

**АО БСКБ «Нефтехимавтоматика»**

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

*ЛинтеА*<sup>®</sup> 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*<sup>®</sup> 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

<b>1 СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ .....</b>	<b>2</b>
<b>2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА .....</b>	<b>2</b>
2.1 Назначение .....	2
2.2 Технические характеристики .....	2
2.3 Метрологические характеристики.....	2
2.4 Устройство и работа .....	3
<b>3 ПОДГОТОВКА К ЭКСПЛУАТАЦИИ .....</b>	<b>5</b>
3.1 Требования к месту установки .....	5
3.2 Внешний осмотр.....	5
3.3 Опробование .....	5
<b>4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....</b>	<b>6</b>
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
<b>5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....</b>	<b>15</b>
5.1 Дополнительное оборудование и материалы .....	15
5.2 Общие указания и меры безопасности .....	15
5.3 Перечень операций.....	16
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
<b>6 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....</b>	<b>33</b>
6.1 Хранение .....	33
6.2 Транспортирование.....	33
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО RS-232.....</b>	<b>34</b>

Руководство по эксплуатации (версия №2 от 01.06.2026) содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках аппарата *ЛинтеЛ®* ТРВ-20 и указания, необходимые для его правильной и безопасной эксплуатации.

## 1 СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

**ПК** – персональный компьютер.

**Аппарат** – аппарат *ЛинтеЛ®* ТРВ-20.

**Кольцо** – кольцо устройства для растрескивания битумного вяжущего в сборе.

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

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

2.2.3 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

### 2.3 Метрологические характеристики

2.3.1 Метрологические характеристики аппарата указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические характеристики

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

## 2.4 Устройство и работа

### 2.4.1 Общий вид

Общий вид аппарата представлен на рисунке 1.

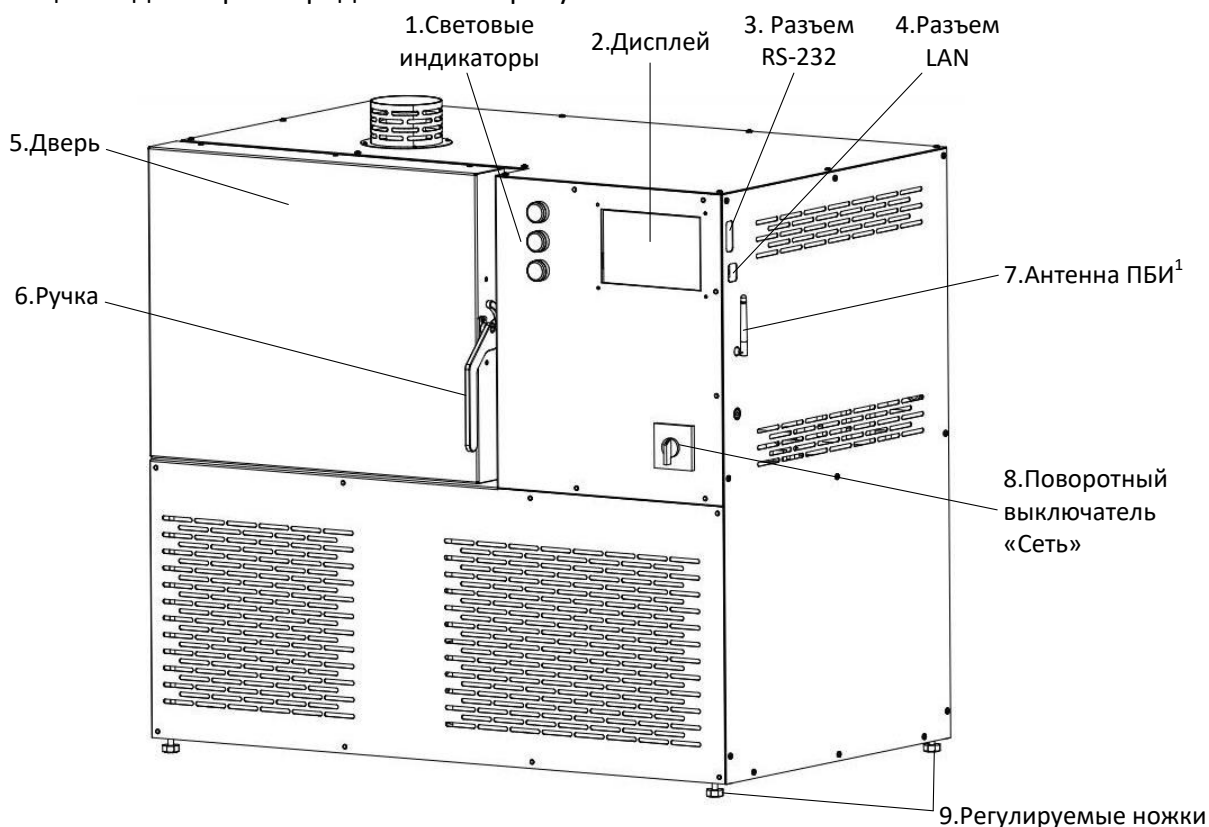


Рисунок 1 – Общий вид аппарата спереди

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 ПБИ<sup>1</sup> (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).

