

# Блок контроля температуры обмоток и магнитопровода сухого трансформатора БКТ-2

Руководство по эксплуатации

НПЦМ.421413.003РЭ





ООО Научно-производственный центр «МИРОНОМИКА»  
620078, Россия, г. Екатеринбург, ул. Вишневая, д. 46, офис 403

620000, Главпочтамт, а/я 241  
Тел/факс: (343) 383-40-84(85)

E-mail: [miromomika@mail.ru](mailto:miromomika@mail.ru), Web: [www.miromomika.ru](http://www.miromomika.ru)

---

## Содержание

1 Описание и работа блока	4
1.1 Назначение блока	4
1.2 Технические характеристики	4
1.3 Состав блока	6
1.4 Устройство и работа	6
1.5 Маркировка	11
1.6 Упаковка	11
2 Использование по назначению	11
2.1 Подготовка блока к использованию	11
2.2 Использование блока	13
3 Техническое обслуживание блока	14
3.1 Общие указания	14
3.2 Меры безопасности	14
3.3 Техническое освидетельствование	15
4 Хранение	15
5 Транспортирование	15
Приложение А Схема соединений БКТ-2	16
Приложение Б Схема электрическая принципиальная	17
Приложение В Схема проверки БКТ-2	20
Приложение Г Ссылочные нормативные документы	21

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения, эксплуатации и технического обслуживания блока контроля температуры сухого трансформатора БКТ-2 (НПЦМ.421413.003) в дальнейшем именуемого - блок.

## 1 Описание и работа блока

### 1.1 Назначение блока

#### 1.1.1 Блок выполняет следующие функции:

- измерение температуры трех обмоток и магнитопровода трансформатора;
- сравнение измеренной температуры по каждому каналу с тремя заданными уровнями: ОХЛАЖДЕНИЕ; ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ; ПЕРЕГРЕВ;
- установка (по заказу, в процессе производства) уставок по каждому из уровней компарирования;
- циклическую индикацию в цифровом виде значения температуры по каждому каналу измерения и условного обозначения контролируемого канала;
- контроль обрыва и короткого замыкания датчиков температуры, контроль наличия первичного напряжения питания с формированием сигнала "НБКТ";
- формирование и передачу в систему телесигнализации сигналов "Охлаждение", "Предупреждение" и "Перегрев".

### 1.2 Технические характеристики

#### 1.2.1 Технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики

Характеристики	Величина
1 Напряжение питания, В	220 +22/ -33
2 Частота сети, Гц	50
3 Мощность, потребляемая блоком, при контроле температуры, Вт, не более	15
4 Мощность, потребляемая подогревателем блока, при отрицательных температурах воздуха, Вт, не более	45

Продолжение таблицы 1 - Технические характеристики

Характеристики	Величина
5 Диапазон индицируемых температур, °С	от 0 до 250
6 Основная допустимая погрешность измерения индикации и релейной сигнализации, %, не более	± 2
7 Зона возврата, °С, не менее	10
8 Ток, коммутируемый контактами блока при напряжении 220 В и $\cos\varphi < 0,3$ , А, не более	1
9 Время срабатывания по уставкам ОХЛАЖДЕНИЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ, ПЕРЕГРЕВ, с.	от 90 до 120
10 Срок службы, лет, не менее	12
11 Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
12 Размер блока LxВxН, мм, не более	248x200 x80
13 Масса блока, кг, не более	3

1.2.2 Значение уставок при заказе выбирается в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 - Уставки блока

Класс изоляции	ОХЛАЖДЕНИЕ	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ	ПЕРЕГРЕВ
	T[°C]/Rt[Ом]	T[°C]/Rt[Ом]	T[°C]/Rt[Ом]
F	130 (150,6)	145/156,3	155/159,7
H	140/154,4	180/169,6	200/177,0
C	170/165,8	190/173,3	230/188,2

Примечания

1 Предусмотрена возможность одновременного изменения набора уставок для класса изоляции на 10 °С относительно установленных значений.

2 Rt - табличное значение сопротивления датчика температуры, соответствующее установленной уставке по температуре, Ом.

1.2.3 Климатическое исполнение по группе УЗ, УХЛ2 или Т3 по ГОСТ 15150 в соответствии с заказом.

1.2.4 Блок имеет степень защиты - IP52 по ГОСТ14254.

### 1.3 Состав блока

#### 1.3.1 В комплект поставки входят:

- |  |   |        |
|--|---|--------|
| - блок БКТ-2 НПЦМ.421413.003   | - | 1 шт;  |
| - кабель датчиков НПЦМ.685619.101  | - | 1 шт;  |
| - руководство по эксплуатации НПЦМ.421413.003РЭ  | - | 1 экз; |
| - паспорт НПЦМ.421413.003ПС  | - | 1 экз; |
| - ведомость эксплуатационных документов<br>НПЦМ.421413.003ВЭ                                       | - | 1 экз; |
| - заглушка для заземления датчиков при высоковольтных<br>испытаниях трансформатора НПЦМ.685619.102 | - | 1 шт;  |
| - кабель проверок НПЦМ.685619.103  | - | 1 шт.  |

**Примечание** – блок БКТ-2 предназначен для работы с датчиками температуры с номинальной статической характеристикой (НСХ) – 100П (типа ТПТ-3-1 или другие).

По заявке потребителя датчики могут поставляться совместно с блоком.

### 1.4 Устройство и работа

#### 1.4.1 Конструктивное исполнение

##### 1.4.1.1 Блок выполнен в виде следующих конструктивно законченных единиц:

- собственно блока (рисунок 1);
- четырех внешних датчиков температуры;
- кабеля датчиков.

Схема соединений приведена в приложении А. Конкретные длины выводов датчиков температуры и длина кабеля датчиков уточняются в договоре на поставку. Блок выполнен в виде одноплатного, конструктивно законченного устройства. В металлическом корпусе блока крепится плата с элементами. На плате блока установлен соединительный разъем для связи с датчиками температуры, как показано в приложении А, клеммный соединитель для подключения цепей сигнализации и питания установлен на корпусе и соединяется с платой гибкими проводниками. Максимальное сечение проводов, идущих к клеммам - 2,5 мм<sup>2</sup>. Клеммный соединитель защищен от пыли и влаги специальным кожухом с сальником для ввода кабеля (степень защиты - IP52 по ГОСТ 14254).

