

# Модуль управления клапаном

САТ3908-01

Руководство по эксплуатации

ЕСАН.426439.008-01РЭ



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>НАЗНАЧЕНИЕ</b> .....	4
<b>2</b>	<b>ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b> .....	4
<b>3</b>	<b>ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ФУНКЦИИ</b> .....	5
<b>4</b>	<b>УСТРОЙСТВО И РАБОТА</b> .....	6
<b>5</b>	<b>ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ</b> .....	9
<b>6</b>	<b>МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ</b> .....	11
<b>7</b>	<b>УПАКОВКА</b> .....	12
<b>8</b>	<b>КОМПЛЕКТНОСТЬ</b> .....	12
<b>9</b>	<b>УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	12
<b>10</b>	<b>МОНТАЖ</b> .....	13
10.1	Порядок монтажа.....	13
10.2	Подготовка к монтажу .....	13
10.3	Входной контроль.....	14
10.4	Установка и подсоединение .....	14
<b>11</b>	<b>ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ</b> .....	15
11.1	Смена адреса .....	15
11.2	Дистанционная смена встроенного программного обеспечения.....	18
11.3	Задание режимов регулирования .....	19
11.4	Установка параметров работы клапана.....	21
11.5	Установка параметров измерительных каналов.....	22
<b>12</b>	<b>ПОРЯДОК РАБОТЫ</b> .....	23
<b>13</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ</b> .....	23
13.1	Проверка сопротивления изоляции. ....	24
13.2	Контроль величины потребляемого тока. ....	24
13.3	Проверка схемы контроля входных сигналов. ....	25
13.4	Проверка схемы управления нагрузкой. ....	26
13.5	Проверка работоспособности при изменении напряжения питания.....	26
<b>14</b>	<b>ПОВЕРКА</b> .....	26
<b>15</b>	<b>ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ</b> .....	27
<b>16</b>	<b>ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ</b> .....	27
<b>17</b>	<b>ХРАНЕНИЕ</b> .....	28
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А</b> .....		29
	Калибровка измерительных каналов сопротивлений .....	30
	Калибровка токовых измерительных каналов.....	30

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с принципом работы, устройством, конструкцией и правилами эксплуатации модуля управления клапаном САТ3908-01.

Перед началом эксплуатации модуля необходимо внимательно ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

Постоянная работа изготовителя над совершенствованием системы, её возможностей, повышением надёжности и удобства эксплуатации может приводить к некоторым не принципиальным изменениям в конструкции модуля, не отраженным в настоящем издании руководства по эксплуатации, при этом не ухудшающим метрологические и технические характеристики модуля.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

Модуль САТ3908-01 (в дальнейшем – САТ3908-01) предназначен для контроля технологических параметров теплоносителя и управления регулировочным клапаном с возможностью передачи текущих параметров объекта на рабочую станцию.

Область применения САТ3908-01 – управление регулировочными клапанами на автономных котельных, индивидуальных тепловых пунктах и других объектах тепло-снабжения.

САТ3908-01 является адресным устройством с запрограммированной логикой работы и возможностью внешнего управления.

Внешний вид устройства показан на рисунке 1.



Рисунок 1 - Внешний вид модуля САТ3908-01

Условия эксплуатации САТ3908-01:

- температура окружающего воздуха от 1 до 50 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80% при 25°С без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питания от 187 В до 242 В, 50 Гц по ГОСТ 13109-97.

## 2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные технические характеристики САТ3908-01 приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные технические характеристики САТ3908-01

№	Наименование параметра	Значение
1	Количество измерительных каналов с датчиком Pt100, шт.	4
2	Диапазон измеряемой температуры датчиком Pt100 для первого канала, С°	- 50 ...+50
3	Диапазон измеряемой температуры датчиком Pt100 со второго по четвёртый каналы, С°	0 ...+100
4	Длина шлейфа до датчика Pt100, м, не более	50
5	Диаметр медного провода до датчика Pt100, мм <sup>2</sup> , не менее	0,75
6	Пределы основной допускаемой приведённой погрешности измерения температуры, %, не более	0,5
7	Количество измерительных каналов с токовым входом, шт.	4

№	Наименование параметра	Значение
8	Диапазон измеряемого тока, мА	4...20
9	Длина шлейфа до датчика, м, не более	100
10	Пределы основной допускаемой приведённой погрешности измерения тока, %, не более	0,5
11	Количество каналов контроля «сухой контакт», шт.	2
12	Длина шлейфа до датчика «сухой контакт», м, не более	100
13	Количество каналов управления, шт.	2
14	Длина кабеля выходов, м, не более	100
15	Коммутируемый ток канала управления при напряжении 250 В, 50 Гц, А, не более	0,5
16	Тип линии связи RS-485 - экранированная витая пара с волновым сопротивлением, Ом	120
17	Длина линии связи, м, не более	300
18	Скорость передачи данных, кбит/с	19200
19	Потребляемый ток при напряжении питания 220 В, 50 Гц при отключенных нагрузках, А, не более	0,1
20	Степень защиты оболочки по ГОСТ14254-96	IP20
21	Габаритные размеры, мм, не более	157x86x60
22	Масса, кг, не более	0,5
23	Средняя наработка на отказ, час	30000
24	Средний срок службы, лет	10
25	Режим работы	непрерывный

### 3 ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ФУНКЦИИ

Модуль САТ3908-01 обеспечивает:

- измерение температуры воздуха и теплоносителя;
- измерение давления теплоносителя;
- поддержание заданной температуры контура отопления или горячего водоснабжения при помощи регулировочного клапана;
- контроль состояния (замкнут/разомкнут) шлейфа внешнего устройства с выходом «сухой контакт»;
- коммутацию напряжения переменного тока по каналам управления;
- сохранение в энергонезависимой памяти конфигурации модуля при отключении питания;
- светодиодную индикацию работы модуля, передачи данных ответной посылки по интерфейсу RS-485, режима теста клапана, аварии процессора;
- дистанционную настройку параметров конфигурации;
- передачу номера версии программы, идентификационного номера модуля, служебной информации о текущем состоянии по интерфейсу RS-485 с использованием алгоритма контроля передачи данных CRC-16;
- гальваническое разделение каналов управления (силовых), дискретных входов и интерфейса от процессора.

Модуль САТ3908-01 позволяет в процессе настройки изменять:

- адрес модуля в интерфейсе;
- управляющую программу модуля;
- параметры конфигурации модуля.

Алгоритм поддержания модулем заданной температуры контура  $T_{уст}$  следующий. Измеряется температура контура отопления или горячего водоснабжения во временном интервале (интервале управления)  $\Delta t$  ( $T_1$  – температура, полученная при предыдущем измерении,  $T_2$  – температура, полученная при текущем измерении). По полученным данным вычисляется текущая скорость изменения температуры  $V_T$ . Если эта скорость лежит внутри фигуры, образованной двумя прямыми  $V_1$  и  $V_2$  (рисунок 2), то управление клапаном не происходит.

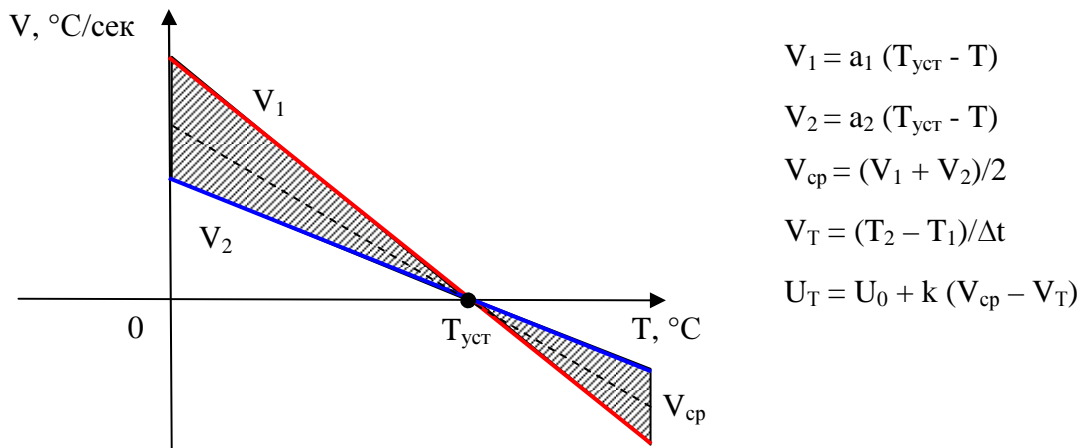


Рисунок 2 - График скорости изменения температуры

#### 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

Модуль САТ3908-01 состоит из следующих функциональных узлов (рисунок 3):

- узла питания;
- устройства интерфейса RS-485;
- преобразователя сопротивлений;
- токового преобразователя;
- узла анализа дискретных входов;
- схемы управления дискретными выходами.

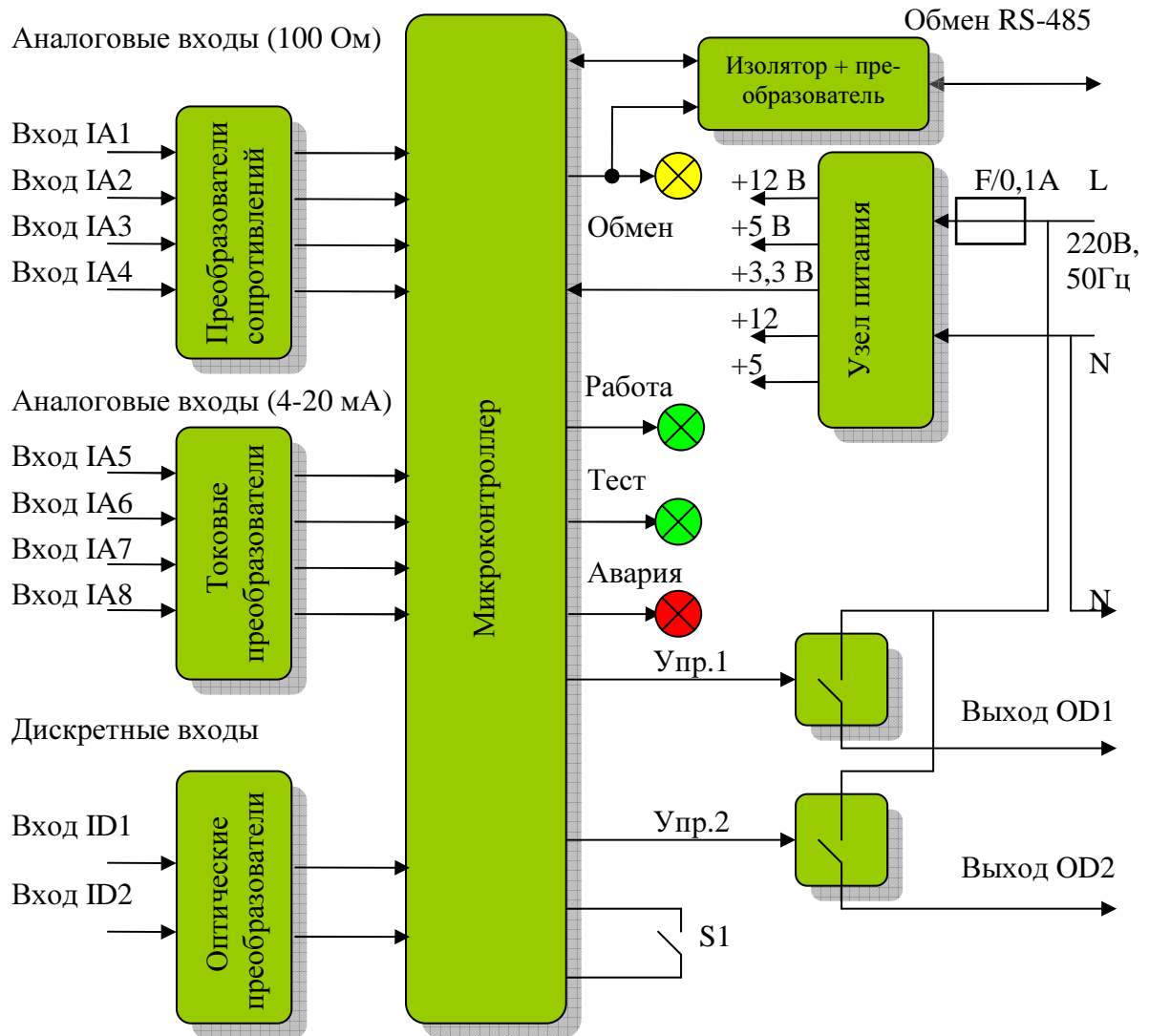


Рисунок 3 - Структурная схема САТ3908-01.

