



**Блок преобразования сигналов
термопар**

БПТ-122

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ПРМК.426442.042 РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1 Описание и принцип действия	4
1.1 Назначение блока	4
1.2 Обозначение блока при заказе и комплект поставки	4
1.3 Технические характеристики блока	5
1.4 Устройство блока	6
1.5 Перечень принадлежностей	6
1.6 Маркировка и упаковка	6
2 Назначение. Функциональные возможности	7
3 Указание мер безопасности	7
4 Подготовка и порядок работы	7
4.1 Эксплуатационные ограничения при использовании блока	7
4.2 Подготовка блока к использованию	7
4.3 Проверка работоспособного состояния	9
4.4 Перечень возможных неисправностей	9
5 Техническое обслуживание и настройка блока	10
5.1 Порядок технического обслуживания	10
5.2 Технический осмотр	11
6 Транспортирование и хранение	11
6.1 Условия хранения блока	11
6.2 Условия транспортирования блока	11
7 Гарантии изготовителя	11
Приложение А - Схема проверки сопротивления изоляции	12
Приложение Б - Схема проверки преобразователя	13

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления потребителей с назначением, моделями, принципом действия, устройством, монтажом, эксплуатацией и обслуживанием **блока преобразования сигналов термодар БПТ-122** (в дальнейшем – блок БПТ-122).

ВНИМАНИЕ !

Перед использованием блока, пожалуйста, ознакомьтесь с настоящим руководством по эксплуатации.

Пренебрежение мерами предосторожности и правилами эксплуатации может стать причиной травмирования персонала или повреждения оборудования!

В связи с постоянной работой по совершенствованию прибора, повышающей его надежность и улучшающей характеристики, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

1 Описание и принцип действия

1.1 Назначение блока

1.1.1 Блок БПТ-122 предназначен для преобразования сигналов низкого уровня и термодар типа ТХА(К), ТХК(Л), ТПП68, ТХКн(Е), ТВР1 (А1), ТВР2 (А2), ТВР3 (А3), ТПР(В) в унифицированный сигнал постоянного тока 0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА, 0-10 В. Блок БПТ-122 имеет два идентичных, гальванически не связанных канала преобразования. Блок обеспечивает компенсацию термо Э.Д.С. свободных концов термодары, а также подавление нуля входного сигнала и масштабирование диапазона измерения входного сигнала.

1.1.2 Оба канала БПТ-122 рассчитаны на подключение одинаковых термодар, имеющих одинаковую настройку.

1.1.3 Блок БПТ-122 может быть использован в системах автоматизированного регулирования и управления технологическими процессами в энергетике, металлургии, в измерительных системах и измерительно-вычислительных комплексах.

1.2 Обозначение блока при заказе и комплект поставки

1.2.1 Блок обозначается следующим образом:

БПТ-122-D-N-K-T,

где:

D – тип датчика и условное обозначение номинальной статической характеристики:
ТПР (В), ТВР-1 (А1), ТВР-2(А2), ТВР-3 (А3), ТХКн (Е), ТПП, ТХА, ТХК, Е(ЭДС).

N – начальное значение измеряемой температуры: в градусах Цельсия (не менее минус 20°C) или в мВ

K – конечное значение измеряемой температуры: в градусах Цельсия или в мВ

T – код выходного аналогового сигнала:

- 01** - унифицированный 0-5 мА
- 02** - унифицированный 0-20 мА
- 03** - унифицированный 4-20 мА
- 04** - унифицированный 0-10 В

Внимание! При заказе блока необходимо указывать его полное название, в котором присутствуют характеристики подключаемых датчиков или диапазон изменения входного сигнала в градусах Цельсия (или в мВ), тип аналогового выхода.

1.2.2 Комплект поставки блока БПТ-122 приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Комплект поставки блока БПТ-122

Обозначение	Наименование	Количество
ПРМК.426442.042	Блок преобразования сигналов термодар БПТ-122	1
ПРМК.426442.042 ПС	Паспорт	1
ПРМК.426442.042 РЭ	Руководство по эксплуатации	1**
* - 1 шт. при условии заказа		
** - 1 экземпляр на любое количество блоков при поставке в один адрес		

1.3 Технические характеристики блока

1.3.1 Основные технические характеристики БПТ-122 приведены в таблице 1.3.1.

Таблица 1.3.1 – Основные технические характеристики БПТ-122

Название параметра и размер	Единица измерения	Значение
1 Количество независимых каналов	шт.	2
2 Схема подключения датчика		Двухпроводная
3 Начальное значение входного сигнала	мВ	От 0.0 до 40.0
4 Номинальный диапазон изменения входного сигнала	мВ	От 1.0 до 100
5 Сопротивление нагрузки для выходного сигнала: 0-5 мА, не более 0-20 мА, не более 4-20 мА, не более 0-10 В, более	Ом	2000 500 500 2000
6 Основная погрешность преобразования входного сигнала, выраженная в процентах от номинального диапазона изменения выходного сигнала не превышает	%	$\pm 0,25$ – для блоков с диапазоном изменения входного сигнала $\Delta U \geq 10$ мВ $\pm [0,25 + 0,25 \cdot (10 / \Delta U - 1)]$ – для блоков с диапазоном изменения входного сигнала $\Delta U < 10$ мВ
7 Напряжение питания постоянного тока	В	Нестабилизированное от 18 до 36 В
8 Ток потребления, не более	мА	110
9 Габаритные размеры	мм	76 x 26 x 115
10 Степень защиты		IP30
11 Масса, не более	кг	0,15

Таблица 1.3.2 – Коэффициент преобразования БПТ-122

Тип датчика	ТПР(В), Е	ТПП(С)	ТВР	ТХА(К)	ТХК(Л)
$K, \left(\frac{mB}{1^{\circ}C} \right)$	0	0.0060	0.0126	0.0404	0.0660

1.3.2 По стойкости к климатическому воздействию БПТ-122 отвечает исполнению группы 4 согласно ГОСТ 22261-94, но для работы при температуре от минус 40 °С до 70 °С.

