

Утверждён

RU.31920409.00010-01 91-ЛУ

УСТРОЙСТВО ЧАСТОТНОЙ РАЗГРУЗКИ "ПАРМА УАЧР 12"

Описание протоколов обмена

RU.31920409.00010-01 91



ООО "ПАРМА", Санкт-Петербург

Содержание

1 Реализация протокола информационного обмена MODBUS.....	5
1.1 Уровень связи.....	5
1.2 Функции.....	5
1.3 Сообщения об ошибках.....	6
1.4 Нормализация данных.....	6
1.5 Регистры конфигурации.....	7
1.6 Регистры, доступные только для чтения.....	13
1.7 Поясняющие примеры.....	15
2 Параметры протокола МЭК 60870-5-101, поддерживаемые УАЧР	17
2.1 Основные положения	17
2.2 Система или устройство	17
2.3 Конфигурация сети.....	17
2.4 Физический уровень	17
2.5 Канальный уровень	17
2.6 Прикладной уровень.....	18
2.7 Основные прикладные функции	22

Версия: 2

Настоящий документ содержит описания протоколов обмена, поддерживаемых устройством частотной разгрузки "ПАРМА УАЧР 12" PA1.017.000 (далее – УАЧР): реализацию протокола информационного обмена MODBUS и набор опций и параметров протокола МЭК 60870-5-101.

1 Реализация протокола информационного обмена MODBUS

1.1 Уровень связи

1.1.1 В рамках протокола УАЧР выполняет роль подчинённого (slave) устройства, то есть может только отвечать на запросы от управляющего устройства (master).

1.1.2 Поддерживаются как режим MODBUS RTU, так и режим MODBUS ASCII. В режиме MODBUS RTU допустим один из следующих форматов передачи байта:

- 8E1 – восемь бит данных, бит чётности (Even), один стоп-бит;
- 8O1 – восемь бит данных, бит нечётности (Odd), один стоп-бит;
- 8N2 – восемь бит данных, без бита чётности (None), два стоп-бита;

В режиме MODBUS ASCII допустим один из следующих форматов передачи байта:

- 7E1 – семь бит данных, бит чётности (Even), один стоп-бит;
- 7O1 – семь бит данных, бит нечётности (Odd), один стоп-бит;
- 7N2 – семь бит данных, без бита чётности (None), два стоп-бита.

1.1.3 Скорость приёма/передачи данных выбирается из ряда: 9600, 19200, 38400, 57600 бод.

1.1.4 При конфигурации УАЧР может быть присвоен произвольный адрес MODBUS из диапазона от 1 до 247. Допустимо использование широковещательного адреса (=0), например, для синхронизации часов. Широковещательные запросы выполняются без ответного сообщения.

1.1.5 Конфигурация УАЧР по умолчанию:

- режим – MODBUS RTU;
- скорость приёма/передачи данных – 38400;
- формат байта – 8E1;
- адрес канального уровня – 1 (один).

1.2 Функции

1.2.1 Поддерживаемые функции протокола MODBUS приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Функции протокола MODBUS

Код	Назначение
03 (0x03)	чтение регистров конфигурации (read holding registers)
04 (0x04)	чтение регистров, доступных только для чтения (read input registers)
06 (0x06)	запись в регистр конфигурации (write single register)
08 (0x08)	диагностика, только подфункция 0 (эхо) (diagnostics)
16 (0x10)	запись в регистры конфигурации (write multiple registers)

1.2.2 Регистры конфигурации и регистры "только для чтения" имеют отдельные адресные пространства.

1.3 Сообщения об ошибках

1.3.1 Значения кодов сообщений об ошибках приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения кодов сообщений

Код	Значение	Описание причины возникновения
01	Недопустимая функция	Запрашиваемая функция не поддерживается УАЧР.
02	Недопустимый адрес данных	Запрос выходит за регламентированное адресное пространство регистров.
03	Недопустимое значение данных	Запрошенное количество регистров больше допустимого максимума; в запросе пропущены некоторые поля или их значения некорректны или их длина не соответствует протоколу.
04	Ошибка выполнения запроса	Доступ к регистру заблокирован паролем; доступ к регистру возможен только после вывода УАЧР из работы (программной остановки); доступ к регистру заблокирован сигналом на дискретном входе; доступ к регистру заблокирован по причине пуска/срабатывания функции.