1.4.1.2 Блок крепится на кожухе трансформатора болтовыми соединениями при помощи дополнительных планок (рисунок 1).

Разметка крепления приведена на рисунке 2.

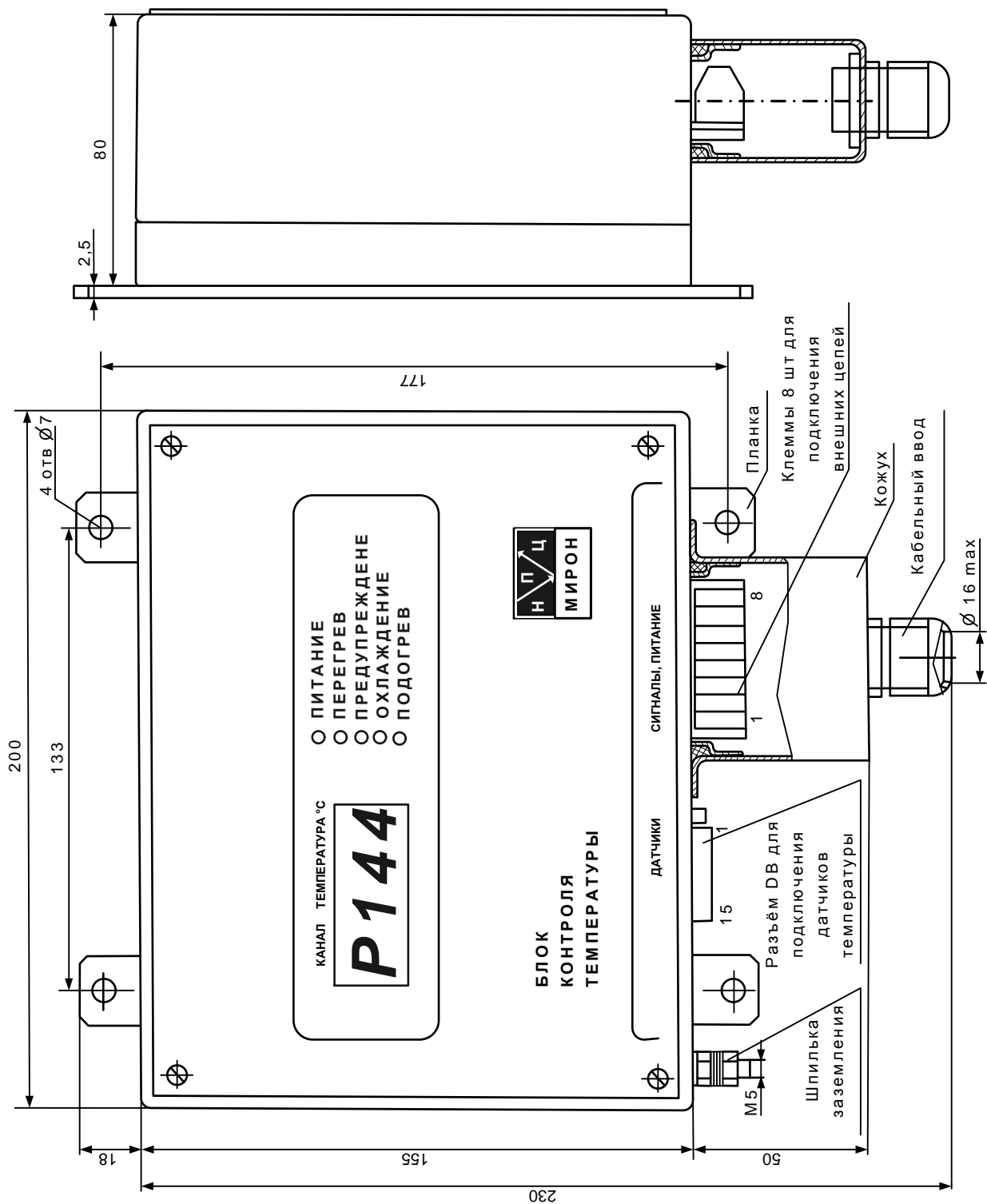


Рисунок 1 – Внешний вид блока

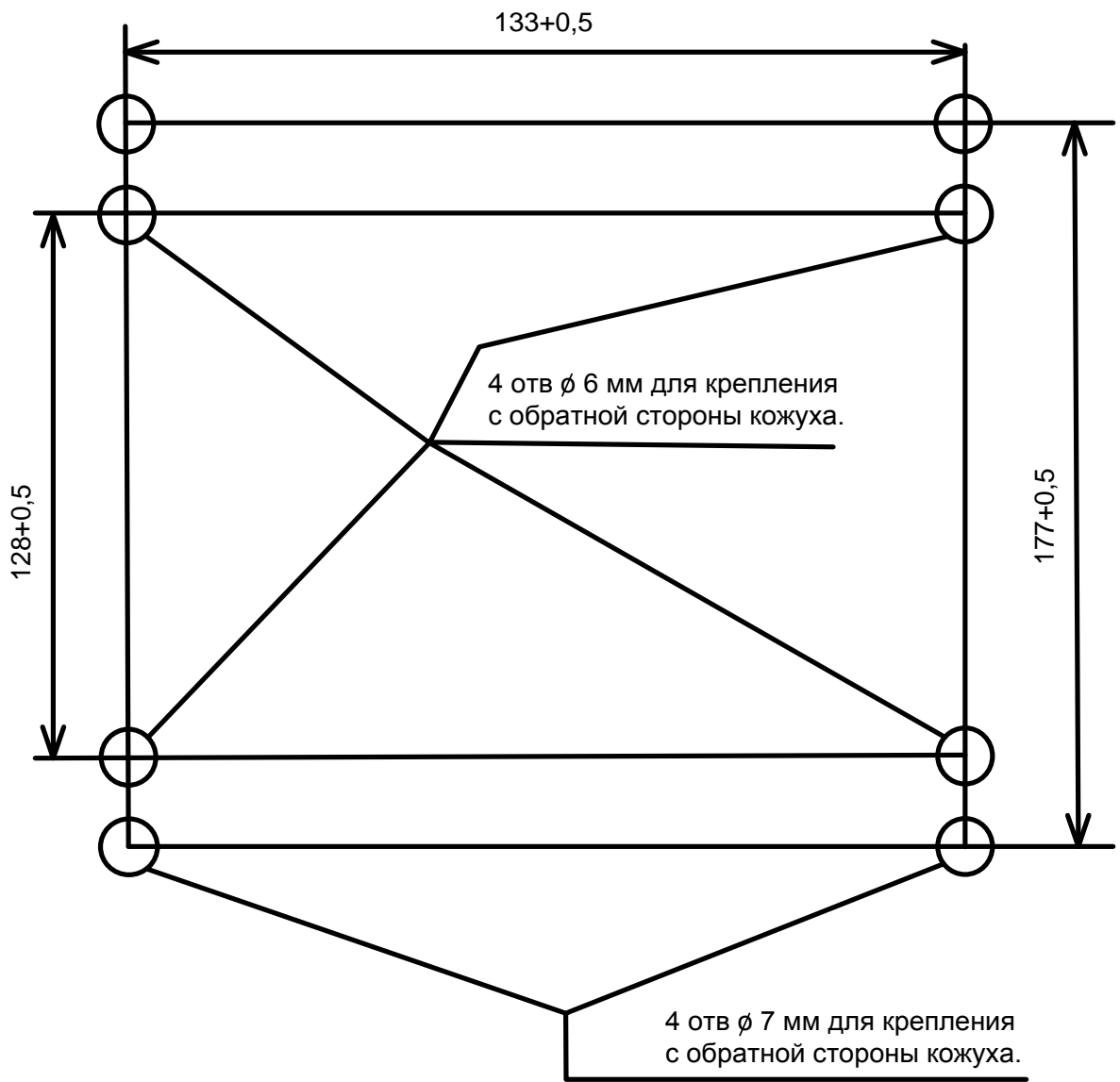


Рисунок 2 – Разметка щита для крепления БКТ-2



1.4.1.3 Блок имеет следующие органы индикации и сигнализации:

- четырехразрядный семисегментный индикатор для последовательного высвечивания наименования контролируемых обмоток А, В, С и магнитопровода Р, значения температуры в этих точках в градусах Цельсия.

Например - А 105, в 103, С 104, Р 90;

- светодиоды индикации срабатывания выходных реле:

ОХЛАЖДЕНИЕ - желтый цвет,

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ - желтый,

ПЕРЕГРЕВ - красный;

- светодиод индикатор ПИТАНИЕ - зеленый;

- светодиод индикации работы схемы подогрева ПОДОГРЕВ - желтый.

#### 1.4.2 Описание схемы электрической

1.4.2.1 Схема электрическая принципиальная НПЦМ.421413.003ЭЗ приведена в приложении Б. Схема состоит из контроллера D1 с элементами обрамления, элементов контроля собственной температуры DA1, DA2, источника вторичного электропитания TV1, VD2, VD3, VD4, DA3, DA4, DA5, схемы индикации, расположенной на отдельной плате, и измерительного преобразователя.

1.4.2.2 Микроконтроллер PIC16F73 фирмы Microchip осуществляет управление преобразователем, пересчет длительности выходного интервала преобразователя в значение температуры и, по программе размещенной во внутреннем ПЗУ, формирование выходных сигналов и команд. Контроллер управляет преобразователем при помощи сигналов "U1", "U2", "U3", "U4.1 - U4.4". На это время датчики температуры, размещенные на трансформаторе, или эталонный резистор подключаются к преобразователю.

Сигнал " U1", существующий все время не занятое другими сигналами, устанавливает интегратор преобразователя в исходное состояние. По сигналу "U3" производится разряд конденсатора интегратора стабильным током и считывается результат преобразования после того как оно будет завершено по окончании сигналов "U2", "U4". Аналоговые входы микроконтроллера RA0 и RA1 используются для ввода информации о необходимости коррекции набора уставок и о