1.3.3 По стойкости к механическому воздействию БПТ-122 отвечает исполнению 5 согласно ГОСТ 22261-94.

1.3.4 Блок БПТ-122 может эксплуатироваться только в закрытых взрывобезопасных помещениях.

1.3.5 Среднее время наработки на отказ с учетом технического обслуживания, регламентированного руководством по эксплуатации не менее чем, 100 000 часов.

1.3.6 Среднее время восстановления работоспособности БПТ-122 не более 4 часов.

1.3.7 Средний срок эксплуатации не менее 10 лет.

1.3.8 Средний срок хранения 1 год в условиях по группе 1 ГОСТ 15150-69.

1.3.9 Изоляция электрических цепей БПТ-122 относительно корпуса и между собой при температуре окружающей среды $20 \pm 5^{\circ}C$ и относительной влажности воздуха до 80% выдерживает в течении 1 минуты действие испытательного напряжения практически синусоидальной формы частотой от (50 ± 1) Гц с действующим значением 500 В.

1.3.10 Минимально допустимое электрическое сопротивление изоляции при температуре окружающей среды $20 \pm 5^{\circ}C$ и относительной влажности воздуха до 80% не менее 20 МОм.

1.3.11 Граница допустимого значения дополнительной погрешности преобразования при изменении напряжения питания от номинального значения в границах указанных в таблицы 1 не превышает $\pm 0,2\%$ от диапазона изменения соответствующего сигнала.

1.3.12 Граница допустимого значения дополнительной погрешности преобразования при изменении температуры окружающей среды на каждые $10^{\circ}C$ в диапазоне от минус $40^{\circ}C$ до $70^{\circ}C$ не превышает $\pm 0,2\%$ от диапазона изменения соответствующего сигнала.

1.3.13 Граница допустимого значения дополнительной погрешности преобразования при действии постоянных магнитных полей или переменных полей сетевой частоты с напряженностью до 400А/м не превышает $\pm 0,25\%$ от диапазона изменения соответствующего сигнала.

1.3.14 Величина пульсации выходного тока (напряжения) не превышает 0.25 % верхней границы изменения выходных сигналов.

1.4 Устройство блока

1.4.1 Внешний вид блока БПТ-122 и габаритные размеры изображены на рисунке 1.4.

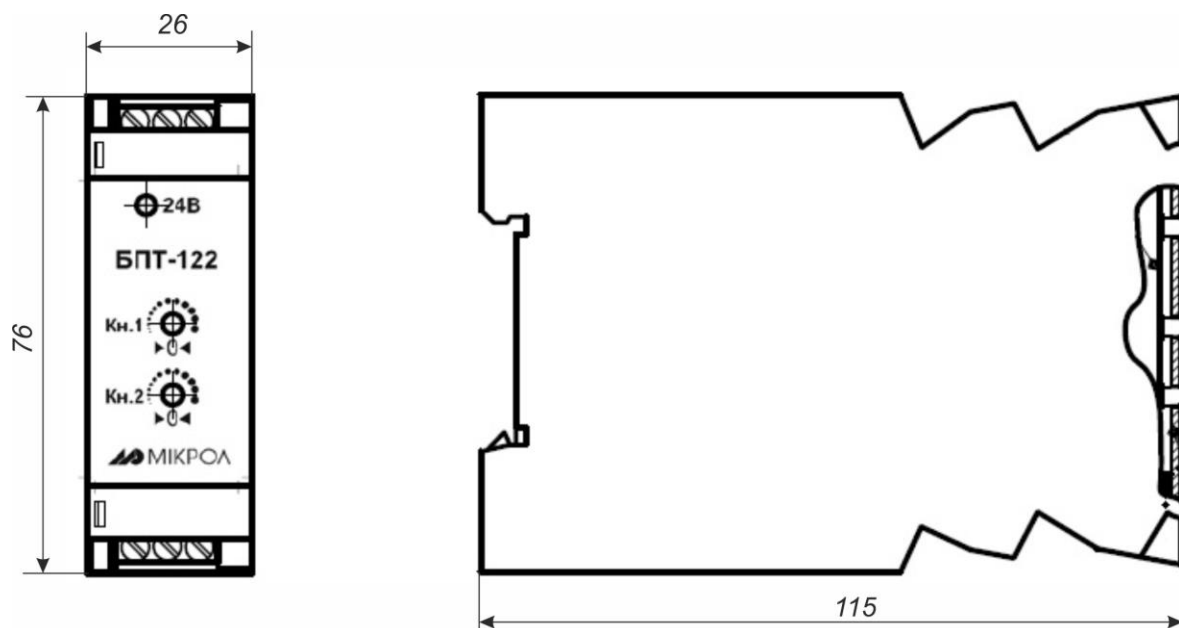


Рисунок 1.4 - Внешний вид и габаритные размеры блока БПТ-122

1.4.2 Блок конструктивно выполнен в литом ударостойком пластмассовом корпусе, на задней стенке которого установлен захват для монтажа на DIN-рейке 35 мм. Внутри корпуса размещена плата блока, которая представляет собой плату печатного монтажа с размещенными на ней радиоэлементами. На передней панели блока расположены индикатор наличия напряжения питания, разъем для подключения клеммно-блочного соединителя. Регулирование нуля канала 1 и канала 2 проводят с помощью потенциометров "I кн >0<" и "II кн >0<" через отверстие на передней панели.