**Электропитание** модуля САТ3908-01 осуществляется от сети переменного напряжения 220 В, 50 Гц. Напряжение через предохранитель F поступает на первичную обмотку трансформатора. На выходе трансформатора - два нестабилизированных напряжения +12 В. Далее, после стабилизаторов напряжения, формируются два напряжения +5 В и одно +3,3 В.

**Схема интерфейса RS-485** предназначена для согласования уровней сигналов интерфейса RS-485 и последовательного порта микроконтроллера без гальванического разделения цепей. К этому интерфейсу RS-485 подключается мастер сети, например, промышленный компьютер, по СОМ-порту через интеллектуальный конвертор сигналов интерфейса RS-232 в RS-485. Автоматический конвертор берет на себя функцию управления переключением направления передачи и обеспечивает преобразование уровней сигнала. В качестве такого устройства рекомендуется применять интеллектуальный конвертор интерфейсов RS-232/RS-485 САТ4501 или модуль САТ3907, имеющий встроенный автоматический конвертер RS-232/RS-485.

САТ3908 выполняет функции адресного устройства интерфейса RS-485, т.е. принимает и выполняет адресованные ему команды мастера интерфейса, формирует ответные информационные слова на принятые команды, а так же осуществляет контроль принимаемой информации. Обмен с САТ3908 осуществляется методом двухсторонней поочередной передачи информационных посылок по принципу «команда-ответ». САТ3908 име-

ет программируемый индивидуальный адрес для взаимодействия с мастером, который можно многократно изменять.

Система команд управления модулем описана в документе «Управляющая программа объекта теплоснабжения. Руководство программиста. ЕСАН.50612-01 33».

**Четырехканальная схема преобразователей сопротивлений** предназначена для приёма входных сигналов от датчиков температуры типа Pt100 (по ГОСТ 6651-94, платиновые ТС с  $W_{100}=1,3850$ ). Контролируемые сигналы каналов 1...4 поступают на соответствующие элементы преобразователей и далее на аналого-цифровой преобразователь микроконтроллера, который периодически последовательно считывает состояние каждого канала. Микроконтроллер определяет величину контролируемого параметра и, в зависимости от алгоритма работы модуля, управляет его силовыми выходами. Одновременно эта информация передается в мастер-устройство интерфейса RS-485.

Вход 1 имеет диапазон измерения от  $-50$  до  $+50$  °С и предназначен для измерения температуры наружного воздуха или помещения. Входы 2...4 имеют диапазон измерения от 0 до  $+100$  °С и предназначены для измерения температуры теплоносителя.

**Четырехканальная схема токовых преобразователей** предназначена для приема входных сигналов от токовых датчиков давления и температуры. Контролируемые сигналы каналов 5...8 поступают на соответствующие элементы преобразователя и далее на аналого-цифровой преобразователь микроконтроллера, который периодически последовательно считывает состояние каждого канала. Микроконтроллер определяет величину контролируемого параметра и, в зависимости от алгоритма работы модуля, управляет его силовыми выходами. По запросу эта информация передается в мастер-устройство интерфейса RS-485.

Входы 5...8 имеют диапазон измерения ( $4...20$ ) мА. В зависимости от алгоритма работы объекта к этим входам могут подключаться датчики для измерения температуры воздуха и воды, а также для измерения давления воды.

**Двухканальная схема оптических преобразователей** предназначена для приёма входных сигналов от датчиков «сухой контакт». Контролируемые сигналы каналов 1...2 поступают на соответствующие элементы опторазвязки и далее в микроконтроллер, который периодически последовательно считывает состояние входа каждого канала. Микроконтроллер определяет состояние каждого входа замкнут-разомкнут и передаёт информацию в мастер-устройство интерфейса RS-485.

Датчики типа «сухой контакт» могут находиться в одном из двух состояний – замкнут или разомкнут. Датчики чаще всего применяются в системах телесигнализации для определения состояния технологического оборудования. Например, датчик положения регулировочного клапана может выдавать следующую информацию: датчик «замкнут» (клапан находится в промежуточном положении) и датчик «разомкнут» (клапан полностью открыт /закрыт). В шлейф сигнализации можно подключить несколько датчиков – суммарная протяженность шлейфа ограничена длиной 100 м. При групповом подключении извещателей «сухой контакт» срабатывание любого подключенного к одному шлейфу датчика вызывает срабатывание всего шлейфа. Датчики типа «сухой контакт» могут быть нормально замкнутыми или нормально разомкнутыми. Объединять в один шлейф допускается только датчики одного вида.

**Два канала управления нагрузкой** предназначены для коммутации активной нагрузки при переменном напряжении до 250 В при помощи симистора, управляемого оптопарой. Включение/выключение симистора осуществляет микроконтроллер по заданному алгоритму работы либо, при отключении автоматического режима, по командам, поступившим от мастер-устройства. Контроллер анализирует ток, протекающий по каждому каналу, и в случае выхода его параметров за допустимые границы отключает нагрузку от этого канала. Одновременно контроллер выставляет флаг аварии по данному выходу для мастер-устройства.



При первом включении САТ3908-01 входит в тестовый режим, необходимый для определения индивидуальных параметров хода клапана. При этом включается выход 1, и, в зависимости от метода подключения клапана, по измеряемому току в обратной связи канала либо по подключенному дискретному входу 1, определяется момент полного закрытия клапана. По достижении клапаном конечной точки выход 1 отключается, и включается выход 2. Аналогично отслеживается достижение момента полного открытия клапана. После этого начинается процесс регулирования.

При отключении питания САТ3908-01 и последующим его включении контроллер даёт команду на полное закрытие. По достижении клапаном крайнего положения начинается процесс регулирования.

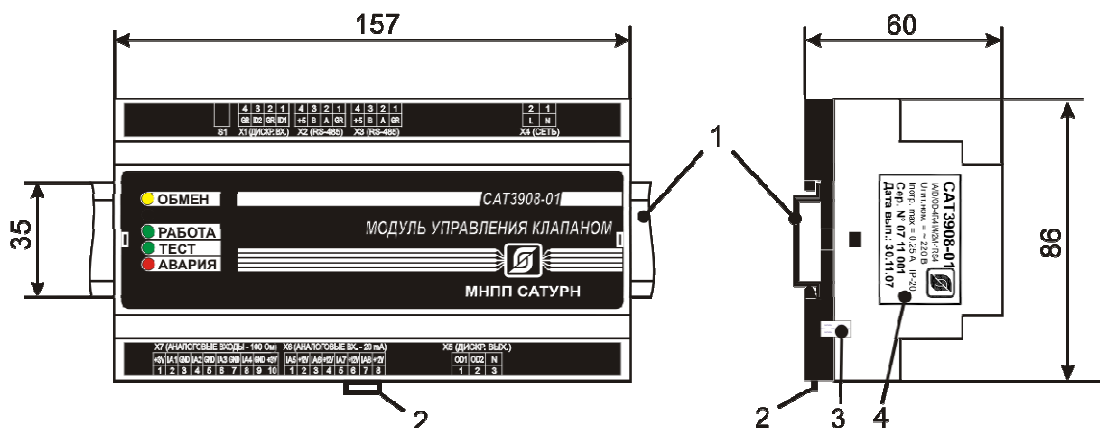
На лицевой стороне модуля САТ3908-01 расположена следующая индикация:

- жёлтый светодиодный индикатор «Обмен», указывающий о наличии ответа модуля по интерфейсу RS-485;
- зелёный светодиодный индикатор «Работа», указывающий о нормальной работе контроллера;
- зелёный светодиодный индикатор «Тест», указывающий о режиме тестирования клапана;
- красный светодиодный индикатор «Авария», указывающий об аварийной работе контроллера;

Микроконтроллер работает под управлением программы, которая записывается в него при производстве модуля. Смена версии управляющей программы САТ3908-01 и удаленная настройка параметров модуля производится по интерфейсу RS-485 при помощи сервисной программы «CAT Tools».

## 5 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

САТ3908-01 состоит из пластмассового корпуса, внутри которого на основании расположена основная плата, а внутри крышки расположена плата индикации, соединённая с основной платой шлейфом. Габаритные размеры САТ3908-01 показаны на рисунке 4.



- 1 – DIN – рейка по стандарту DIN EN 50 022;
- 2 – защёлка для крепления модуля на DIN – рейку.
- 3 – пломба;
- 4 – шильдик маркировочный.

Рисунок 4 - Габаритные размеры САТ3908-01

Кабели всех внешних цепей подключаются к САТ3908-01 при помощи ответных клеммных разъемов «под винт», которые поставляются в комплектации с модулем.

Назначение контактов разъемов САТ3908-01 приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Назначение контактов внешних разъемов САТ3908-01

Наименование разъёма	Разъём и номер контакта	Обозначение цепи	Описание
Дискретные входы	X1.1	ID1	Вход контроля 1
	X1.2	GR	Общий 1
	X1.3	ID1	Вход контроля 2
	X1.4	GR	Общий 1
Интерфейс RS-485 (мастер)	X2.1	GR	Общий 1
	X2.2	A	Линия А
	X2.3	B	Линия В
	X2.4	+5	Плюс 5В
Интерфейс RS-485 (мастер)	X3.1	GR	Общий 1
	X3.2	A	Линия А
	X3.3	B	Линия В
	X3.4	+5	Плюс 5В
Питание модуля	X4.1	N	Вход питания 220 В, 50 Гц, «ноль»
	X4.2	L	Вход питания 220 В, 50 Гц, «фаза»
Дискретные выходы	X5.1	OD1	Выход 1
	X5.2	OD2	Выход 2
	X5.3	N	«Ноль»
Аналоговые входы (токовые)	X6.1	IA5	Вход измерения 5
	X6.2	+12V	Плюс 12 В
	X6.3	IA6	Вход измерения 6
	X6.4	+12V	Плюс 12 В
	X6.5	IA7	Вход измерения 7
	X6.6	+12V	Плюс 12 В
	X6.7	IA8	Вход измерения 8
	X6.8	+12V	Плюс 12 В
Аналоговые входы (резисторные)	X7.1	+3V	Плюс 3 В
	X7.2	IA1	Вход измерения 1
	X7.3	GND	Общий
	X7.4	IA2	Вход измерения 2
	X7.5	GND	Общий
	X7.6	IA3	Вход измерения 3
	X7.7	GND	Общий
	X7.8	IA4	Вход измерения 4
	X7.9	GND	Общий
	X7.10	+3V	Плюс 3 В

Расположение разъемов показано на рисунке 5.

