

Описание сетевого протокола приборов «Днепр-7»

Приборы «Днепр-7» с поддержкой работы в сети RS-485 работают по протоколу MODBUS RTU.

Каждый прибор в сети имеет номер (адрес) от 0 до 99 и заданную скорость работы в сети (600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 или 57600 бит/с). Эти параметры устанавливаются с клавиатуры прибора в режиме индикатора «А=». Средняя кнопка выбирает адрес, а правая – скорость. Для корректной работы необходимо, чтобы все приборы имели разные адреса и одинаковую скорость обмена.

Приборы работают только в пассивном (SLAVE) режиме. Инициатором обмена выступает компьютер (или другое устройство) пользователя.

Данные пересылаются согласно протоколу RS-232 со следующими параметрами: 8 бит данных, контроля четности нет, один стоп-бит.

При отсутствии активности в линии связи все приборы находятся в режиме ожидания запроса. Когда компьютер начинает передачу кадра запроса, все приборы принимают кадр до конца, затем тот прибор, чей адрес указан в запросе, формирует и передает ответ. Признаком конца кадра служит пауза (отсутствие передачи) длительностью: 100 мс для скорости 600 бит/с, 50 мс – для скорости 1200, 25 мс – 2400, 20 мс – 4800, 15 мс – 9600, 10 мс – 19200 и 57600. **Внимание! Здесь отличие от стандарта MODBUS RTU**, в коем длительность паузы задается как длительность передачи 3.5 символов (байт).

Далее представлены описания конкретных запросов, поддерживаемых приборами «Днепр-7».

1. Запрос на чтение

Общий формат:

сетевой адрес (0...99)	код операции чтения (3h)	код запрашиваемых данных	reserved (0)	CRC-16
1 байт	1 байт	2 байт	2 байт	2 байт

Коды запрашиваемых данных:

мл. байт	ст. байт	тип запроса
0h	0h	конфигурация архивов в приборе
1h	0h	запрос состояния процесса стирания
2h	xx	используется для команды «чтение группы регистров», см. раздел 3
0ah	1h	запрос кадра архива
0bh	1h	запрос текущих показаний
0ch	1h	запрос кадра архива по заданному (командой записи 00b7h) адресу (firmware V1.13+)
0dh	1h	запрос версии прошивки (firmware V1.13+)

0eh	1h	снятие блокировки записи архивов
-----	----	----------------------------------

Ответ на запрос:

сетевой адрес (0...99)	код операции чтения (3h)	количество байт данных n	данные	CRC-16
1 байт	1 байт	1 байт	n байт	2 байт

1.1. Ответ на запрос данных с кодом 0 - конфигурация

Размер кадра ответа – 37 (n= 32)

Структура поля «данные»:

смещение	данные	размер
0	кол-во модулей памяти по 32Кб	1
1	дескриптор суточного архива	7
8	дескриптор часового архива	7
15	дескриптор минутного архива	7
22	reserved	10

Дескриптор суточного (часового, минутного) архива:

смещение	данные	размер
0	количество файлов архива (месяцев – для суточного, суток – для часового, часов – для минутного)	2
2	адрес начала архива	3
5	зарезервировано (должно быть 0)	1
6	КС (дополнение суммы байт до 0ffh)	1

1.2. Ответ на запрос данных с кодом 1 – состояние стирания

Размер кадра ответа – 7 (n= 2)

Структура поля «данные»:

смещение	данные	размер
0	0 – стирание выполняется 1 – стирание выполнено 2..255 – нет стирания	1
1	степень выполнения в %	1

1.3. Ответ на запрос данных с кодом 10ah – чтение архива

Размер кадра ответа – 42 (n= 37)

Структура поля «данные»:

смещение	данные	размер
0	бит 0 – 0 - есть данные; 1 – нет данных (нет flash) бит 1 – 1 – первый кадр данных бит 2 – 1 - последний кадр данных	1
1	кадр архива	36

Кадр архива:

смещение	данные	размер
0	Идентификатор прибора - 47h	1
1	reserved	2
3	блок данных	32
35	КС (дополнение суммы байт до 0ffh)	1

Совокупность блоков данных из последовательно считываемых кадров образует массив данных, содержащий архив. Адресация массива начинается с адреса 00000h. Все адреса, содержащиеся в дескрипторе архива (см. п. 1.1) и дескрипторах файлов архива (см. п. 1.3.1), относятся к этому массиву.

