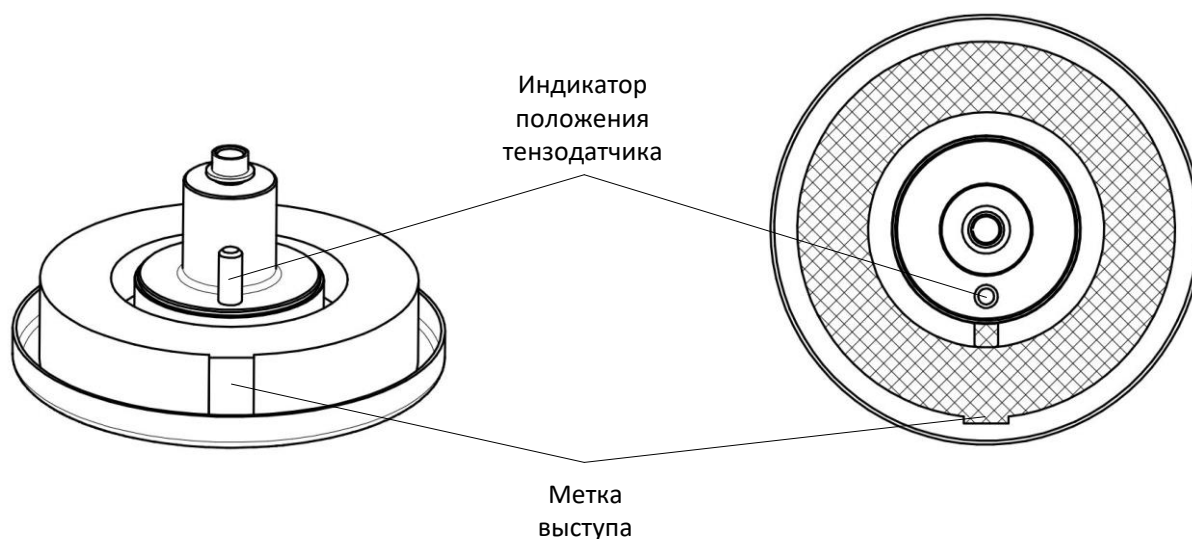


Рисунок 7 – Установка кольца в форму

4.4.3 Установить форму в сборе с кольцом и заливочным кольцом¹ на чашку, а затем в центр поворотного столика (см. рис. 8).

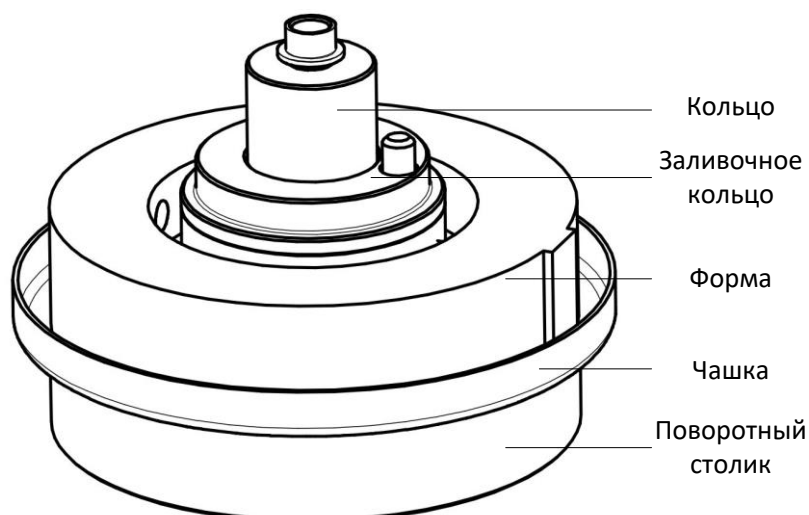


Рисунок 8 – Заливка образца

4.4.4 Измерить и записать массу формы в сборе (см. рис. 8) с точностью до 0,1г.

4.4.5 Залить горячее битумное вяжущее в форму в сборе согласно требованиям ГОСТ Р 58400.11.

ПРИМЕЧАНИЕ

Допускается срезать излишки вяжущего при помощи разогретого ножа.

4.4.6 Измерить и записать массу формы в сборе с образцом.

4.4.7 Снять заливочное кольцо, установить образец в форме, установленной на чашке, в климатическую камеру.

4.4.8 Выполнить подключение колец к соединительным кабелям в климатической камере. Номера на кабелях и кольцах должны совпадать.

ВНИМАНИЕ!

Так как датчики в каждом кольце откалиброваны индивидуально, обязательно соблюдение нумерации на кабелях подключения и кольцах!

4.4.9 Включить аппарат.

4.4.10 Нажать кнопку [Обнулить] для инициализации показаний измерителей деформации колец (см. рисунок 6).

4.4.11 Нажать кнопку [Испытание]. Появится окно (см. рис. 9).

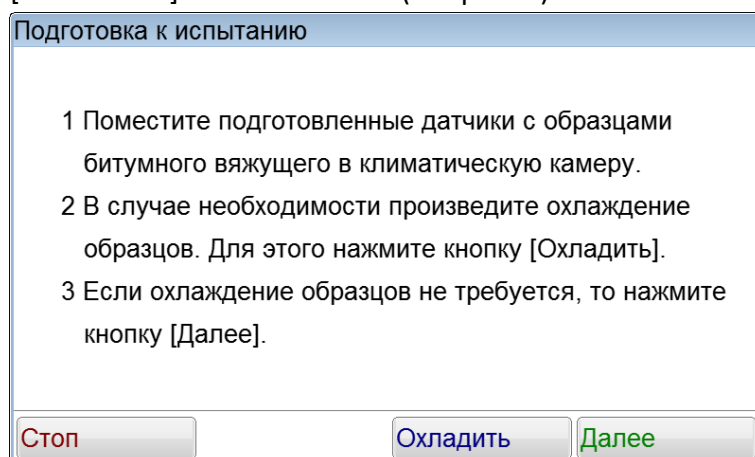


Рисунок 9 – Окно испытания

¹ Поставляется по отдельному заказу совместно с подогреваемым ножом НП-1

4.4.12 Нажать кнопку [Охладить], аппарат начнёт стабилизацию температуры камеры в точке 0°C, на экране отобразится:

Предварительное охлаждение образцов до 0°C			
Камера:		T = 10.0°C	
Кольцо	Температура, °C	Деформация, мкм/м	Tabcd, °C
1	10.3	0.0	-
2	10.2	0.0	-
3	10.4	0.0	-
4	10.2	0.0	-

Метод испытания: ГОСТ Р 58400.11

Проба: ПБВ 60

Пользователь: Вишняков Е.Б

Стоп Далее

Рисунок 10 – Предварительное охлаждение образцов до 0°C

ПРИМЕЧАНИЕ

1. Если образцы предварительно охлаждали в другой климатической камере, то следует пропустить выполнение п.4.4.12-4.4.14 и нажать кнопку [Далее].
2. При испытаниях битумного вяжущего, состаренного согласно ГОСТ 58400.5 охлаждать образцы до 0°C не обязательно.

Подготовка к испытанию	
1 Извлеките образцы 2 Проверните образцы 3 Поместите образцы обратно в камеру. 4 Нажмите кнопку [Далее].	

Стоп Далее

Рисунок 11 – Подготовка к испытанию

4.4.13 Открыть дверь, отключить разъемы соединительных кабелей от колец, извлечь образцы, установить их на устройство проворота. Затем, держа устройство одной рукой, взяться за ручку и повернуть до упора сначала в одну сторону, затем в обратном направлении, чтобы разрушить соединение между кольцом и образцом битумного вяжущего.

4.4.14 Разместить в климатической камере образцы в форме на чашках, подключить кольца к кабелям посредством разъемов, соблюдая нумерацию, нажать кнопку [Далее].

4.4.15 Аппарат начнет нагрев климатической камеры до 20°C (см. рисунок 12).

Выход на режим 20°C			
Камера:		T = 0.0°C	
Кольцо	Температура, °C	Деформация, мкм/м	Tabcd, °C
1	4.2	0.0	-
2	2.7	0.0	-
3	3.5	0.0	-
4	1.4	0.0	-

Метод испытания: ГОСТ Р 58400.11

Проба: ПБВ 60

Пользователь: Вишняков Е.Б

Стоп

Рисунок 12 – Выход на режим 20°C

4.4.16 После стабилизации температуры камеры в точке 20° аппарат начнет охлаждение со скоростью 40°C/ч до температуры 0°C. Затем в диапазоне от 0°C до минус 60°C скорость понижения температуры составит 20°C/ч (см. рисунок 13).

Испытание - охлаждение камеры				00:00:06
Камера:		T = 0.0°C		V=40.0°C/ч
Кольцо	Температура, °C	Деформация, мкм/м	Tabcd, °C	
1	24.2	0.0	-	
2	22.7	0.0	-	
3	23.5	0.0	-	
4	21.4	0.0	-	

Метод испытания: ГОСТ Р 58400.11

Проба: ПБВ 60

Пользователь: Вишняков Е.Б

Стоп

Рисунок 13 – Испытание - охлаждение камеры

4.4.17 При температуре камеры 0°C аппарат отобразит на дисплее кнопку [График деформации] для просмотра текущих параметров испытания.

4.4.18 При нажатии на кнопку [График деформации] откроется окно (см. рис. 14).

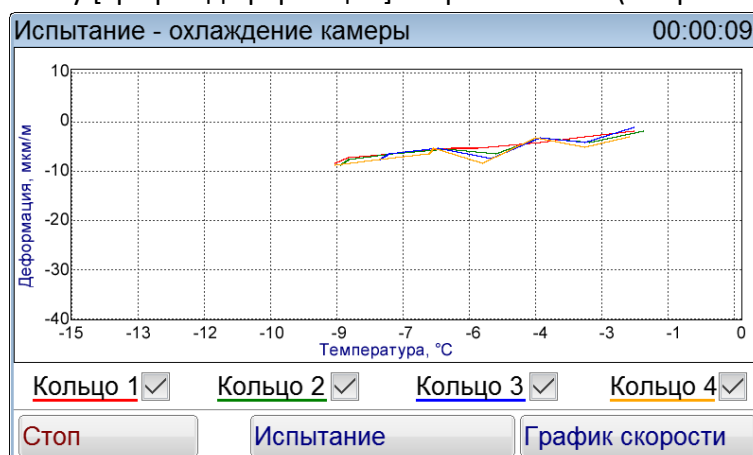


Рисунок 14 – Испытание - охлаждение камеры (график деформации)

4.4.19 В процессе испытания показания температуры и деформации выводятся на экран в режиме реального времени.

4.4.20 О растрескивании испытуемого образца свидетельствует скачок деформации на графике зависимости деформации от температуры (см. рис. 14). Через 12 минут на экране «Испытание – охлаждение камеры» (см. рис. 13) в столбце «Tabcd, °C» появится значение в строке напротив номера кольца.

4.4.21 При нажатии на кнопку [График скорости] откроется окно (см. рис. 15).



Рисунок 15 – Испытание - охлаждение камеры (график скорости)

4.4.22 После окончания охлаждения либо по получению температуры растрескивания всех образцов, либо по достижении камерой температуры минус 60°C, камера нагревается, испытание завершается автоматически после стабилизации температуры камеры в точке 20°C в течение 30 минут.

4.4.23 Далее необходимо извлечь образцы из климатической камеры, осмотреть и найти места растрескивания образцов. Следует извлечь образцы из формы и осмотреть их на наличие дефектов: неровностей геометрической формы, холодных швов или пузырьков воздуха в образце. Отметить наблюдения в протоколе испытания.

4.4.24 Во избежание скопления конденсата, климатическую камеру необходимо перевести в режим нагрева. Для этого необходимо:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем войти в «Тест оборудования».
- 2) Нажать кнопку [Термостатирование] и задать температуру 50°C.
- 3) Выдержать не менее 30 минут.

4.5 Просмотр результатов испытаний

4.5.1 При нажатии на кнопку [Результаты] в режиме «Ожидание» (см. рисунок 6) появится окно с результатами всех проведенных испытаний (см. рисунок 16).