1.4 Нормализация данных

1.4.1 Передаваемые параметры приводятся к нормализованному виду: 16-битным целочисленным значениям согласно таблицам 3 и 4.

Таблица 3 – Двоичные коды, используемые для представления значений со знаком

	Значение величины со знаком									
	-32768	-32767	...	-1	0	1	...	32766	32767	NaN ¹
Код1	–	0x0000	...	0x7FFE	0x7FFF	0x8000	...	0xFFFD	0xFFFE	0xFFFF
Код2	–	0x8001	...	0xFFFF	0x0000	0x0001	...	0x7FFE	0x7FFF	0x8000

Таблица 4 – Двоичные коды, используемые для представления значений без знака

	Значение величины без знака									
	0	1	...	32767	32768	32769	...	65534	65535	NaN ¹
Код3	0x0000	0x0001	...	0x7FFF	0x8000	0x8001	...	0xFFFE	–	0xFFFF

Для представления информации в регистрах конфигурации используются кодировки "Код1" и "Код3" (функции протокола MODBUS: 0x03, 0x06, 0x10). Для представления информации в регистрах, доступных только для чтения, используются кодировки "Код2" и "Код3" (функции протокола MODBUS: 0x04).

¹ NaN (Not a Number) – обозначение недействительного значения.

1.5 Регистры конфигурации

1.5.1 Регистры и адреса регистров конфигурации приведены таблице 5.

Таблица 5 – Регистры и адреса регистров конфигурации

Адрес	Имя	Описание
0x001C	Time _{LOW}	младшие 16-бит регистра времени
0x001D	Time _{HIGH}	старшие 16-бит регистра времени
0x001E	Time _{msec}	миллисекунды
—	—	—
0x0102	Pass _{LOW}	младшие 16-бит регистра ввода пароля
0x0103	Pass _{HIGH}	старшие 16-бит регистра ввода пароля
0x0104	cmd_PrmRW	регистр команды чтения/записи программы уставок
0x0105	ActivePrmIndex	номер активной программы уставок
0x0106	FuncEnable	регистр программной остановки/запуска функций
—	—	—
0x0120	prm_Index	номер пр. уставок, в регистрах prm_...
0x0121	prm_F ₁	"F<" – частота срабатывания АЧР-1
0x0122	prm_dF ₁	"Блокир. по dF/dt>" – блок. срабатывания АЧР-1
0x0123	prm_T ₁	"Тачр-1" – задержка срабатывания АЧР-1
0x0124	prm_F _{2S}	"Fпуска<" – частота пуска АЧР-2
0x0125	prm_F _{2R}	"Fвозвр.>" – частота возврата АЧР-2
0x0126	prm_U ₂	"Uачр-н<" – напряжение пуска АЧР-2
0x0127	prm_T ₂	"Тачр-2" – задержка срабатывания АЧР-2
0x0128	prm_T _{2a}	"Тачр-н" – задержка срабатывания АЧР-Н
0x0129	prm_F ₃	"F<" – частота разрешения АЧР-С
0x012A	prm_dF ₃	"dF/dt>" – скорость снижения частоты
0x012B	prm_T ₃	"Тачр-с" – задержка срабатывания АЧР-С
0x012C	prm_U _{4S}	"U<" – напряжение пуска АОСН
0x012D	prm_dU ₄	"dU/dt>" – скорость падения напряжения
0x012E	prm_zero	резерв – рекомендуется записывать ноль
0x012E	prm_T ₄	"Таосн" – задержка срабатывания АОСН
0x0130	prm_F ₅	"F>" – частота возврата алгоритма ЧАПВ
0x0131	prm_U ₅	"Uчапв>" – напряжение возврата алгоритма ЧАПВ
0x0132	prm_T ₅	"Тчапв" – задержка срабатывания ЧАПВ
0x0133	prm_reserve	= 0xFFFF
...		
0x013D		
0x013E	prm_Sx	S ₁ ...S ₉ ,S ₁₅ ,S ₁₆ – программные ключи
0x013F	PrmCfgStatus	регистр статуса
Примечание: утолщённым шрифтом выделены адреса регистров, запись в которые защищена паролем.		