собственной температуре блока. Вход RA1 через RC Фильтр R11C6 подсоединен при помощи трехпозиционного переключателя S1 к делителю R8, R9. В зависимости от положения переключателя на вход микроконтроллера поступает либо напряжение питания, либо его половина, либо нулевое напряжение. Соответственно, при включении прибора значения уставок увеличиваются, не изменяются или уменьшаются на 10 градусов, что позволяет изменять уставки в процессе эксплуатации блока.

1.4.2.3 Датчиком собственной температуры блока служит полупроводниковый термометр TMP36 фирмы Analog Devices DA1, имеющий линейную зависимость выходного напряжения от температуры. Усилитель DA2 имеет коэффициент усиления 3, что позволяет полнее использовать динамический диапазон встроенного в микроконтроллер АЦП. При снижении температуры внутри блока напряжение на входе RA1 микроконтроллера становится меньше 0,94 В, электронным реле K5 напряжение 220 В подается на мощные резисторы RH1 - RH3, которые, разогреваясь, позволяют поддерживать внутри корпуса температуру, приемлемую для примененной элементной базы. В тропическом исполнении прибора элементы системы термостабилизации могут отсутствовать.

1.4.2.4 Источник питания блока имеет традиционную трансформаторную схему с интегральными стабилизаторами, однополярным для цифровой части блока и двуполярным для аналоговой.

### 1.4.3 Краткое описание алгоритма функционирования

1.4.3.1 Сравнение измеренных значений температуры с уставками производится по программе, размещенной во внутреннем ПЗУ микроконтроллера. Для исключения ложных срабатываний сигнализации решение о выдаче сигнала принимается, если пять циклов подряд в любом из каналов зафиксировано значение температуры, требующее выдачи сигнала. При принятом цикле индикации около 5 с время срабатывания может достигать 100 с, что является приемлемым при имеющейся тепловой инерции контролируемого трансформатора. Снятие сигнала производится, если в течение пяти циклов ни в одном из каналов не зафиксировано температуры превышающей соответствующую уставку с учетом зоны возврата. При превышении температурой уставки ПЕРЕГРЕВ, циклическая индикация прекращается, индицируется значение температуры в канале, в котором она максимальна.