Журнал результатов							
№	Проба	Кольца	Тр, °C	ε, мкм/м	σ, МПа	Завершено	
1	1	1,2,3,4	-17.1	30.1	4.73	29.07.2025 13:39	
2	1	1,2,3,4	-28.5	103.1	16.21	29.07.2025 13:40	
3	1	1,2,3,4	-28.5	102.8	16.16	31.03.2026 14:03	
4	1	1,2,3,4	-28.5	102.8	16.16	31.03.2026 14:05	

Рисунок 16 – Результаты испытаний

4.5.2 Для детального просмотра протокола испытания: результата, условий и графика необходимо нажать на номер результата и нажать кнопку [Просмотр]. Откроется окно просмотра результата (см. рисунок 17).

Результат испытания №3

Показатель	Значение
Метод испытания	ГОСТ Р 58400.11
Проба	ПБВ 60
Дата окончания	31.03.2026 14:03
Скорость от 20°C до 0°C, °C/ч	40
Скорость от 0°C до -60°C, °C/ч	20
Температура растрескивания, °C	-28.5
Скачок деформации, мкм/м	102.8
Напряжение разрушения, МПа	16.2
Пользователь	Вишняков Е.Б.

Рез-ты определений

←→

Заккрыть

Рисунок 17 – Просмотр результата

4.5.3 Для просмотра результатов определений каждого кольца нажать кнопку [Рез-ты определений] (см. рисунок 18).

Результат испытания №3

Наименование	Температура растрескивания, °C	Скачок деформации, мкм/м	Напряжение разрушения, МПа
Кольцо 1	-30.3	145.0	22.80
Кольцо 2	-27.5	92.2	14.50
Кольцо 3	-27.5	58.0	9.12
Кольцо 4	-28.7	115.8	18.22
Макс. разница	2.9	87.0	13.68
Среднее знач.	-28.5	102.8	16.16

График деформации

←→

Заккрыть

Рисунок 18 – Просмотр результатов определений

4.5.4 Для просмотра графика деформации нажать кнопку [График деформации] (см. рисунок 19).

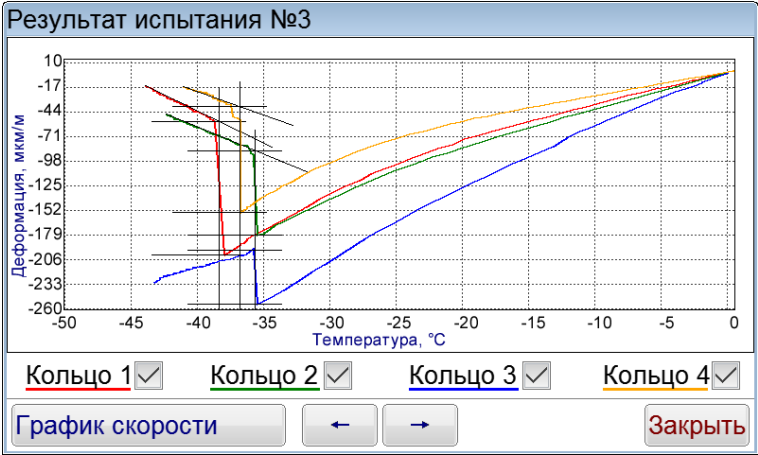


Рисунок 19 – Просмотр графика деформации

Для просмотра каждого графика индивидуально нажать на галочку напротив каждого кольца, оставив одну галочку напротив необходимого кольца.

4.5.5 Для просмотра графика скорости охлаждения камеры нажать кнопку [График скорости] (см. рисунок 19).

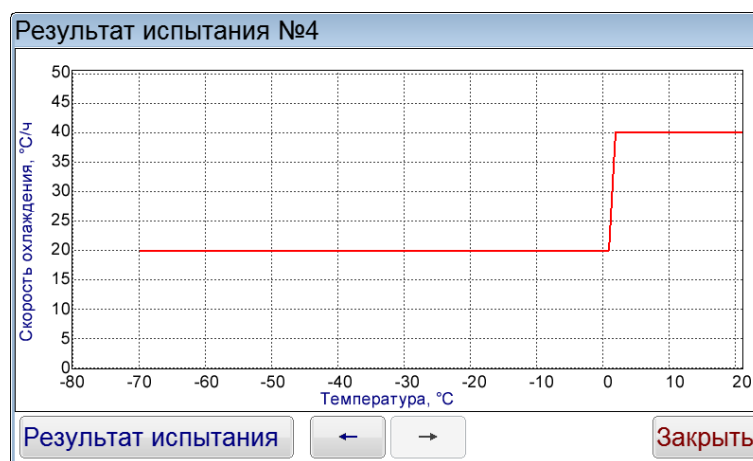


Рисунок 20 – Просмотр графика скорости

4.5.6 Если требуется, для возврата к просмотру результата испытания нажать кнопку **[Результат испытания]** (см. рисунок 17).

4.6 Завершение работы

4.6.1 Аппарат выключается тумблером «Сеть».

4.7 Перечень возможных неисправностей

4.7.1 Сообщения о критических ошибках

В таблице 5 приведены сообщения, появляющиеся при неисправности электронных или механических узлов. В случае появления на дисплее аппарата нижеприведённых сообщений, испытание автоматически останавливается. При повторном появлении сообщения рекомендуется обратиться в службу технической поддержки (контактная информация указана в АИФ 2.772.031 ПС).

Таблица 5 – Перечень критических ошибок

№ п/п	Ошибка	Описание
1	Плата датчиков перезагрузилась	Плата датчиков перезагрузилась из-за сбоя. Проблемы с сетью питания
2	Нет связи с платой датчиков	Плата датчиков не отвечает на запросы. Отсутствует связь с платой.
3	Плата управления перезагрузилась	Плата управления перезагрузилась из-за сбоя. Проблемы с сетью питания
4	Нет связи с платой управления	Плата управления не отвечает на запросы. Отсутствует связь с платой
5	Ошибка датчика температуры камеры	Сопротивление датчика температуры камеры за пределами 450...2000 Ом
6	Ошибка ДТ комнатной температуры	Температура датчика комнатной температуры за пределами 5...40°C или датчик не отвечает на запросы
7	Ошибка двигателя	Двигатель вентилятора камеры работает некорректно
8	Первый контур: давление всасывания не уменьшается длительное время	Давление всасывания не уменьшается длительное время
9	Первый контур: давление нагнетания выше максимально заданного	Давление нагнетания в первом контуре выше максимально заданного
10	Второй контур: давление нагнетания выше максимально заданного	Давление нагнетания во втором контуре выше максимально заданного

№ п/п	Ошибка	Описание
11	Ошибка термостата	Не сработал термостат
12	АЦП1: ошибка I2C.	АЦП1 термодатчика не отвечает на запросы
13	АЦП1: Показания датчика температуры 1 вне диапазона	Сопротивление датчика температуры АЦП1 (канал1) за пределами 450...2000 Ом
14	АЦП1: Показания датчика температуры 2 вне диапазона	Сопротивление датчика температуры АЦП1 (канал2) за пределами 450...2000 Ом
15	АЦП2: ошибка I2C	АЦП2 термодатчика не отвечает на запросы
16	АЦП2: Показания датчика температуры 3 вне диапазона	Сопротивление датчика температуры АЦП2 (канал1) за пределами 450...2000 Ом
17	АЦП2: Показания датчика температуры 4 вне диапазона	Сопротивление датчика температуры АЦП2 (канал2) за пределами 450...2000 Ом
18	АЦП3: ошибка I2C	АЦП3 тензодатчика не отвечает на запросы
19	АЦП3: Показания тензодатчика 1 вне диапазона	Входное напряжение на входе АЦП3 тензодатчика 1 принимает недопустимое значение
20	АЦП3: Показания тензодатчика 2 вне диапазона	Входное напряжение на входе АЦП3 тензодатчика 2 принимает недопустимое значение
21	АЦП4: ошибка I2C	АЦП4 тензодатчика не отвечает на запросы
22	АЦП4: Показания тензодатчика 3 вне диапазона	Входное напряжение на входе АЦП4 тензодатчика 1 принимает недопустимое значение
23	АЦП4: Показания тензодатчика 4 вне диапазона	Входное напряжение на входе АЦП4 тензодатчика 2 принимает недопустимое значение
24	EEPROM: Ошибка I2C	Нет связи с микросхемой памяти на плате датчиков
25	EEPROM: Ошибка CRC	Некорректная контрольная сумма в EEPROM на плате датчиков

4.7.2 Возможные неисправности и методы их устранения приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Возможные неисправности и методы их устранения

№ п/п	Наименование неисправности, внешнее проявление	Вероятная причина	Метод устранения
1	Не включается аппарат	Срабатывание защиты по потребляемому току	Поднять рычаг автоматического выключателя вверх (см. п. 1 рис. 2)
2	Аппарат не выходит на заданную температуру, не соблюдается скорость охлаждения	Перегрев холодильных агрегатов	Проверить соблюдение правил установки (см. п. 3.1)

№ п/п	Наименование неисправности, внешнее проявление	Вероятная причина	Метод устранения
3	Недопустимый разброс показаний датчиков в кольцах	Датчики не откалиброваны	Провести калибровку

4.7.3 При прочих неисправностях выключить аппарат, выждать не менее 5 минут и снова включить. Если неисправность повторяется, обращайтесь на предприятие-изготовитель (контактная информация указана в паспорте АИФ 2.772.031 ПС).

5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

5.1 Дополнительное оборудование и материалы

Перечень материалов и оборудование для технического обслуживания представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень оборудования и материалов

Материал	Назначение
Нефрас	Очистка разъемов колец и разъемов кабелей
Кисточка	
Термопаста	Калибровка и проверка колец по температуре
Состав разделительный	Для предотвращения трения кольца контроля деформации и кольца
Спирт этиловый	Очистка дисплея и кожухов аппарата от загрязнений
Салфетка хлопчатобумажная	
Калибровочное приспособление	Калибровка и проверка датчиков температуры колец

Перечень дополнительного оборудования для технического обслуживания представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительного оборудования

Оборудование	Диапазон	Точность	Назначение	Рекомендуемые СИ
Образцовый термометр	-80°C до +200°C	±0,05 °C	Калибровка и проверка датчиков температуры	ЛТА-Н Термометр лабораторный электронный диаметр 4,3мм, длина 250мм

5.2 Общие указания и меры безопасности

5.2.1 Требования к квалификации обслуживающего персонала и общие меры безопасности при проведении технического обслуживания приведены в п.4.2 настоящего руководства.

5.3 Перечень операций

Перечень операций технического обслуживания представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень операций

Операция	Пункт	Периодичность
Очистка дисплея и кожухов аппарата	5.4	по мере необходимости
Очистка разъемов колец и разъемов кабелей	5.5	по мере необходимости
Сушка климатической камеры и колец от конденсата	5.6	после каждого испытания
Калибровка и проверка температуры климатической камеры	5.7	при недопустимом отклонении показаний от образцового измерителя
Калибровка и проверка колец по температуре	5.8	при недопустимом отклонении показаний колец от образцового измерителя

Операция	Пункт	Периодичность
Калибровка и проверка компенсации деформации колец по температуре	5.9	при недопустимом отклонении показаний колец по деформации
Калибровка и проверка угла наклона колец по деформации	5.10	

ВНИМАНИЕ!

При замене одного из колец или при недопустимом отклонении показаний колец от образцового измерителя необходимо выполнить все п.5.8-5.10 последовательно.

5.4 Очистка дисплея, кожухов от загрязнений

Поверхность дисплея и корпус установки очищать по мере загрязнения салфеткой, смоченной в этиловом спирте.

5.5 Очистка разъемов колец и разъемов кабелей

При попадании битумных вяжущих на контакты разъемов колец, промыть нефрасом с использованием кисточки (перечень дополнительных материалов приведён в таблице 7). Затем продуть сжатым воздухом.