1.5.2 Формат регистров времени Time представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Регистр времени Time

Имя	Разрядность, бит	Формат	Вес младшего бита
Time _{LOW}	16	целое без знака	1 с
Time _{HIGH}	16	целое без знака	2 ¹⁶ с
Time _{msec}	16	целое без знака	0,001 с

Регистр времени Time является составным. Доступ к нему осуществляется посредством двух отдельных регистров Time_{LOW} и Time_{HIGH}. Время в УАЧР представлено как 32-битное целое (регистр Time) число секунд прошедшее с момента "00:00:00 01.01.2000".

Запись в составной регистр времени Time буферизуется. При записи в регистр Time_{LOW} записываемое значение сохраняется в промежуточном буфере. При записи в регистр Time_{HIGH} встроенные часы обновляются согласно записанному в регистр Time количеству секунд.

Чтение составного регистра Time не буферизуется. Поэтому чтение регистров Time_{LOW} и Time_{HIGH} необходимо осуществлять в рамках одного запроса. Если значения этих регистров прочитаны при помощи двух отдельных последовательных запросов, то полученное составное значение регистра времени Time может быть некорректно.

Регистр Time_{msec} хранит количество миллисекунд. Запись в регистр Time_{msec} игнорируется.

1.5.3 Pass – регистр ввода пароля. По умолчанию в УАЧР прописан пароль, совпадающий с его серийным номером. Пароль состоит из восьми цифр, разбитых на две части: по четыре цифры в каждой. Части рассматривается отдельно. Например, заводской пароль УАЧР с заводским номером №00112345 будет состоять из двух частей 0011 = 0x000B_{HIGH} и 2345 = 0x0929_{LOW}. После ввода пароля (записи корректного значения в регистр Pass) УАЧР позволяет выполнить только одну защищённую операцию записи. Таким образом, необходимо выполнять запись в регистр Pass перед каждой операцией записи в любой из защищённых паролем регистров: cmd_PrmRW, ActivePrmIndex, FuncEnable;

1.5.4 cmd_PrmRW – регистр подачи команды на чтение/запись программы уставок. При чтении регистра всегда возвращается значение 0xFFFF.

Запись в регистр ключа 0x720i (где i=0...8) инициирует операцию чтения соответствующей программы уставок из энергонезависимой памяти в буферную (буферная память доступна для чтения/записи посредством регистров prm_...).

Запись в регистр ключа 0x770i (где i=0...8) инициирует операцию записи соответствующей программы уставок из буферной памяти в энергонезависимую. Операция записи доступна только после вывода УАЧР из работы (см. регистр FuncEnable), а также требует предварительного ввода пароля (см. регистр Pass).

1.5.5 ActivePrmIndex – регистр номера активной программы уставок:

- 1...8 – программа уставок из энергонезависимой памяти;
- 0 – тестовая программа уставок (временная, без занесения в энергонезависимую память).

Запись в регистр является командой на смену активной программы уставок. Запись доступна только после вывода УАЧР из работы (см. регистр FuncEnable), а также требует предварительного ввода пароля (см. регистр Pass).

1.5.6 FuncEnable – регистр программной остановки/запуска функций. Настройка УАЧР осуществляется по схеме "остановка-настройка-запуск". При чтении регистра возвращается одно из двух возможных значений:

- 0, если УАЧР выведен из работы (программная остановка функций);
- 1, если УАЧР введен в работу (программный запуск функций).

При записи в регистр ключа 0x4944 происходит остановка функций. Остановка возможна только при условии возврата всех функций. При записи в регистр ключа 0x4E45 происходит запуск функций. Запись в регистр требует предварительного ввода пароля (см. регистр Pass).

1.5.7 prgm_Index – регистр номера программы уставок, находящейся в буферной памяти. Регистр хранит номер уставки, прочитанной в буферную память, или записанной в неё (в зависимости от того, какая операция была последней). Запись в регистр игнорируется.

1.5.8 prgm_F₁ – регистр частоты срабатывания АЧР-1. Пороговая частота выражена в сотых долях герца и представлена как значение без знака. Допустимые значения: от 4500 до 5100, что соответствует диапазону от 45,00 до 51,00 Гц.