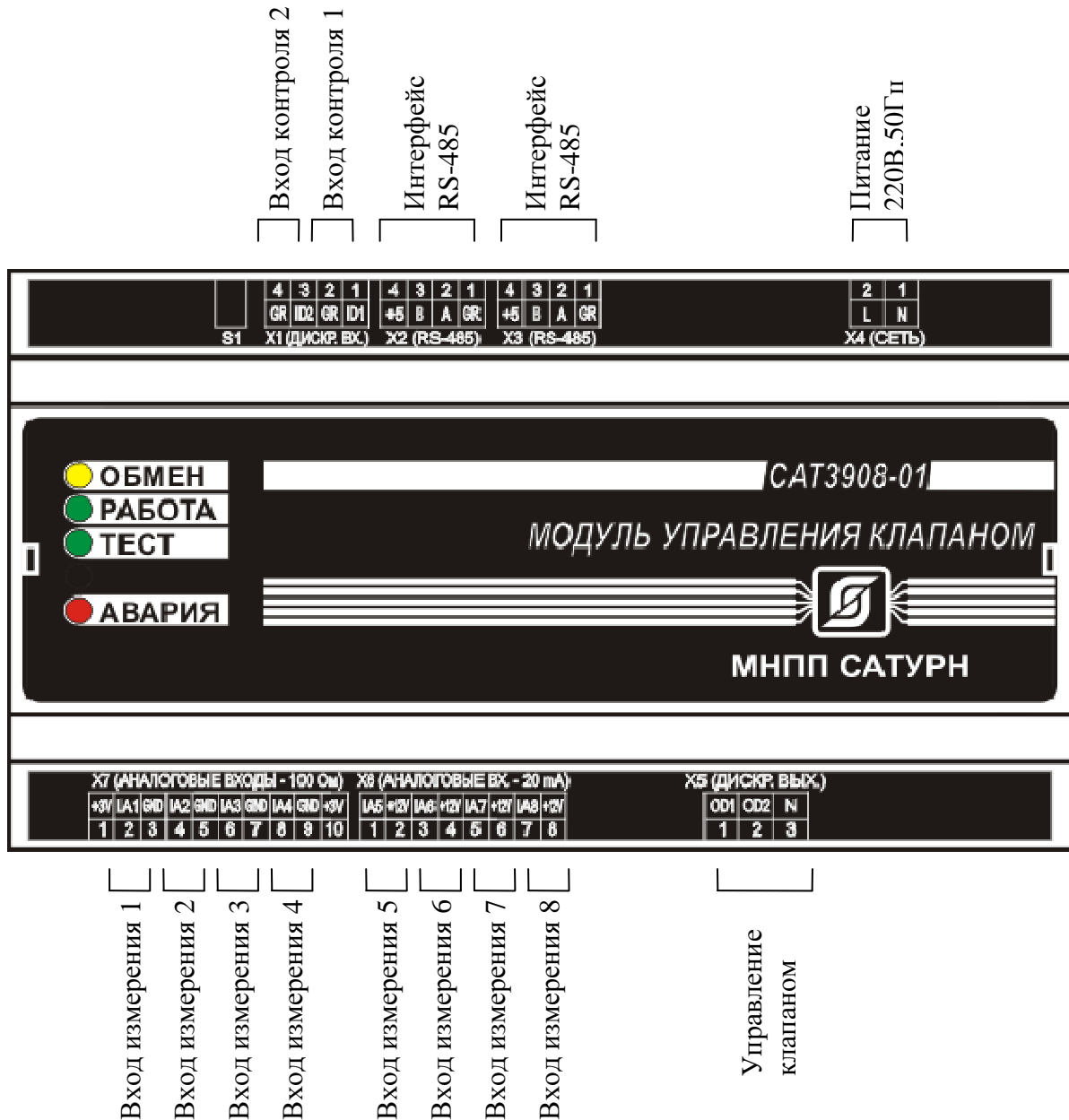


Рисунок 5 - Расположение разъёмов на плате САТ3908-01

Одноимённые контакты разъёмов X2 и X3 (интерфейс RS-485) запараллелены, поэтому разъёмы функционально равнозначны.

Переключатель S1 предназначен для ручного ввода модуля в тестовый режим. В верхнем положении режим отключен, в нижнем – включен.

## 6 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

Маркировка САТ3908-01 расположена на лицевой и боковой стороне корпуса и содержит:

- товарный знак изготовителя;
- условное обозначение изделия;
- название системы, в состав которой входит модуль;

- надписи «Упит.ном.=~220 В», «Ипотр.max=0.1 А»;
- степень защиты оболочки;
- серийный номер изделия;
- год изготовления;
- знак соответствия системе сертификации.

При выпуске с предприятия-изготовителя модуль должен иметь пломбу ОТК и пломбу или оттиск клейма поверителя.

**ВНИМАНИЕ!** В случае нарушения или несанкционированного снятия пломб предприятия-изготовителя потребителем, предприятие-изготовитель модуля прекращает действие гарантийных обязательств.

Транспортная маркировка содержит основные, дополнительные, информационные надписи и манипуляционные знаки «Хрупкое, осторожно», «Беречь от влаги», «Ограничение температуры», «Штабелирование ограничено». Маркировка транспортной тары производится по ГОСТ 14192.

## 7 УПАКОВКА

Вариант консервации САТ3908-01 соответствует ВЗ-0 по ГОСТ 9.014. Вариант внутренней упаковки соответствует ВУ-5 (без упаковочной бумаги) по ГОСТ 9.014. Эксплуатационная документация герметично упакована в полиэтиленовый пакет в соответствии с ГОСТ 23170.

Для транспортирования блоки и документация упакованы в ящик из гофрированного картона по ГОСТ 9142. Ящики содержат средства амортизации и крепления изделий в таре.

## 8 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Состав комплекта поставки САТ3908-01 приведён в таблице 3.

Таблица 3 - Состав комплекта поставки САТ3908-01

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
ЕСАН.426439.008-01	Модуль управления клапаном САТ3908-01	1	
ЕСАН.426439.008-01РЭ	Модуль управления клапаном САТ3908-01. Руководство по эксплуатации	1	По требованию заказчика
ЕСАН.426439.008-01ФО	Модуль управления клапаном САТ3908-01. Формуляр	1	
ЕСАН.421417.001МП	Автоматизированные системы управления объектами теплоснабжения АСУОТ. Методика поверки	1	По требованию заказчика
ЕСАН.50613-01	Сервисная программа «САТ Tools»	1	По требованию заказчика
ЕСАН.50612-01 33	«Управляющая программа объекта теплоснабжения». Руководство программиста	1	По требованию заказчика

## 9 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

При монтаже и эксплуатации САТ3908-01 необходимо руководствоваться следующими документами:

- «Правила устройства электроустановок» ПУЭ;
- «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ Р М-016-2001;
- действующими на предприятии инструкциями по охране труда, технике безопасности и пожарной безопасности для персонала.

К монтажу и эксплуатации допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации, аттестованные в установленном порядке на право работ по эксплуатации автоматизированных систем управления и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

САТ3908-01 относится к 0 классу по ГОСТ 12.2.007.0 защиты человека от поражения электрическим током.

Степень защиты оболочки САТ3908-01 соответствует IP20 по ГОСТ 14254-96.

### **ВНИМАНИЕ!**

1. САТ3908-01 содержит электрические цепи с опасным для жизни переменным напряжением 220 В частотой 50 Гц (разъем Х4 и Х5). При эксплуатации модуля все операции по замене элементов, а также подсоединение или отключение внешних цепей необходимо проводить только при отключенном напряжении питания блока и внешних устройств.

2. Проверка линий связи на обрыв или замыкание, а также сопротивления и прочности изоляции кабелей связи должны производиться при отсоединенном модуле САТ3908-01. При несоблюдении этого условия модуль может быть поврежден.

## **10 МОНТАЖ**

### **10.1 Порядок монтажа**

Монтаж и подключение модулей САТ3908-01 и проведение прочих работ на автоматизированных системах управления должны выполняться специализированными организациями, имеющими соответствующие лицензии на ремонт, монтаж, пусконаладочные работы этих систем.

К монтажу допускаются лица изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Монтажно-наладочные работы следует начинать только после выполнения мероприятий по технике безопасности согласно СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-04-2002.

### **10.2 Подготовка к монтажу**

Модули САТ3908-01 устанавливаются, как правило, в пластмассовый или металлический шкаф.

Места установки САТ3908-01, в общем случае, должны отвечать следующим требованиям:

- соответствие условиям эксплуатации;
- отсутствие мощных электромагнитных полей;
- отсутствие протечек воды сквозь перекрытия и скопления конденсата;
- должны быть защищены от пыли и грязи, существенных вибраций от работающих механизмов;
- удобство монтажа и обслуживания, размещение, как правило, на высоте 1,5 м от уровня пола;
- исключение механических повреждений;
- исключение вмешательства в работу посторонних лиц;
- недопустимо наличие в воздухе паров кислот, щелочей, сернистых и других агрессивных газов, превышающих предельно-допустимые концентрации;

- рекомендуются такие места установки модулей, чтобы длина шлейфа между САТ3908-01 и внешним электрооборудованием была минимальная.

При монтаже САТ3908-01 запрещается:

- оставлять модуль со снятой крышкой;
- сверление дополнительных проходных отверстий в корпусе модуля;

Перед монтажом САТ3908-01 необходимо проверить:

- заводской номер согласно эксплуатационной документации;
- комплектность согласно эксплуатационной документации;
- отсутствие повреждений корпуса, разъёмов и маркировки модуля.

### 10.3 Входной контроль

Входной контроль модуля САТ3908-01 проводят до начала монтажа. Перечень работ по входному контролю САТ3908-01:

- внешний осмотр, проверка комплектности;
- проверка сопротивления изоляции;
- контроль величины потребляемого тока;
- контроль связи с мастер-устройством интерфейса RS-485;
- проверка схемы контроля входных сигналов;
- проверка схемы управления нагрузкой;
- проверка работоспособности при изменении напряжения питания.

Методика проверок входного контроля приведена в разделе 13 настоящего РЭ. Результаты входного контроля оформляют актом.

### 10.4 Установка и подсоединение

10.4.1 Модуль САТ3908-01, как правило, устанавливают в металлический или пластмассовый шкаф (корпус) технических средств системы. Модуль устанавливается на монтажную DIN-рейку.