Выбор входных сигналов осуществляется с помощью блоков переключателей, расположенных внутри прибора.

1.5 Перечень принадлежностей

Перечень принадлежностей, которые необходимы для контроля, регулирования, выполнения работ по техническому обслуживанию блока, приведены в таблице 1.5:

Таблица 1.5 – Перечень принадлежностей, которые необходимы при обслуживании блока БПТ-122

Наименование средств измерения, инструмента и принадлежностей	Назначение
1 Вольтметр универсальный Щ300	Измерение выходного сигнала и контроль напряжения питания
2 Дифференциальный вольтметр В1-12	Задатчик сигнала
3 Мегомметр Ф4108	Измерение сопротивления изоляции
4 Пинцет медицинский	Проверка качества монтажа
5 Отвёртка	Разборка корпуса, регулировка потенциометров
6 Мягкая бязь	Очистка от пыли и грязи

1.6 Маркировка и упаковка

1.6.1 Маркировка блока выполнена согласно СОУ-Н-ПРМК-902:2014 на табличке, которая крепится на боковую стенку корпуса мблока.

1.6.2 Пломбирование блока предприятием-изготовителем при выпуске из производства не предусмотрено.

1.6.3 Упаковка блока соответствует требованиям ДСТУ 2888-94.

1.6.4 Блок в соответствии с комплектом поставки упакован согласно чертежам предприятия-изготовителя.

2 Назначение. Функциональные возможности

2.1 Питание блока осуществляется постоянным напряжением 24 В. Напряжение питания через диодный выпрямитель поступает на импульсный преобразователь, который формирует напряжение, необходимое для питания блока и обеспечивает гальваническую развязку от цепей питания. Светодиод на передней панели блока своим свечением сигнализирует о наличии напряжения питания 24 В на входе блока.

2.2 Основой блока является мостовая схема измерения. Данная мостовая схема блока предназначена для работы с термопарами типов ТХА(К), ТХК(Л), ТПП(С), ТХКн(Е), ТВР1(А1), ТВР2(А2), ТВР3(А3), ТПР(В). Также она позволяет дополнительно осуществлять автоматическую компенсацию термо-Е.Д.С. свободных концов термопары.

3 Указание мер безопасности

3.1 Пренебрежение мерами предосторожности и правилами эксплуатации может стать причиной травмирования персонала или повреждения оборудования!

3.2 Для обеспечения безопасного использования оборудования неукоснительно выполняйте указания данной главы!

3.3 К эксплуатации блока допускаются лица, имеющие разрешение для работы на электроустановках напряжением до 1000 В и изучившие руководство по эксплуатации в полном объеме.

3.4 Эксплуатация блока разрешается при наличии инструкции по технике безопасности, утвержденной предприятием-потребителем в установленном порядке и учитывающей специфику применения прибора на конкретном объекте. При эксплуатации необходимо соблюдать требования действующих правил ПТЭ и ПТБ для электроустановок напряжением до 1000 В.

3.5 Все монтажные и профилактические работы должны проводиться при отключенном электропитании.

3.6 Запрещается подключать и отключать соединители при включенном электропитании.

3.7 Тщательно производите подключение с соблюдением полярности выводов. Неправильное подключение или подключение разъемов при включенном питании может привести к повреждению электронных компонентов прибора.

3.8 Не подключайте неиспользуемые выводы.

3.9 При разборке блока для устранения неисправностей блок должен быть отключен от сети электропитания.

3.10 При извлечении блока из корпуса не прикасайтесь к его электрическим компонентам и не подвергайте внутренние узлы и части ударам.

3.11 Располагайте блок как можно далее от устройств, генерирующих высокочастотное излучение (например, ВЧ-печи, ВЧ-сварочные аппараты, машины, или приборы использующие импульсные напряжения) во избежание сбоев в работе.

4 Подготовка и порядок работы

4.1 Эксплуатационные ограничения при использовании блока

4.1.1 Место установления блока должно отвечать следующим условиям:

- обеспечивать удобные условия для обслуживания и демонтажа;
- температура и относительная влажность окружающего воздуха должна соответствовать требованиям климатического исполнения блока;
- окружающая среда не должна содержать токопроводящих примесей, а также примесей, которые вызывают коррозию деталей блока;
- напряженность магнитных полей, вызванных внешними источниками переменного тока частотой 50 Гц или вызванных внешними источниками постоянного тока, не должна превышать 400 А/м;

- параметры вибрации должны соответствовать исполнению 5 согласно ГОСТ 22261.

4.1.2 При эксплуатации блока необходимо исключить:

- попадание проводящей пыли или жидкости внутрь блока;
- наличие посторонних предметов вблизи блока, ухудшающих его естественное охлаждение.