1.5.9 prgm_dF₁ – регистр блокировки срабатывания АЧР-1. Пороговая скорость снижения частоты выражена в десятых долях герца за секунду и представлена как значение со знаком. Допустимые значения: от минус 200 до минус 1, что соответствует диапазону от минус 0,1 до минус 20,0 Гц/с.

1.5.10 prgm_T₁ – регистр задержки срабатывания АЧР-1. Время задержки срабатывания выражено в сотых долях секунды и представлено как значение без знака. Допустимые значения: от 8 до 50, что соответствует диапазону от 0,08 до 0,50 с.

1.5.11 prgm_F_{2S} – регистр частоты пуска АЧР-2. Пороговая частота выражена в сотых долях герца и представлена как значение без знака. Допустимые значения: от 4500 до 5100, что соответствует диапазону от 45,00 до 51,00 Гц.

1.5.12 prgm_F_{2R} – регистр частоты возврата АЧР-2. Пороговая частота выражена в сотых долях герца и представлена как значение без знака. Допустимые значения: от 4500 до 5100, что соответствует диапазону от 45,00 до 51,00 Гц.

1.5.13 prgm_U₂ – регистр напряжение пуска АЧР-2. Пороговое напряжение выражено в целых вольтах и представлено как значение без знака. Допустимые значения для 100 В модификации: от 50 до 110, что соответствует диапазону от 50 до 110 В. Допустимые значения для 380 В модификации: от 190 до 418, что соответствует диапазону от 190 до 418 В.

1.5.14 prgm_T₂ – регистр задержки срабатывания АЧР-2. Время задержки срабатывания выражено в сотых долях секунды и представлено как значение без знака. Допустимые значения: от 8 до 9999, что соответствует диапазону от 0,08 до 99,99 с.

1.5.15 prgm_T_{2a} – регистр задержки срабатывания АЧР-Н. Время задержки срабатывания выражено в сотых долях секунды и представлено как значение без знака. Допустимые значения: от 8 до 9999, что соответствует диапазону от 0,08 до 99,99 с.

1.5.16 prm_F₃ – регистр частоты разрешения АЧР-С. Пороговая частота выражена в сотых долях герца и представлена как значение без знака. Допустимые значения: от 4500 до 5100, что соответствует диапазону от 45,00 до 51,00 Гц.

1.5.17 prm_dF₃ – регистр скорости снижения частоты АЧР-С. Пороговая скорость снижения частоты выражена в десятых долях герца за секунду и представлена как значение со знаком. Допустимые значения: от минус 1 до минус 200, что соответствует диапазону от минус 0,1 до минус 20,0 Гц/с.

1.5.18 prm_T₃ – регистр задержки срабатывания АЧР-С. Время задержки срабатывания выражено в сотых долях секунды и представлено как значение без знака. Допустимые значения: от 8 до 100, что соответствует диапазону от 0,08 до 1,00 с.

1.5.19 prm_U_{4s} – регистр напряжения пуска АОСН. Пороговое напряжение выражено в целых вольтах и представлено как значение без знака. Допустимые значения для 100 В модификации: от 50 до 100, что соответствует диапазону от 50 до 100 В. Допустимые значения для 380 В модификации: от 190 до 380, что соответствует диапазону от 190 до 380 В.

1.5.20 prm_dU₄ – регистр скорости падения напряжения. Пороговая скорость снижения напряжения выражена в целых вольтах за секунду и представлена как значение со знаком. Допустимые значения: от минус 2 до минус 30, что соответствует диапазону от минус 2 до минус 30 В/с.

1.5.21 prm_zero – регистр соответствует зафиксированному параметру (константе). Пороговое напряжение выражено в целых вольтах и представлено как значение без знака. Регистр может принимать единственное значение: 90 (для модификации с U_н=100 В) и 342 (для модификации с U_н=380 В), что соответствует 90 % номинального напряжения. Любое значение, записанное в этот регистр, автоматически подменяется соответствующей константой. В этот регистр рекомендуется записывать содержащуюся в нём константу или ноль.