<sup>1</sup> Поставляется по отдельному заказу

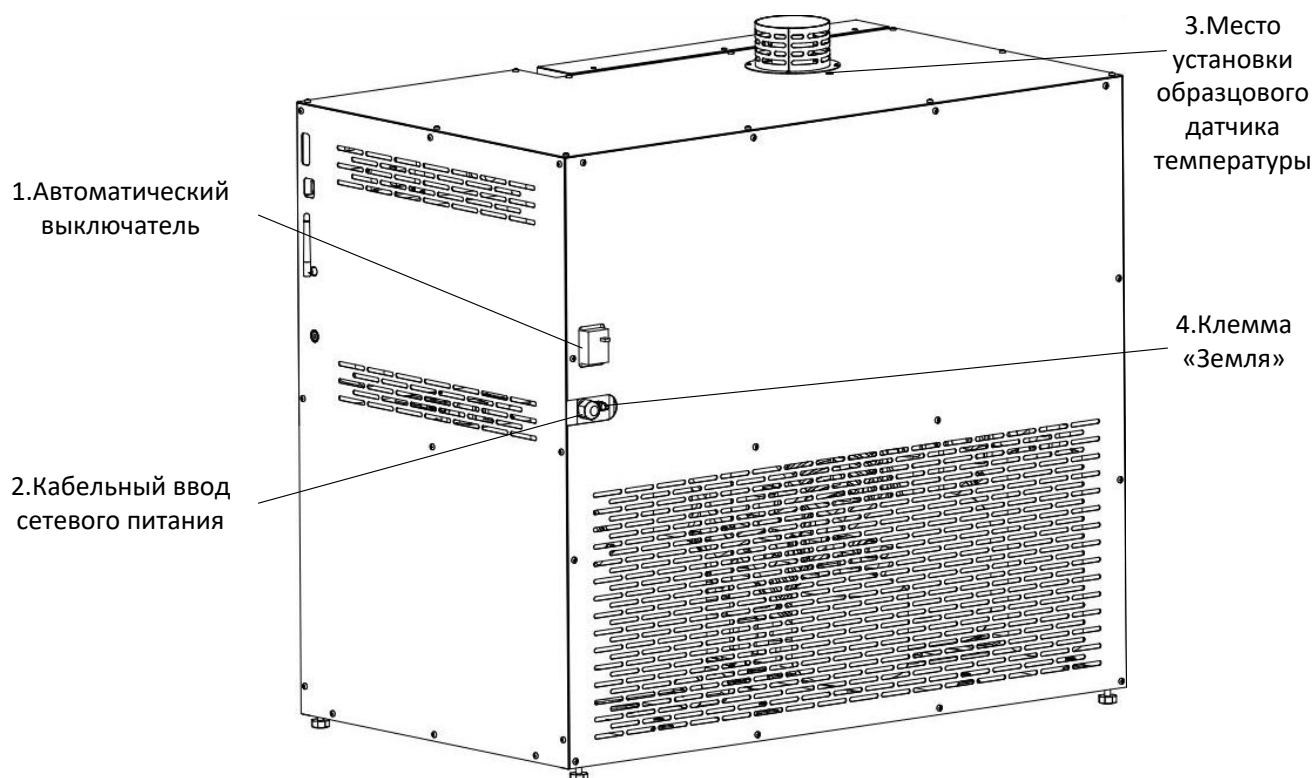


Рисунок 2 – Общий вид аппарата сзади

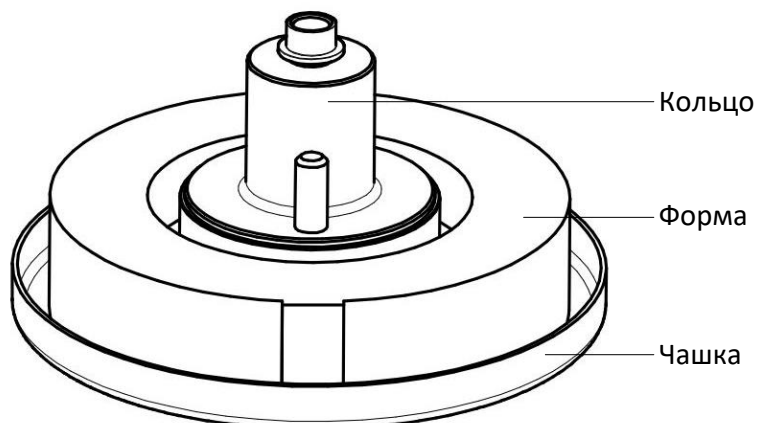


Рисунок 3 – Кольцо в форме на чашке

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

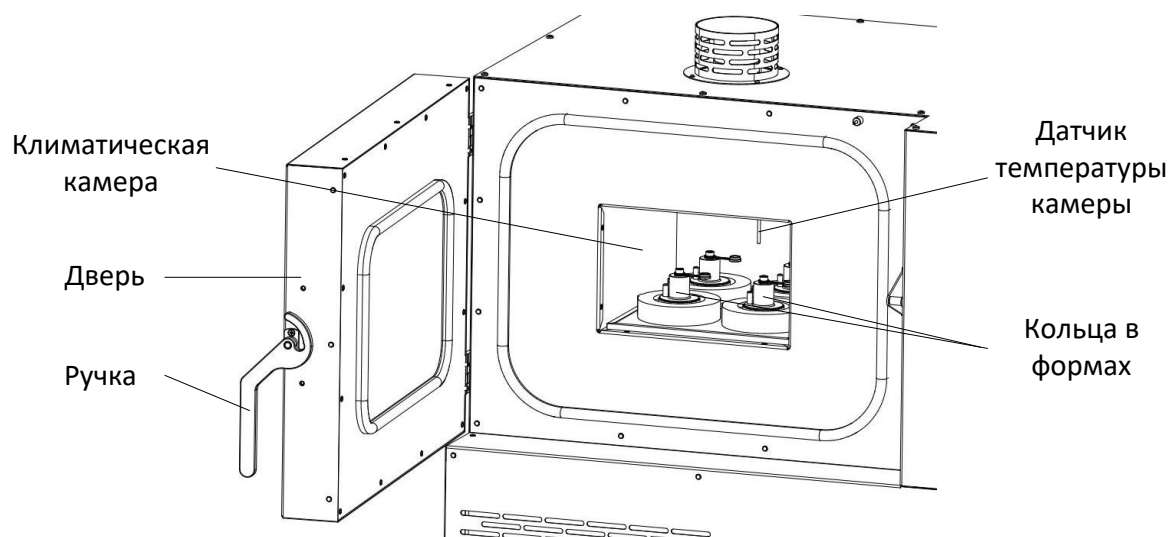


Рисунок 4 – Климатическая камера

### 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	Tabcd, °C
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	-	-
Метод испытания:		ГОСТ Р 58400.11	
Проба:		ПБВ 60	
Пользователь:		Вишняков Е.Б	
<input type="button" value="Меню"/>		<input type="button" value="Результаты"/>	
<input type="button" value="»"/>		<input type="button" value="Обнулить"/>	
<input type="button" value="Испытание"/>		<input type="button" value="»"/>	

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 <sup>1</sup>	Предотвращение приклеивания образца к кольцу
Весы	Определение массы образцов при заливке
Салфетка хлопчатобумажная	Очистка форм, колец, колец для заливки <sup>2</sup> битума
Нефрас С2-80/120, С3-80/120 ТУ 38.401-67-108-92; нефрас С 5/170 ГОСТ 8505-80;	Очистка колец, колец для заливки от битума

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Поставляется по отдельному заказу совместно с подогреваемым ножом НП-1

Оборудование	Назначение
техническое моющее средство ТМС ЛН ТУ 2383-001-56478541-01; бензин прямой перегонки без присадок	
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  $-70^{\circ}\text{C}$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ );
- 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 кольца<sup>1</sup> 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).

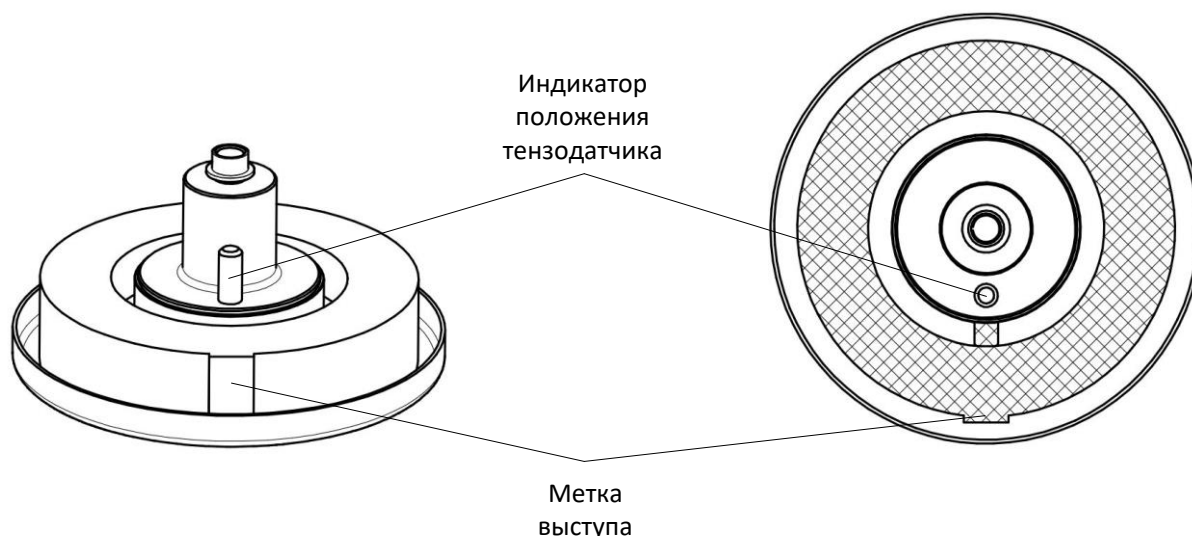


Рисунок 7 – Установка кольца в форму

4.4.3 Установить форму в сборе с кольцом и заливочным кольцом<sup>1</sup> на чашку, а затем в центр поворотного столика (см. рис. 8).

<sup>1</sup> Поставляется по отдельному заказу совместно с подогреваемым ножом НП-1

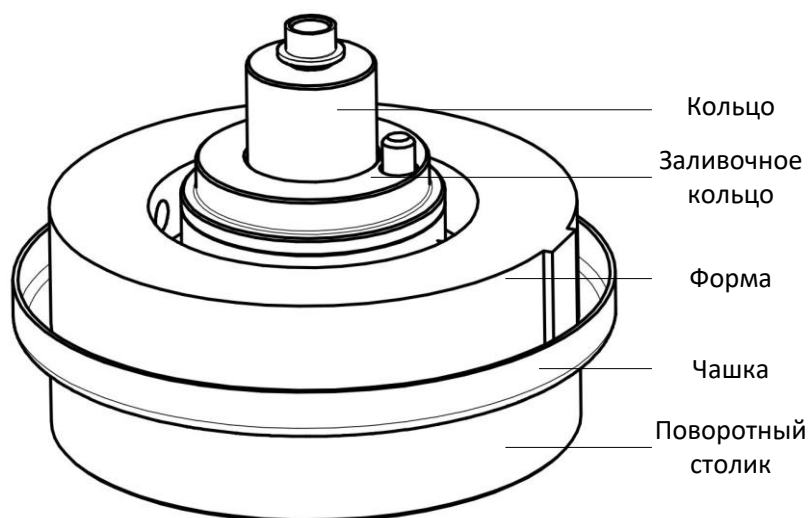


Рисунок 8 – Заливка образца

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).

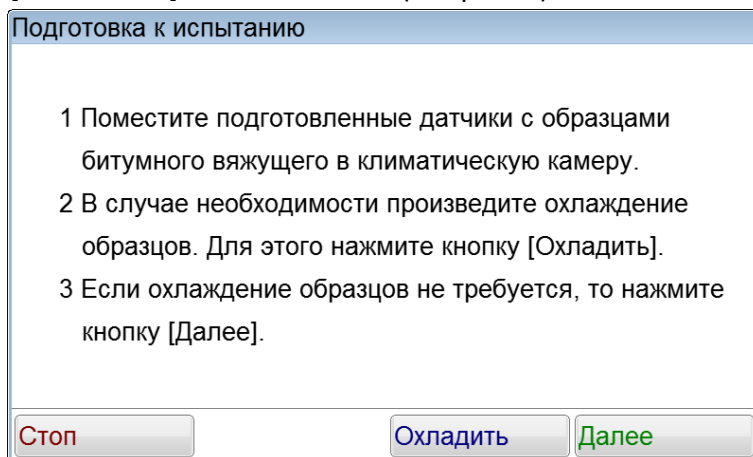


Рисунок 9 – Окно испытания

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	
<input type="button" value="Стоп"/>		<input type="button" value="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].	
<input type="button" value="Стоп"/>	<input type="button" value="Далее"/>

Рисунок 11 – Подготовка к испытанию

- 4.4.13 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	
<input type="button" value="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	
<input type="button" value="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).

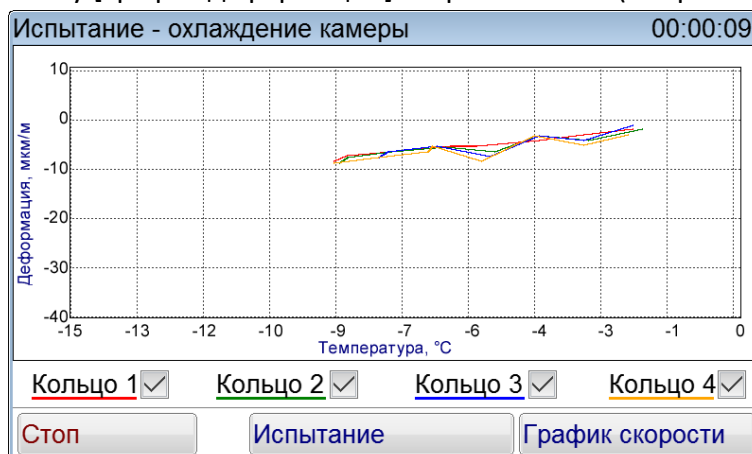


Рисунок 14 – Испытание - охлаждение камеры (график деформации)

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, °С	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

Просмотр Закреть

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	<input checked="" type="checkbox"/>	-30.3	145.0	22.80
Кольцо 2	<input checked="" type="checkbox"/>	-27.5	92.2	14.50
Кольцо 3	<input checked="" type="checkbox"/>	-27.5	58.0	9.12
Кольцо 4	<input checked="" type="checkbox"/>	-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).