В поле reserved первого кадра архива содержится следующая информация, определяющая объем архива:

младший байт: 0 – 32 Кбайт FLASH основного архива

1 – 64 Кбайт FLASH основного архива

2 – 96 Кбайт FLASH основного архива

3 – 128 Кбайт FLASH основного архива

старший байт: 0 – нет архива нештатных ситуаций (2 Кбайт)

255 – есть архив нештатных ситуаций (2Кбайт)

1.3.1. Описание содержимого основного архива.

В принятом массиве данных по адресу 128 содержатся дескрипторы архивов, описанные в п. 1.1:

адрес	Данные	размер
128	дескриптор суточного архива	7
135	дескриптор часового архива	7
142	дескриптор минутного архива	7

По адресу начала архива, указанном в дескрипторе архива, располагается массив дескрипторов файлов, имеющих следующий формат:

Для суточного архива:

смещение	данные	размер
0	год - 1972	1
1	месяц в упакованном двоично-десятичном формате (бит 0..3 – единицы, бит 4 – десятки)	1
2	reserved	2
4	адрес файла	3
7	КС (дополнение суммы байт до 0ffh)	1

Для часового архива:

смещение	данные	размер
0	год - 1972	1
1	месяц в упакованном двоично-десятичном формате (бит 0..3 – единицы, бит 4 – десятки)	1
2	день в упакованном двоично-десятичном формате (бит 0..3 – единицы, бит 4..5 – десятки)	1

3	reserved	1
4	адрес файла	3
7	КС (дополнение суммы байт до 0ffh)	1

Для минутного архива:

смещение	данные	размер
0	год - 1972	1
1	месяц в упакованном двоично-десятичном формате (бит 0..3 – единицы, бит 4 – десятки)	1
2	день в упакованном двоично-десятичном формате (бит 0..3 – единицы, бит 4..5 – десятки)	1
3	час в упакованном двоично-десятичном формате (бит 0..3 – единицы, бит 4..5 – десятки)	1
4	адрес файла	3
7	КС (дополнение суммы байт до 0ffh)	1

Количество дескрипторов файлов в массиве равно количеству файлов, указанном в соответствующем дескрипторе архива (см. п. 1.1).

По адресу, указанному в дескрипторе файла, располагается файл, содержащий данные, относящиеся к указанному в дескрипторе файла периоду:

Файл суточного архива содержит массив 31 запись данных. i -я запись ($i=1..31$) соответствует данным на конец i -го дня месяца, описанного в дескрипторе файла.

Файл часового архива содержит массив 24 записей данных. i -я запись ($i=0..23$) соответствует данным на конец i -го часа суток, описанных в дескрипторе файла.

Файл минутного архива содержит массив 60 записей данных. i -я запись ($i=0..59$) соответствует данным на конец i -й минуты часа, описанного в дескрипторе файла.

Формат записи данных:

смещение	данные	размер
0	объем в м3/(10 ^{v_point_m}) (целое)	4
4	reserved	2
6	флаги	1
7	КС (дополнение суммы байт до 0ffh)	1

Байт флагов имеет формат:

бит	описание
0	«1» - если за описываемый период отключалось питание
1..6	reserved
7	«1» - если запись данных (байты 0..3) не заполнена данными (прибор не работал в соответствующий период времени)

Прочие параметры, располагающиеся в массиве данных:

адрес	данные	размер
10 (0ah)	Число v_point_m	1
11 (0bh)	КС v_point_m (дополнение до 0ffh)	1
28 (1ch)	Серийный номер прибора	3

31 (1fh)	КС серийного номера (дополнение суммы байт до 0ffh)	1
64 (40h)	Счетчик изменений дескрипторов минутного архива	1
65 (41h)	КС счетчика по адресу 40h	1
66 (42h)	Счетчик изменений дескрипторов часового и суточного архивов	1
67 (43h)	КС счетчика по адресу 42h	1

1.3.2. Описание содержимого архива нештатных ситуаций.

Если в старшем байте поля reserved первого кадра архива находится число 255, то последние 2048 байт массива данных представляют собой массив данных архива нештатных ситуаций со структурой, отличной от структуры основного архива. Далее (только в п. 1.3.2) адреса относятся к массиву данных архива нештатных ситуаций.

По адресу 64 располагается массив 247 записей архива нештатных ситуаций. Архив содержит информацию о последних 247 нештатных ситуациях; каждая новая НС затирает самую старую.