1.4.3.2 При снижении или увеличении сопротивления датчиков за пределы величин, которые оно может принимать при реальных температурах трансформатора, в соответствующих каналах фиксируется и выводится на индикацию признак замыкания (смотри рисунок 3а) или обрыва датчика (смотри рисунок 3б). Сигнал НБКТ формируется в этом случае без задержки.

Исправность преобразователя проверяется в каждом цикле измерения оцифровкой значения эталонного резистора и собственного смещения преобразователя. При уходе полученных результатов за заданные границы на дисплей выводится сообщение, говорящее об отказе преобразователя (рисунок 3в).

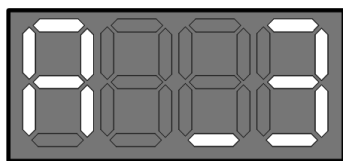


Рисунок 3а - Признак замыкания

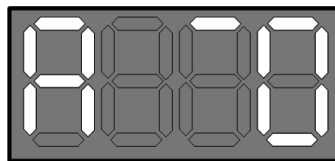


Рисунок 3б - Обрыв датчика

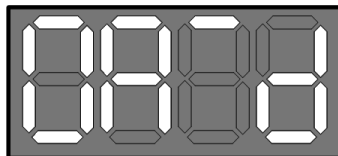


Рисунок 3в - Отказ преобразователя

Рисунок 3 – Индикация вида неисправности

## 1.5 Маркировка

1.5.1 Блок снабжается фирменной табличкой, укрепленной на нижней плоскости корпуса, на которой нанесены следующие надписи:

- товарный знак предприятия - изготовителя;
- сокращенное обозначение;
- заводской номер;
- масса блока, кг.

## 1.6 Упаковка

1.6.1 При поставках блока предприятию – изготовителю трансформатора блок упаковывается в картонную коробку. В коробку вкладываются также изделия, входящие в комплект поставки.

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Подготовка блока к использованию

2.1.1 Блок изготавливается с фиксированным набором уставок, рассчитанным на класс нагревостойкости изоляции, указанный в наименовании блока. При необходимости набор уставок может быть скорректирован на  $\pm 10$  °С. Для коррекции набора уставок следует снять заднюю крышку блока, отвернув четыре винта крепления. В верхней части платы находится трехпозиционный переключатель. Для уменьшения значений уставок переключатель следует передвинуть в крайнее верхнее положение, обозначенное металлизацией

на плате "-10", для увеличения значений уставок движок следует передвинуть в крайнее нижнее положение, обозначенное металлизацией на плате "+10".

2.1.2 Перед испытаниями изоляции трансформатора повышенным напряжением, отсоединить кабель датчиков К1 от блока, установить на вилку Х1 заглушку НПЦМ.685619.102, присоединить ее вывод к зажиму ЗЕМЛЯ блока. После окончания испытаний подсоединить кабель датчиков К1 на блок. Проверить функционирование блока, включив его питание, при этом на индикаторе блока должны чередоваться показания температуры во всех точках. Отрицательные температуры не индицируются. На дисплей выводится нулевое значение.

### 2.1.3 Измерение сопротивления изоляции

2.1.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции проводить с помощью измерительного прибора В7-15, путем измерения сопротивления между каждым из контактов 220v1, Общ., Охл., Пред., НБКТ, Перегр.1, Перегр.2, Корпус и всеми последующими.

### 2.1.4 Проверка устройства перед установкой

2.1.4.1 Собрать схему испытаний блока в соответствии со схемой приложения В.

2.1.4.2 Установить на магазинах сопротивлений значение сопротивлений 100 Ом.

Таблица 3

Наименование показателя	Значение					
	0	50±5	100±5	150±5	200±5	250±5
Температура, С	0	50±5	100±5	150±5	200±5	250±5
Сопротивление, Ом	100,0	119,7	139,0	158	177	195,5

2.1.4.3 Подать напряжение от внешнего источника 220 В, 50 Гц. На передней панели блока должен загореться светодиод ПИТАНИЕ. На цифровом индикаторе должно последовательно, с периодом смены информации 5 с, высвечиваться наименование контролируемой точки и значение температуры в каждой точке. Например - А 0 , b 0 , С 0 , Р 0 .

2.1.4.4 Устанавливая поочередно на магазинах сопротивлений величины сопротивлений согласно таблице 3, проверить соответствие показаний на дисплее блока значениям температуры, приведенным в таблице 3 с учетом допуска. При помощи магазинов сопротивлений поочередно установить на индикаторе блока показания, на один градус превышающие соответствующие уставки, приведенные в таблице 2 для имеющегося исполнения блока. При этом через 90 - 120 с должны формироваться соответствующие световые и релейные сигналы о срабатывании блока.

2.1.4.5 Установить на магазине сопротивление, обеспечивающее вывод на индикацию значения температуры, превышающее уставку ПЕРЕГРЕВ для имеющегося исполнения блока (таблица 2). Через 90 - 120 с циклическая индикация должна прекратиться, должны сформироваться световые и релейные сигналы ОХЛАЖДЕНИЕ, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ и ПЕРЕГРЕВ, а на цифровом индикаторе в режиме постоянного свечения должно высвечиваться условное обозначение точки контроля и значение температуры, по которому было принято решение о перегреве.

2.1.4.6 Уменьшить сопротивление магазина до величины, при которой блок индицирует значение температуры на 11 °С меньше значения уставки ПЕРЕГРЕВ. При этом через 90 - 120 с должны восстановиться циклический режим индикации, отключиться световая и релейная сигнализация перегрева. Аналогично проверьте зону возврата (гистерезис) по остальным уставкам.

2.1.4.7 Провести имитацию обрыва и короткого замыкания цепей датчика температуры. Установите сопротивление магазина 250 Ом. На индикаторе в соответствующем цикле должно появиться условное обозначение точки контроля при обрыве (смотри рисунок 3б). При уменьшении сопротивления менее 50 Ом на индикаторе должно появиться условное обозначение точки контроля при замыкании (смотри рисунок 3а).