10.4.2 Произвести монтаж кабеля питания между источником питания 220 В и разъёмом Х4 в соответствии со схемой рабочего проекта. Рекомендуемый тип кабеля – ВВГнг 2х1,5 длиной до 100 м.

10.4.3 Произвести монтаж кабеля между управляемым клапаном и разъёмом Х5 в соответствии со схемой рабочего проекта. Рекомендуемый тип кабеля – ВВГнг 3х1,5 длиной до 100 м.

10.4.4 Произвести монтаж контрольных шлейфов «вход контроля 1» и «вход контроля 2» между управляемым электрооборудованием и разъёмом Х1 в соответствии со схемой рабочего проекта. Рекомендуемый тип проводов - МКШ 2х0,75 длиной до 100 м.

10.4.5 Произвести монтаж измерительных шлейфов между датчиками и разъёмами Х6, Х7 в соответствии со схемой рабочего проекта. Рекомендуемый тип проводов – МКЭШ 2х0,75 длиной до 100 м и 50 м соответственно.

10.4.6 Произвести монтаж интерфейсных шлейфов RS-485 между другими модулями и разъёмами Х2 и Х3 в соответствии со схемой рабочего проекта. Рекомендуемый тип экранированного кабеля – STP2-ST 4х0,5 длиной до 300 м.

10.4.7 Прокладку кабеля на участках, где возможно механическое повреждение кабеля, вести открыто в гибком пластмассовом рукаве. Запрещается совместная прокладка проводов силовых и контрольно-измерительных цепей в одном гибком рукаве. При про-

кладке линий связи параллельно силовым линиям расстояние между ними должно быть не менее 1 м, а их пересечения должны быть под углами 90° и 45° и изолированы трубками ПВХ. Трассы проводок по стенам помещения должны быть наикратчайшие, на расстоянии не менее 0,1 м от потолка и на высоте не менее 2,2 м от пола.

Типовая схема подключения САТ3908-01 показана на рисунке 6.

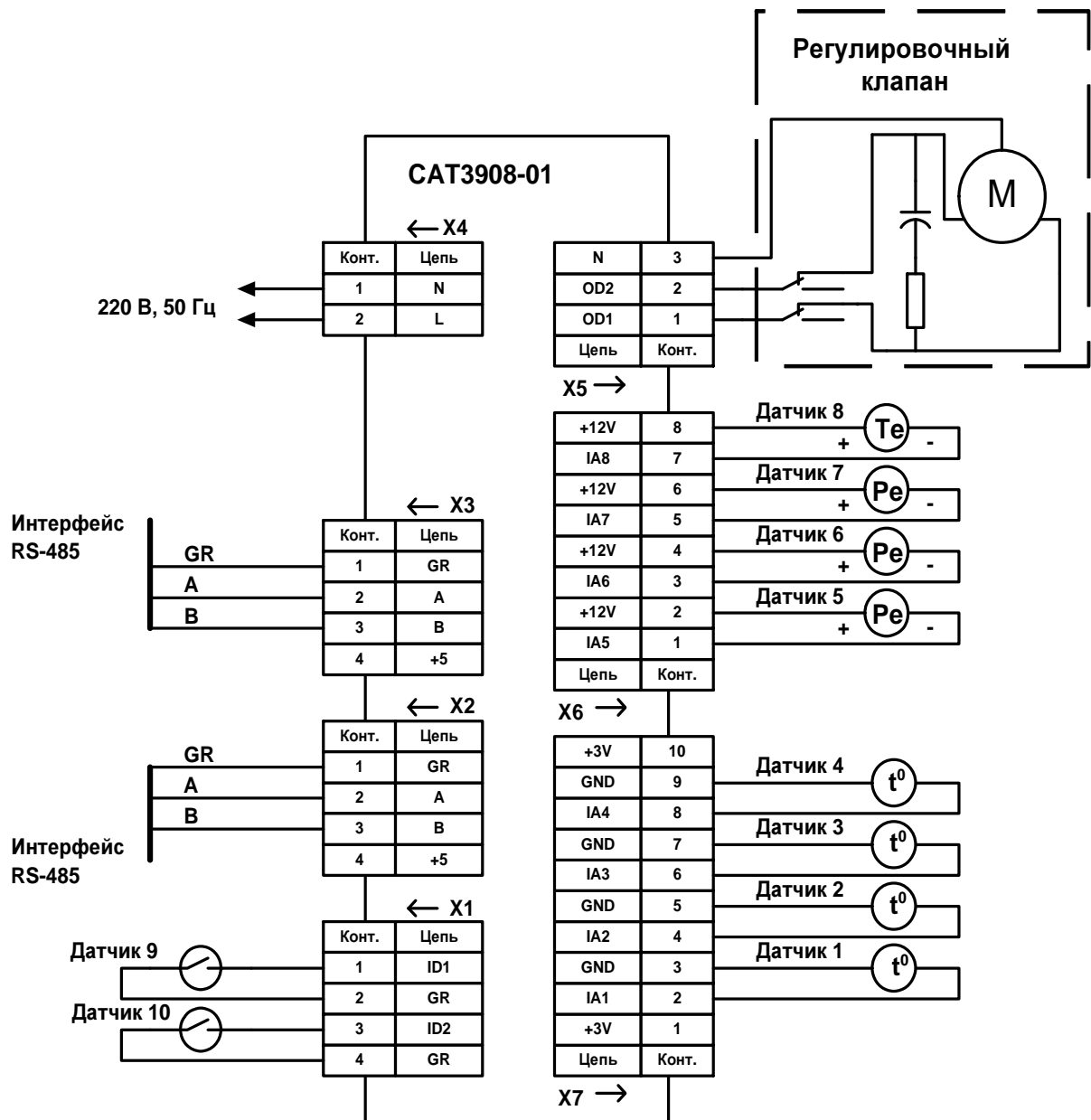
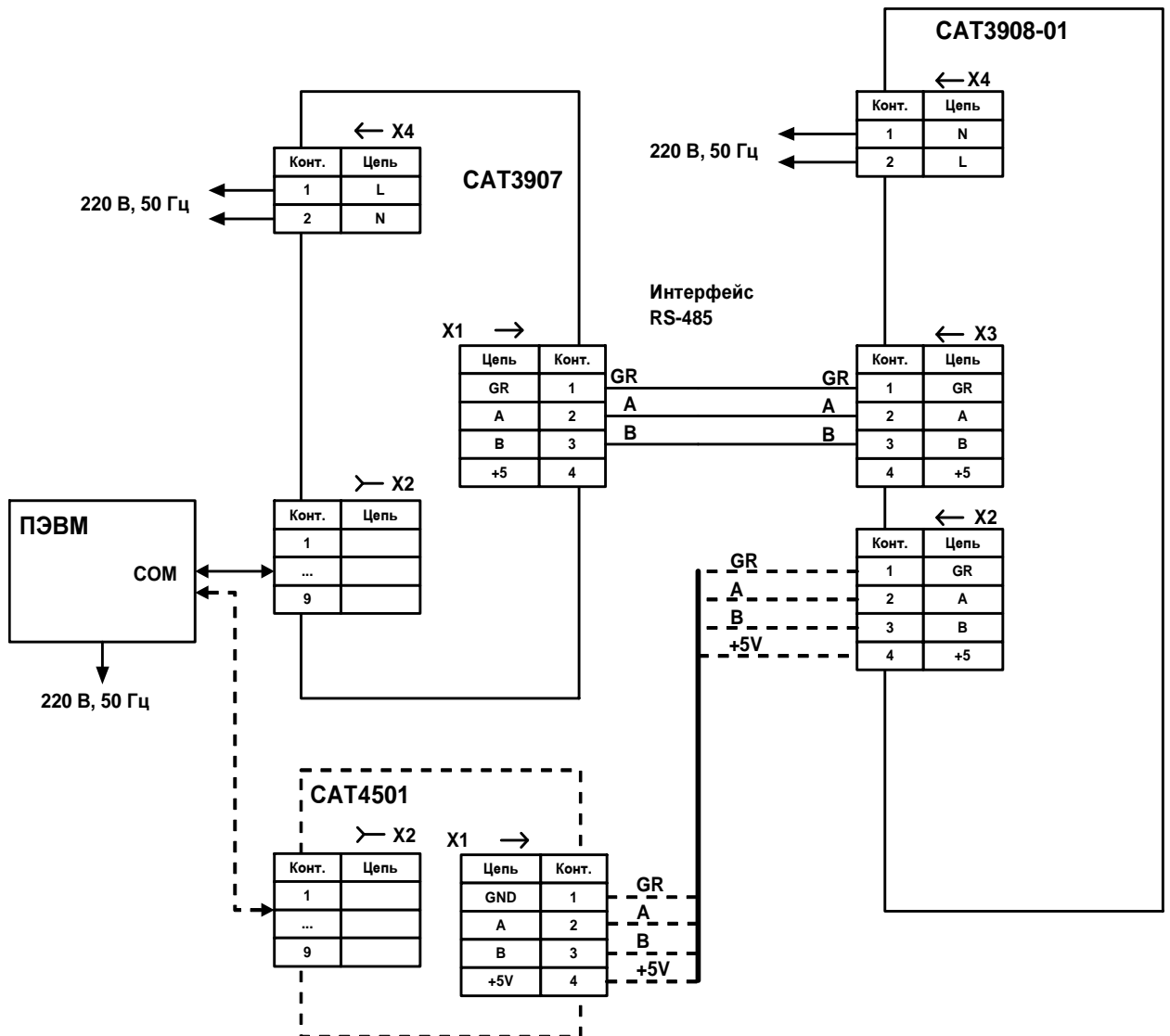


Рисунок 6 - Электрическая принципиальная схема подключения САТ3908-01 (типовая)

## 11 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

### 11.1 Смена адреса

Перед началом работы необходимо задать адрес САТ3908-01 в интерфейсе RS-485 в соответствии с рабочим проектом. Для смены адреса следует подключить устройства в соответствии с рисунком 7. При отсутствии модуля САТ3907 используется модуль САТ4501.



CAT3908-01 – модуль управления клапаном ЕСАН.426439.008-01;  
 CAT3907 – модуль дискретных входов-выходов ЕСАН.426439.007;  
 CAT4501 – интеллектуальный конвертер RS232/RS485 ЕСАН.426445.001;  
 ПЭВМ – IBM-совместимый компьютер.

Рисунок 7

Подать напряжение питания на контакты 1 и 2 разъемов X4 модулей CAT3908-01 и CAT3907 и на ПЭВМ. Включить ПЭВМ и подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией. Запустить программу «**CAT Tools**».

На вкладке **Интерфейс** выбрать строку **COM порт** и в появившейся вкладке, показанной на рисунке 8, выбрать активный COM порт и скорость обмена.