4.1.3 Во время эксплуатации необходимо следить за тем, чтобы подсоединенные к блоку провода не переламывались в местах контакта с клеммами и не имели повреждений изоляции.

4.2 Подготовка блока к использованию

4.2.1 Освободите блок от упаковки.

4.2.2 Перед началом монтажа блока необходимо выполнить внешний осмотр. При этом обратить особое внимание на чистоту поверхности, маркировки и отсутствие механических повреждений.

4.2.3 Установите блок на рельс DIN35x7.5 EN50022 согласно рисунку 4.2.1.

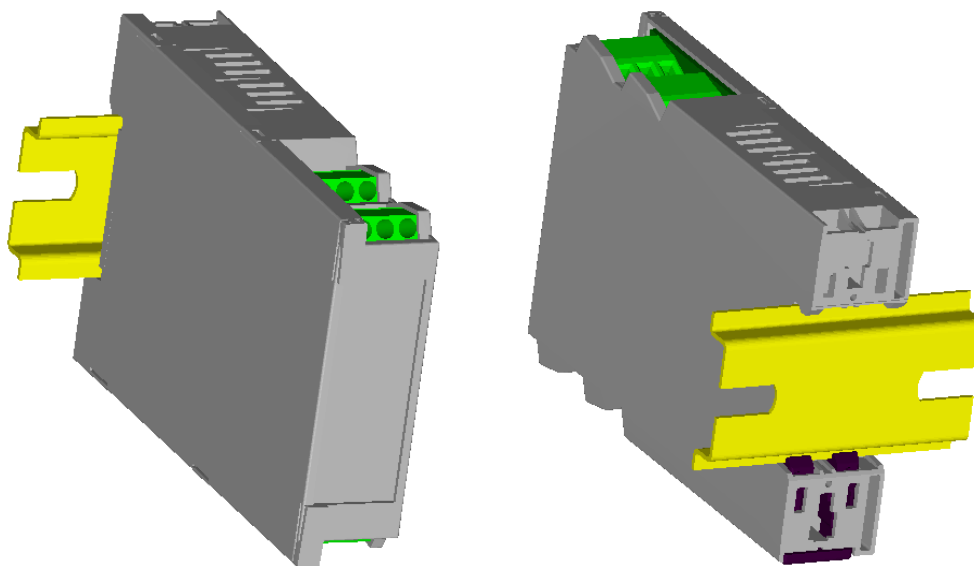


Рисунок 4.2.1 - Схема крепления блока БПТ-122 на DIN-рельсе

4.2.4 Выполните внешние подключения к блоку согласно рисунку 4.2.2.

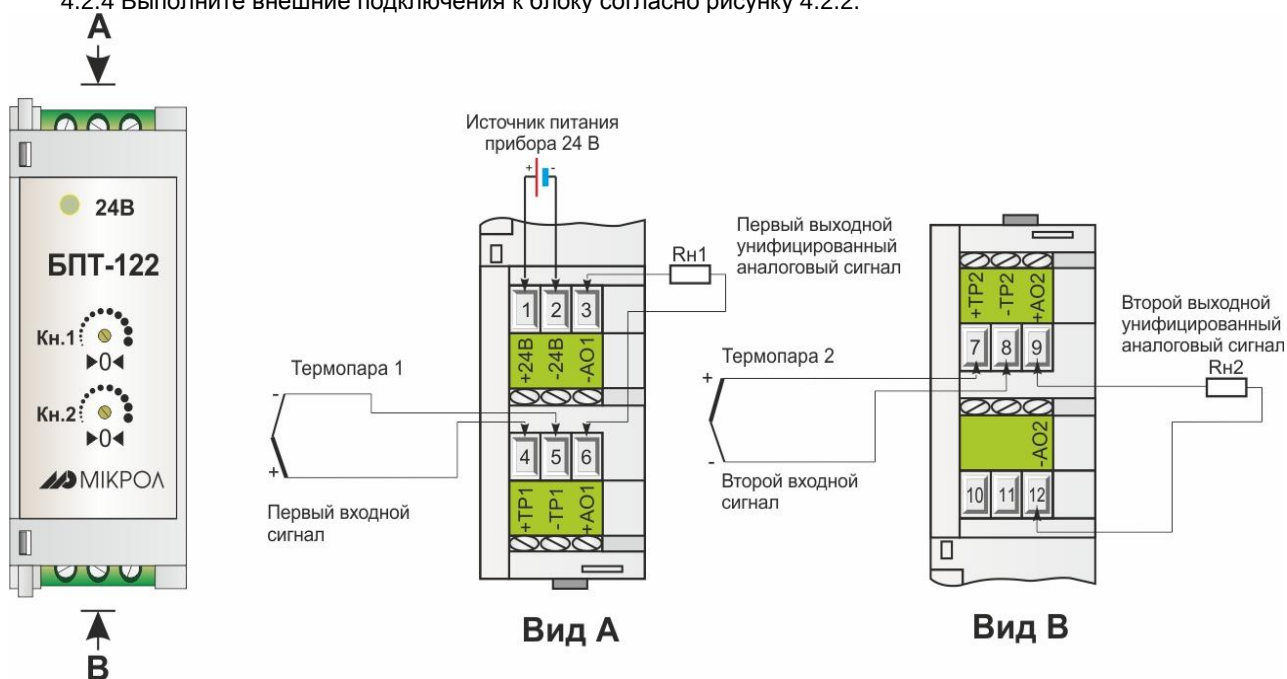


Рисунок 4.2.2 - Схема внешних подключений к блоку БПТ-122

Подключение осуществляется с помощью соединителей под винт на клеммах в верхней и нижней части корпуса. При подключении используйте одножильные или многожильные тонкопроволочные провода сечением не более 2,5 мм².