5.6 Сушка климатической камеры и колец от конденсата

5.6.1 Во избежание скопления конденсата, климатическую камеру с подключенными кольцами необходимо перевести в режим нагрева. Для этого необходимо:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем войти в «Тест оборудования».
- 2) Нажать кнопку [Термостатирование]. Откроется окно для ввода значения температуры.
- 3) Задать значение плюс 50°C и нажать кнопку [Включить].
- 4) Через 30 минут после начала стабилизации выключить термостатирование. Затем нажать кнопку [Заккрыть].

5.7 Калибровка и проверка датчика температуры климатической камеры

5.7.1 Для калибровки датчика температуры климатической камеры запустить программу калибровки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].

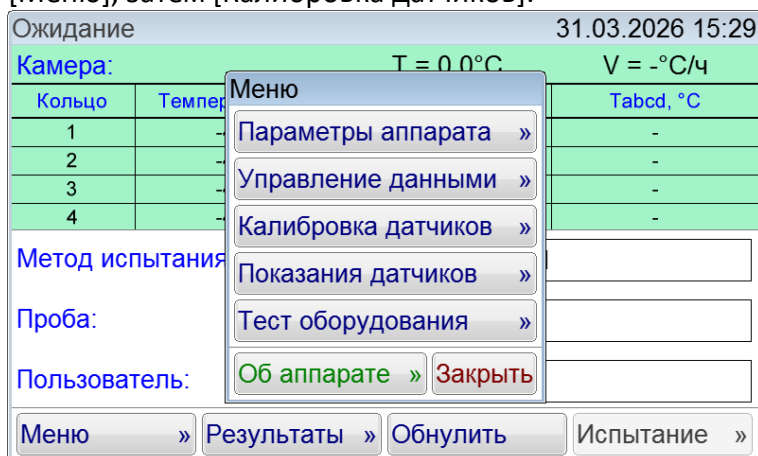


Рисунок 21 – Окно «Меню»

- 2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см. рисунок 22).

Ожидание 31.03.2026 15:29

Камера: T = 0.0°C V = -°C/ч

Кольцо	Температура	Tabcd, °C
1		-
2		-
3		-
4		-

Метод испытания

Проба:

Пользователь:

Об аппарате » Закрыть

Меню » Результаты » Обнулить Испытание »

Меню

Параметры аппарата »

Калибровка датчиков

Калибровка датч. Т »

Калибровка тензо »

Закрыть

Рисунок 22 – Окно «Калибровка датчиков»

- 3) Нажать кнопку [Калибровка датч.Т]. Откроется окно (см. рисунок 23)

Ожидание 31.03.2026 15:29

Камера: V = -°C/ч

Кольцо	Температура	Tabcd, °C
1		-
2		-
3		-
4		-

Метод испытания

Проба:

Пользователь:

Меню »

Выбор калибровки

Калибровка Т ПУ »

Калибровка Т ПИ »

Калибровка по ГА 1 канал »

Калибровка по ГА 2 канал »

Калибровка по ГА 3 канал »

Калибровка по ГА 4 канал »

Закрыть

Испытание »

Рисунок 23 – Окно «Выбор калибровки»

- 4) Нажать кнопку [Калибровка Т ПУ]. Откроется окно (см. рисунок 24).

Ожидание 31.03.2026 15:30

Камера: V = -°C/ч

Кольцо	Температура	Tabcd, °C
1		-
2		-
3		-
4		-

Метод испытания

Проба:

Пользователь:

Меню »

Выбор калибровки

Калибровка Т камеры:

Температура камеры, °C: 0.0

Наклон, k: 0.0000

Смещение, b: 0.0000

Калибровать »

Закрыть

Закрыть

Испытание »

Рисунок 24 – Окно «Калибровка Т камеры»

- 5) Нажать кнопку [Калибровать].

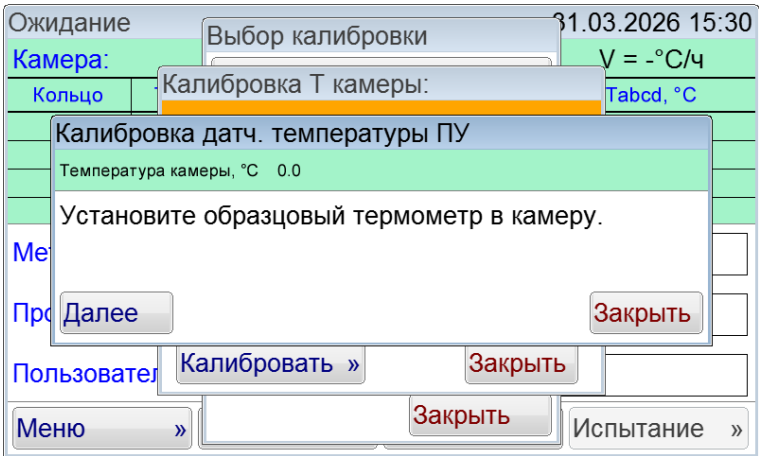


Рисунок 25 – Калибровка датчика температуры климатической камеры

- 6) Установить образцовый измеритель температуры в отверстие в кожухе на крышке аппарата за вентилятором (см. рисунок 2) на один уровень с датчиком температуры климатической камеры.
- 7) Нажать кнопку [Далее].
- 8) Затем следуйте инструкции на экране. Калибровка производится в диапазоне температур от плюс 30°C до минус 60°C. При достижении температуры точки калибровки на экране появится окно с вводом значения с образцового измерителя температуры, затем нажать кнопку [Далее].
- 9) При завершении калибровки аппарат выдаст сообщение: «Калибровка завершена».

5.7.2 Проверка датчика температуры климатической камеры

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Тест оборудования]. Откроется окно, как показано на рисунке 26.

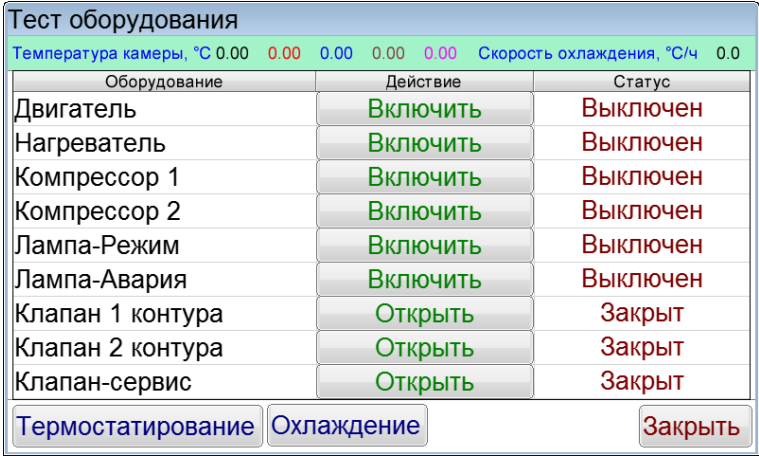


Рисунок 26 – Окно «Тест оборудования»

- 2) Нажать кнопку [Термостатирование]. Откроется окно для ввода значения температуры.

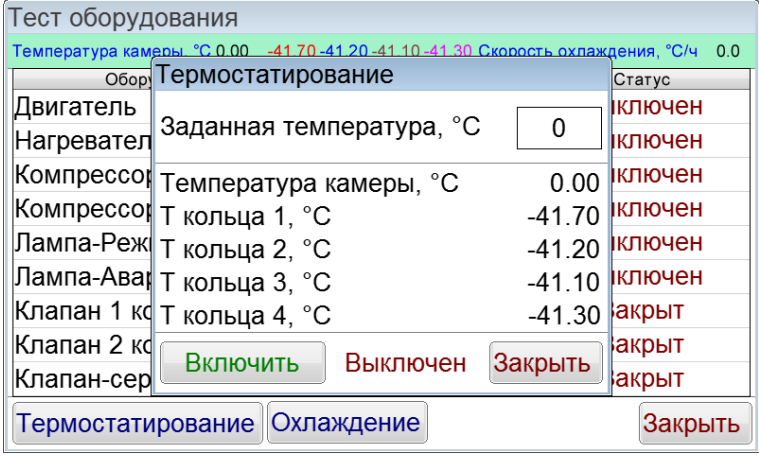


Рисунок 27 – Окно «Термостатирование»

ПРИМЕЧАНИЕ

Для ускорения операций рекомендуется проверку температуры начинать с отрицательных значений, а затем повышать температуру. Например, задать значение минус 60°C, затем минус 50°C, минус 40°C и т.д.

- 3) Задать значение минус 60°C и нажать кнопку [Включить]. После стабилизации показаний температуры камеры начнется отсчет времени. Через 30 минут после начала стабилизации записать значения образцового измерителя температуры и показания температуры камеры в таблицу 10.

Таблица 10 – Проверка датчика температуры климатической камеры

Температура в климатической камере	Обозначение	Температура, °C								
		+20°C	+10°C	0°C	-10°C	-20°C	-30°C	-40°C	-50°C	-60°C
Образцовый термометр	$T_{обр}$									
Температура камеры	T_k									
Отклонение от образцового значения	ΔT									
Максимальное отклонение	ΔT_{max}									
Допустимое отклонение		0,5								

- 4) Аналогично п. 3) выполнить проверку по температуре для следующих значений: минус 50°C, минус 40°C, минус 30°C, минус 20°C, минус 10°C, 0°C, плюс 10°C, плюс 20°C.
- 5) Максимальное отклонение температуры климатической камеры от образцового значения не должно превышать $(0,5+\alpha)^\circ\text{C}$, где α – погрешность образцового измерителя температуры.
- 6) Если максимальное отклонение превышает заявленное значение необходимо выполнить калибровку датчика температуры климатической камеры согласно п. 5.7.1 и снова выполнить проверку.

5.8 Калибровка и проверка колец по температуре

5.8.1 При калибровке колец по температуре используется специальное приспособление устройство температурной калибровки для 4-х колец (далее - Калибровочное приспособление) (см. рисунок 30) и образцовый термометр типа LTA-H.

Технические характеристики образцового термометра:

- Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, при погружении датчика температуры из комплекта поставки на глубину не менее 75 мм, $\pm 0.05^\circ\text{C}$.
- Диапазон температур измерения от - 80°C до +100°C включительно.

5.8.2 Очистить поверхности температурного контакта калибровочного приспособления, колец и нанести на них термопасту (КПТ-19 или КПТ-8) (см. рисунок 28).

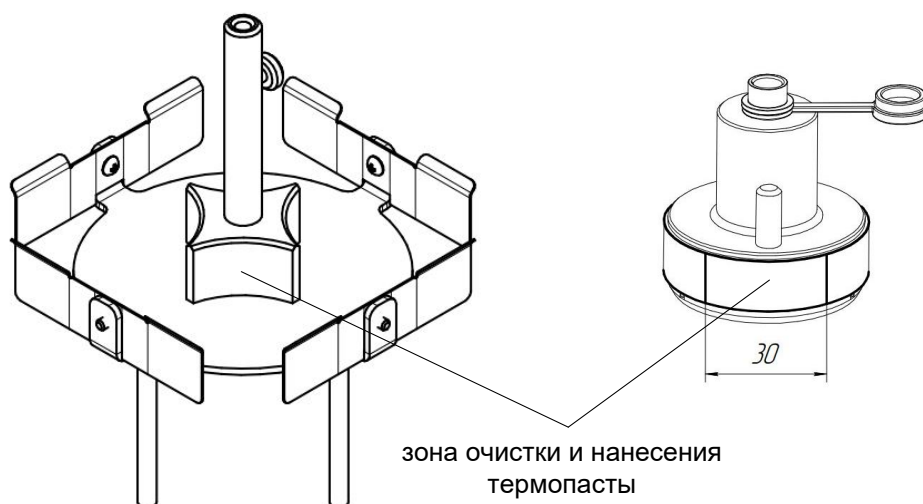


Рисунок 28 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 1

5.8.3 Установить кольца в посадочные места и зафиксировать прижимными механизмами (см. рисунок 29). Индикаторы положения тензодатчика должны быть обращены к центру калибровочного приспособления.