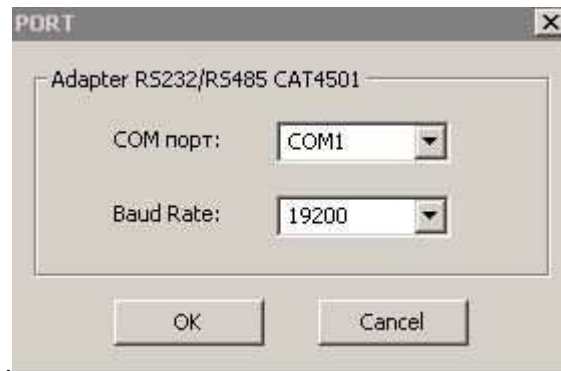


Рисунок 8

Вернуться на предыдущую вкладку и выбрать строку **Поиск контроллеров**. В появившейся вкладке выбрать команду **Поиск** и ждать окончания операции. Выбрать из списка найденных контроллеров проверяемый модуль и войти во вкладку его параметров. При отсутствии связи модуля с компьютером проверить правильность назначения СОМ-порта и скорости обмена.

Для смены адреса CAT3908-01 в интерфейсе RS-485 перейти на вкладку **Адрес/Сер.№** (рисунок 9) и занести в строку **Новый адрес** новое значение.

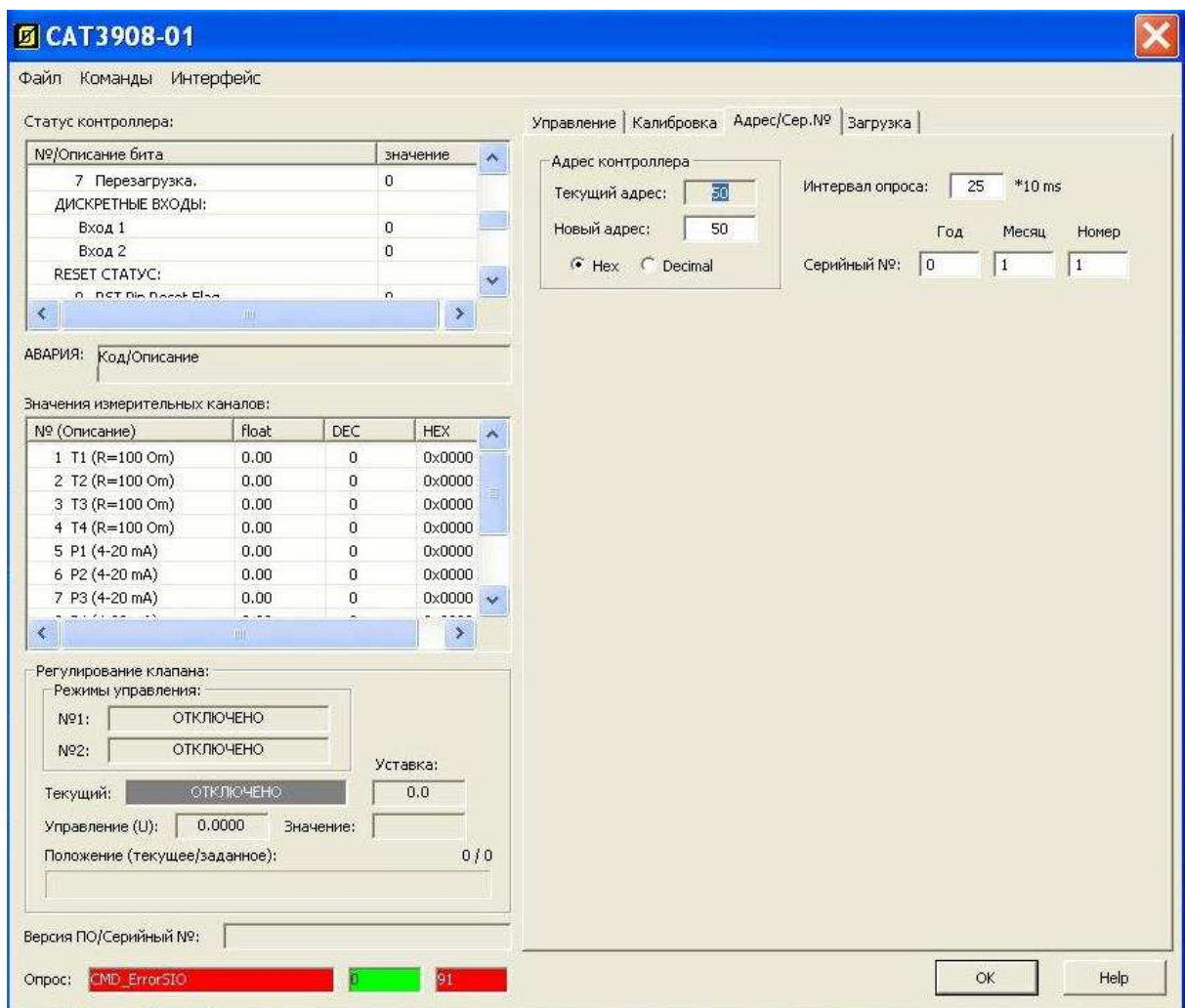


Рисунок 9

Сохранить сделанные изменения, выбрав на вкладке **Команды** строку **Записать новый адрес** (рисунок 10).

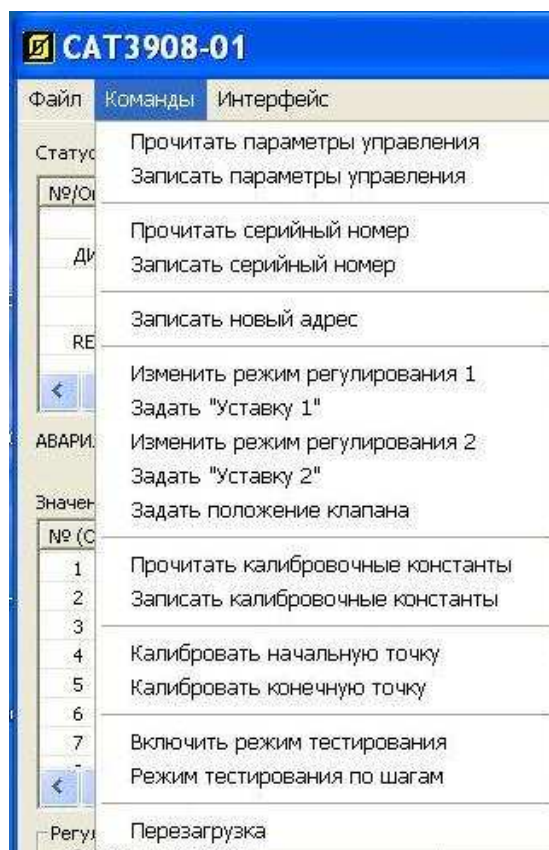


Рисунок 10

## 11.2 Дистанционная смена встроенного программного обеспечения

CAT3908-01 позволяет дистанционно обновить (перезаписать) свое встроенное программное обеспечение («прошивку») при помощи сервисной программы «**CAT Tools**». Номер версии программного обеспечения указан в нижнем левом углу экрана «**Версия ПО/Серийный номер**» (рисунок 8). Для смены встроенного программного обеспечения следует подключить устройства в соответствии с рисунком 6.

Подготовить ПЭВМ к работе и загрузить программу «**CAT Tools**». Выполнить поиск CAT3908-01. Перейти на вкладку **Загрузка** (рисунок 11) и в строке **Выбрать HEX файл** указать местонахождение нового загрузочного файла.

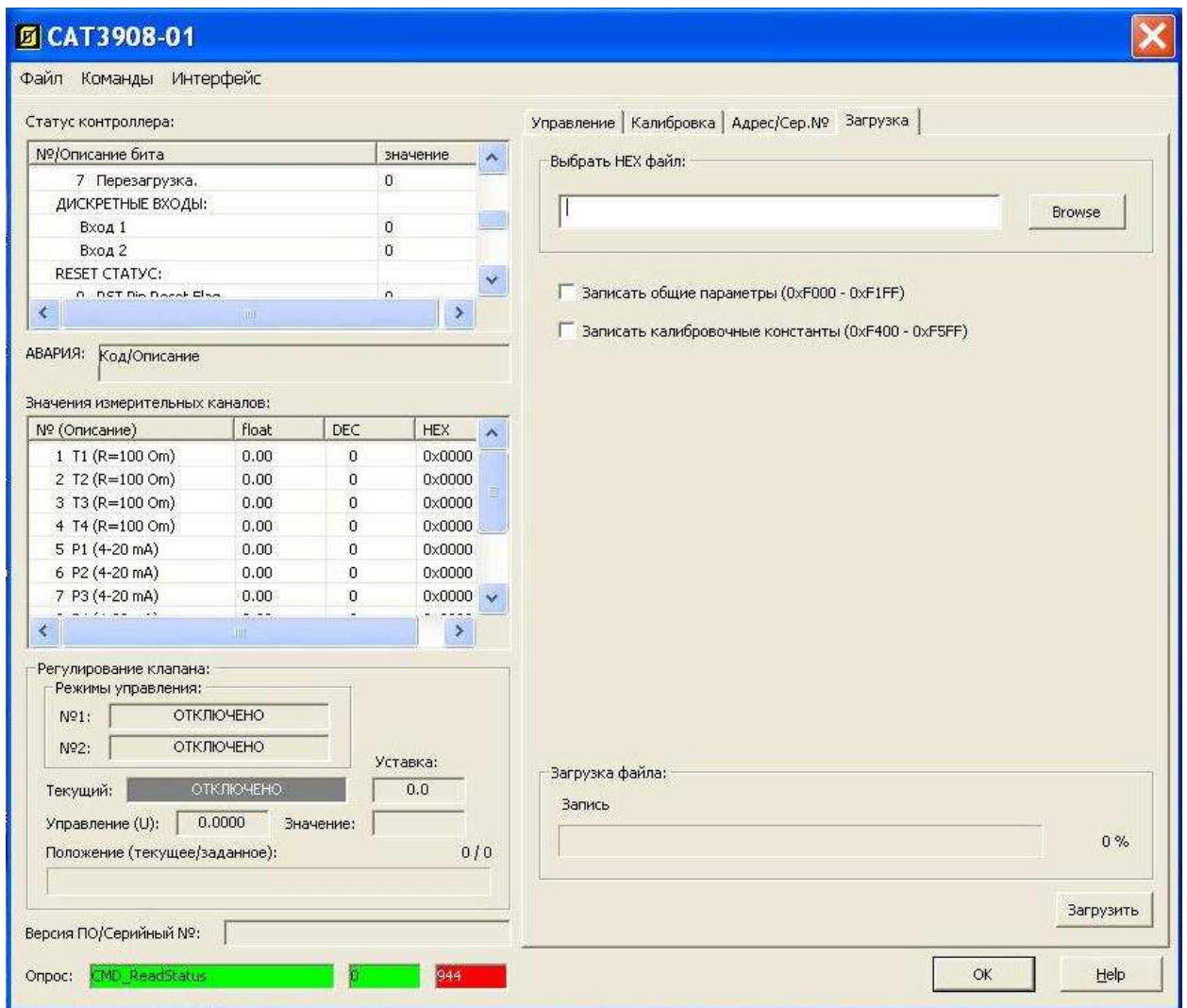


Рисунок 11

Выполнить команду **Загрузить**.

**Внимание!** Выбор неверного файла приведёт к неработоспособности CAT3908-01, и найти модуль в «CAT Tools» будет невозможно.

