



107023, г. Москва  
ул. Малая Семеновская д.9 с.9  
Телефон / факс: (499)271-73-01  
E-mail: info@mnppsatur.ru

ООО «МНПП Сатурн»  
Многофункциональные информационные системы

---

## Система команд контроллера температурных петель «КТП»

---

Версия 12-2017

**2017**

**Оглавление**

Общее описание.....	3
Протокол MODBUS .....	3
Адресация MODBUS.....	3
Регистры хранения .....	4
Формат хранения серийного номера .....	6
Входные регистры .....	7
Формат хранения температуры.....	8
Выполнение поиска в линии .....	9

## Общее описание

Контроллеры температурных петель «КТП» подключаются в единую физическую информационную линию, организованную в виде стандартного интерфейса «RS-485». Одновременно в линии могут работать до 247 контроллеров. Параметры обмена по линии соответствуют следующим значениям: **38400,8,1, нет**.

По отдельному заказу выпускается версия с параметрами обмена: **115200,8,1, нет**

В качестве логического протокола обмена используется стандартный протокол **MODBUS**.

## Протокол MODBUS

Контроллеры КТП работают в стандартном протоколе MODBUS RTU и полностью соответствуют принятым соглашениям стандарта.

Для чтения текущих показаний датчиков температуры из контроллера используется логическая область протокола «Входные регистры» (Input Registers). Для чтения входных регистров используется команда (функция) 4.

Для чтения и установки настроечных параметров используется логическая область протокола «Регистры хранения» (Holding Registers). Для чтения регистров хранения используется команда (функция) 3. Допускается чтение сразу группы регистров. Для записи в один регистр хранения применяется команда (функция) 6. Для записи в несколько регистров хранения применяется команда (функция) 16.

Формат пакетов, контрольные суммы полностью соответствуют стандарту MODBUS RTU. Отдельные сообщения в линии «RS-485» разделяются по паузе. Сообщение должно начинаться и заканчиваться интервалом тишины, длительностью не менее 3,5 символов при данной скорости передачи. Во время передачи сообщения не должно быть пауз длительностью более 1,5 символов. Проверка целостности сообщения осуществляется с помощью двухбайтовой CRC.

## Адресация MODBUS

Каждый контроллер КТП имеет собственный назначаемый сетевой адрес в диапазоне 1...247 в соответствии со стандартом. Данный адрес может быть прочитан и изменён обращением к регистру хранения номер 8192. Собственный сетевой адрес сохраняется в энергонезависимой памяти.

Кроме собственного сетевого адреса КТП принимает, обрабатывает, и отвечает на сообщения, посылаемые на адрес 0, что позволяет обращаться к контроллеру, только если он – единственное устройство в линии «RS-485».

Краткое описание адресации к контроллеру «КТП» приведено в таблице ниже.

Таблица – Сетевые адреса MODBUS

Сетевые адреса	Использование
0	Любой контроллер полноценно отвечает на обращение на этот адрес как на собственный сетевой адрес. Используется только для одного контроллера в линии «RS-485»
1..247	Собственный сетевой адрес. Контроллер формирует ответ на запрос в диапазоне адресов 1...247, только если адрес в MODBUS пакете совпадает с его собственным
248..255	Зарезервированы. Не используются

## Регистры хранения

Основные регистры хранения контроллера приведены в таблице ниже.

Таблица - Перечень основных регистров хранения контроллера «КТП»