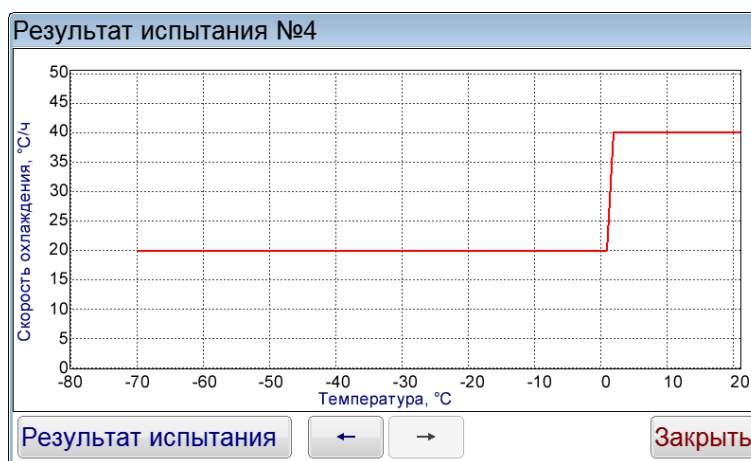


Рисунок 20 – Просмотр графика скорости

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

4.7.3 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)
3	Недопустимый разброс показаний датчиков в кольцах	Датчики не откалиброваны	Провести калибровку

4.7.4 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 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 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
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].

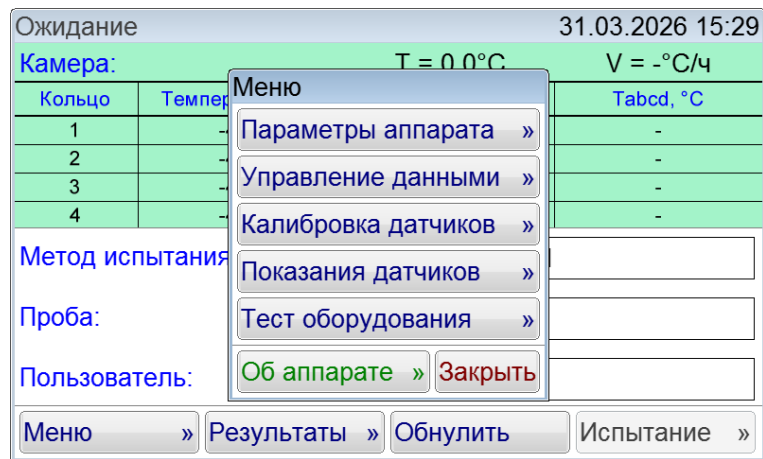


Рисунок 21 – Окно «Меню»

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

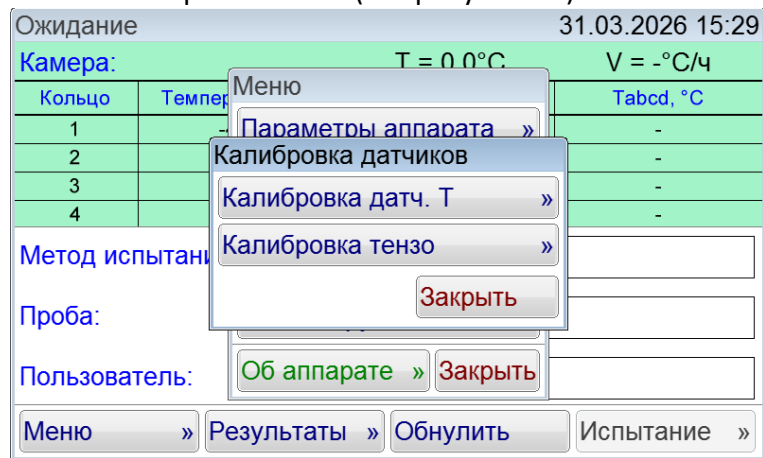


Рисунок 22 – Окно «Калибровка датчиков»

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

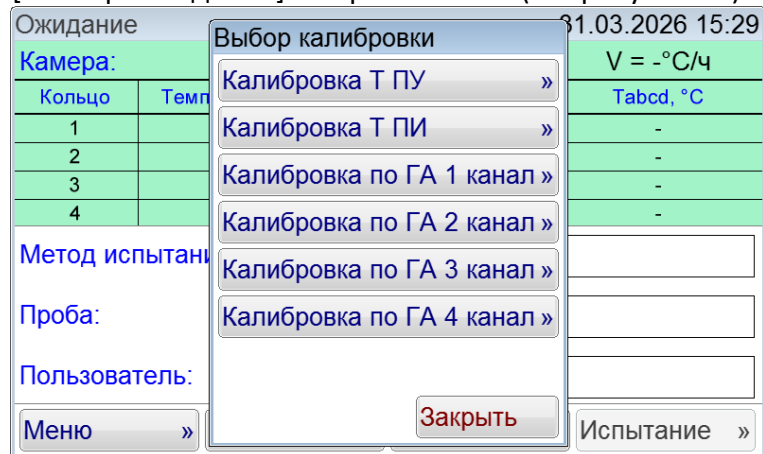


Рисунок 23 – Окно «Выбор калибровки»

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

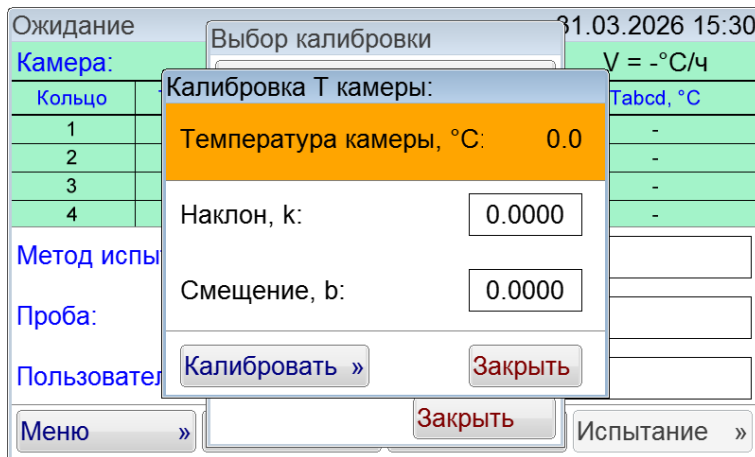


Рисунок 24 – Окно «Калибровка Т камеры»

5) Нажать кнопку [Калибровать].

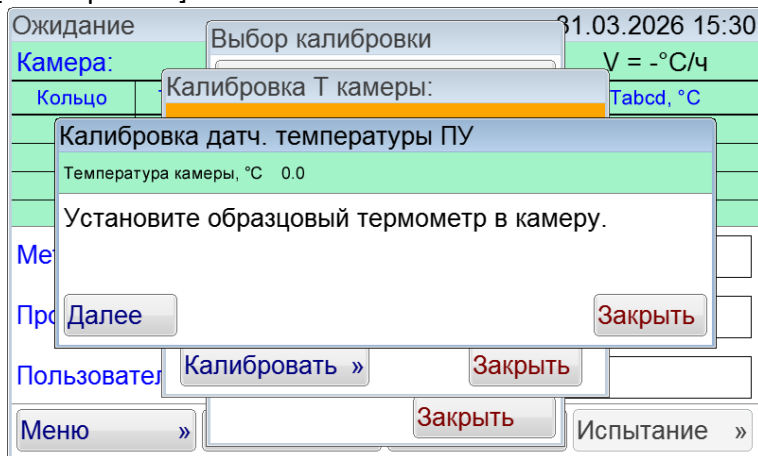


Рисунок 25 – Калибровка датчика температуры климатической камеры

- 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.

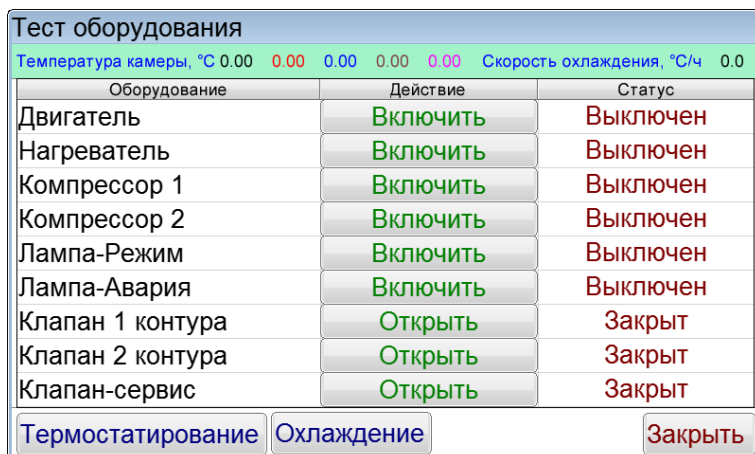


Рисунок 26 – Окно «Тест оборудования»

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

Обор.	Термостатирование	Статус
Двигатель	Заданная температура, °C	0
Нагреватель		включен
Компрессор	Температура камеры, °C	0.00
Компрессор	Т кольца 1, °C	-41.70
Лампа-Реж	Т кольца 2, °C	-41.20
Лампа-Авар	Т кольца 3, °C	-41.10
Клапан 1 к	Т кольца 4, °C	-41.30
Клапан 2 к		акрыт
Клапан-сер		акрыт

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	$\Delta T$									
Максимальное отклонение	$\Delta T_{max}$									
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  $(0,5+\alpha)$ °C, где  $\alpha$  – 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  $- 80^{\circ}\text{C}$  до  $+100^{\circ}\text{C}$  включительно.