Начнется процесс записи встроенной программы CAT3908-01, который может занять несколько секунд. Контролировать запись можно по шкале **Загрузка файла**.

По окончании загрузки проверить программу на наличие её обновления в строке **Версия ПО/Серийный №**.

### 11.3 Задание режимов регулирования

Перейти на вкладку **Управление** (рисунок 12).

Занести коэффициенты и интервалы управления в таблицы для первого и второго режимов управления (при необходимости). По умолчанию прописываются:

- **Коэффициент (a1):** равным 0,025;
- **Коэффициент (a2):** равным 0,015;
- **Коэффициент (k):** равным 0,1;
- **Интервал управл.:** равным 5 сек.

На рисунке 2 приведено пояснение назначения коэффициентов.

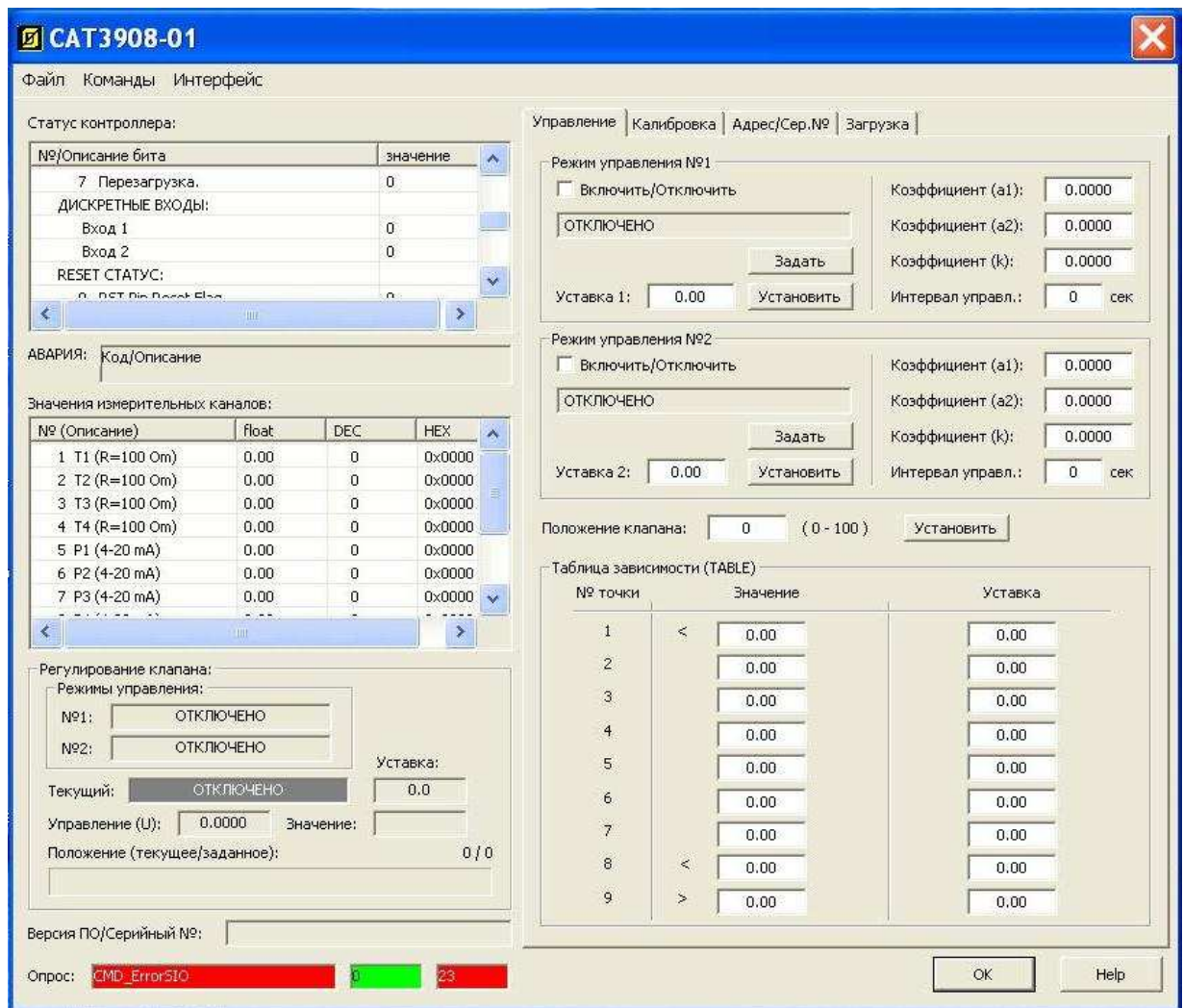


Рисунок 12

**Важно.** Для корректной работы алгоритма регулирования **a1** должен быть больше **a2**.

Для более инерционной системы интервал регулирования желательно увеличить. Коэффициенты регулирования и интервал управления устанавливаются опытным путём на объекте по характеру поддержания температуры уставки.

В таблице **Режим управления №1** в строке **Включить/Отключить** поставить галочку и выполнить команду **Задать**. В появившейся вкладке **Режим регулирования** (рисунок 13) нужно установить параметры регулирования.

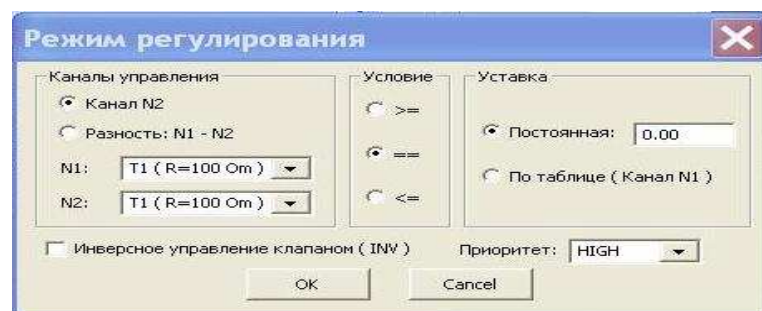


Рисунок 13

В таблице **Каналы управления** выбираются измерительные каналы, по которым происходит управление клапаном, это либо канал №2, либо разность каналов с соответствующими этим каналам датчиками.

В таблице **Условие** устанавливается значение условия, которое должно соблюдаться между вычисленным параметром и уставкой.

В таблице **Уставка** выбирается и устанавливается либо постоянная величина (в градусах или барах), либо выбирается табличное значение (рисунок 12).

При установленной в строке **Инверсное управление клапаном** галочке будет осуществляться инверсное регулирование клапаном (вместо открытия - закрытие и, наоборот, вместо закрытия - открытие).

В строке **Приоритет** выбирается, с каким приоритетом режим регулирования №1 будет работать по отношению к режиму №2:

- **HIGH** - это высокий приоритет;
- **LOW** – это низкий приоритет.

Вернуться к предыдущей вкладке и выполнить команду **Установить**.

В строке **Режим управления №1** должны отображаться параметры установленного закона регулирования.

Аналогично устанавливаются параметры **Режима регулирования №2**.

В **Таблицу зависимости (TABLE)** по девяти контрольным точкам заносятся:

- в столбец **Значения** - значение внешнего параметра ( температура наружного воздуха, давление контура);
- в столбец **Уставка** – значение уставки, которую надо поддерживать при данном внешнем параметре.

Сохранить сделанные изменения, выбрав на вкладке **Команды** строку **Записать параметры управления** (рисунок 10). В строке **Регулирование клапана** в левой нижней части экрана должны отобразиться сделанные изменения.

#### 11.4 Установка параметров работы клапана

Перейти на вкладку **Калибровка** (рисунок 14) в таблице **Клапан и двигатель** в строке **Мин. время хода клапана** установить значение, меньше которого будет считаться аварией клапана.

В строке **Макс. время хода клапана** установить значение, больше которого будет считаться аварией клапана.

В строку **Вся шкала хода клапана** вводится значение, на которое будет разбита шкала полного хода клапана.

В строке **Время включ. двигателя** устанавливается время, необходимое на включение двигателя, кратное 10 мсек.

В строке **Шаг двигателя** отображается время шага двигателя, полученное после тестирования клапана.

Сохранить сделанные изменения, выбрав на вкладке **Команды** строку **Записать параметры управления** (рисунок 10).

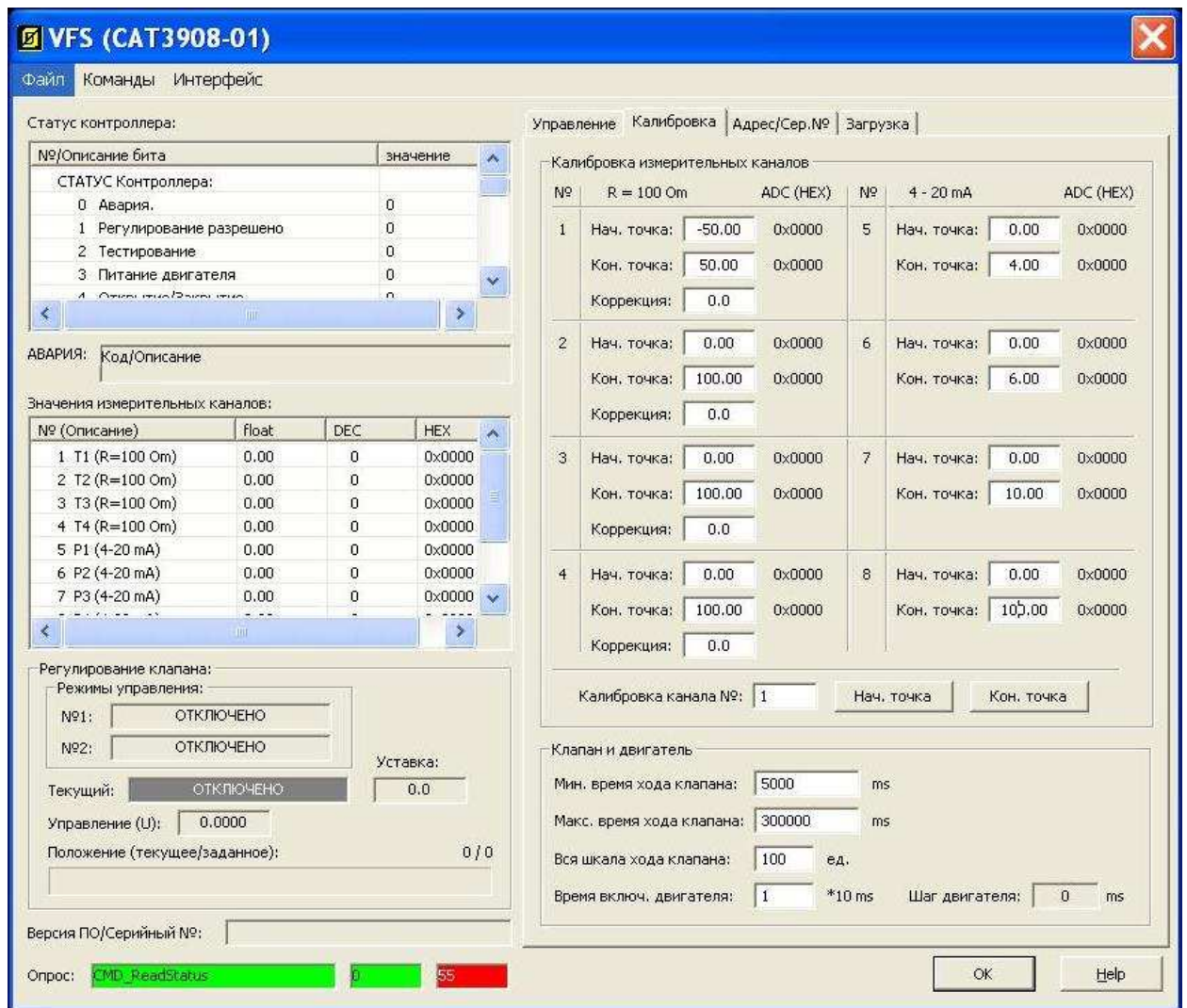


Рисунок 14

### 11.5 Установка параметров измерительных каналов

На вкладке **Калибровка** (рисунок 14) в таблицу **Калибровка измерительных каналов** в строки **Нач. точка** и **Кон. точка** для каждого канала занести значения согласно подключенных датчиков.