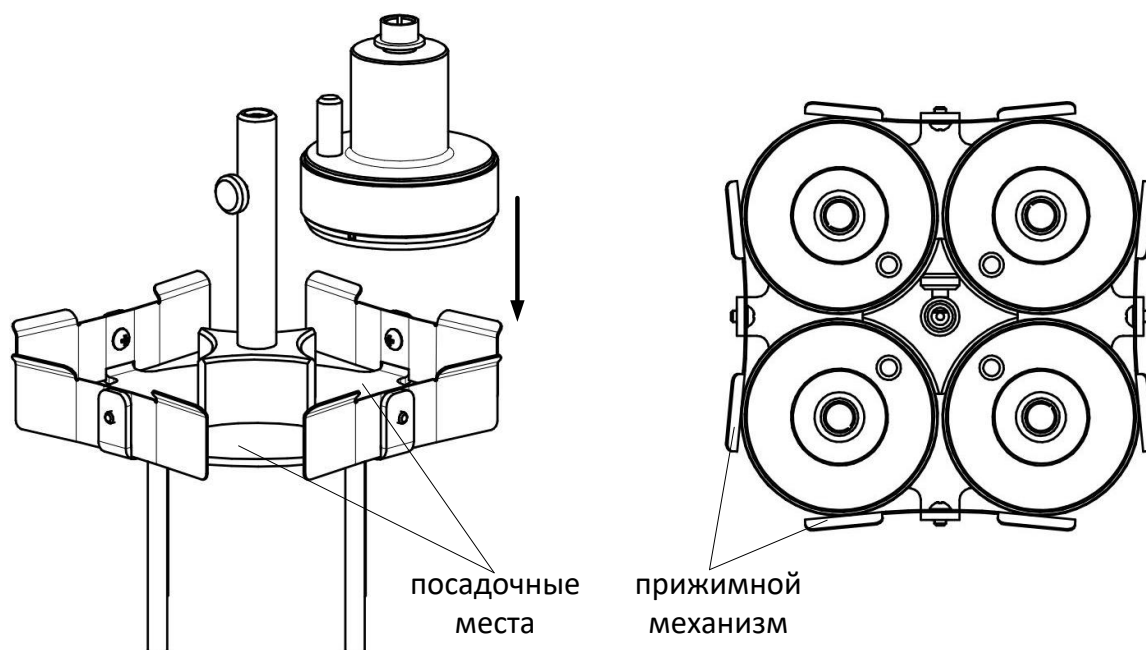


Рисунок 29 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 2

5.8.4 Нанести термопасту внутрь стакана (см. рисунок 30).

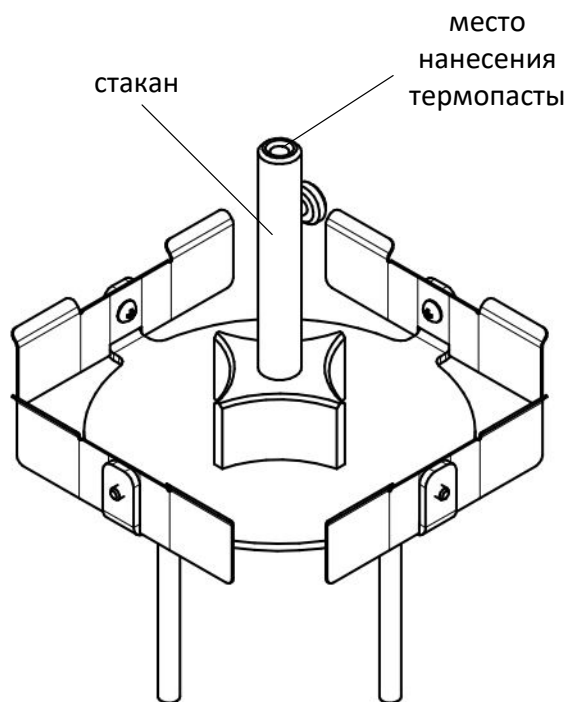


Рисунок 30 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 3

5.8.5 Установить Калибровочное приспособление в климатическую камеру, подключить кольца к кабелям. Убедиться, что в местах контакта калибровочное приспособления с кольцами (см. рисунок 29) нет зазоров.

5.8.6 Образцовый датчик температуры установить через отверстие в кожухе на крышке аппарата за вентилятором в стакан калибровочного приспособления и зафиксировать фиксатором (см. рисунок 31).

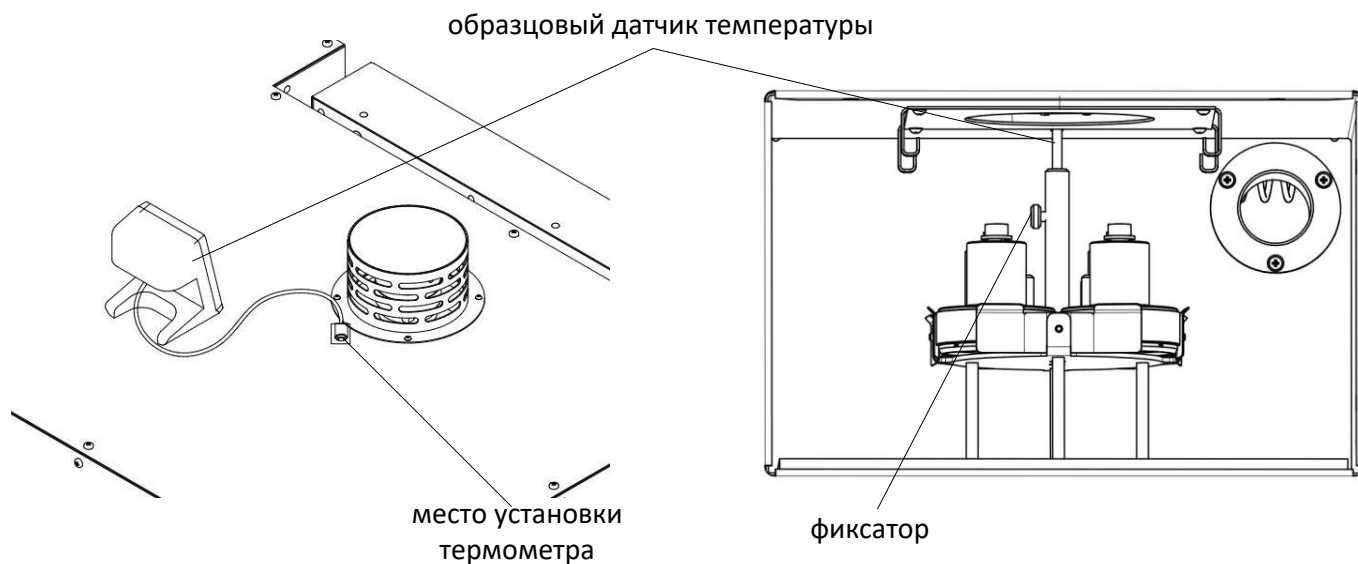


Рисунок 31 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 4

5.8.7 Закрыть дверь климатической камеры.

5.8.8 Запустить программу калибровки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].

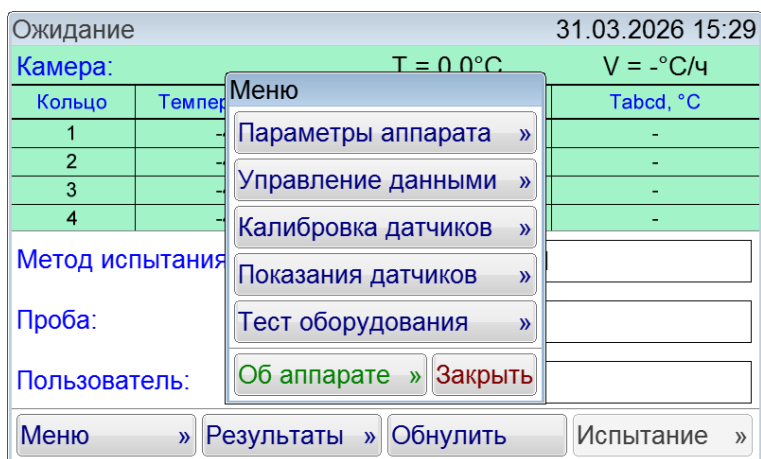


Рисунок 32 – Окно «Меню»

2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см. рисунок 33).

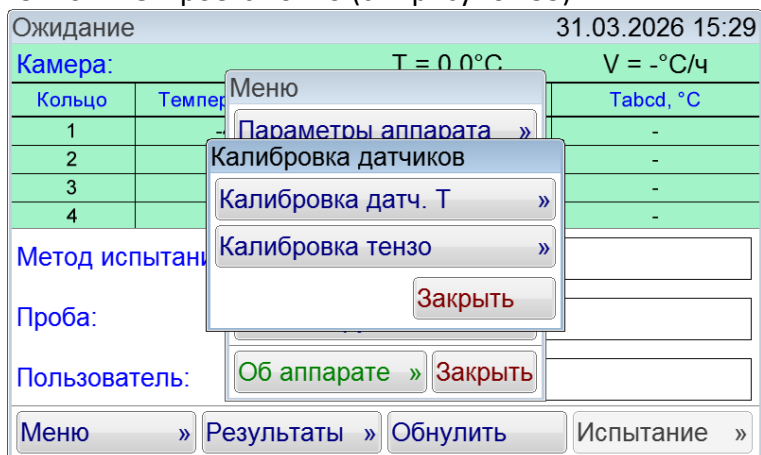


Рисунок 33 – Окно «Калибровка датчиков»

3) Нажать кнопку [Калибровка датч.Т]. Откроется окно (см. рисунок 34).

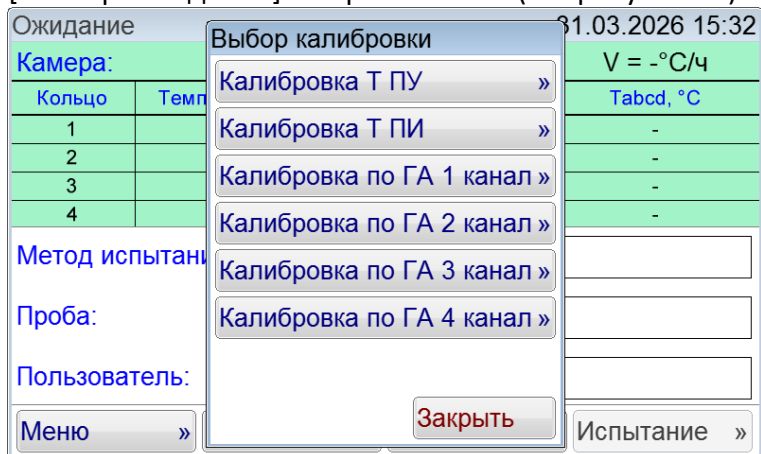


Рисунок 34 – Окно «Выбор калибровки»

4) Нажать кнопку [Калибровка Т ПИ]. Откроется окно (см. рисунок 35).

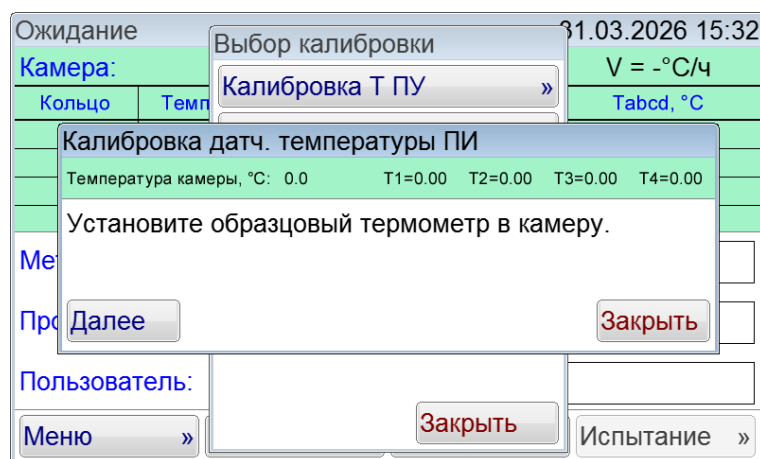


Рисунок 35 – Калибровка датчиков температуры ПИ

- 5) Нажать кнопку [Далее]. Затем следуйте инструкции на экране. Калибровка производится в диапазоне температур от +20°C до -60°C, с интервалом 10°C по датчику климатической камеры для 9 точек. Для каждой точки устанавливается заданная температура, при достижении температуры очередной точки калибровки на экране появится окно с вводом значения с образцового измерителя температуры, затем нажать кнопку [Далее].
- 6) При завершении калибровки аппарат выдаст сообщение: «Калибровка завершена».