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

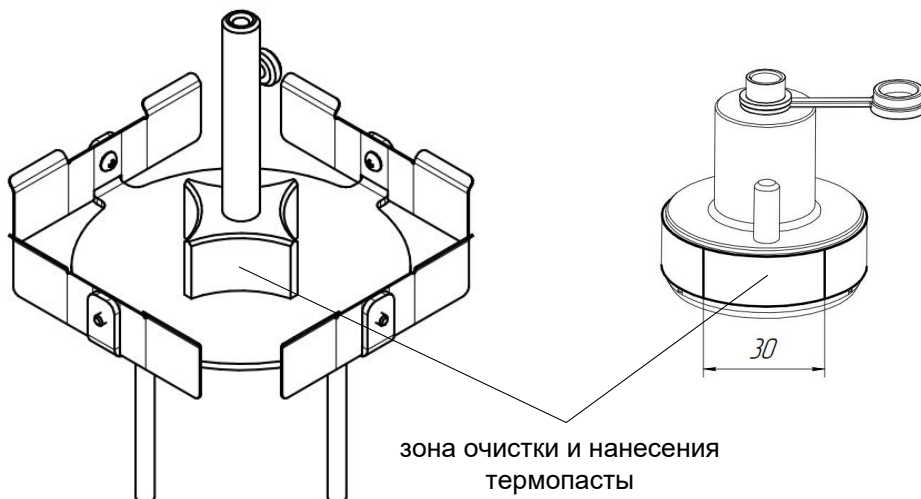


Рисунок 28 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 1

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.

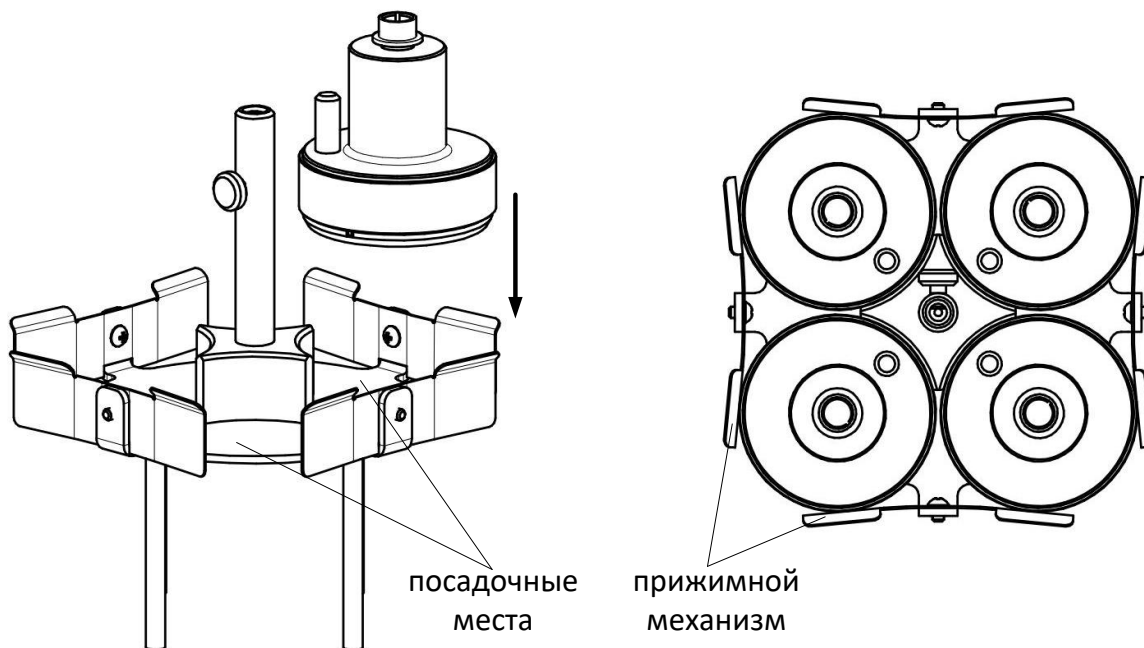


Рисунок 29 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 2

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

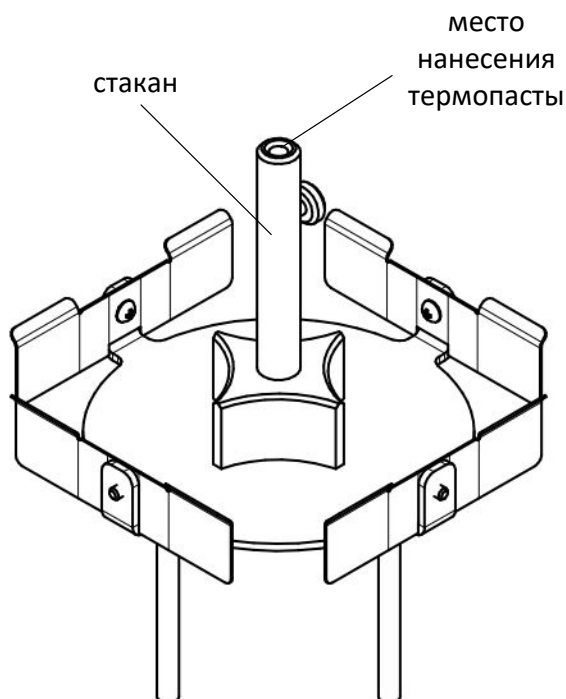


Рисунок 30 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 3

5.8.5 Установить Калибровочное приспособление в климатическую камеру, подключить кольца к кабелям. Убедиться, что в местах контакта калибровочного 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).

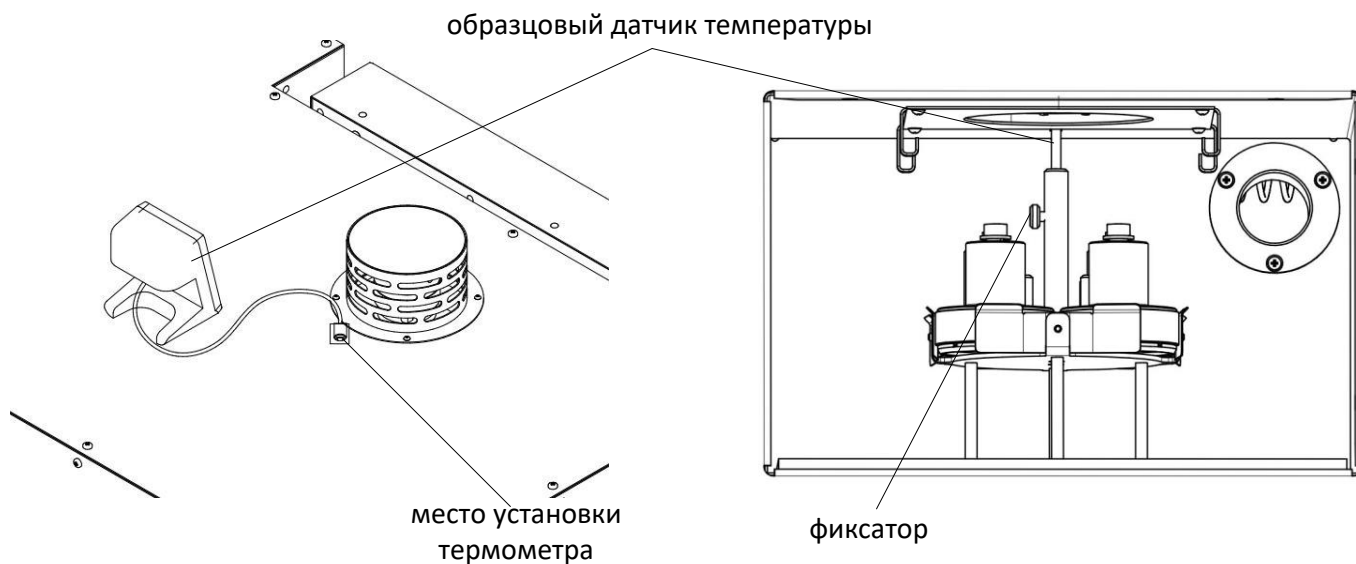


Рисунок 31 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 4

5.8.7 Закрывать дверь климатической камеры.

5.8.8 Запустить программу калибровки:

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

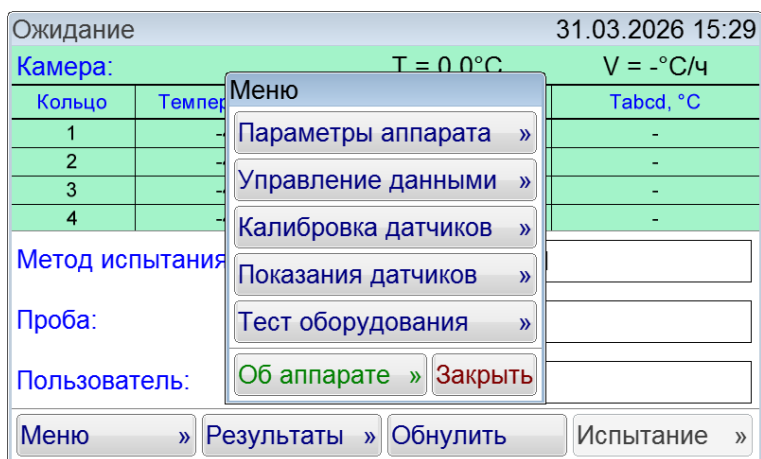


Рисунок 32 – Окно «Меню»