Провода не должны иметь повреждений изоляции и подрывов токоведущих жил. Скрученные концы проводов не должны иметь торчащих отдельных жил. Для надежности контакта с клеммами концы проводов следует облудить или оконцевать.

Прокладка кабелей и жгутов должна соответствовать требованиям действующих «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ).

4.2.5 Для изменения настроек блока БПТ-122 на другие типы входных/выходных сигналов используйте рисунок 4.2.3 и таблицу 4.1

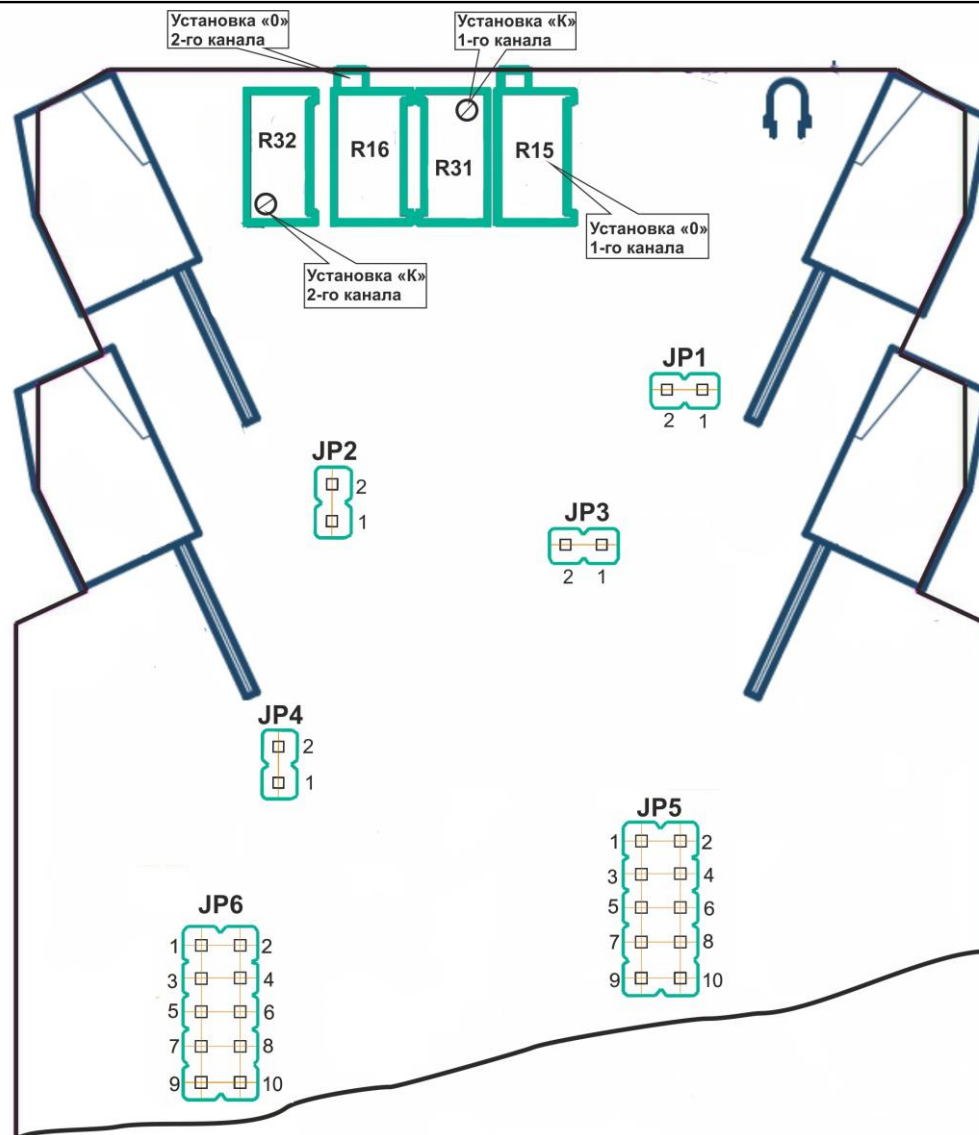


Рисунок 4.2.3 – Размещения блоков перемычек для выбора типа входных и выходных сигналов блока

Таблица 4.1 – Положение перемычек в зависимости от выходного сигнала

Обозначение перемычки	Тип выходного сигнала			
	0-10 В	0-5 мА	0-20 мА	4-20 мА
JP5, JP6	1-2, 3-4	2-4, 5-6	2-4, 9-10	2-4, 7-8
JP3, JP4	-	-	-	1-2

4.2.6 После завершения монтажа проверьте величину сопротивления изоляции, которая должна соответствовать указанной в настоящем РЭ.

4.3 Проверка работоспособного состояния

4.3.1 Подайте на блок напряжение питания 24 В постоянного тока и проконтролируйте свечение светодиода на передней панели.