ПРИМЕЧАНИЕ

- 1) При своевременном вводе значений температуры с образцового измерителя – минимальное время калибровки соответствует 8ч.
- 2) Процесс калибровки непрерывный, его невозможно возобновить после прекращения. Это нужно учитывать при планировании работ.

- 7) Нажать кнопку [Заккрыть].
- 8) Выбрать пункт меню «Калибровка по ГА 1 канал». Передать значения зафиксированные на аппарате и образцовом измерителе температуры на предприятие-изготовитель для получения коэффициентов A, B, D1, D2, D3, D4 и R0 для кольца №1 (см. рисунок 36).

Датчик температуры 1				3
Т кольца 1, °C:		0.0	Аппарат	Образцовый
A:	0.00000000		0.00	0.00
B:	0.0000000000000000		0.00	0.00
D1:	0.00000000		0.00	0.00
D2:	0.00000000		0.00	0.00
D3:	0.00000000		0.00	0.00
D4:	0.00000000		0.00	0.00
R0:	0.00000000		0.00	0.00
			Заккрыть	

Рисунок 36 – Калибровка по генетическому алгоритму для 1-го кольца

- 9) Аналогично выполнить действия для второго, третьего и четвертого колец.
- 10) После получения коэффициентов ввести данные в соответствующие поля. Для сохранения значений нажать кнопку [Заккрыть].

5.8.9 Для проверки погрешности измерения датчиков температуры в кольцах необходимо выполнить п. 5.8.2-5.8.7.

Выполнить программу проверки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Тест оборудования]. Откроется окно, как показано на рисунке 37.

- 5) Максимальное отклонение температуры колец от образцового значения не должно превышать $(0,25+\alpha)^\circ\text{C}$, где α – погрешность образцового измерителя температуры.
- 6) Если максимальное отклонение превышает заявленное значение необходимо выполнить калибровку температуры колец согласно п. 5.8.8 и снова выполнить проверку.

5.9 Калибровка и проверка компенсации деформации колец по температуре

5.9.1 Выполняется для контроля исправности датчиков деформации.

5.9.2 Подключить кольца к кабелям аппарата и равномерно распределить в климатической камере без форм.

5.9.3 Запустить программу калибровки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].

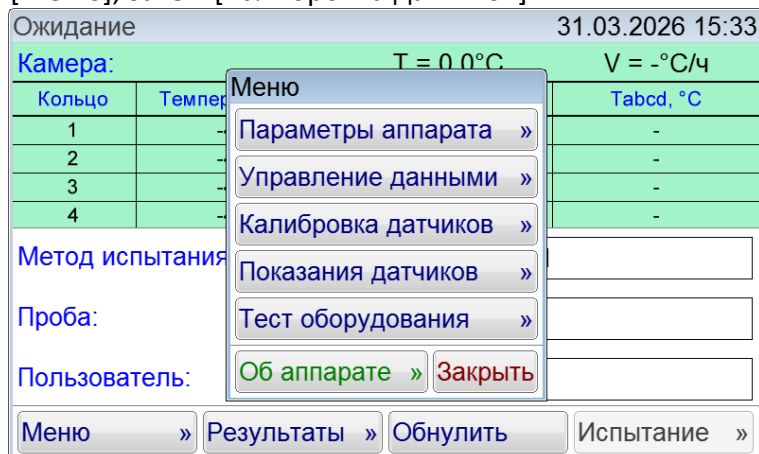


Рисунок 38 – Окно «Меню»

- 2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см. рисунок 39). Пароль вводится с целью разблокировки возможности проведения калибровки. Каждая калибровка реализована в соответствующем методе испытания.

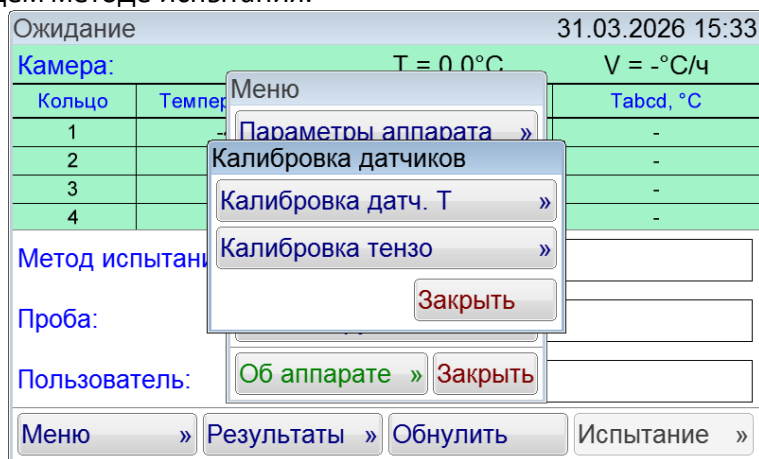


Рисунок 39 – Окно «Калибровка датчиков»

- 3) Заккрыть окна «Калибровка датчиков» и «Меню».
- 4) Выбрать метод испытания «Измерение термокомпенсации» и нажать кнопку [Выбор] (см. рисунок 40).

Ожидание 31.03.2026 15:34

Камера: T = 0.0°C V = -°C/ч

Кольцо	Метод испытания	Табcd, °C
1	ГОСТ Р 58400.11	-
2	Измерение термокомпенсации	-
3	Проверка термокомпенсации	-
4	Калибровка наклона	-

Метод испытания: Проверка наклона

Проба: Проверка наклона

Пользователь: Выбор Условия испытания » Отмена

Меню » Результаты » Обнулить Испытание »

Рисунок 40 – Окно «Метод испытания»

- 5) Нажать кнопку [Обнулить] для обнуления показаний измерителей деформации колец (см. рисунок 6).
- 6) Нажать кнопку [Испытание]. Появится окно, как показано на рисунке 41.
- 7) Аппарат начнет нагрев климатической камеры до 30°C.

Выход на режим 30°C

Камера: T = 0.0°C

Кольцо	Температура, °C	Деформация, мкм/м	Табcd, °C
1	-41.7	19.9	-
2	-41.2	20.9	-
3	-41.1	21.8	-
4	-41.3	22.8	-

Метод испытания: Измерение термокомпенсации

Проба: ПБВ 60

Пользователь: Вишняков Е.Б

Стоп

Рисунок 41 – Выход на режим 30°C

- 8) После стабилизации температуры камеры в точке 30° аппарат переходит в режим ожидания нагрева колец до 22°C.
- 9) При достижении температуры всех колец 22°C аппарат переходит в режим охлаждения камеры и начнет охлаждение со скоростью 40°C/ч до температуры 0°C. Затем от 0°C до минус 60°C скорость понижения температуры станет 20°C/ч.
- 10) При достижении температуры всех колец минус 61°C измерение термокомпенсации завершится и начнется нагрев камеры до 20°C.
- 11) После автоматического завершения испытания нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].
- 12) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см. рисунок 39).
- 13) Нажать кнопку [Калибровка тензо]. Откроется окно (см. рисунок 42)

Ожидание 30.03.2026 14:52

Камера: T = 0.0°C V = -°C/ч

Кольцо	Температура, °C	Tabcd, °C
1		
2		
3		
4		

Метод испытания: на

Проба:

Пользователь:

Меню » Результаты » Обнулить Испытание »

Меню

Параметры аппарата »

Калибровка тензодатчиков

Калибровка компенсации T

Нормализация тензочувств.

Заккрыть

Об аппарате » Заккрыть

Рисунок 42 – Окно «Выбор калибровки»

14) Нажать кнопку [Калибровка компенсации T]. Откроется окно (см. рисунок 43).

Термокомпенсация тензодатчиков

Камера: T = 20.0°C

Кольцо	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м	Статус
1	18.0	-8.3	-	
2	18.2	104.4	-	
3	18.1	186.3	-	
4	18.3	-14.4	-	

Номер результата: -

Дата калибровки: Не калибровано

Калибровать Удалить Заккрыть

Рисунок 43 – Термокомпенсация тензодатчиков

15) Ввести номер результата по которому было выполнено измерение термокомпенсации.

16) Нажать кнопку [Калибровать]. Затем кнопку [Да]. При этом в каждой строке напротив номера кольца появится статус «Калибровано». И на дисплее отобразится дата калибровки (дата проведения измерения термокомпенсации).

Термокомпенсация тензодатчиков

Камера: T = 20,5°C

Кольцо	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м	Статус
1	18.9	18.8	10.3	Калибровано
2	19.0	150.9	28.6	Калибровано
3	18.8	129.5	-56.3	Калибровано
4	18.8	-25.6	43.2	Калибровано

Номер результата: 1

Дата калибровки: 29.07.2025 13:39

Калибровать Удалить Заккрыть

Рисунок 44 – Калибровка компенсации деформации датчиков деформации

5.9.4 Запустить программу проверки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].
- 2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см. рисунок 39).
- 3) Заккрыть окна «Калибровка датчиков» и «Меню».
- 4) Выбрать метод испытания «Проверка термокомпенсации» и нажать кнопку [Выбор] (см. рисунок 45).

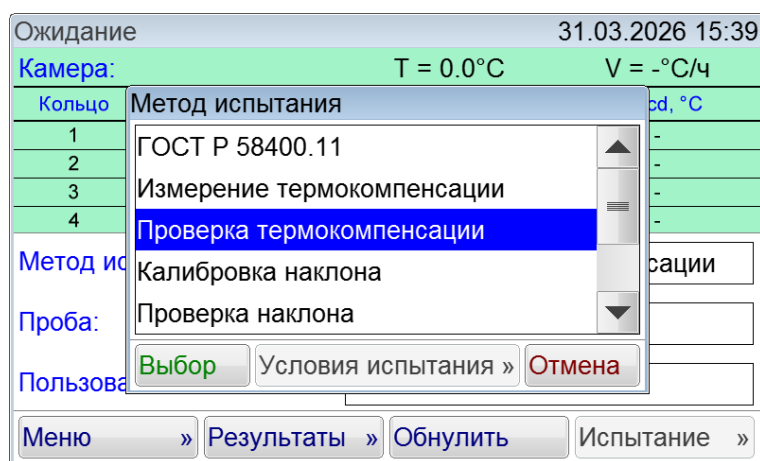


Рисунок 45 – Окно «Метод испытания»

- 5) Нажать кнопку [Обнулить] для обнуления показаний измерителей деформации колец (см. рисунок 6).
- 6) Нажать кнопку [Испытание]. Появится окно, как показано на рисунке 46.
- 7) Аппарат начнет нагрев климатической камеры до 30°C.



Рисунок 46 – Выход на режим 30°C

- 8) После стабилизации температуры камеры в точке 30° аппарат переходит в режим ожидания нагрева колец до 22°C.
- 9) При достижении температуры всех колец 22°C аппарат переходит в режим охлаждения камеры и начнет охлаждение со скоростью 40°C/ч до температуры 0°C. Затем от 0°C до минус 60°C скорость понижения температуры станет 20°C/ч.
- 10) При достижении температуры всех колец минус 61°C проверка термокомпенсации завершится и начнется нагрев камеры до 20°C. При этом на экране появится сообщение «Проверка закончилась успешно!» и в таблице указаны отклонения для каждого из датчика.

5.10 Калибровка и проверка угла наклона колец по деформации

5.10.1 Выполняется для контроля исправности датчиков деформации и приведения их к одному, нормализованному коэффициенту передачи.

5.10.2 Нанести разделительный состав на внутреннюю поверхность калибровочного кольца контроля деформации и кольца. Затем установить калибровочное кольцо на кольцо, прокрутить несколько раз по часовой и против часовой стрелки для того чтобы избавиться от пустот и пузырьков воздуха в разделительном составе. Калибровочное кольцо должно свободно/с небольшим усилием прокручиваться. Прорезь на калибровочном кольце должна находиться на противоположной стороне от индикатора положения тензодатчика (см. рисунок 47).