№ регистра	Наименование	Чтение	Запись
<b>0...8191</b>	Серийные номера ДТ	Серийные номера зарегистрированных датчиков температуры Каждый серийный номер занимает 4 регистра (8 байтов). Последовательность расположения в регистрах: 0...511 – 128 датчиков Линии 1 512...1023 – 128 датчиков Линии 2 1024...1535 -128 датчиков Линии 3 и т.д. для Линий 4...16 Последовательность расположения байтов серийного номера в регистрах приведена в разделе «Формат хранения серийного номера»	Серийные номера зарегистрированных датчиков температуры
<b>8192</b>	Регистр сетевого адреса	Младший байт этого регистра содержит MODBUS адрес	Запись в регистр изменяет MODBUS адрес. Используется младший байт. Старший байт игнорируется
<b>8193</b>	Номер версии ПО	Номер версии программного обеспечения. Следует представлять номер версии в виде текста, где старший байт версии в десятичном представлении отделяется от младшего точкой. Например, полученное значение 258 следует отображать: «1.2»	Нет действий
<b>8194</b>	Контрольная сумма ПО	Контрольная сумма программного обеспечения. Следует отображать в виде 4 шестнадцатеричных символов, например «F362»	Нет действий
<b>8195</b>	Аппаратный идентификатор платы КТП	01 – плата на основе микроконтроллера PIC18F46K22	Нет действий
<b>8196</b>	Серийный номер	Младшее слово серийного номера	Запись серийного номера

№ регистра	Наименование	Чтение	Запись
<b>8197</b>	Серийный номер	Старшее слово серийного номера Серийный номер следует отображать в десятичном виде. Пример: Reg[8196]=4212 Reg[8197]=17 Серийный номер: «17-4212»	Запись серийного номера
<b>8198</b>	Показания АЦП измерения напряжения	Значение напряжения питания рассчитывается по формуле: $u=(double)$ Reg[8198]*11.0*3.475/65536.0	Нет действий
<b>16384</b>	Поиск в линии	Номер линии (0...15) в которой выполнен или выполняется поиск. Старший байт не равен 0, если поиск всё ещё выполняется. При запуске в данном регистре находится значение 255 – Поиск не выполнялся	Номер линии (0...15), в которой необходимо провести поиск датчиков температуры. Найденные серийные номера датчиков помещаются во входные регистры <b>2048...2559</b> <i>Для прерывания процесса поиска следует записать номер линии 255</i>
<b>32768</b>	Регистр разрешения доп. функций	Регистр используется при выполнении обновления ПО	В регистр записываются определённые данные для выполнения действий (см. регистры <b>32769</b> и <b>32770</b> )
<b>32769</b>	Регистр адреса	Текущий адрес записи во FLASH память	Адрес начала записи во FLASH Предварительно в регистр <b>32768</b> должно быть записано значение 0x5555. После этого КТП ожидает запись в чётные регистры данных (в регистр <b>32771</b> )
<b>32770</b>	Регистр выполнения процедуры обновления ПО	Последнее записанное значение	Запуск процесса перепрограммирования КТП выполняется записью значения 0xDDDD. Предварительно в регистр <b>32768</b> должно быть записано значение 0xAAAA. После этого КТП в течение нескольких секунд выполняет обновление ПО и не отвечает на запросы

№ регистра	Наименование	Чтение	Запись
<b>32771</b> ... <b>32802</b>	Чётные регистры записываемых данных	Последние записанные байты (32 регистра – 64 байта)	Запись возможна только блоками по 32 регистра. После записи 64 байтов прошивки КТП увеличивает внутренний регистр адреса на 64 и ожидает запись в нечётные регистры данных <b>32803</b>
<b>32803</b>	Нечётные регистры записываемых данных	Последние записанные байты (32 регистра – 64 байта)	Запись возможна только блоками по 32 регистра. После записи 64 байтов прошивки КТП увеличивает внутренний регистр адреса на 64 и ожидает запись в чётные регистры данных <b>32771</b>

### Формат хранения серийного номера

Каждый серийный номер занимает 4 последовательно расположенных регистра. Далее показано распределение 8 байтов серийного номера SN[8].

*Таблица – Распределение серийного номера датчика температуры по регистрам*

№ регистра	Старший байт	Младший байт
0	SN[1]	SN[0]
1	SN[3]	SN[2]
2	SN[5]	SN[4]
3	SN[7]	SN[6]

#### Примечание:

Вычисление CRC по полиному  $x^8 + x^5 + x^4 + 1$  всех 8-ми байтов серийного номера должно давать нулевое значение. Все 8 нулевых байтов серийного номера является ошибочным серийным номером и должно рассматриваться как «Нет датчика».