1.5.22 prm_T₄ – регистр задержки срабатывания АОСН. Время задержки срабатывания выражено в сотых долях секунды и представлено как значение без знака. Допустимые значения: от 8 до 9999, что соответствует диапазону от 0,08 до 99,99 с.

1.5.23 prm_F₅ – регистр частоты возврата алгоритма ЧАПВ. Пороговая частота выражена в сотых долях герца и представлена как значение без знака. Допустимые значения: от 4900 до 5100, что соответствует диапазону от 49,00 до 51,00 Гц.

1.5.24 prm_U₅ – регистр напряжения возврата алгоритма ЧАПВ. Пороговое напряжение выражено в целых вольтах и представлено как значение без знака. Допустимые значения для 100 В модификации: от 70 до 100, что соответствует диапазону от 70 до 100 В. Допустимые значения для 380 В модификации: от 266 до 380, что соответствует диапазону от 266 до 380 В.

1.5.25 prm_T₅ – регистр задержки срабатывания ЧАПВ. Время задержки срабатывания выражено в сотых долях секунды и представлено как значение без знака. Допустимые значения: от 8 до 12000, что соответствует диапазону от 0,08 до 120,00 с.

1.5.26 `rgm_Sx` – регистр программных ключей рассматривается как набор битов:

✓ бит: 0,	маска: 0x0001,	S_1 – "Ввод АЧР-1"
✓ бит: 1,	маска: 0x0002,	S_2 – "Ввод АЧР-2"
✓ бит: 2,	маска: 0x0004,	S_3 – "Ввод АЧР-С"
✓ бит: 3,	маска: 0x0008,	S_4 – "Ввод АОСН"
✓ бит: 4,	маска: 0x0010,	S_5 – "Ввод ЧАПВ"
✓ бит: 5,	маска: 0x0020,	S_6 – "Уск. по U"
✓ бит: 6,	маска: 0x0040,	S_7 – "Блокир. по dF/dt "
✓ бит: 7,	маска: 0x0080,	S_8 – "Контроль dU/dt "
✓ бит: 8,	маска: 0x0100,	S_9 – "Контроль U"
✓ биты: 9-13,	маска: 0x3E00,	ноль (резерв)
✓ бит: 14,	маска: 0x4000,	S_{15} – "Разреш. ☐ /Блокир. <input]"<="" checked="" td="" type="checkbox"/>
✓ бит: 15,	маска: 0x8000,	S_{16} – "Запрет ☐ /Разреш. <input]"<="" checked="" td="" type="checkbox"/>

1.5.27 `PrmCfgStatus` – регистр статуса. Запись в регистр игнорируется. Содержит биты состояния автомата чтения/записи буферной памяти (группы регистров с префиксом `rgm_...`) из/в энергонезависимую память:

- бит 0: статус операции чтения/записи программы уставок (регистров `rgm_...`);
- бит 1: резерв;
- бит 2: признак обращения к энергонезависимой памяти (одиночная операция);
- бит 3: резерв;
- бит 4: признак обращения к энергонезависимой памяти (пакетная операция);
- биты 5 – 15: резерв.

Признаком завершения операции обращения к энергонезависимой памяти служит сброс в ноль битов 2 и 4. Перед началом новой операции необходимо убедиться, что все предыдущие операции завершены – биты 2 и 4 сброшены в ноль. Признаком успешности операции записи/чтения служит установка в единицу бита 0. Сразу после операции чтения и непосредственно перед операцией записи данные подвергаются проверке на корректность. Если данные не прошли проверку на корректность, то бит статуса (бит 0) сбрасывается.

1.5.28 Значение 0xFFFF соответствует NaN (недействительное значение). При записи в регистры значения NaN содержимое буферной памяти не изменяется (запись в регистр игнорируется). Это свойство может быть использовано при записи нескольких регистров одной командой для указания тех регистров, значения которых не должны быть изменены.

1.5.29 Алгоритм чтения программы уставок:

- 1) ожидание готовности к новой операции – сброса в ноль битов 2 и 4 регистра `PrmCfgStatus`;
- 2) инициирование операции чтения уставки из энергонезависимой памяти в буферную (см. регистр `cmd_PrmRW`);
- 3) ожидание завершения операции – сброса в ноль битов 2 и 4 регистра `PrmCfgStatus`;

4) проверка успешности выполнения операции и корректности данных – бита 0 регистра PrmCfgStatus;

5) чтение данных из группы регистров с префиксом prm_....