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

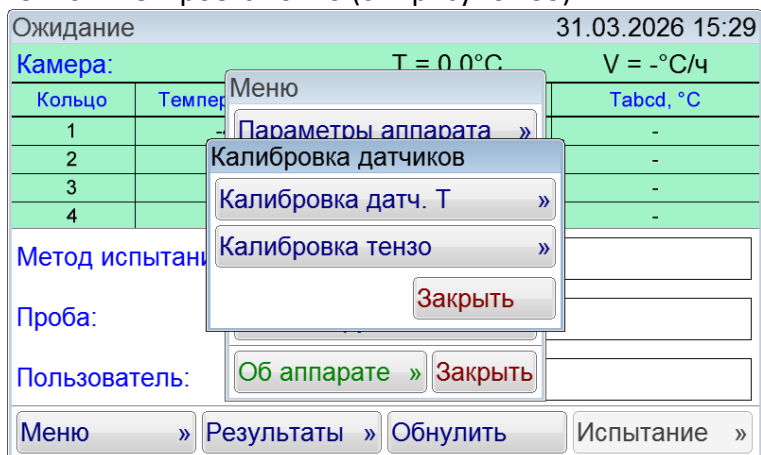


Рисунок 33 – Окно «Калибровка датчиков»

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

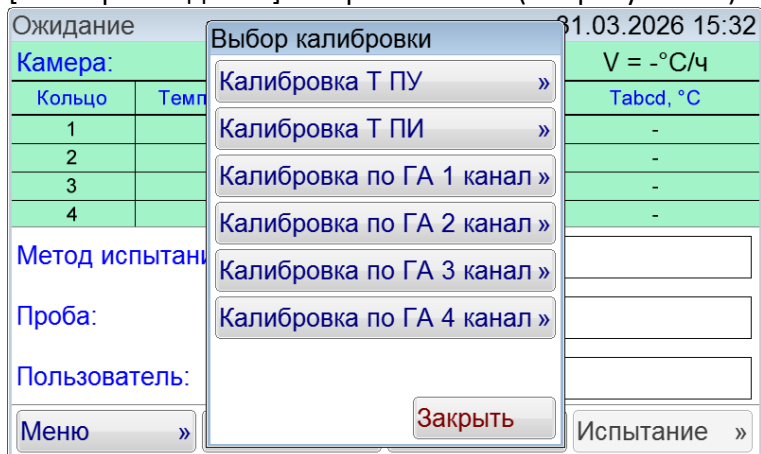


Рисунок 34 – Окно «Выбор калибровки»

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

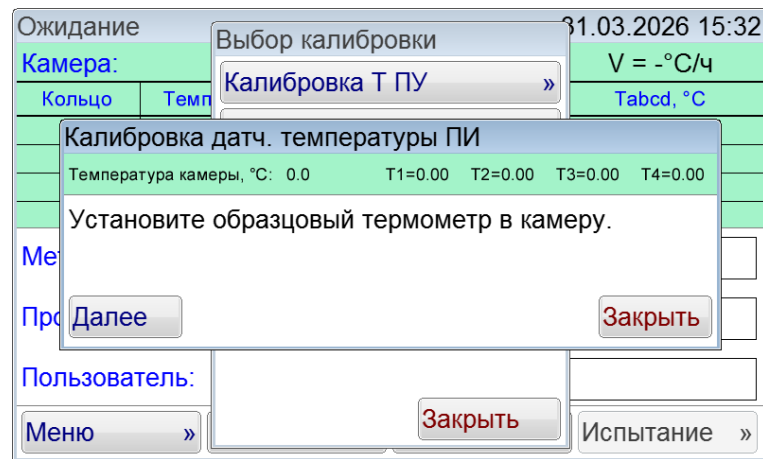


Рисунок 35 – Калибровка датчиков температуры ПИ

- 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

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.

Тест оборудования		
Температура камеры, °С 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 Скорость охлаждения, °С/ч 0.0		
Оборудование	Действие	Статус
Двигатель	Включить	Выключен
Нагреватель	Включить	Выключен
Компрессор 1	Включить	Выключен
Компрессор 2	Включить	Выключен
Лампа-Режим	Включить	Выключен
Лампа-Авария	Включить	Выключен
Клапан 1 контура	Открыть	Закрит
Клапан 2 контура	Открыть	Закрит
Клапан-сервис	Открыть	Закрит
Термостатирование Охлаждение		Закреть

Рисунок 37 – Окно «Тест оборудования»

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

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для ускорения операций рекомендуется проверку температуры начинать с самых низких значений, а затем повышать температуру. Например, сначала 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 колец в таблицу 11.
- 4) Аналогично п. 3) выполнить проверку по температуре колец 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.

Таблица 11 – Проверка колец по температуре

Температура в климатической камере	Обозначение	+20°C	+10°C	0°C	-10°C	-20°C	-30°C	-40°C	-50°C	-60°C
		Температура, °С								
Образцовый термометр	T <sub>обр</sub>									
<b>Кольцо №1</b>	<b>T<sub>1</sub></b>									
Отклонение от образцового значения для кольца №1	ΔT <sub>1</sub>									
<b>Кольцо №2</b>	<b>T<sub>2</sub></b>									
Отклонение от образцового значения для кольца №2	ΔT <sub>2</sub>									
<b>Кольцо №3</b>	<b>T<sub>3</sub></b>									
Отклонение от образцового значения для кольца №3	ΔT <sub>3</sub>									
<b>Кольцо №4</b>	<b>T<sub>4</sub></b>									
Отклонение от образцового значения для кольца №4	ΔT <sub>4</sub>									
<b>Максимальное отклонение</b>	<b>ΔT<sub>max</sub></b>									
Допустимое отклонение	ΔT	0,25								

- 5) Максимальное отклонение температуры колец от образцового значения не должно превышать  $(0,25+\alpha)^\circ\text{C}$ , где  $\alpha$  – 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].

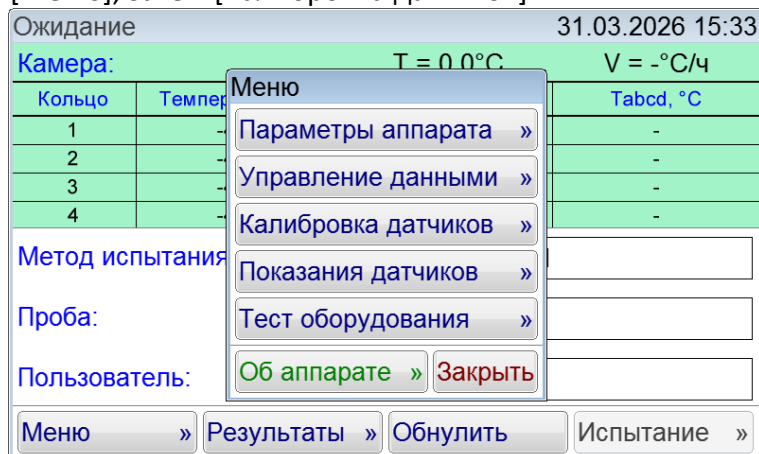


Рисунок 38 – Окно «Меню»

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

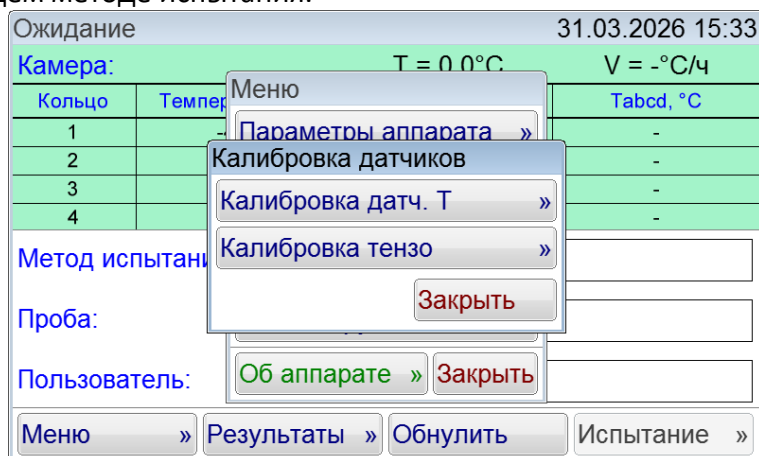


Рисунок 39 – Окно «Калибровка датчиков»

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

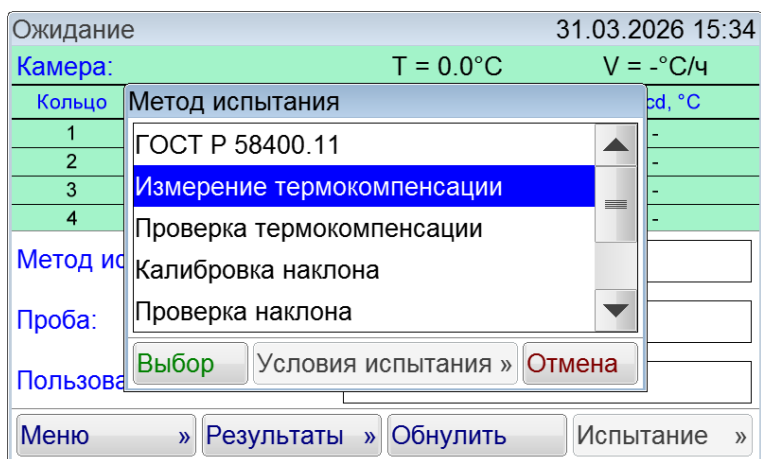


Рисунок 40 – Окно «Метод испытания»

- 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	Tabcd, °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	
<input type="button" value="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).