Формат записи архива НС:

смещение	данные	размер
0	тип НС	1
1	минуты в упакованном двоично-десятичном формате (бит 0..3 – единицы, бит 4..7 – десятки)	1
2	час в упакованном двоично-десятичном формате (бит 0..3 – единицы, бит 4..5 – десятки)	1
3	день в упакованном двоично-десятичном формате (бит 0..3 – единицы, бит 4..5 – десятки)	1
4	месяц в упакованном двоично-десятичном формате (бит 0..3 – единицы, бит 4 – десятки)	1
5	год - 1972	1
6	reserved	1
7	КС (дополнение суммы байт до 0ffh)	1

Типы нештатных ситуаций:

- 0 – выключение питания
- 1 – включение питания
- 4 – корректировка времени (старое время)
- 5 – корректировка времени (новое время)

При корректировке времени (см. п. 2.3) записываются две нештатные ситуации подряд: сначала типа 4 со старым значением даты-времени, а затем типа 5 с новым.

1.4. Ответ на запрос данных с кодом 10bh – чтение текущих показаний

Размер кадра ответа – 37 (n= 32)

Структура поля «данные»

смещение	данные	размер
0	35 – идентификатор прибора	1
1	объем в м3/(10 ^{v_point_m}) (целое)	4
5	время наработки в секундах	4
9	мгновенный расход в м3/час (вещественное)	4

	одинарной точности (pascal - single, c – float))	
13	v_point_m	1
14	температура пара (десятых градуса)	2
16	зарезервировано (0)	3
19	среда (0= вода, 1= пар, 2= вода,самотек)	1
20	серийный номер (3 байта + КС)	4
24	зарезервировано	8

1.5. Ответ на запрос данных с кодом 10ch – чтение архива по ранее заданному (командой записи 00b7h) адресу (firmware с версии 1.13)

Размер кадра ответа – 42 (n= 37)

Структура поля «данные»:

смещение	данные	размер
0	бит 0 – 0 - есть данные; 1 – нет данных (нет flash)	1
1	кадр архива	36

После выполнения этой команды на 30 секунд блокируется запись архивных данных во flash-память. Это предотвращает изменение архива в процессе считывания массива данных. По окончании чтения данных следует снять блокировку командой чтения 10eh (см. ниже). Адрес считывания данных после ответа на эту команду увеличивается на 32 (для firmware с версии 1.16), что позволяет считывать массив данных без многократной выдачи команды установки адреса (00b7h). Внимание! Адрес считывания, установленный командой 00b7h, должен быть кратен 32.

1.6. Ответ на запрос данных с кодом 10dh – чтение версии прошивки (firmware с версии 1.13)

Размер кадра ответа – 7 (n= 2)

Структура поля «данные»:

смещение	данные	размер
0	версия (major version)	1
1	подверсия (minor version)	1

1.7. Ответ на запрос данных с кодом 10eh – снятие блокировки записи архива

Размер кадра ответа – 6 (n= 1)

Структура поля «данные»:

смещение	данные	размер
0	0 – блокировка снята	1

Если при обработке запроса возникли ошибки, кадр ответа имеет вид:

сетевой адрес (0...99)	ошибка при операции чтения	код ошибки	CRC-16
---------------------------	-------------------------------	------------	--------

	(83h)		
1 байт	1 байт	1 байт	2 байт

2. Запрос на запись

Общий формат:

сетевой адрес (0...99)	код операции записи (10h)	код записываемых данных	reserved (0)	кол-во байт данных n	данные	CRC-16
1 байт	1 байт	2 байт	2 байт	1	n	2 байт

Коды записываемых данных:

мл. байт	ст. байт	тип запроса
0b7h	0h	запрос записи адреса считывания кадра архива командой 10ch (firmware V1_13+)
0a5h	5ah	запрос стирания архивов
0b5h	5bh	запрос записи дескрипторов архивов
0b6h	6bh	запрос записи времени

Ответ на запрос:

сетевой адрес (0...99)	код операции записи (10h)	код записанных данных (скопировано из запроса)	reserved (0)	CRC-16
1 байт	1 байт	2 байт	2 байт	2 байт

Если при обработке запроса возникли ошибки, кадр ответа имеет вид:

сетевой адрес (0...99)	ошибка при операции записи (90h)	код ошибки	CRC-16
1 байт	1 байт	1 байт	2 байт

2.1. Запрос стирания архивов

Запрос:

сетевой адрес (0...99)	код операции записи (10h)	код зап. дан. (мл. байт) (0a5h)	код зап. дан. (ст. байт) (05ah)	reserved (0)	кол-во байт данных (1)	данные 46h	CRC-16
1 байт	1 байт	1 байт	1 байт	2 байт	1	1	2 байт

2.2. Запрос записи описателей архивов

Запрос:

сетевой адрес (0...99)	код операции записи	код зап. дан. (мл. байт)	код зап. дан. (ст. байт)	reserved (0)	кол-во байт данных (21)	данные	CRC-16
---------------------------	------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------	-------------------------------	--------	--------

	(10h)	(0b5h)	(05bh)				
1 байт	1 байт	1 байт	1 байт	2 байт	1	21	2 байт

Структура поля «данные»:

смещение	данные	размер
0	дескриптор суточного архива	7
7	дескриптор часового архива	7
14	дескриптор минутного архива	7

2.3. Запрос записи времени

Запрос:

сетевой адрес (0...99)	код операции записи (10h)	код зап. дан. (мл. байт) (0b6h)	код зап. дан. (ст. байт) (06bh)	reserved (0)	кол-во байт данных (8)	данные	CRC-16
1 байт	1 байт	1 байт	1 байт	2 байт	1	8	2 байт

Структура поля «данные»:

смещение	Данные	размер
0	(номер года)-1972	1
1	секунды (упакованный BCD)	1
2	минуты (упакованный BCD)	1
3	часы (упакованный BCD)	1
4	младшие 6 бит: день (упак BCD) старшие 2 бит: младшие 2 бита года	1
5	месяц (упакованный BCD)	1
6	Зарезервировано	2

2.4. Запрос записи адреса считывания кадра архивов (firmware V1_13+)

Запрос:

сетевой адрес (0...99)	код операции записи (10h)	код зап. дан. (мл. байт) (0b7h)	код зап. дан. (ст. байт) (0h)	reserved (0)	кол-во байт данных (4)	данные	CRC-16
1 байт	1 байт	1 байт	1 байт	2 байт	1	4	2 байт

Структура поля «данные»:

смещение	Данные	размер
0	Младший байт адреса	1
1	Средний байт адреса	1
2	Старший байт адреса	1
3	Тип архива (0= основной архив; 255= архив нештатных ситуаций)	1

Внимание! Адрес должен быть кратен 32 !!!

3. Modbus-совместимый запрос «чтение группы регистров» (firmware с версии 1.15)

Данная команда, в отличие от запросов чтения (см. раздел 1), соответствует спецификации Modbus для команды «Read holding registers», что позволяет использовать ее стандартным программным обеспечением (для тестирования использовалась программа InTouch V7.1).

Поскольку номер функции (3) совпадает с номером функции «запроса на чтение», используются только номера регистров, которые не перекрываются с «кодами данных» запросов чтения.

Формат запроса:

сетевой адрес (0...99)	Номер функции (3h)	Номер первого регистра		Число регистров для чтения		CRC-16
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	
1 байт	1 байт	1 байт	1 байт	1 байт	1 байт	2 байт

Формат ответа на запрос:

сетевой адрес (0...99)	Номер функции (3h)	кол-во байт данных	Первый регистр		...	Последний регистр		CRC-16
			Старший байт	Младший байт	...	Старший байт	Младший байт	
1 байт	1 байт	1 байт	1 байт	1 байт	...	1 байт	1 байт	2 байт

Описание регистров (все регистры 16-разрядные согласно протоколу)

Номер регистра	тип данных		Данные
0x200	целое б/зн	старшее слово	Мгновенный расход q, литров/час
0x201	целое б/зн	младшее слово	
0x202	целое б/зн	старшее слово	Текущее двухчасовое накопление, м3/(10 ^{v_point_m})
0x203	целое б/зн	младшее слово	
0x204	целое б/зн	старшее слово	Предыдущее двухчасовое накопление, м3/(10 ^{v_point_m})
0x205	целое б/зн	младшее слово	
0x206	целое б/зн	старшее слово	Текущее суточное накопление, м3/(10 ^{v_point_m})
0x207	целое б/зн	младшее слово	
0x208	целое б/зн	старшее слово	Предыдущее суточное накопление,

0x209	целое б/зн	младшее слово	$m3/(10^{v_point_m})$
0x20a	целое б/зн	старшее слово	Общее накопление, $m3/(10^{v_point_m})$
0x20b	целое б/зн	младшее слово	
0x20c	целое б/зн		v_point_m

Коды ошибок:

- 1 – неизвестный код запроса (функции)
- 2 – неизвестный код данных
- 3 – ошибка в поле данных запроса
- 6 – прибор занят и не может ответить на запрос

Внимание! В отличие от стандарта MODBUS, нет режима широковещательных запросов (с нулевым полем адреса). Адрес “0” ничем не выделяется среди прочих адресов.