1.5.30 Алгоритм записи программы уставок:

1) ожидание готовности к новой операции – сброс в ноль битов 2 и 4 регистра PrmCfgStatus;

2) запись данных в группу регистров с префиксом prm_....;

3) инициирование операции записи уставки из буферной памяти в энергонезависимую (см. регистр cmd_PrmRW);

4) ожидание завершения операции – сброса в ноль битов 2 и 4 регистра PrmCfgStatus;

5) проверка успешности выполнения операции и корректности данных – бита 0 регистра PrmCfgStatus.

1.6 Регистры, доступные только для чтения

1.6.1 Регистры и адреса регистров, доступных только для чтения, приведены в таблице 7. Регистры содержат результаты измерений и индивидуальные характеристики УАЧР.

Таблица 7 – Регистры, доступные только для чтения

Адрес	Имя	Описание
0x0000	Volt	Напряжение в вольтах (грубо), без знака
0x0001	dVolt	Изменение напряжения в вольтах за секунду (грубо), со знаком
0x0002	Freq	Частота в сотых долях герца, без знака
0x0003	dFreq	Изменение частоты в десятых долях герца за секунду, со знаком
0x0004	func_Start	Состояние функций (признак пуска)
0x0005	func_Exec	Состояние функций (признак срабатывания)
0x0006	Inputs	Состояние дискретных входов
0x0007	Outputs	Состояние выходных реле
0x0008	adc_Volt	Напряжение в условных единицах, без знака
0x0009	adc_dVolt	Изменение напряжения за секунду, со знаком
0x000A	adc_Ku1	Коэффициент приведения условных единиц к вольтам, множитель (без знака)
0x000B	adc_Ku2	Коэффициент приведения условных единиц к вольтам, делитель (без знака)
0x000C	резерв	0xFFFF
0x000D	Nominal	Номинальное напряжение в вольтах
0x000E	Blocks	Состояние блокировок
-	-	-
0x0300	SerialNum	Серийный номер прибора
0x0301		
0x0302	HardID	Идентификатор аппаратной части
0x0303		
0x0304	SoftID	Версия ФПО
0x0305		

1.6.2 Регистр func_Start содержит следующие биты:

- 0 – признак пуска Тачр-1;
- 1 – признак пуска Тачр-2;
- 2 – признак пуска АЧР-С;
- 3 – признак пуска Таосн;
- 4 – признак пуска Тчапв;
- 5 – признак пуска Тачр-н.

1.6.3 Регистр func_Exec содержит следующие биты:

- 0 – признак срабатывания АЧР-1;
- 1 – признак срабатывания АЧР-2;
- 2 – признак срабатывания АЧР-С;
- 3 – признак срабатывания АОСН;
- 4 – признак срабатывания ЧАПВ.

1.6.4 Inputs – состояние дискретных входов. Включает следующие биты:

- 0 – разрешающий сигнал на входе "РАЗРЕШЕНИЕ";
- 1 – разрешающий сигнал на входе "ЗАПРЕТ ЧАПВ".

1.6.5 Outputs – состояние выходных реле. Включает следующие биты:

- 0 – разрешающий сигнал на выходе "ЗАПРЕТ ВКЛ.";
- 1 – разрешающий сигнал на выходе "ОТКАЗ УСТР-ВА";
- 2 – активный сигнал на выходе "ОТКЛ. НАГР.";
- 3 – активный сигнал на выходе "ВКЛ. НАГР.".

1.6.6 Blocks – состояние блокировок УАЧР для активной программы утавок. Позволяет проконтролировать текущее состояние алгоритма работы УАЧР. Включает следующие биты:

- 0 – ключ S_1 ;
- 1 – ключ S_2 ;
- 2 – ключ S_3 ;
- 3 – ключ S_4 ;
- 4 – ключ S_5 ;
- 5 – сигнал на входе "РАЗРЕШЕНИЕ" с учётом ключа S_{15} ;
- 6 – сигнал на входе "ЗАПРЕТ ЧАПВ" с учётом ключа S_{16} ;
- 7 – соответствие уровня напряжения и частоты рабочему диапазону;
- 8 – режим программной остановки/работы (см. регистр FuncEnable);
- 9 – блокирование работы ЧАПВ при "ОТКЛ. НАГР." по команде;
- 10 – возврат всех функций;
- 11 – блокировка №1 на внешнее управление реле "ВКЛ. НАГР.";
- 12 – блокировка №2 на внешнее управление реле "ВКЛ. НАГР.";
- 13 – блокировка работы ЧАПВ (пока не сработает одна из функций разгрузки);
- 14 – блокировка функций разгрузки (пока не сработает ЧАПВ);
- 15 – всегда ноль.