4.3.2 Подключите датчик температуры (термопару) или эквивалент датчика (дифференциальный вольтметр В1-12).

4.3.3 Изменяя температуру или напряжение задатчика, проконтролируйте выходной сигнал и соответствие его входному.

4.4 Перечень возможных неисправностей

Возможные неисправности блока, которые могут быть устранены потребителем, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Перечень возможных неисправностей блока БПТ-122

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
1. Выходной сигнал отсутствует, свечение светодиода отсутствует	1 Напряжение питания не поступает на входные клеммы блока	1 Отключить питание от блока и устранить обрыв цепи питания
	2 Вышел из строя светодиод	2 Заменить светодиод

Внимание! Неисправности, не указанные в таблице 4.4, подлежат устранению в условиях предприятия-изготовителя.

5 Техническое обслуживание и настройка блока

5.1 Порядок технического обслуживания

5.1.1 Техническое обслуживание - комплекс работ, которые проводятся периодически в плановом порядке на работоспособном блоке с целью предотвращения отказов, продления его срока службы за счет выявления и устранения предотказного состояния для поддержания нормальных условий эксплуатации.

5.1.2 Техническое обслуживание заключается в проведении работ по контролю технического состояния и последующему устранению недостатков, выявленных в процессе контроля; профилактическому обслуживанию, выполняемому с установленной периодичностью, длительностью и в определенном порядке; устранению отказов, выполнение которых возможно силами персонала, выполняющего техническое обслуживание.

5.1.3 В зависимости от регулярности проведения технического обслуживание должно быть:

- а) периодическим, которое выполняется через календарные промежутки времени;
- б) адаптивным, которое выполняется по необходимости, то есть, в зависимости от фактического состояния блока и наличия свободного обслуживающего персонала.

5.1.4 Устанавливаются такие виды технического обслуживания:

а) техническое обслуживание при хранении, которое заключается в переконсервации блока при достижении предельного срока консервации во время хранения в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;

б) техническое обслуживание при транспортировке, которое заключается в подготовке блока к транспортированию, демонтаже из технологического оборудования и упаковке перед транспортированием;

в) техническое обслуживание при эксплуатации, которое заключается в подготовке блока перед вводом в эксплуатацию, в процессе ее и в периодической проверке работоспособности блока.

5.1.5 Периодическое техническое обслуживание при эксплуатации блока устанавливается потребителем с учетом интенсивности и условий эксплуатации, но не реже чем один раз в год. Для блоков целесообразна ежеквартальная периодичность технического обслуживания при эксплуатации.

5.1.6 Периодическое обслуживание должно проводиться в следующем порядке:

- а) провести работы, которые выполняются при техническом осмотре;
- б) проверить сопротивление изоляции;
- в) проверить работоспособность блока.

5.1.7 Проверка сопротивления изоляции

Схема проверки сопротивления изоляции приведена в приложении А.

Измерение электрического сопротивления изоляции проводить при отключенных от блока внешних цепях с помощью мегомметра между соединенными контактами 1-2; 3,6; 4-5; 7-8; и 9,12 соединителей ХТ1, ХТ2, ХТ3 и ХТ4 соответственно.

Результаты считаются удовлетворительными, если полученные значения сопротивления изоляции не меньше 20 МОм.

5.1.8 Проверка работоспособного состояния блока

5.1.8.1 Проверку работоспособного состояния блока проводят согласно пункту 4.3 данной инструкции.

5.1.9 Проверка выходных сигналов блока

5.1.9.1 Перед проверкой выходных сигналов блока нужно разомкнуть перемычки JP1 для первого канала и JP2 - для второго канала (см. рисунок 4.2.3 и таблицу 5.1). Это делается для отключения встроенного датчика термо-компенсации, таким образом температура холодного спая будет равна 0 °С.

Таблица 5.1 – Положения перемычек JP1 и JP2 в зависимости от режима работы блока

Перемычки	Режим работы блока	
	Работа	Наладка (проверка)
JP1	1-2	-
JP2	1-2	-

5.1.9.2 Контролируя выходной сигнал на клеммах 3, 6 для первого канала и 9, 12 для второго канала подключить задатчик напряжения на 4, 5 клеммы для первого канала и 7,8 для второго, установить на входах значение напряжения равное начальному значению входного сигнала.

Проконтролируйте с помощью измерительного прибора выходные сигналы блока. При необходимости, вращая ось потенциометра R15 (Выход 1) или R16 (Выход 2), установите на измерительном приборе начальное значение выходного сигнала, указанное в паспорте прибора.

5.1.9.3 Установите на входах блока значение напряжения равное конечному значению входного сигнала. Проконтролируйте с помощью измерительного прибора выходные сигналы блока. При необходимости, вращая ось потенциометра R31 (Выход1) или R32 (Выход 2), установите на измерительном приборе конечное значение выходного сигнала, указанное в паспорте прибора.

Результаты считаются удовлетворительными, если полученные значения выходного сигнала соответствуют значениям, указанным в паспорте прибора.

5.1.9.4 Также нужно проверить выходной сигнал в контрольных точках (0%, 25%, 50%, 75%, 100% от входного диапазона), рассчитать погрешность и сравнить с заявленной на блок.

5.2 Технический осмотр

5.2.1 Технический осмотр блока выполняется обслуживающим персоналом в следующем порядке:

а) перед началом смены следует провести внешний осмотр блока. Особое внимание следует обратить на чистоту поверхности, маркировку и отсутствие механических повреждений.