В строку **Нач. точка** заносится начальное значение измерительного диапазона датчика. В строку **Кон. точка** заносится конечное значение измерительного диапазона датчика. Для сохранения сделанных изменений надо на вкладке **Команды** выбрать строку **Записать калибровочные константы**.

Например, по данным таблицы **Калибровка измерительных каналов**, показанной на рис. 14, к модулю подсоединены датчики (рисунок 6) со следующим диапазоном измерения:

- Датчик 1 – термопреобразователь (-50 ...+50) °С;
- Датчики 2...4 – термопреобразователи (0 ...+100) °С;
- Датчик 5 – преобразователь давления (0 ...4) Бар;
- Датчик 6 – преобразователь давления (0 ...6) Бар;
- Датчик 7 – преобразователь давления (0 ...10) Бар;
- Датчик 8 – токовый преобразователь температуры (0 ...+100) °С;

## 12 ПОРЯДОК РАБОТЫ

Модуль САТ3908-01 в составе автоматизированной системы управления объектом теплоснабжения используется для дистанционного или автономного управления регулирующим клапаном. САТ3908-01 содержит два канала управления на напряжение 220 В, которые могут находиться во включенном или выключенном состоянии. Клапан подключают к каналу управления модуля непосредственно. САТ3908-01 содержит четыре измерительных канала, контролирующих температуру среды с помощью термосопротивлений, четыре токовых измерительных канала, контролирующих температуру и давление, и два канала контроля для датчиков с выходом «сухой контакт». Эти каналы могут использоваться для поддержания температуры и давления контуров объекта в заданных пределах.

При внешнем управлении САТ3908-01 работает под управлением мастер-устройства интерфейса RS-485. Поэтому для включения в работу модуля следует выполнить определенные настройки в системе, работающей с САТ3908-01. Для настройки следует использовать документацию на соответствующую систему.

При дистанционном управлении мастер-устройство формирует команды включения/отключения каналов управления САТ3908-01. Сигналы о подаче напряжения на клапан, сформированные САТ3908-01, поступают в мастер-устройство (компьютер системы), где формируется сигнал о включении канала с выводом диспетчеру информации о состоянии контролируемого клапана, сюда же поступает информация о состоянии измерительных каналов.

Светодиодная индикация о работе модуля САТ3908-01 приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Светодиодные индикаторы САТ3908-01

Название светодиода	Назначение
ОБМЕН	Периодически мигает при наличии обмена по RS-485 интерфейсу с мастер-устройством
	Погашен при отсутствии обмена по RS-485 интерфейсу с мастер-устройством
РАБОТА	Светится при включенном питании и нормальной работе процессора
ТЕСТ	Светится при тесте регулирующего клапана
АВАРИЯ	Светится при включенном питании и неисправности процессора

## 13 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Для обеспечения надежной работы модуля САТ3908-01 и поддержания его в постоянной исправности в течение всего периода использования по назначению, модуль подвергают техническому обслуживанию. Техническое обслуживание модуля состоит из периодических проверок.

По результатам эксплуатации модуля в сложных условиях, например, при наличии пыли, большой вероятности протеканий воды, риске механического повреждения и т.п., допускается уменьшение периода проверок.

Перечень работ по техническому обслуживанию САТ3908-01 приведен в таблице 5.

Таблица 5 - Перечень работ по техническому обслуживанию САТ3908-01

Наименование и периодичность работы	Перечень работ
Внешний осмотр один раз в три месяца	<ul style="list-style-type: none"> <li>– визуально проверить отсутствие механических повреждений корпуса и разъемов модуля, наличие маркировки и пломб;</li> <li>– проверить прочность крепления модуля в месте его установки;</li> <li>– протереть корпус блока влажной ветошью в случае чрезмерного накопления пыли и грязи</li> </ul>
Проверка работоспособности один раз в год	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проверка сопротивления изоляции;</li> <li>– контроль величины потребляемого тока;</li> <li>– проверка схемы контроля входных сигналов;</li> <li>– проверка схемы управления нагрузкой;</li> <li>– проверка работоспособности при изменении напряжения питания</li> </ul>

### 13.1 Проверка сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления гальванически разделенных цепей САТ3908-01 проводить в следующей последовательности.

1) Подготовить мегомметр к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

2) Измерить сопротивление изоляции при напряжении 500 В по установившимся показаниям мегомметра между следующими цепями:

- соединёнными вместе выводами измерительных каналов (контакты разъёмов Х6, Х7) и соединёнными вместе выводами питания (контакты разъёма Х4) и дискретных выходов (контакты разъёма Х5);
- соединёнными вместе выводами измерительных каналов (контакты разъёмов Х6, Х7) и соединёнными вместе выводами линий интерфейса (контакты разъёмов Х2, Х3) и каналов дискретных входов (контакты разъёма Х1);
- соединёнными вместе выводами линий интерфейса (контакты разъёмов Х2, Х3) и каналов дискретных входов (контакты разъёма Х1) и соединёнными вместе выводами питания (контакты разъёма Х4) и дискретных выходов (контакты разъёма Х5).

3) Отключить все внешние цепи от САТ3908-01.

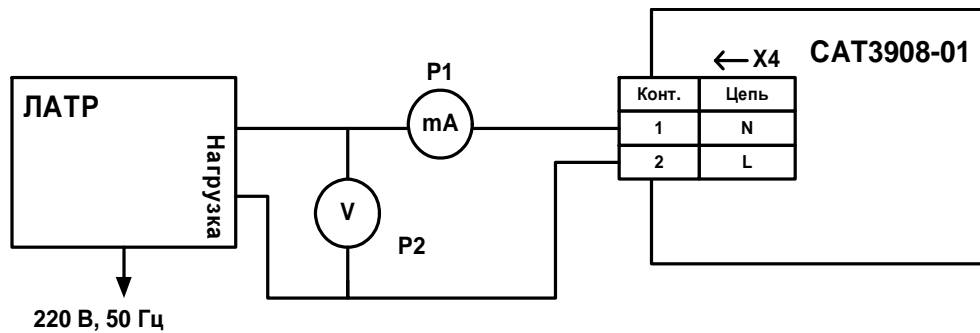
Сопротивление изоляции цепей САТ3908-01 должно быть не менее 20 МОм.

### 13.2 Контроль величины потребляемого тока

Проверку величины потребляемого тока САТ3908-01 проводить в следующей последовательности.

- 1) Подключить приборы и устройства в соответствии с рисунком 15.
- 2) Отключить нагрузку от разъёма Х5.
- 3) Подать напряжение питания на контакты 1 и 2 разъёма Х4 модуля САТ3908-01 через ЛАТР. Выставить напряжение питания, используя ЛАТР, в пределах  $(220 \pm 2)$  В, контролируя его по вольтметру Р2.
- 4) Измерить ток потребления САТ3908-01 при помощи миллиамперметра Р1.
- 5) Снять напряжение питания с САТ3908-01.





САТ3908-01 – модуль управления клапаном ЕСАН.426439.008-01 ;  
 P1 – миллиамперметр переменного тока, диапазон измерения от 0 до 300 мА;  
 P2 – вольтметр переменного напряжения, диапазон измерения от 0 до 300 В;  
 ЛАТР – лабораторный автотрансформатор, диапазон от 0 до 250 В, 50 Гц.

Рисунок 15

Потребляемый ток модулем САТ3908-01 в режиме отключенных нагрузок должен быть не более 100 мА.

На этом проверка завершена.

### 13.3 Проверка схемы контроля входных сигналов

Проверку работоспособности схемы контроля входных сигналов проводить в следующей последовательности.

- 1) Подключить приборы и устройства в соответствии с рисунком 6.
- 2) Подать напряжение питания на контакты 1 и 2 разъёмов X4 модулей САТ3908-01 и САТ3907 и на ПЭВМ. Включить ПЭВМ и подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.
- 3) Запустить программу «**CAT Tools**» и произвести поиск модуля (см. п.п.11.1).
- 4) Кратковременно замкнуть накоротко выводы X1.1 и X1.2 первого канала дискретных входов. Проверить отображение состояния канала ID1 в таблице **Статус контроллера** в строке **Вход 1** (рисунок 16). Значение канала должно поменяться на **1**.



Рисунок 16

- 5) Аналогично проверить работоспособность канала ID2, замкнув накоротко выводы X1.3 и X1.4.
- 6) Исправность измерительных каналов проверяется на месте установки модуля методом сравнения значений измеренных параметров с показаниями образцо-

вых приборов. Если разность показаний превышает допустимую погрешность, то принимается решение о калибровке или замене неисправного оборудования. Процедура калибровки дана в приложении А.

### 13.4 Проверка схемы управления нагрузкой

Проверку работоспособности схемы управления нагрузкой проводить в следующей последовательности.

- 1) Подключить приборы и устройства в соответствии с рисунком 6.
- 2) Подать напряжение питания на контакты Х4.1 и Х4.2 модулей САТ3908-01 и САТ3907 и на ПЭВМ. Включить ПЭВМ и подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.
- 3) Запустить программу «**САТ Tools**» и произвести поиск модуля (см. п.п.11.1).
- 4) На вкладке **Управление** снять галочки в строках **Включить/Отключить** для **Режимов управления №1 и №2**.
- 5) Сохранить сделанные изменения, выбрав на вкладке **Команды** строку **Записать параметры управления**.
- 6) На вкладке **Управление** в строке **Положение клапана**: установить значение **0** (при шкале 0...100). Клапан должен достичь крайнего положения. Установить значение **100**. Клапан должен достичь другого крайнего положения.
- 7) Вернуть на вкладке **Управление** значение галочек в строках **Включить/Отключить** для **Режимов управления №1 и №2** в исходное состояние и сохранить сделанные изменения.
- 8) Закрыть программу «**САТ Tools**». На этом проверка схемы управления нагрузкой завершена.

### 13.5 Проверка работоспособности при изменении напряжения питания

Проверку работоспособности САТ3908-01 при изменении напряжения питания проводить в следующей последовательности.