## 2.2 Использование блока

2.2.1 Квалификационный состав обслуживающего персонала и требования к его подготовке. Монтаж блока в трансформатор должен производить персонал, который прошел инструктаж по технике безопасности при монтажных работах с БКТ-2 и ознакомлен с настоящим руководством.

2.2.2 Блок должен быть смонтирован на трансформаторе в соответствии с КД на трансформатор при этом:

- подключение датчиков температуры к блоку должно осуществляться в соответствии с рекомендациями схемы приложения А;
- длина трехпроводной линии связи между датчиками и блоком не должна превышать 10 м (указывается в заявке на изготовление) Сопротивление каждого провода не должно быть более 15 Ом;
- при монтаже датчиков и прокладке соединительных проводов излишки длины проводов необходимо удалить, а концы заделать для подключения к промежуточному клеммнику.

**ВНИМАНИЕ.** Во избежании появления трещин в компаунде датчиков не допускаются изгибы провода в месте заливки защитной гильзы датчика.

2.2.3 Подключите внешние сигнальные цепи к клеммнику в соответствии со схемой соединения блока, пропустив кабель через сальник защитного кожуха клеммника. Закройте клеммник кожухом, закрепив его винтами.

2.2.4 Подайте напряжение на цепь питания блока (смотри таблицу 1). Проконтролируйте состояние световой индикации и релейных сигналов блока.

### 3 Техническое обслуживание блока

#### 3.1 Общие указания

3.1.1 Блок предназначен для установки в трансформаторы и поставляется потребителю настроенным и испытанным на предприятии - изготовителе. Блок имеет исполнения по классу изоляции, смотри таблицу 2, и климатическим условиям применения по ГОСТ15150 (У3, УХЛ2, Т3), отличающиеся уставками и конструктивным исполнением внутреннего монтажа. Вид исполнения указывается в сопроводительных документах - паспорте по форме:

БКТ-2-F(Н,С)-У3(УХЛ2,Т3)

3.1.2 Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатацию блока должен производить персонал, имеющий подготовку на уровне среднего технического образования в области промышленной электроники и навыки проведения электромонтажных работ.

3.1.3 До введения блока в эксплуатацию в составе трансформатора обслуживающий персонал должен быть ознакомлен с настоящим руководством по эксплуатации.

#### 3.2 Меры безопасности

3.2.1 При подготовке к работе и эксплуатации блока должны соблюдаться требования "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" для электроустановок напряжением до 1000 В.

3.2.2 Подключение соединителя к блоку следует производить при отсутствии напряжения питания блока, снятых напряжениях опроса выходных контактов.

3.2.3. Техническое обслуживание блока включает два вида работ - профилактический осмотр и восстановление работоспособности.

3.2.4. Профилактический осмотр должен проводиться не реже чем раз в год и предусматривает:

- контроль функционирования блока по световой индикации;
- удаление загрязнений с защитных стекол элементов индикации;
- проверку плотности затяжки винтовых соединений в промежуточном клеммнике.

3.2.5. Восстановление работоспособности блока производится по мере необходимости. Восстановлению в условиях лабораторий релейной службы подлежат схема преобразования входных сигналов, источник питания и схема индикации. При отказе микроконтроллера восстановление блока должно производиться на предприятии - изготовителе.

### 3.3 Техническое освидетельствование

3.3.1 Проверку технического состояния блока, установленного на трансформаторе, необходимо проводить при вводе его в эксплуатацию, после ремонта и в соответствии с графиком проверок, но не реже одного раза в год в соответствии с разделом 2.1.4 настоящего руководства.

## 4 Хранение

4.1 Блок до установки в трансформатор должен храниться в складских помещениях в следующих климатических условиях:

- температура воздуха - от минус 10 до плюс 40 °С;
- влажность воздуха - не более 80 % при 25 °С.

## 5 Транспортирование

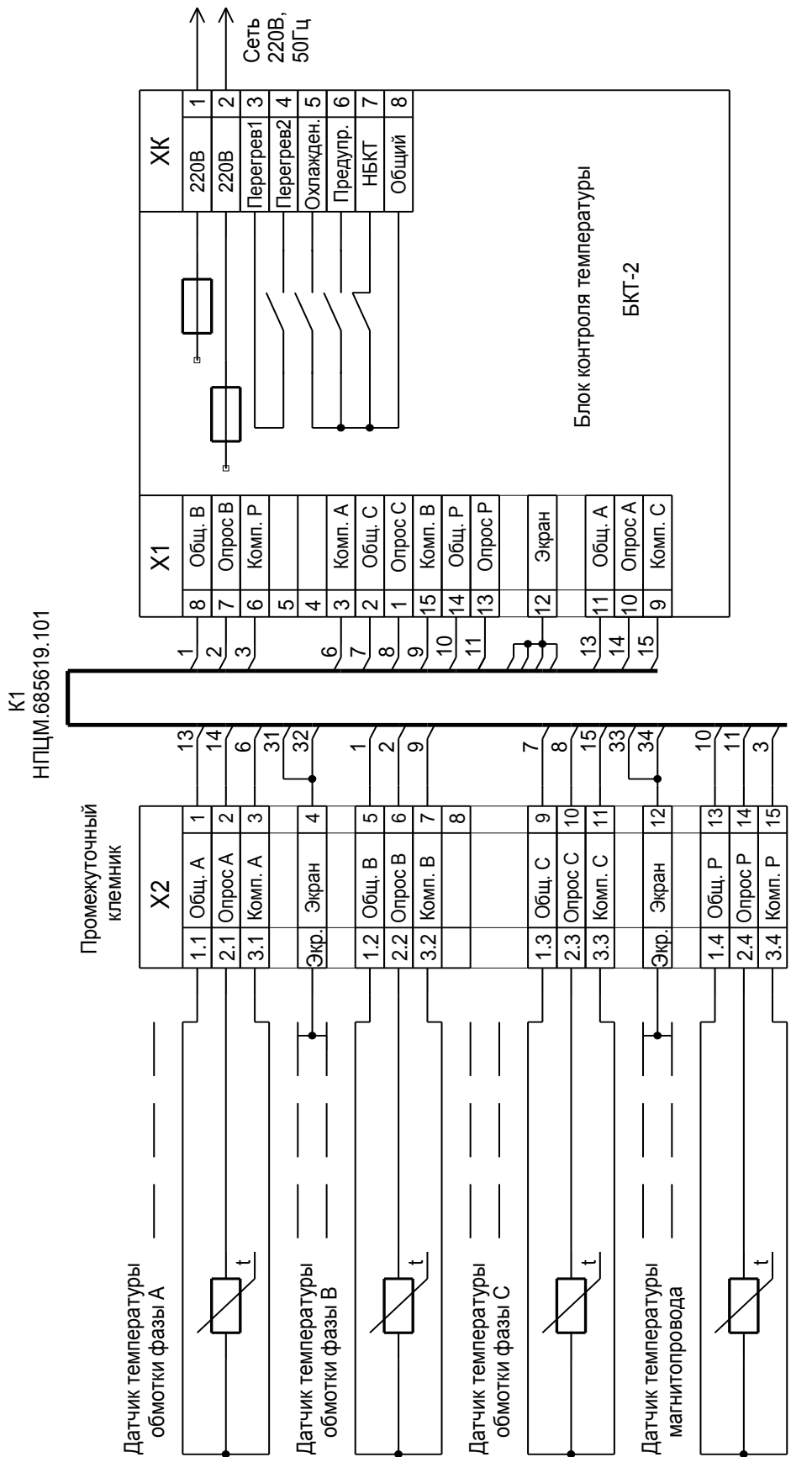
5.1 Транспортирование блока, не установленного в трансформатор, допускается наземным и воздушным транспортом в следующих климатических условиях:

- температура воздуха - от минус 50 до плюс 50 °С;
- влажность воздуха - 98 % при 25 °С.

# Приложение А

(обязательное)

## Схема соединений БКТ-2





Приложение Б  
(обязательное)

Схема электрическая принципиальная

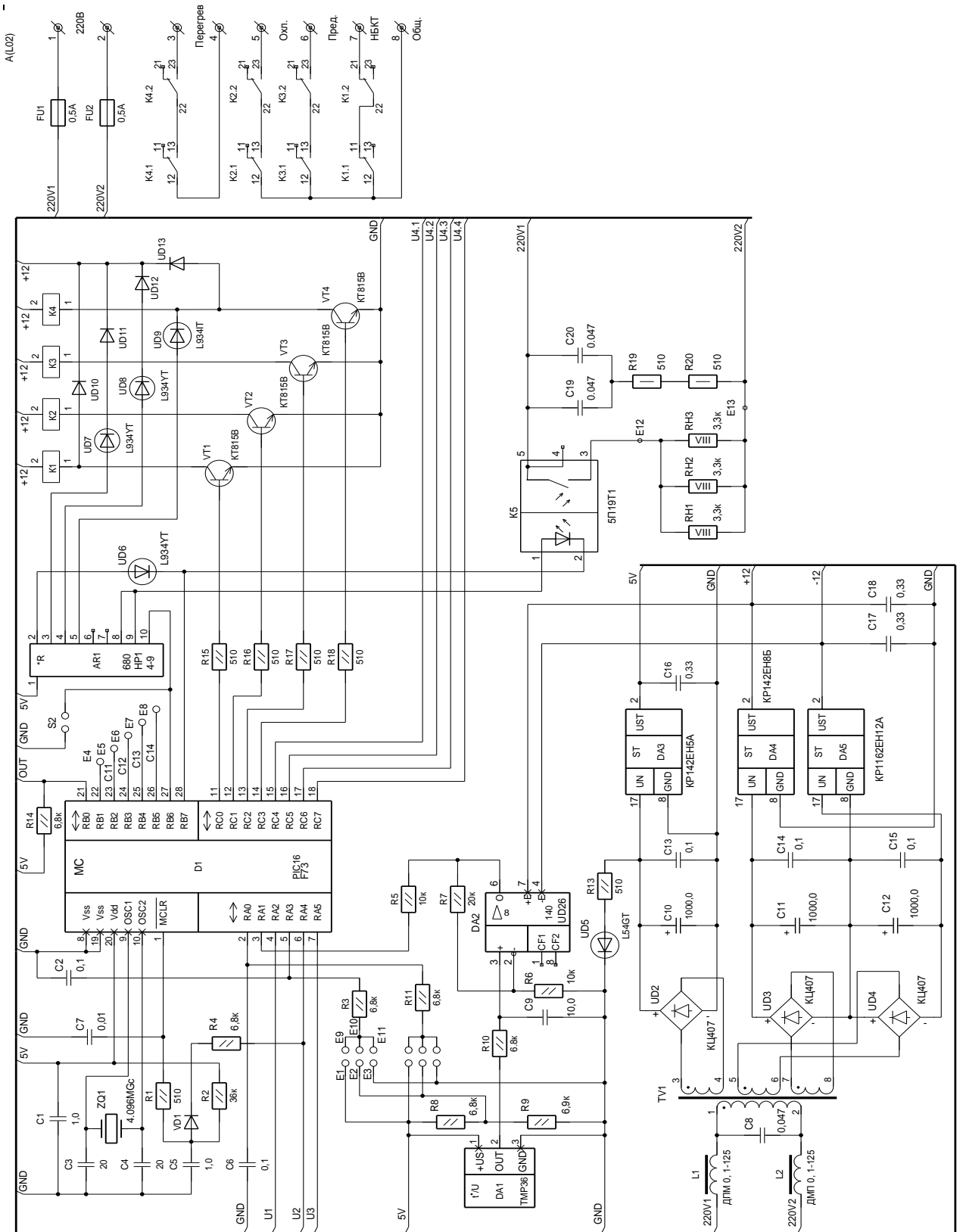


Рисунок Б.1 – Плата БКТ-2

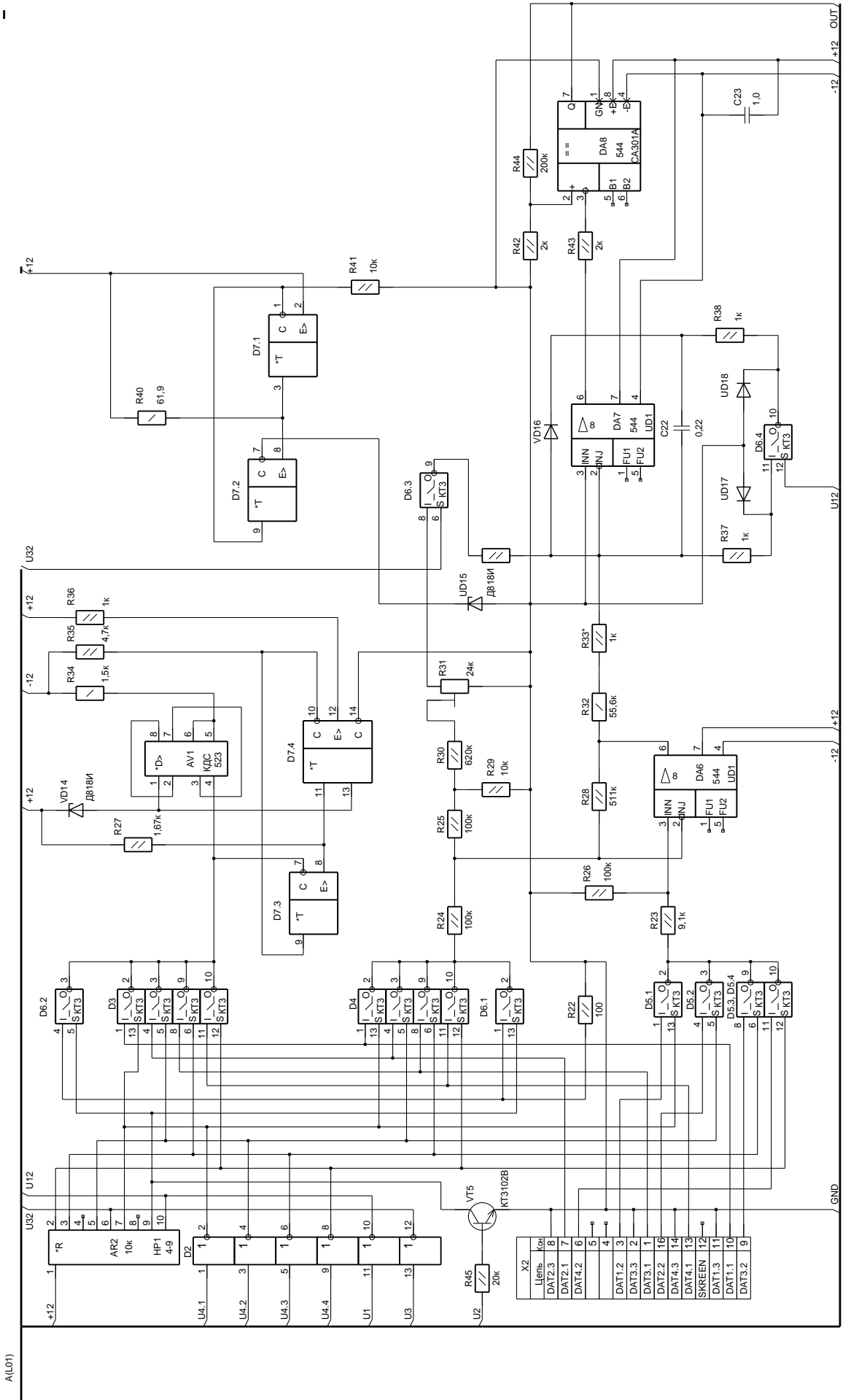
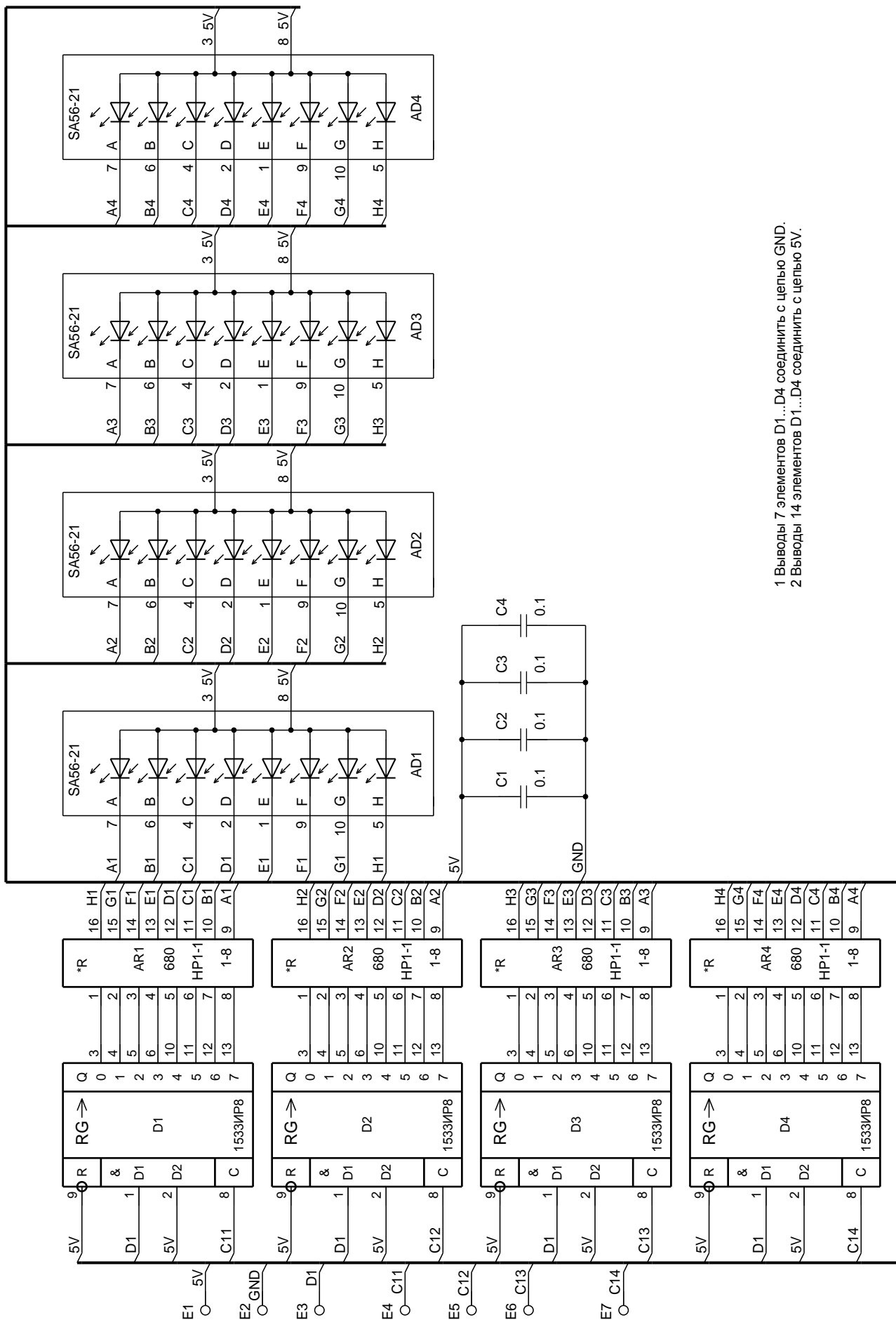