б) проверить надежность крепления блока;

в) проверить техническое состояние проводов (кабелей) на целостность и защищенность от механических повреждений.

6 Транспортирование и хранение

6.1 Условия хранения блока

6.1.1 Срок хранения в потребительской таре - не меньше 1 года.

6.1.2 Блок должен храниться в сухом и вентилируемом помещении при температуре окружающего воздуха от минус 40°C до + 70°C и относительной влажности от 30 до 80% (без конденсации влаги). Данные требования являются рекомендуемыми.

6.1.3 Воздух в помещении не должен содержать пыли и примеси агрессивных паров и газов, вызывающих коррозию (в частности: газов, содержащих сернистые соединения или аммиак).

6.1.4 В процессе хранения или эксплуатации не кладите тяжелые предметы на блок и не подвергайте его никакому механическому воздействию, так как устройство может деформироваться и повредиться.

6.2 Условия транспортирования блока

6.2.1 Транспортирование блока в упаковке предприятия-изготовителя осуществляется всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах. Транспортирование самолетами должно выполняться только в отапливаемых герметизированных отсеках.

6.2.2 Блок должен транспортироваться в климатических условиях, которые соответствуют условиям хранения 5 согласно ГОСТ 15150-69, но при давлении не ниже 35.6 кПа и температуре не ниже минус 40 °C или в условиях 3 при морских перевозках.

6.2.3 Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортировании запечатанный блок не должен подвергаться резким ударам и влиянию атмосферных осадков. Способ размещения на транспортном средстве должен исключать перемещение блока.

6.2.4 Перед распаковыванием после транспортирования при отрицательной температуре блок необходимо выдержать в течение 3 часов в условиях хранения 1 согласно ГОСТ 15150-69.

7 Гарантии изготовителя

7.1 Гарантийный срок устанавливается 5 лет со дня отгрузки блока БПТ-122. Для блоков, которые поставляются на экспорт, гарантийный срок эксплуатации- 18 месяцев со дня их следования через Государственную границу Украины.

7.2 Изготовитель гарантирует соответствие блока БПТ-122 техническим требованиям ТУ У 33.2-13647695-008:2006 при соблюдении условий хранения, транспортирования, монтажа и эксплуатации, указанных в руководстве по эксплуатации на блок БПТ-122. При несоблюдении потребителем данных требований потребитель лишается права на гарантийный ремонт блока БПТ-122.

7.3 По договоренности с потребителем предприятие-изготовитель осуществляет послегарантийное техническое обслуживание, техническую поддержку и технические консультации по всем видам своей продукции.