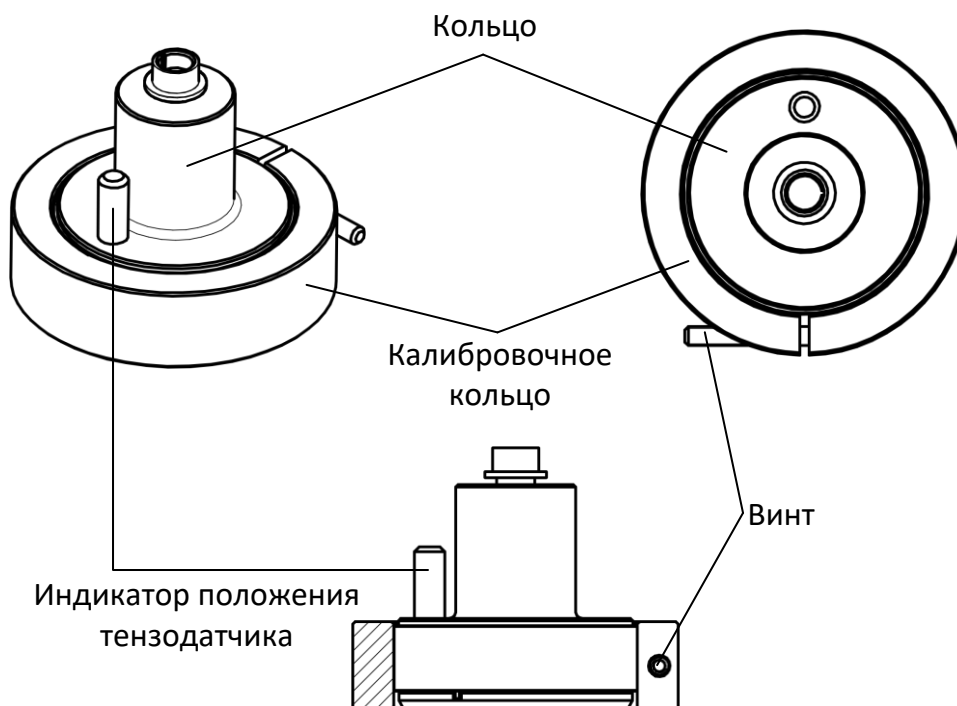


Рисунок 47 - Калибровочное кольцо контроля деформации

5.10.3 Подключить к кабелям аппарата и равномерно распределить в климатической камере.

5.10.4 Нажать кнопку [Обнулить] для обнуления показаний измерителей деформации колец. Затянуть винт на калибровочном кольце так, чтобы на дисплее в графе «Деформация» напротив каждого кольца было значение от минус 25 до минус 35 мкм/м.

5.10.5 Подключить кольца к кабелям аппарата и равномерно распределить в климатической камере.

5.10.6 Запустить программу калибровки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].
- 2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см. рисунок 39).
- 3) Нажать кнопку [Калибровка тензо]. Откроется окно (см. рисунок 42). Пароль вводится с целью разблокировки возможности проведения калибровки. Каждая калибровка реализована в соответствующем методе испытания.

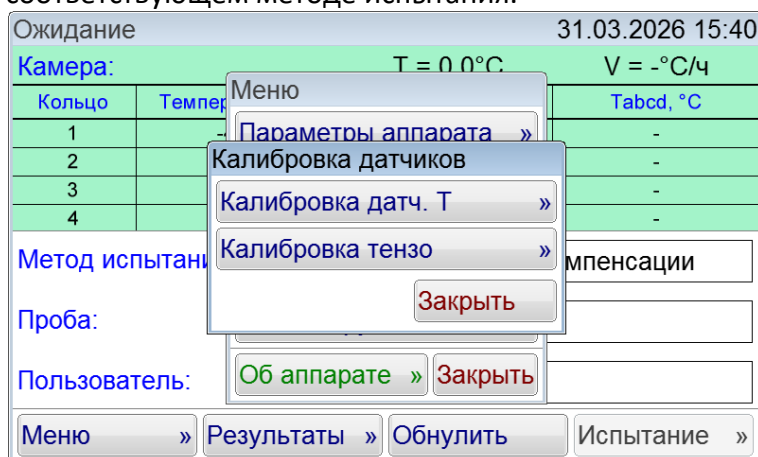


Рисунок 48 – Окно «Калибровка датчиков»

- 4) Закрыть окна «Калибровка датчиков» и «Меню».
- 5) Выбрать метод испытания «Калибровка наклона» и нажать кнопку [Выбор] (см. рисунок 40).

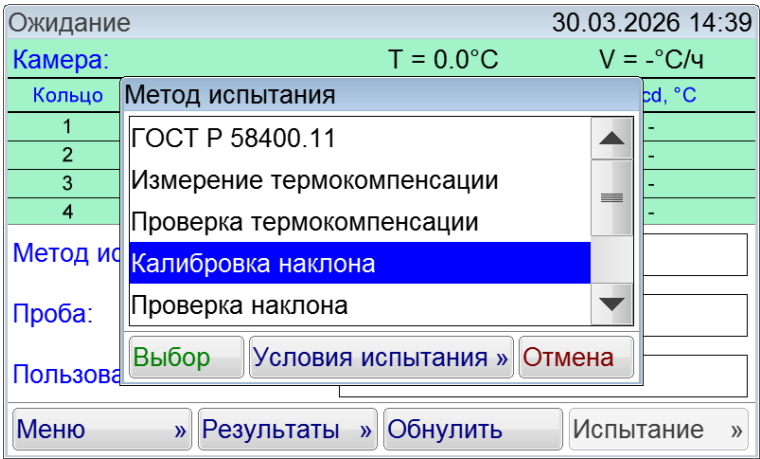


Рисунок 49 – Окно «Метод испытания»

- 6) Нажать кнопку [Обнулить] для обнуления показаний измерителей деформации колец (см. рисунок 6).
- 7) Нажать кнопку [Испытание]. Появится окно, как показано на рисунке 41. Аппарат начнет нагрев климатической камеры до 30°C.

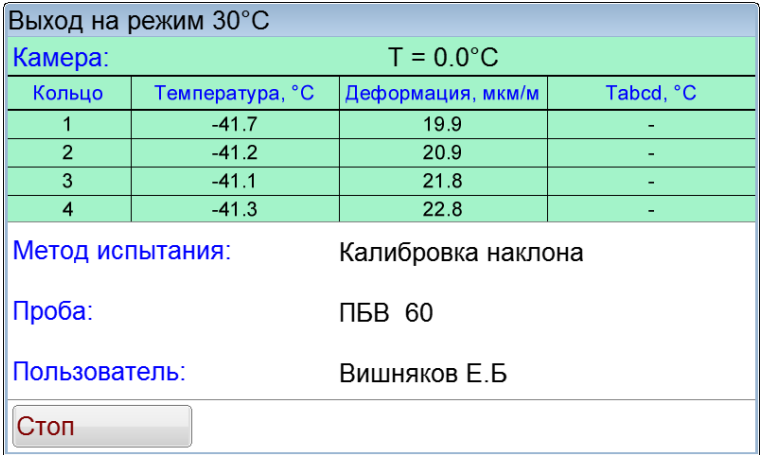


Рисунок 50 – Выход на режим 30°C

- 8) После стабилизации температуры камеры в точке 30° аппарат переходит в режим ожидания нагрева колец до 22°C.
- 9) При достижении температуры всех колец 22°C аппарат переходит в режим охлаждения камеры и начнет охлаждение со скоростью 40°C/ч до температуры камеры 0°C. Затем от 0°C до минус 60°C скорость понижения температуры станет 20°C/ч.
- 10) При достижении температуры всех колец минус 61°C калибровка наклона завершится и начнется нагрев камеры до 20°C.
- 11) После автоматического завершения испытания нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].
- 12) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см. рисунок 39).
- 13) Нажать кнопку [Калибровка тензо].
- 14) Нажать кнопку [Нормализация тензочувств.]. Откроется окно (см. рисунок 43).

Нормализация тензочувствительности			
Наклон 1, К:	13.2085	K1_н:	1.1841
Наклон 2, К:	12.6762	K2_н:	1.2338
Наклон 3, К:	14.8606	K3_н:	1.0524
Наклон 4, К:	10.6913	K4_н:	1.4629
Среднее:	-	Целевой наклон:	15.6400
		№ результата:	-
		Дата:	Не калибровано
Загрузить Нормализация Удалить Заккрыть			

Рисунок 51 – Нормализация тензочувствительности

- 15) Ввести номер результата в окно «№ результата:» по которому была выполнена калибровка наклона.
- 16) Для оценки средней величины коэффициента наклона нажать кнопку [Загрузить], затем нажать кнопку [Да]. После нажатия коэффициенты наклона обновятся в соответствии с калибровкой. При корректных коэффициентах отобразится вычисленное среднее значение. Если среднее значение отличается от целевой величины 15.64 не более чем на 3.0, то в качестве целевого наклона рекомендуется использовать получившийся результат. В противном случае в качестве целевого значения наклона рекомендуется использовать 15.64.
- 17) Нажать кнопку [Нормализация]. Нормализованные коэффициенты (K1_н...K4_н) будут пересчитаны в соответствии с целевым наклоном и на дисплее отобразится дата калибровки.

Нормализация тензочувствительности			
Наклон 1, К:	13.2085	K1_н:	1.1841
Наклон 2, К:	12.6762	K2_н:	1.2338
Наклон 3, К:	14.8606	K3_н:	1.0524
Наклон 4, К:	10.6913	K4_н:	1.4629
Среднее:	12.8592	Целевой наклон:	15.6400
		№ результата:	5
		Дата:	15.05.2023 15:15
Загрузить Нормализация Удалить Заккрыть			

Рисунок 52 – Нормализация тензочувствительности

5.10.7 Запустить программу проверки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].
- 2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см. рисунок 39).
- 3) Заккрыть окна «Калибровка датчиков» и «Меню».
- 4) Выбрать метод испытания «Проверка наклона» и нажать кнопку [Выбор] (см. рисунок 53).

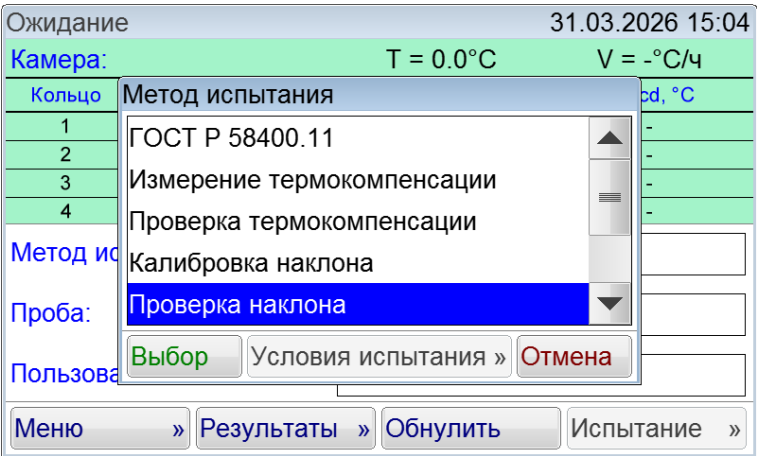


Рисунок 53 – Окно «Метод испытания»

- 5) Нажать кнопку [Обнулить] для обнуления показаний измерителей деформации колец (см. рисунок 6).
- 6) Нажать кнопку [Испытание]. Появится окно, как показано на рисунке 46.
- 7) Аппарат начнет нагрев климатической камеры до 30°C.