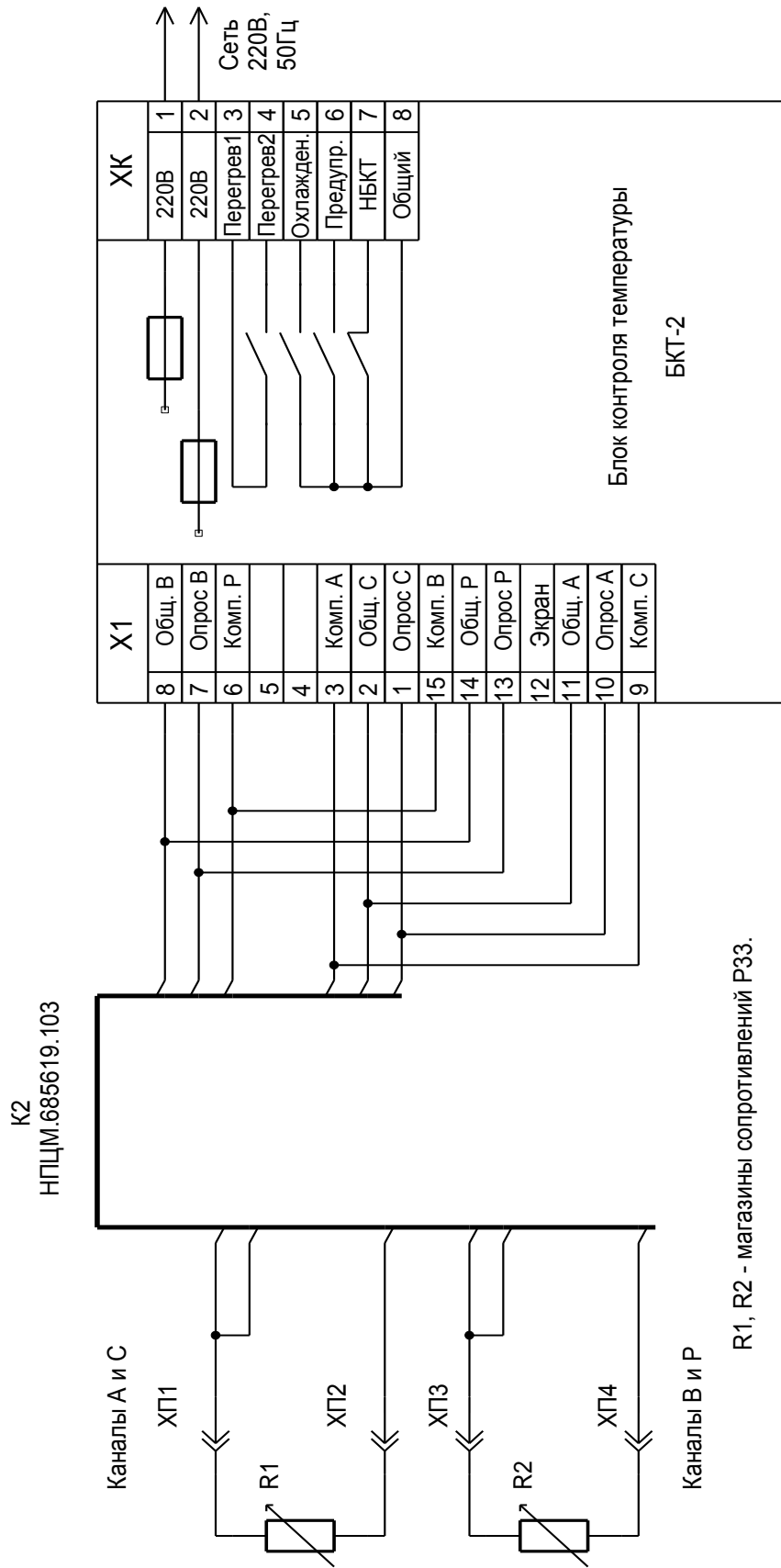
Рисунок Б.1 – Плата БКТ-2 (продолжение)



1 Выводы 7 элементов D1...D4 соединить с цепью GND.  
 2 Выводы 14 элементов D1...D4 соединить с цепью 5V.

Рисунок Б.2 – Плата индикации

Приложение В  
(обязательное)  
Схема проверки БКТ-2



Приложение Г

(справочное)

Ссылочные нормативные документы

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта перечисления, приложения разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
ГОСТ 14254-80	Изделия электротехнические. Оболочки, степени защиты. Обозначения. Методы испытаний.	1.2.4, 1.4.1.1
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.	1.2.3

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннули- рованных					