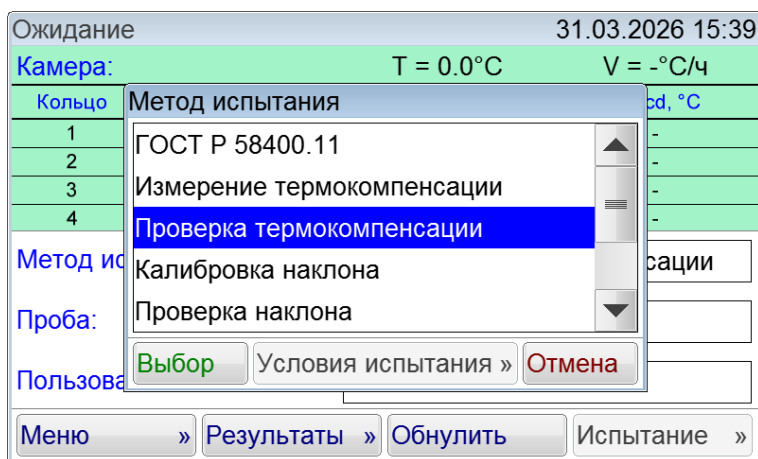


Рисунок 45 – Окно «Метод испытания»

- 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.

Выход на режим 30°C			
Камера:		Т = 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:		Проверка термокомпенсации	
Проба:		ПБВ 60	
Пользователь:		Вишняков Е.Б	
Стоп			

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).

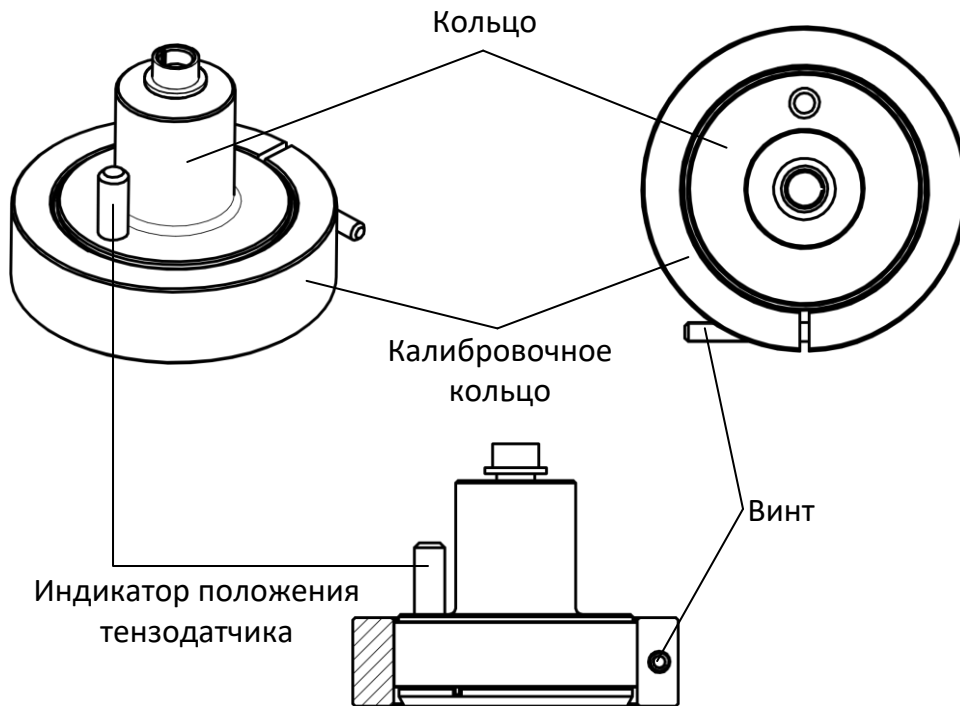


Рисунок 47 - Калибровочное кольцо контроля деформации

- 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.

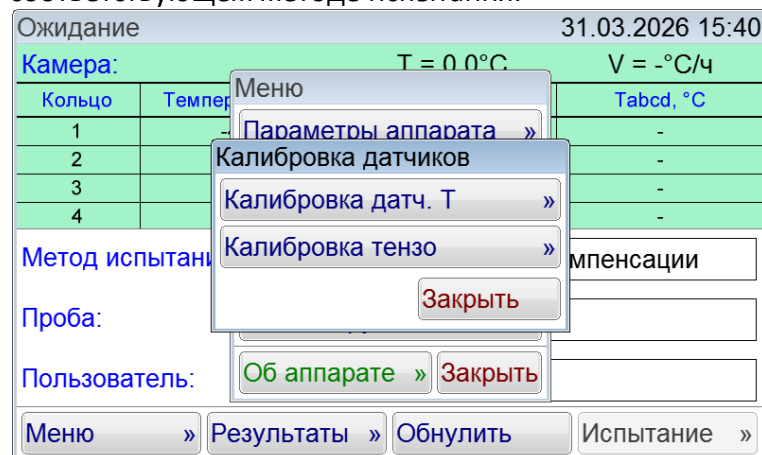


Рисунок 48 – Окно «Калибровка датчиков»

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

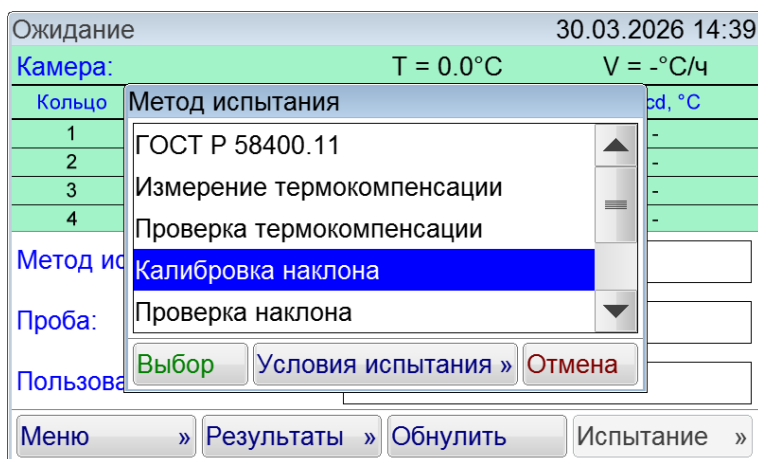


Рисунок 49 – Окно «Метод испытания»

- 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.

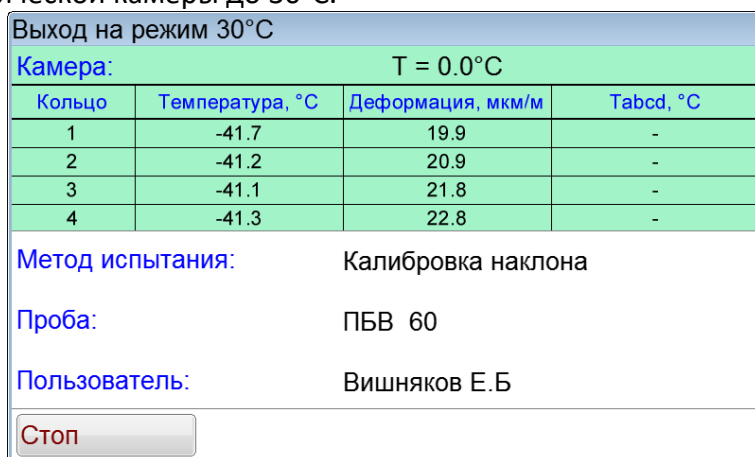


Рисунок 50 – Выход на режим 30°C

- 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
<input type="button" value="Загрузить"/> <input type="button" value="Нормализация"/> <input type="button" value="Удалить"/> <input type="button" value="Закреть"/>			

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
<input type="button" value="Загрузить"/> <input type="button" value="Нормализация"/> <input type="button" value="Удалить"/> <input type="button" value="Закреть"/>			

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) Закрывать окна «Калибровка датчиков» и «Меню».
- 4) Выбрать метод испытания «Проверка наклона» и нажать кнопку [Выбор] (см. рисунок 53).

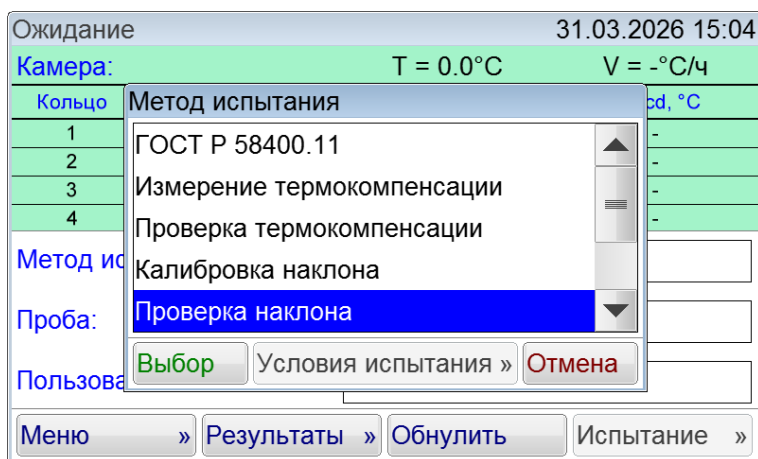


Рисунок 53 – Окно «Метод испытания»

- 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.

Выход на режим 30°C			
Камера: T = 0.0°C			
Кольцо	Температура, °C	Деформация, мкм/м	Табcd, °C
1	-44.2	-16.4	-
2	-42.7	-47.4	-
3	-43.5	-234.1	-
4	-41.4	-17.3	-
Метод испытания:		Проверка наклона	
Проба:		ПБВ 60	
Пользователь:		Отряков Ю.Н.	
Стоп			

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](http://www.putty.org)»



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

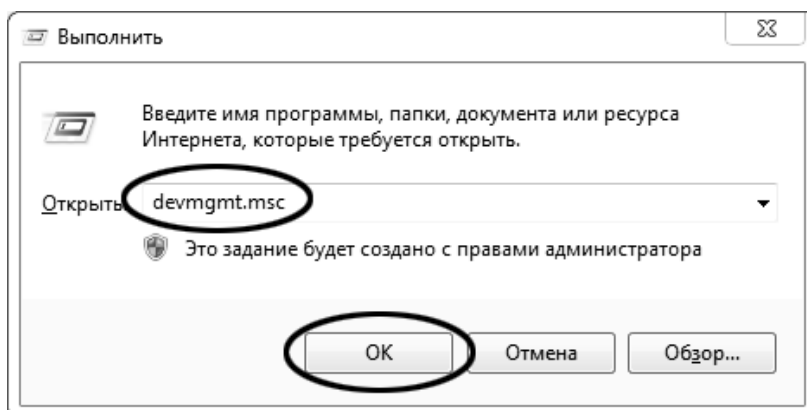
Программа не требует установки и может быть запущена сразу после скачивания. В данном примере после скачивания программа помещена в папку «C:\Program files (x86)\PuTTY». Фактическое размещение программы определяется удобством дальнейшего использования.