Приложение А - Схема проверки сопротивления изоляции

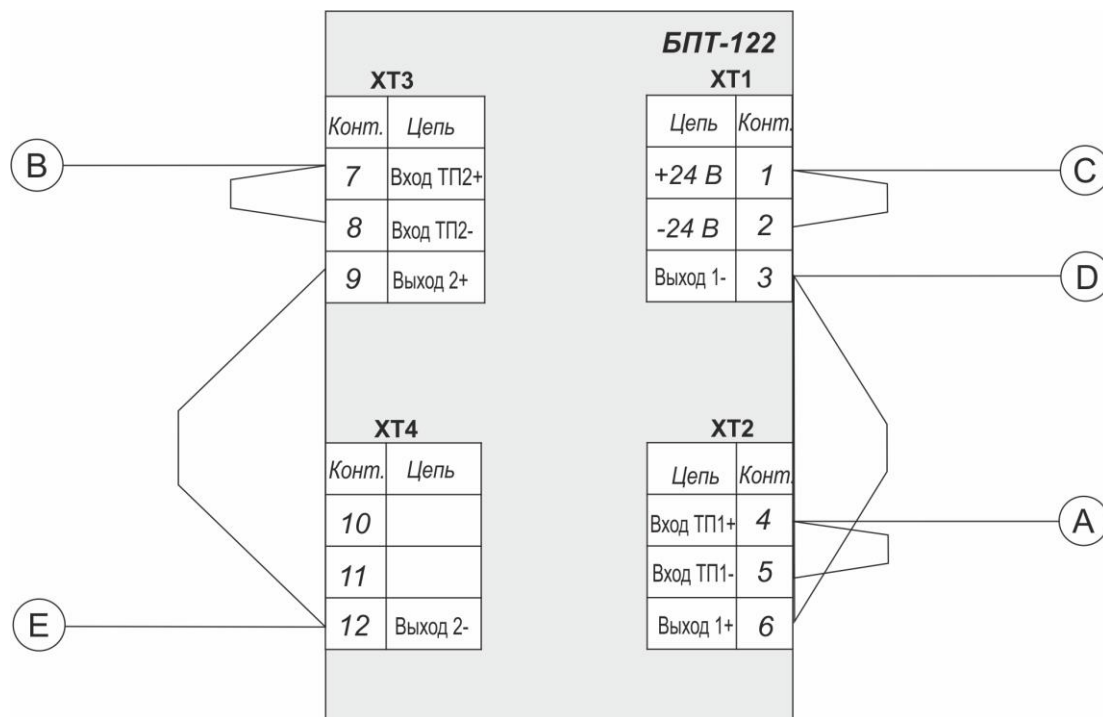
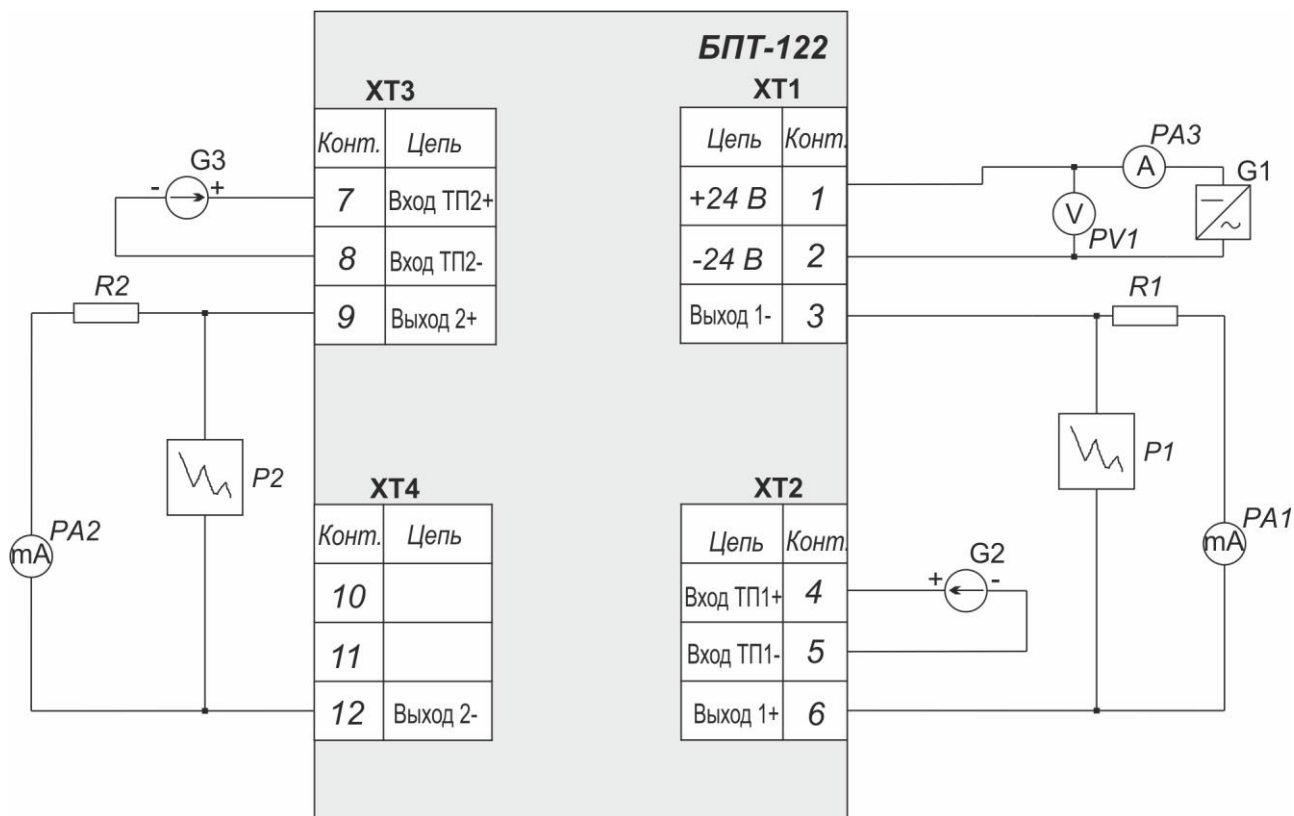


Рисунок А.1 - Схема проверки сопротивления изоляции

Таблица А.1 - Схема проверки сопротивления изоляции

Проверяемая цепь		Испытательное напряжение	Электрическое сопротивление изоляции
Цепь 1	Цепь 2		
А – вход канала	Д – выход канала	500 В	20 МОм
В – вход канала	Е – выход канала	500 В	20 МОм
А – вход канала	С – цепь питания	500 В	20 МОм
В – вход канала	С – цепь питания	500 В	20 МОм
Д – выход канала	Е – выход канала	500 В	20 МОм
Д – выход канала	С – цепь питания	500 В	20 МОм
Е – выход канала	Д – цепь питания	500 В	20 МОм

Приложение Б - Схема проверки блока



где, P1, P2 - осциллограф, предел измерения от 1 до 200 мВ, входное сопротивление не менее 1 МОм, полосой пропускания до 1 МГц

PA1, PA2 -миллиамперметр постоянного тока, класс точности не хуже 0,02, диапазон измерения 100 мА.

PA3 - амперметр постоянного тока класс точности не хуже 2,0, диапазон измерения 0,2 А.

PV1 - вольтметр постоянного тока класс точности не хуже 2,0, диапазон измерения 50 В.

G1 - источник питания постоянного тока, выходное напряжение изменяется плавно от 0 до 50 В, на ток нагрузки не менее 200 мА.

G2, G3 – источник входного сигнала, калибратор постоянного напряжения, класс точности не хуже 0.02

R1, R2 - нагрузочное сопротивление 2 кОм 5% для блоков с выходным током 0-5 мА, 500 Ом 5% для блоков с выходным током 0-20 мА, 4-20 мА, более 2 кОм для блоков с выходным напряжением 0-10 В.

Рисунок Б.1 - Схема для определения основной погрешности блока