- 1) Подключить приборы и устройства в соответствии с рисунком 6.
- 2) Подать напряжение питания величиной 187 В на контакты Х4.1 и Х4.2 модулей САТ3908-01 и САТ3907 и на ПЭВМ. Включить ПЭВМ и подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией. Снизить напряжение питания на модуле до 187 В.
- 3) Запустить программу «**САТ Tools**» и произвести поиск модуля (см. п.п.11.1).
- 4) Проверить работоспособность схемы контроля входных сигналов по методике, приведённой выше в настоящем руководстве по эксплуатации.
- 5) Проверить работоспособность схемы управления нагрузкой по методике, приведённой выше в настоящем руководстве по эксплуатации.
- 6) Повторить п.п. 3...5 при напряжении 242 В.
- 7) Отсоединить все внешние цепи от САТ3908-01.
- 8) Закрыть программу «**САТ Tools**». На этом проверка работоспособности САТ3908-01 при изменении напряжения питания завершена.

## 14 ПОВЕРКА

САТ3908-01 должен подвергаться первичной поверке (после выпуска из производства), поверке после ремонта, а также периодической поверке. Периодическая поверка модуля проводится по истечении срока межповерочного интервала. Поверке подлежат все измерительные каналы САТ3908-01. Допускается поверять только те измерительные каналы, которые используются на месте эксплуатации.

Поверка модуля производится в соответствии с методикой ЕСАН.421417.001МП «Автоматизированные системы управления объектами теплоснабжения АСУОТ. Методика поверки», утвержденной ГЦИ СИ ФГУ «Ростест-Москва» в 2009 г.

Межповерочный интервал – 2 года.

## 15 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Текущий ремонт выполняется силами эксплуатирующей организации для обеспечения или восстановления работоспособности САТ3908-01 и состоит в замене неисправного модуля и (или) его настройке.

Перед поиском неисправности необходимо ознакомиться с принципом действия и работой САТ3908-01.

Измерительные приборы и оборудование, подлежащие заземлению, должны быть надежно заземлены.

Описания последствий наиболее вероятных отказов САТ3908-01, возможные причины и способы их устранения приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Наиболее вероятные неисправности САТ3908-01

Признаки проявления неисправности	Возможные причины	Действия по устранению неисправности
Отсутствует информационный обмен с модулем по интерфейсу RS-485	Обрыв или замыкание кабеля связи	Проверить кабель на обрыв и замыкание
	Неверно задан адрес модуля в настройках управляющей программы	Привести параметры настроек управляющей программы в соответствие с адресом блока
	Неисправность одного из модулей по интерфейсу	Последовательно отсоединить модули от информационной линии
Не происходит включение, выключение нагрузки	Обрыв кабеля соединителя	Проверить кабель на обрыв и замыкание
	Нагрузка не верно подключена	Проверить подключение нагрузки к соответствующему каналу управления
	Не подано напряжение питания на нагрузку	По монитору управляющей программы проверить прохождение команды включения/отключения нагрузки. По результату проверки решить вопрос о замене модуля
Не проходят сигналы от датчиков «сухой контакт»	Ослабление крепления разъема датчика	Проверить надежность крепления разъема датчика
	Обрыв кабеля соединителя	Проверить кабель на обрыв и замыкание

## 16 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

САТ3908-01 в упакованном виде следует транспортировать в крытых транспортных средствах (железнодорожных вагонах, закрытых автомашинах) в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на соответствующем виде транспорта.

Механические воздействия и климатические условия при транспортировании САТ3908-01 не должны превышать допустимые значения:

- категория Л по ГОСТ 23170-78;
- температура окружающего воздуха от минус 40 °С до плюс 55 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 95 % при 35°С.

При транспортировании САТ3908-01 необходимо соблюдать меры предосторожности с учётом предупредительных надписей на транспортных ящиках. Расстановка и крепление ящиков в транспортных средствах должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность смещения ящиков и соударения.

## **17 ХРАНЕНИЕ**

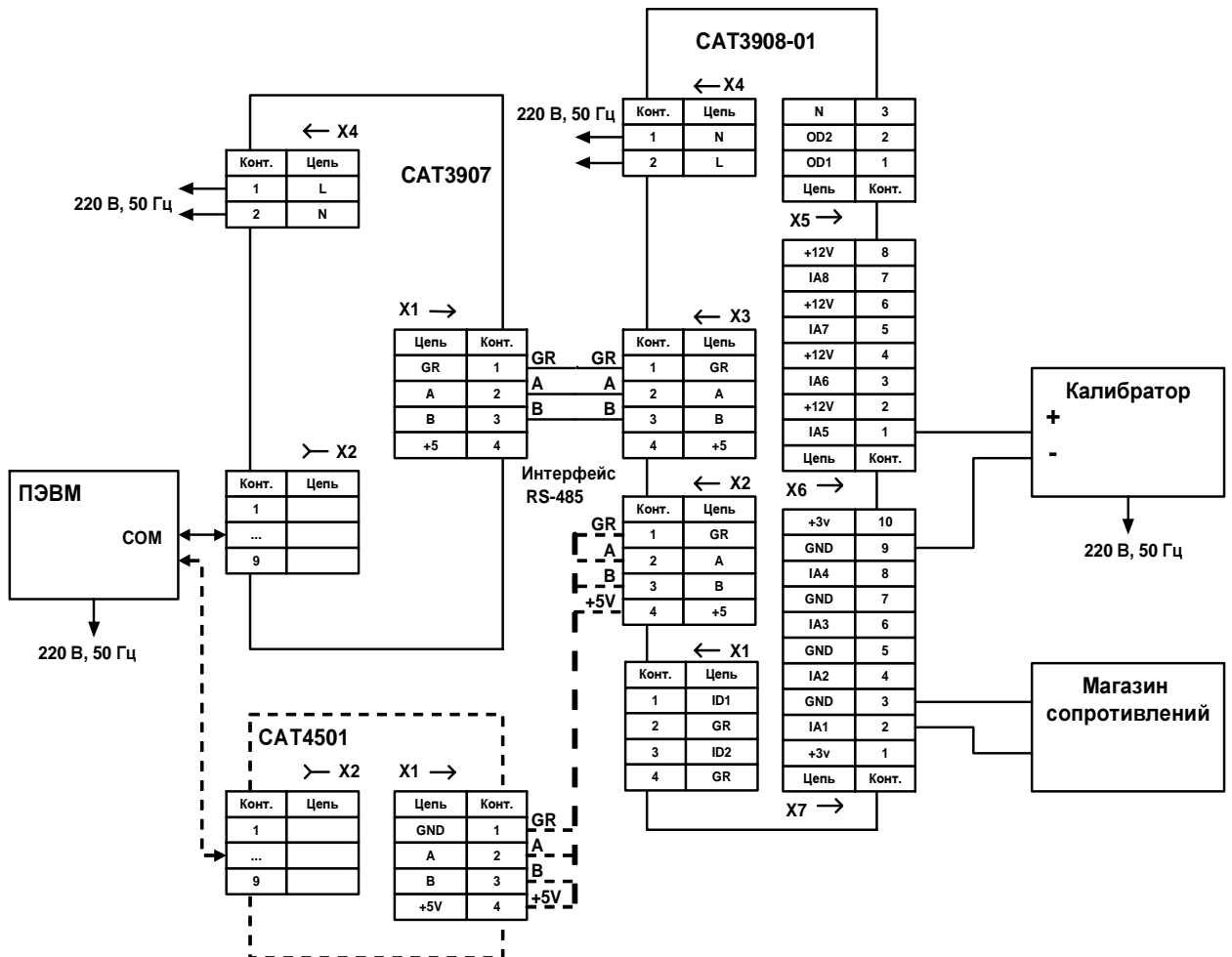
САТ3908-01 следует хранить в упакованном виде (допускается хранение в транспортной таре) в отапливаемых помещениях группы 1 (Л) по ГОСТ 15150-68 при отсутствии в воздухе кислотных, щелочных и других агрессивных примесей.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Калибровка измерительных каналов

Калибровка измерительных каналов осуществляется после первоначального программирования модуля, после его ремонта, а также при выходе параметров измерительных каналов за пределы допуска.

Калибровку САТ3908-01 проводят в следующей последовательности. Подключить приборы и устройства согласно схеме, представленной на рисунке 17, подать напряжение питания на модуль САТ3908-01, модуль САТ3907, ПЭВМ и калибратор тока и напряжения.



САТ3908-01 – модуль управления клапаном ЕСАН.426439.008-01;  
 САТ3907 – модуль дискретных входов-выходов ЕСАН.426439.007;  
 САТ4501 – интеллектуальный конвертер RS232/RS485 ЕСАН.426445.001  
 (используется при отсутствии модуля САТ3907);

ПЭВМ – персональный компьютер;

Магазин сопротивлений – набор образцовых сопротивлений P4831, КТ0,02;

Калибратор – калибратор напряжения и тока В1-13.

Рисунок 17

Подготовить ПЭВМ к работе в соответствии с эксплуатационной документацией. Запустить программу «**CAT Tools**». На вкладке **Интерфейс** выбрать активный COM-порт

и скорость обмена. Далее выбрать строку **Поиск контроллеров** и найти модуль в сети. Из найденного списка выбрать проверяемый модуль.

На экране монитора перейти на вкладку **Калибровка** (рисунок 14).

Приступить к калибровке измерительных каналов сопротивлений.

#### **Калибровка измерительных каналов сопротивлений**

Калибровку САТ3908-01 проводят в следующей последовательности. Установить на магазине сопротивлений значение 80,3 Ом. В строке **Калибровка канала №** установить значение **1** и выполнить команду **Нач.точка**.

Установить на магазине сопротивлений значение 119,4 Ом и выполнить команду **Кон.точка**.

Отсоединить магазин сопротивлений от контактов 2 и 3 разъёма Х7 и подключить к контактам 4 и 5.

Установить на магазине сопротивлений значение 100,0 Ом. В строке **Калибровка канала №** установить значение **2** и выполнить команду **Нач.точка**.

Установить на магазине сопротивлений значение 138,5 Ом и выполнить команду **Кон.точка**.

Аналогично каналу 2 откалибровать измерительный канал №3, подсоединив магазин сопротивлений к контактам 6 и 7 разъёма Х7.

Аналогично каналу 3 откалибровать измерительный канал №4, подсоединив магазин сопротивлений к контактам 8 и 9 разъёма Х7.

Далее приступить к калибровке токовых измерительных каналов.

#### **Калибровка токовых измерительных каналов**

Калибровку проводят в следующей последовательности. Вывести ручки регулировок тока калибратора на минимальное значение. Включить калибратор.

Подать на контакт 1 разъёма Х6 модуля САТ3908-01 постоянный ток от калибратора, равный 4,000 мА.

На экране монитора на вкладке **Калибровка** в строке **Калибровка канала №** установить значение **5** и выполнить команду **Нач. точка**.

Установить на калибраторе значение тока равное 20,000 мА и выполнить команду **Кон. точка**.

Аналогично произвести калибровку измерительного канала №6, подключив калибратор к контакту 3 разъёма Х6.

Аналогично произвести калибровку измерительного канала №7, подключив калибратор к контакту 5 разъёма Х6.

Аналогично произвести калибровку измерительного канала №8, подключив калибратор к контакту 7 разъёма Х6.

На этом калибровка завершена.