### А2 Настройка программы

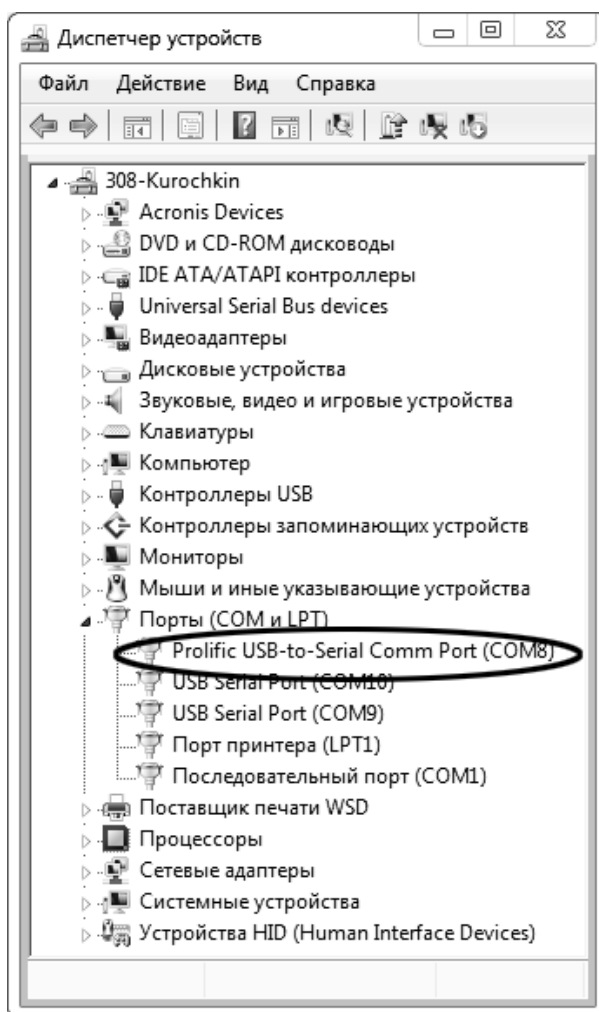
#### А2.1 Определение порта

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:

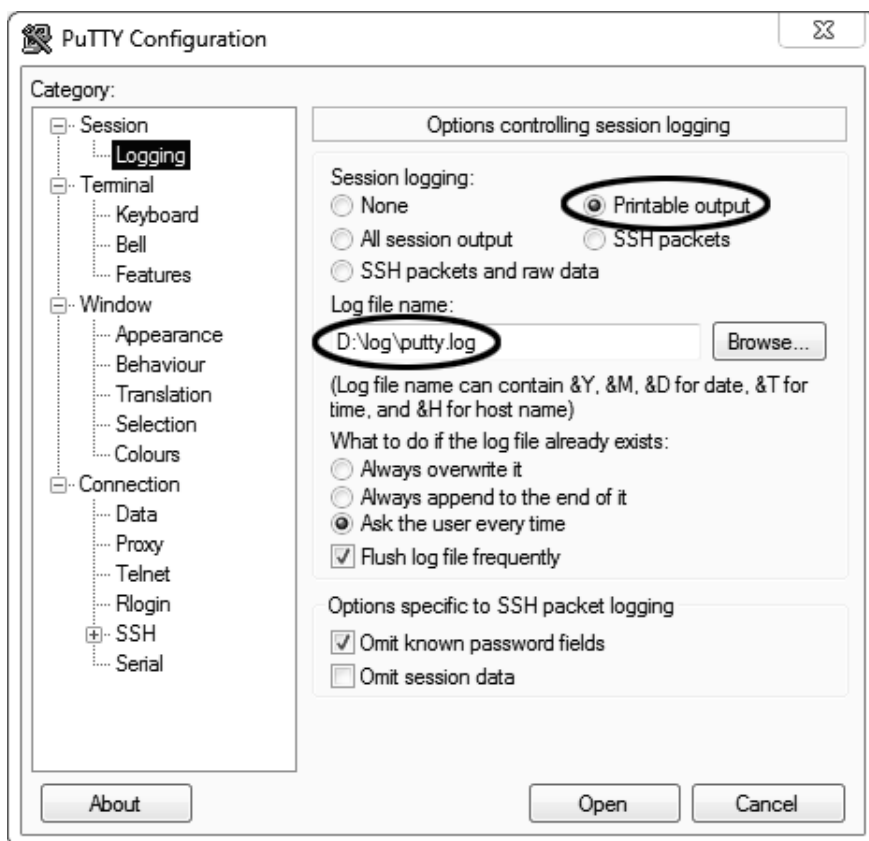


В разделе «Порты (COM и LPT)» найти номер порта, к которому подключен кабель: в случае преобразователя TRENDnet TU-S9 порт будет называться «Prolific USB-to-Serial Comm Port (**COMX**)», где **COMX** – искомый номер порта. При отключении преобразователя от разъёма USB порт пропадёт из списка устройств, 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»).

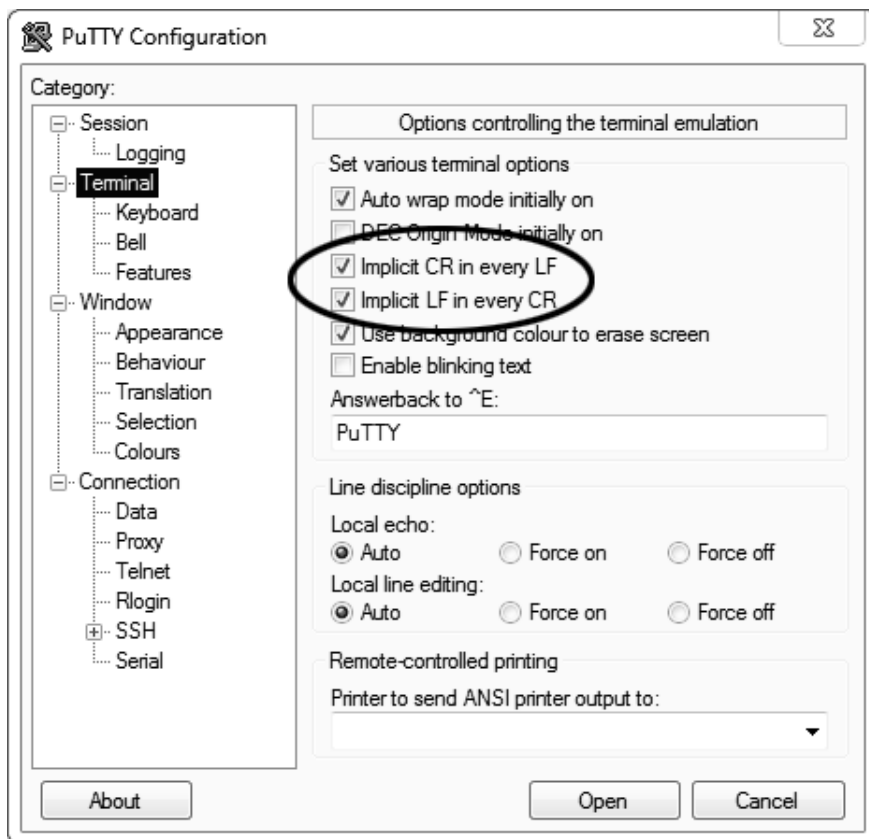
#### A2.2 Настройка подключения

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

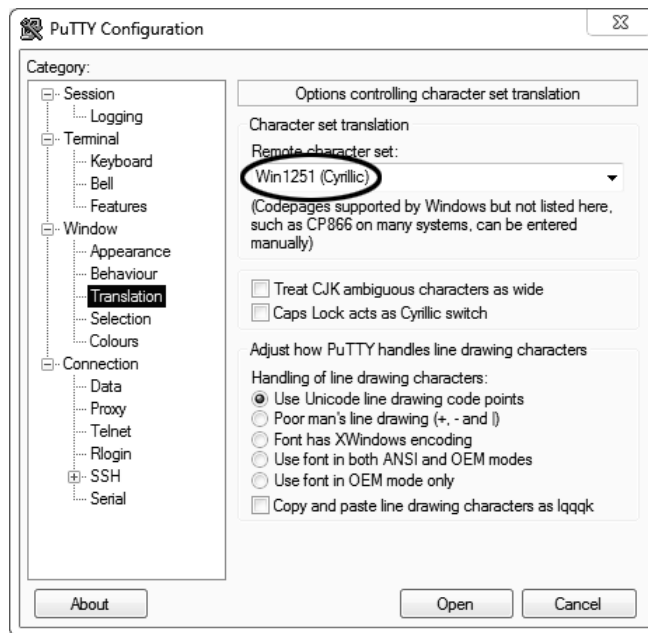


«D:\log\putty.log» – путь хранения данных, принятых с аппарата. Параметр может быть изменён при необходимости.