## Входные регистры

Основные входные регистры контроллера КТП приведены в таблице ниже.

Таблица - Перечень основных входных регистров контроллера «КТП»

№ регистра	Наименование	Чтение	Запись
0...2047	Текущие показания ДТ	Текущие показания зарегистрированных датчиков температуры Каждое показание представляет собой один регистр (2 байта). Последовательность расположения показаний в регистрах: 0...127 – 128 датчиков Линии 1 128...255 – 128 датчиков Линии 2 256...383 – 128 датчиков Линии 3 и т.д. для Линий 4...16 Формат хранения температуры и состояния в регистре приведён в разделе «Формат хранения температуры» Если номер датчика не задан, то в значении температуры передаётся значение: -128 (Датчик не назначен)	Невозможна
2048...2559	Найденные датчики температуры	Серийные номера найденных датчиков температуры при выполнении поиска в линии с номером, находящимся в регистре хранения <b>16384</b> Каждый серийный номер занимает 4 регистра (8 байтов). Последовательность расположения байтов серийного номера в регистрах приведена в разделе «Формат хранения серийного номера». Все найденные серийные номера располагаются последовательно один за другим в начале области найденных датчиков Признак окончания списка датчиков линии – неправильный серийный номер (с ошибочной CRC), например, все байты равны 0xFF	Невозможна

№ регистра	Наименование	Чтение	Запись
2560...2687	Показания найденных датчиков температуры	Текущие показания найденных датчиков температуры линии, номер которой находится в регистре поиска (регистр хранения <b>16384</b> ) Каждое показание представляет собой один регистр (2 байта). Всего возможно до 128 найденных датчиков. Если датчиков в списке меньше, то отсутствующие датчики (конец списка) заполняется значением температуры -128 (Датчик не назначен) После выполнения чтения этих регистра <b>2560</b> контроллер КТР автоматически обновляет текущие показания всех найденных датчиков температуры (Постоянный опрос этих датчиков не выполняется)	Невозможна

### Формат хранения температуры

Для хранения температуры используется двухбайтовое знаковое число (в дополнительном коде), представляющее собой значение температуры с точностью 1/16 градуса Цельсия.

Таблица – Формат хранения значения температуры

Байт L (LSB)							
Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$	$2^{-4}$

Байт H (MSB)							
Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
S	S	S	S	S	$2^6$	$2^5$	$2^4$

Знаковый бит(ы) S указывают, что температура является положительной или отрицательной: для положительных чисел S=0, а для отрицательных чисел S=1.

Примеры значений температуры приведены в таблице ниже:

Таблица – Примеры значений температуры

Температура, [°C]	TxMin, TxMax [HEX]
+25.0625°C	0191h
+10.125°C	00A2h
+0.5°C	0008h
0°C	0000h
-0.5°C	FFF8h
-10.125°C	FF5Eh
-25.0625°C	FE6Fh
-55°C	FC90h

Для передачи ошибок используются следующие зарезервированные значения:

*Таблица – Зарезервированные значения температуры*

Температура, [°С]	Состояние
-128.0 (0xF800)	Датчик не назначен
-127.0 (0xF810)	Нет ответа от датчика

## Выполнение поиска в линии

Для выполнения поиска в линии необходимо:

1. Записать в регистр хранения **16384** номер линии (число 0...15) в которой следует провести поиск
2. Дождаться завершения процесса поиска – при чтении регистра **16384** старший байт равен нулю
3. Прочитать серийные номера найденных датчиков температуры из входных регистров **2048...2559**.
4. Если требуется, прочитать текущие показания температуры найденных датчиков из входных регистров **2560...2687**. Обновление текущих показаний температуры найденных датчиков выполняется автоматически после чтения входного регистра **2560**.