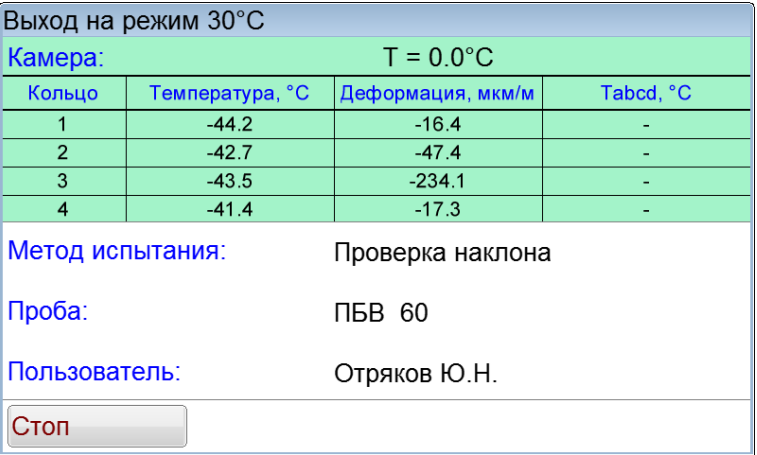


Рисунок 54 – Выход на режим 30°C

- 8) После стабилизации температуры камеры в точке 30° аппарат переходит в режим ожидания нагрева колец до 22°C.
- 9) При достижении температуры всех колец 22°C аппарат переходит в режим охлаждения камеры и начнет охлаждение со скоростью 40°C/ч до температуры 0°C. Затем от 0°C до минус 60°C скорость понижения температуры станет 20°C/ч.
- 10) При достижении температуры всех колец минус 61°C проверка наклона завершится и начнется нагрев камеры до 20°C.

6 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

6.1 Хранение

6.1.1 Условия хранения аппарата в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе «Л» ГОСТ 15150-69.

6.1.2 Аппарат должен храниться в закрытых отапливаемых помещениях в упаковке на стеллажах, не подвергающихся вибрации и ударам.

6.1.3 Аппарат должен храниться при температуре воздуха от 5 °С до 40 °С и относительной влажности воздуха 80 % при 25 °С.

6.1.4 Хранение аппарата без упаковки не допускается.

6.1.5 Срок хранения аппарата 6 лет.

6.1.6 Аппарат консервируется согласно варианту ВЗ-10 ГОСТ 9.014-78, вариант упаковки – ВУ-5.

6.1.7 Если после распаковывания аппарат не применялся по своему прямому назначению, то хранить его необходимо в чехле из полиэтилена ГОСТ 10354-82.

6.2 Транспортирование

6.2.1 Условия транспортирования аппарата в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе условий хранения 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150-69.

6.2.2 Аппарат разрешается транспортировать всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах (авиационным транспортом в отапливаемых герметизированных отсеках) на любое расстояние.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО RS-232

А1 Общие положения

Для передачи данных с аппарата на персональный компьютер (ПК) по интерфейсу RS-232, ПК должен быть оборудован:

- 1) портом RS-232 DB9M (в настоящее время встречается редко), аппарат подключается кабелем RS232 DB9F – DB9M (удлинитель мыши, в комплект поставки не входит);
- 2) портом USB, тогда аппарат подключается через преобразователь интерфейсов USB – RS-232, например, «TRENDnet TU-S9» (также может потребоваться кабель RS-232 DB9F – DB9M для удлинения, преобразователь и кабель в комплект поставки не входят).

Также на ПК должна быть установлена программа-терминал. В данном руководстве описана настройка программы «PuTTY».

Страница программы в сети: «www.putty.org»

Ссылка для скачивания: «<http://the.earth.li/~sgtatham/putty/latest/x86/putty.exe>»

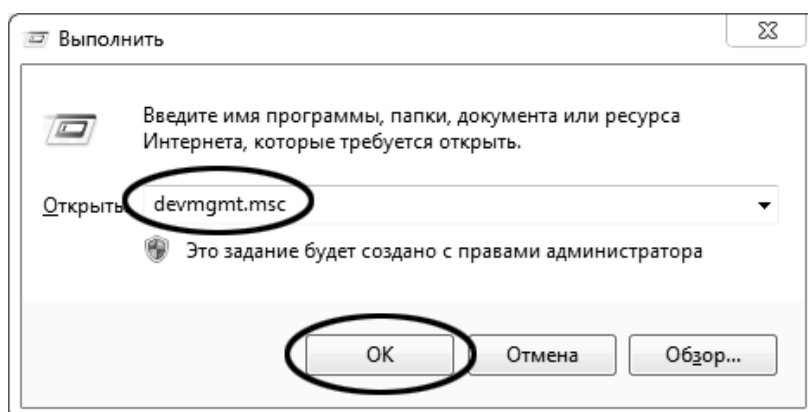
Программа не требует установки и может быть запущена сразу после скачивания. В данном примере после скачивания программа помещена в папку «C:\Program files (x86)\PuTTY». Фактическое размещение программы определяется удобством дальнейшего использования.

А2 Настройка программы

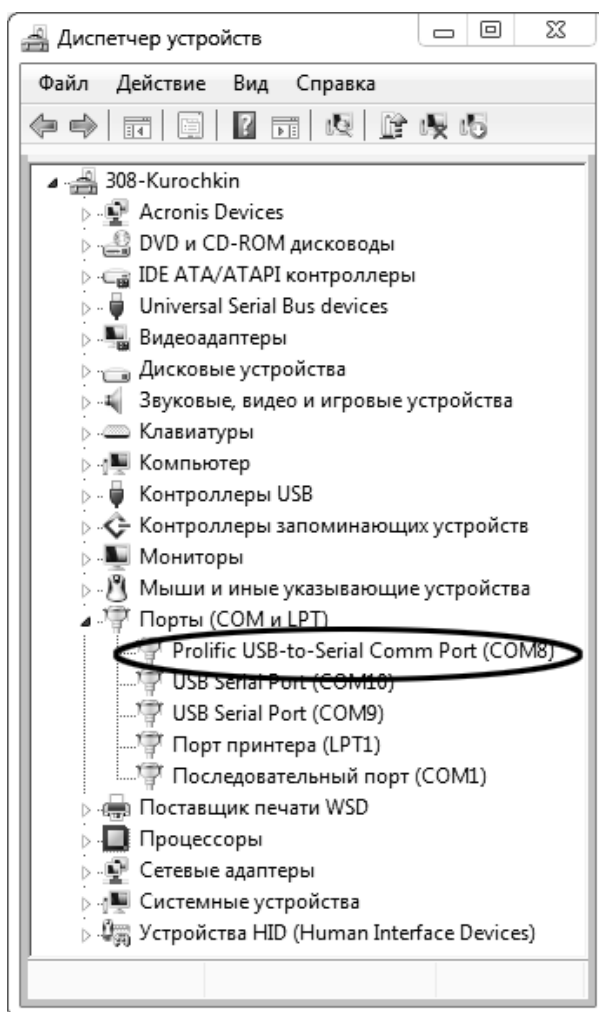
А2.1 Определение порта

Перед настройкой программы требуется определить номер порта, к которому подключен аппарат.

Для этого на клавиатуре ПК одновременно нажать кнопки  и  – откроется программа «Выполнить»:



В текстовом поле набрать «devmgmt.msc» и нажать [OK] – откроется диспетчер устройств:

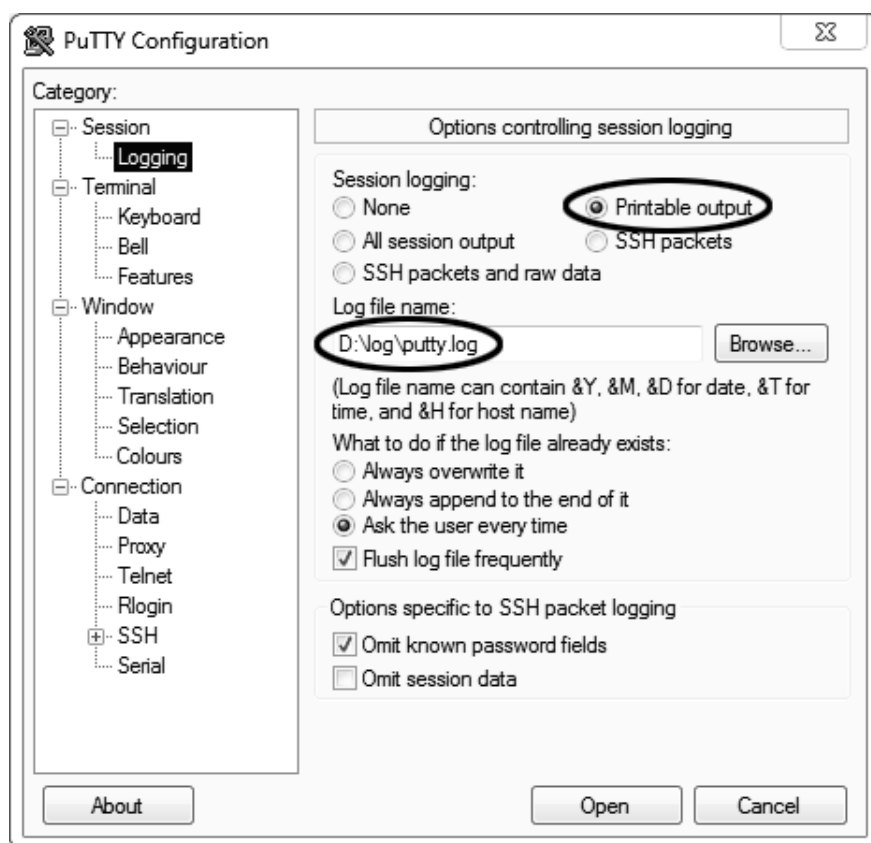


В разделе «Порты (COM и LPT)» найти номер порта, к которому подключен кабель: в случае преобразователя TRENDnet TU-S9 порт будет называться «Prolific USB-to-Serial Comm Port (**COMX**)», где **COMX** – искомый номер порта. При отключении преобразователя от разъёма USB порт пропадёт из списка устройств, при подключении появится вновь. Следует всегда подключать преобразователь в один и тот же порт USB, так как в противном случае меняется номер порта и настройку придётся выполнить повторно.

Если компьютер оборудован встроенным интерфейсом RS-232 и аппарат подключается без преобразователя USB – RS-232, определить номер порта можно только опытным путём, настраивая программу последовательно на все порты «COM» из списка устройств (в названии порта не должно присутствовать «USB»).

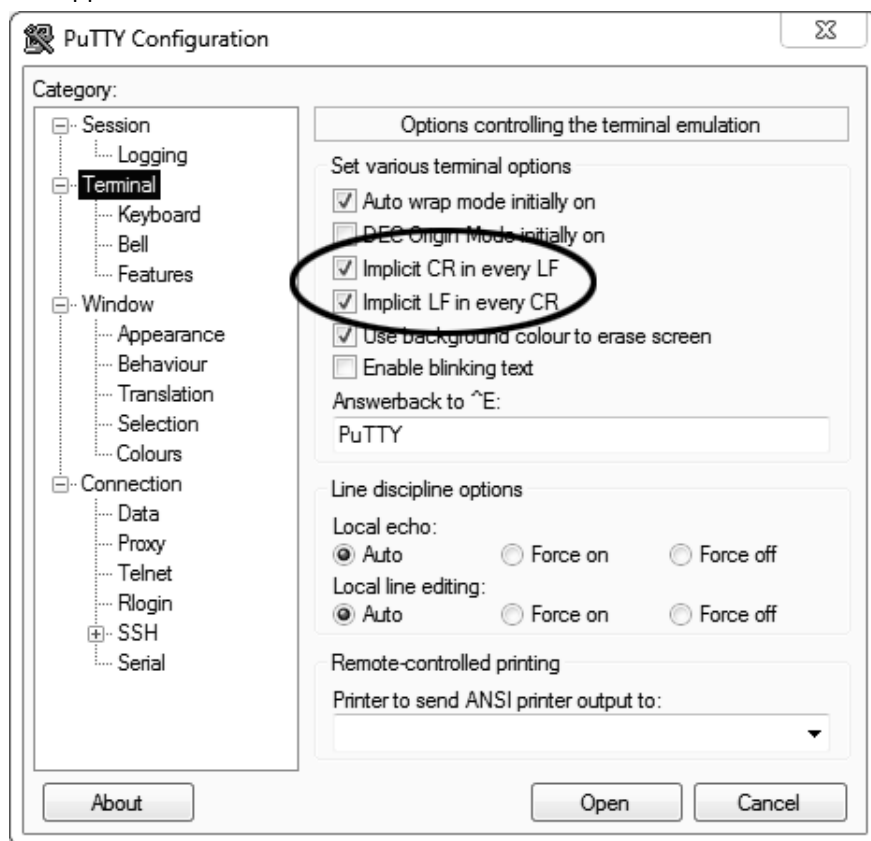
A2.2 Настройка подключения

Запустить программу «PuTTY», задать настройки на вкладке «Session > Logging»:

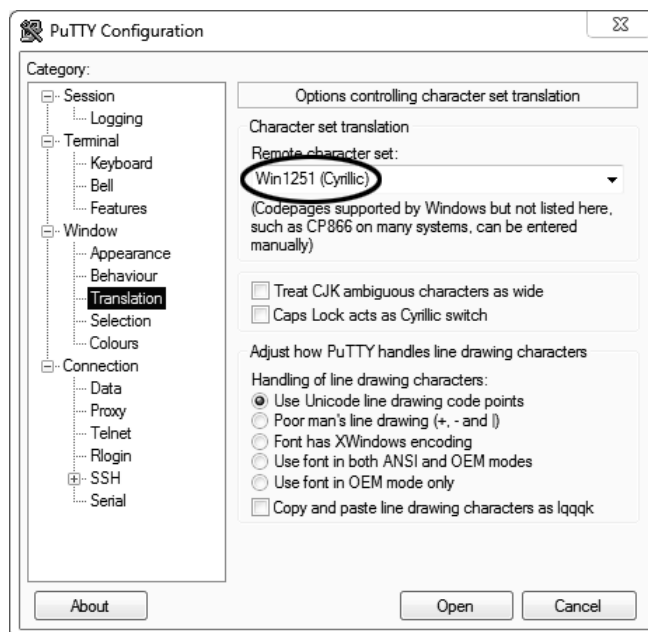


«D:\log\putty.log» – путь хранения данных, принятых с аппарата. Параметр может быть изменён при необходимости.

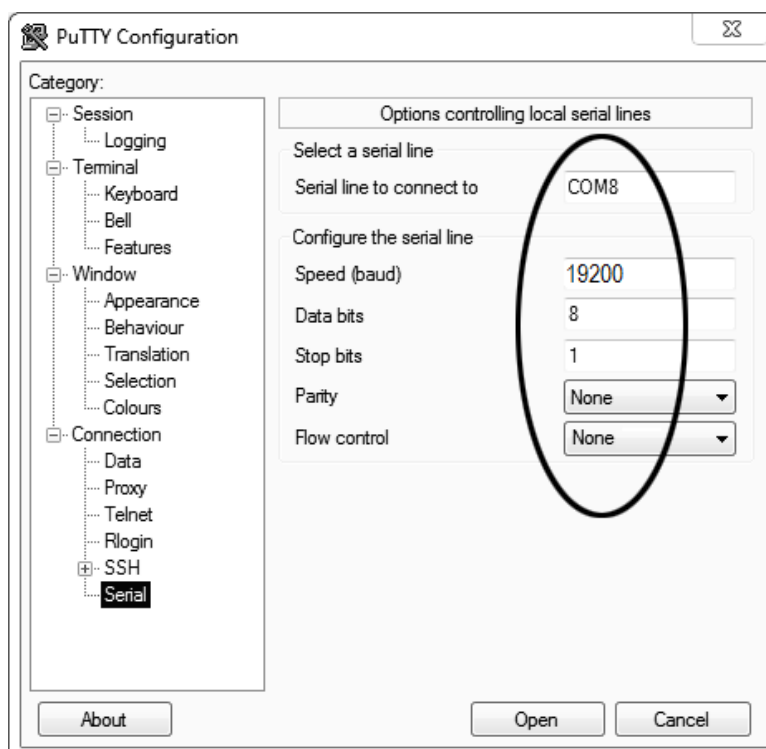
Задать настройки на вкладке «Terminal»:



Задать настройки на вкладке «Window » Translation»:



Открыть вкладку «Connection › Serial»:



Указать номер порта, определённый ранее в пункте A2.1 приложения (в примере это порт COM8).
Настроить остальные параметры соединения:

Speed..... 19200;

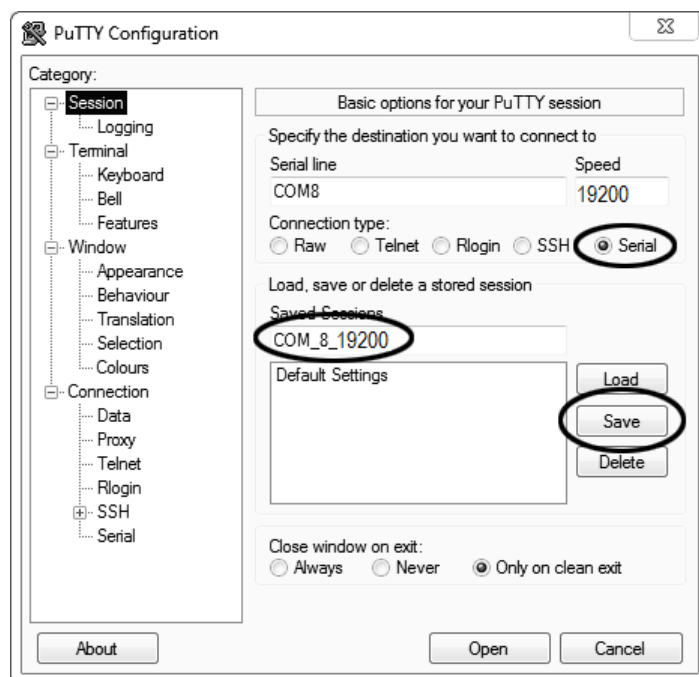
Data bits 8;

Stop bits 1;

Parity None;

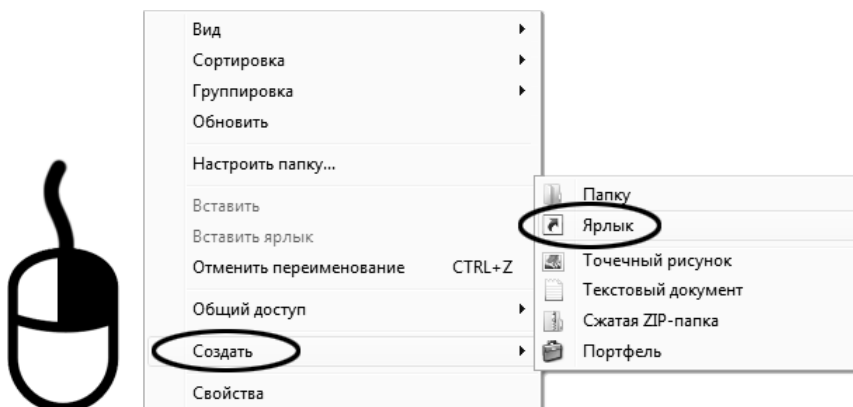
Flow control None.

Открыть вкладку «Session»:

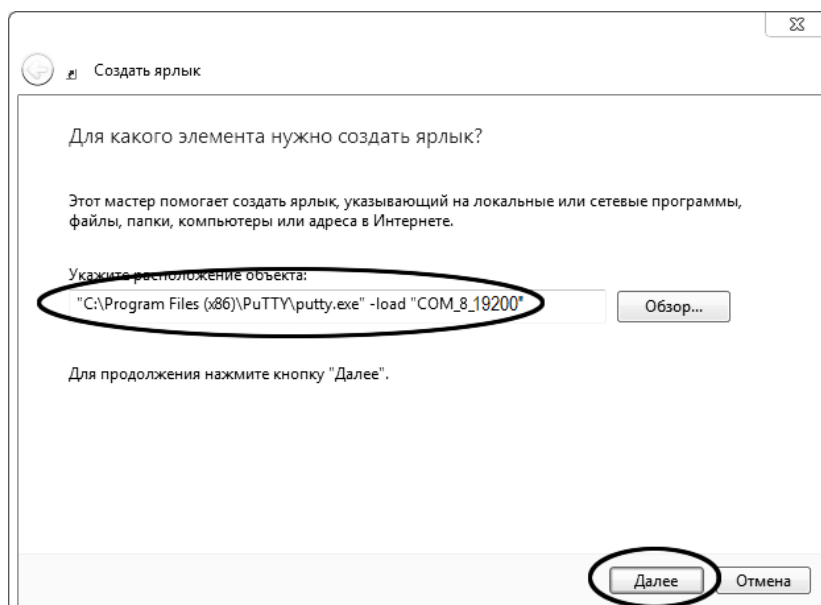


Выбрать тип подключения «Serial», дать название соединению в соответствии с номером порта и скоростью передачи данных (в данном примере это «COM_8_19200») и нажать кнопку [Save].
Заккрыть программу «PuTTY».

В свободной области рабочего стола нажать правую кнопку мыши, в контекстном меню выбрать пункт «Создать > Ярлык»:

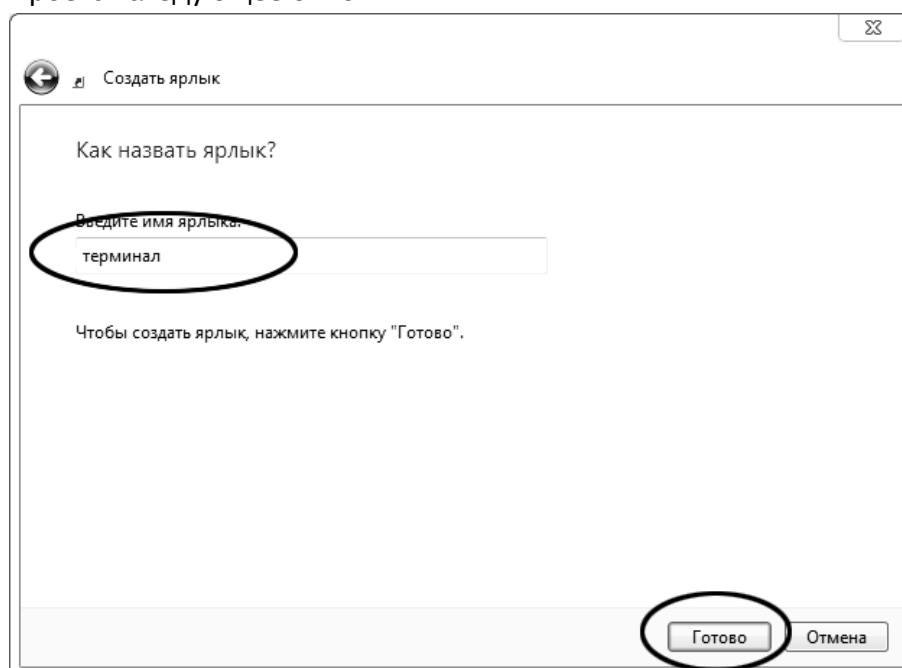


Откроется диалоговое окно:



В текстовом поле набрать путь к расположению программы и через пробел параметр «-load "COM_8_19200"», где «COM_8_19200» – название соединения, сохранённого при настройке программы «PuTTY». Название соединения должно быть заключено в кавычки. Если в пути расположения программы есть пробелы, то путь также необходимо заключить в кавычки. В данном примере в текстовом поле введено значение «"C:\Program Files (x86)\PuTTY\putty.exe" -load "COM_8_19200"».

Нажать [Далее] – откроется следующее окно:



В текстовом поле ввести название ярлыка, удобное для дальнейшего применения. В данном примере дано название «терминал».

Нажать [Готово] для завершения настройки ярлыка.

Теперь программа PuTTY может быть запущена двойным щелчком по ярлыку:



При подключении аппарата и запуске передачи в открывшемся окне будут выводиться принимаемые данные. Они автоматически сохраняются в файл, указанный при настройке соединения. Для завершения приёма данных закрыть программу PuTTY кнопкой [x] в верхнем правом углу окна.

6.2.3