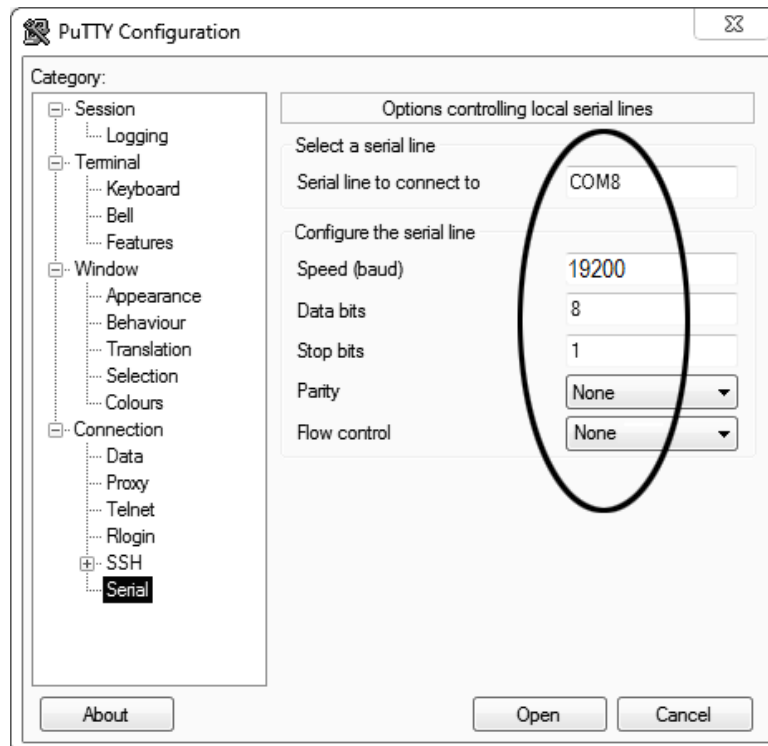
Задать настройки на вкладке «Terminal»:



Задать настройки на вкладке «Window > Translation»:



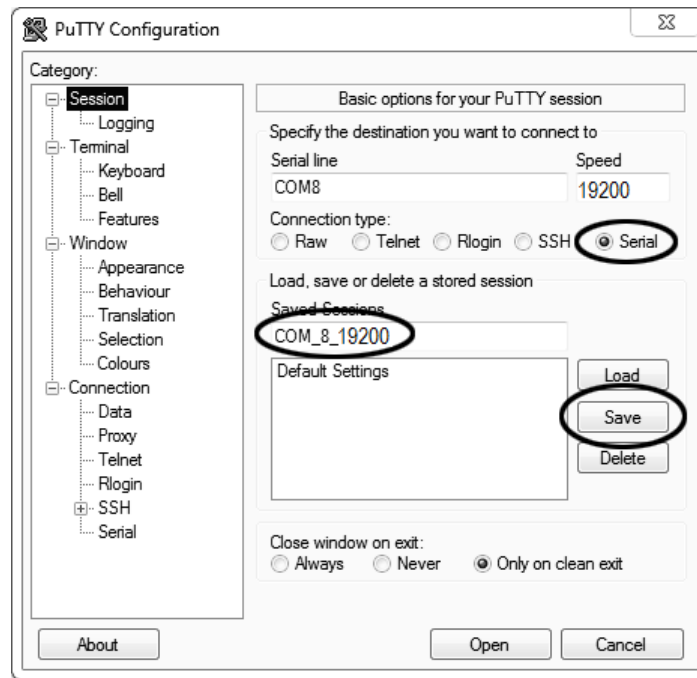
Открыть вкладку «Connection > Serial»:



Указать номер порта, определённый ранее в пункте А2.1 приложения (в примере это порт COM8).  
Настроить остальные параметры соединения:

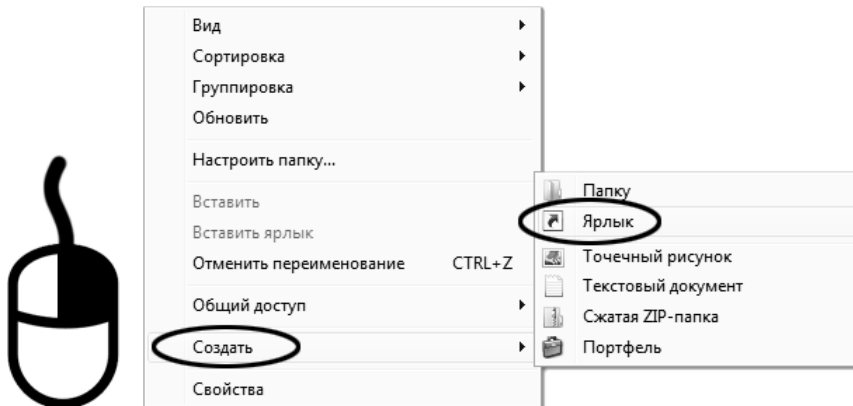
Speed..... 19200;  
Data bits ..... 8;  
Stop bits ..... 1;  
Parity ..... None;  
Flow control ..... None.

Открыть вкладку «Session»:

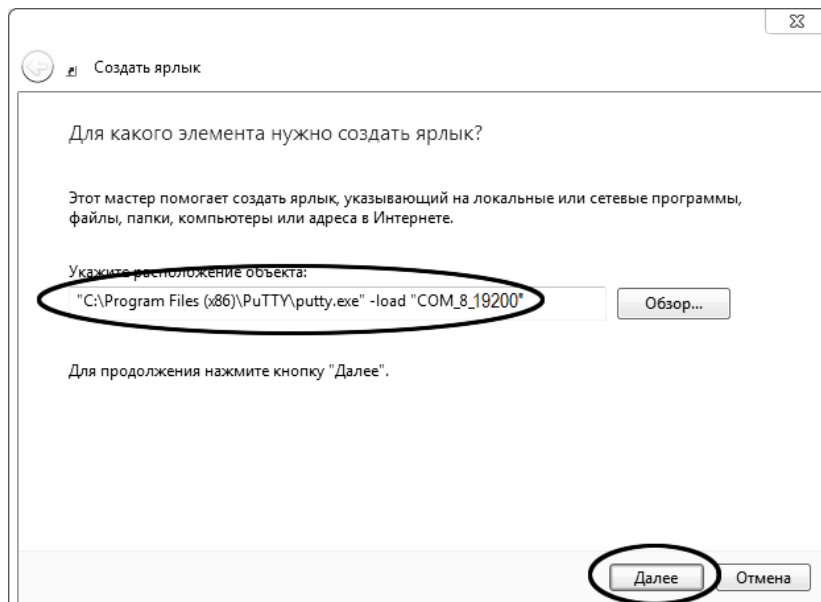


Выбрать тип подключения «Serial», дать название соединению в соответствии с номером порта и скоростью передачи данных (в данном примере это «COM\_8\_19200») и нажать кнопку [Save].  
Закреть программу «PuTTY».

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

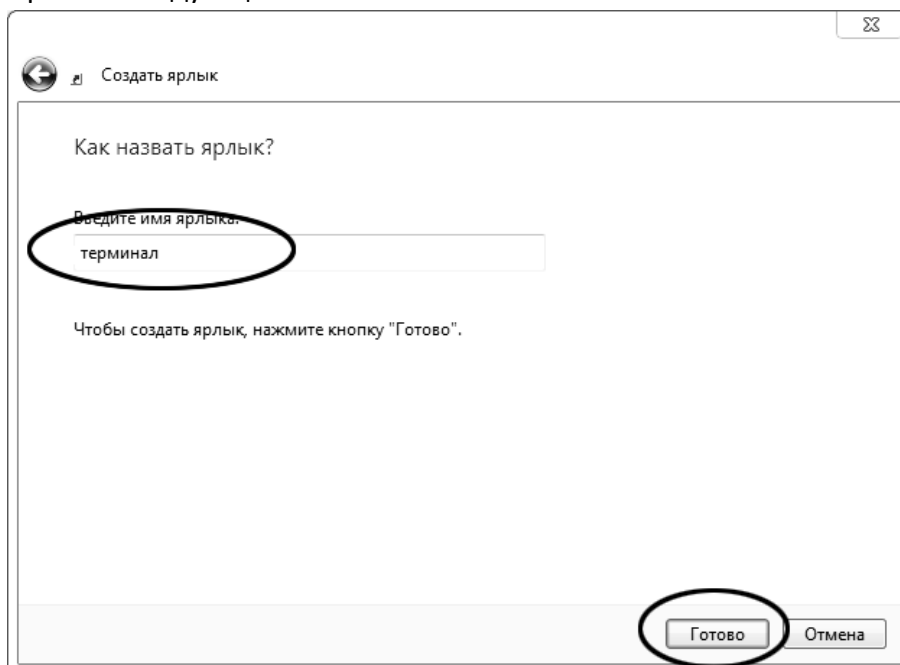


Откроется диалоговое окно:



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"».

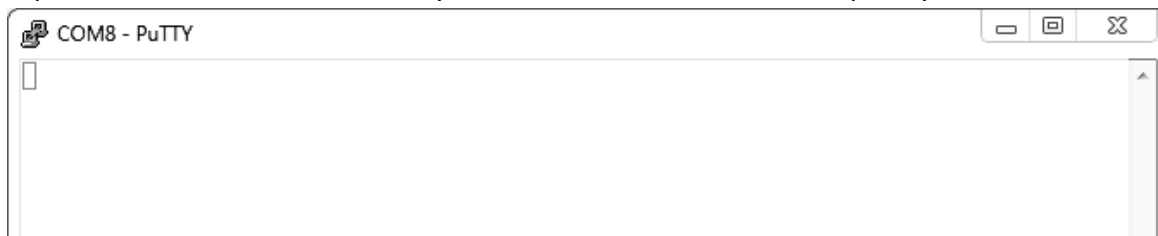
Нажать [Далее] – откроется следующее окно:



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

Нажать [Готово] для завершения настройки ярлика.

Теперь программа PuTTY может быть запущена двойным щелчком по ярлику:



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