1.7 Поясняющие примеры

1.7.1 Опрос состояния

Рассмотрим пример опроса состояния УАЧР (MODBUS RTU):

запрос 1: 01 08 0000 801A

ответ 1: 01 08 0000 801A

запрос 2: 01 04 0000 000E 71CE

ответ 2: 01 04 1C 00B4 0000 1388 0000 0000 0000 0003 0003 01CB 0000 000B 001C FFFF 017C 74CA

Запрос 1: проверка связи при помощи диагностической функции 08.

Запрос 2: чтение регистров 0x0000 – 0x000D (таблица 8).

Таблица 8 – Значение регистров при опросе состояния.

Адрес	Имя	Формат	Код	Значение	Результат
0x0000	Volt	без знака	0x00B4	180	180,0
0x0001	dVolt	со знаком	0x0000	0	0,0
0x0002	Freq	без знака	0x1388	5000	50,00
0x0003	dFreq	со знаком	0x0000	0	0,0
0x0004	func_st	без знака	0x0000	0	прим.1
0x0005	func_ex	без знака	0x0000	0	прим.2
0x0006	inputs	без знака	0x0003	3	прим.3
0x0007	outputs	без знака	0x0003	3	прим.4
0x0008	adc_V	без знака	0x01CB	459	180,3
0x0009	adc_dV	со знаком	0x0000	0	0,0
0x000A	adc_Ku1	без знака	0x000B	11	-
0x000B	adc_Ku2	без знака	0x001C	28	-
0x000C	-	-	0xFFFF	-	-
0x000D	Nominal	без знака	0x017C	380	380,0

Примечания:

1 Нулевое значение регистра func_Start означает, что пуска функций нет.

2 Нулевое значение регистра func_Exес означает, что срабатываний функций нет.

3 На обоих дискретных входах присутствует разрешающий сигнал: логический ноль на входе "ЗАПРЕТ ЧАПВ" и логическая единица на входе "РАЗРЕШЕНИЕ".

4 Реле:

- 1 == (outputs & 0x0001) – реле "ЗАПРЕТ ВКЛ." замкнуто;
- 1 == (outputs & 0x0002) – реле "ОТКАЗ УСТР-ВА" разомкнуто;
- 0 == (outputs & 0x0004) – реле "ОТКЛ. НАГР." разомкнуто;
- 0 == (outputs & 0x0008) – реле "ВКЛ. НАГР." разомкнуто.

Другой возможный вариант ответа (таблица 9).

Таблица 9 – Значение регистров при опросе состояния.

Адрес	Имя	Формат	Код	Значение	Результат
0x0000	Volt	без знака	0x0108	264	264,0
0x0001	dVolt	со знаком	0x0000	0	0,0
0x0002	Freq	без знака	0x1388	5000	50,00
0x0003	dFreq	со знаком	0x0000	0	0,0
0x0004	func_st	без знака	0x0808	2056	прим.1
0x0005	func_ex	без знака	0x0008	8	прим.2
0x0006	inputs	без знака	0x0003	3	прим.3
0x0007	outputs	без знака	0x0007	7	прим.4
0x0008	adc_V	без знака	0x02A1	673	264,4
0x0009	adc_dV	со знаком	0x0000	0	0,0
0x000A	adc_Ku1	без знака	0x000B	11	-
0x000B	adc_Ku2	без знака	0x001C	28	-
0x000C	-	-	0xFFFF	-	-
0x000D	Nominal	без знака	0x017C	380	380,0

Примечания:

1 Значение регистра func_Start означает:

- бит 0 – признак пуска Т_{АЧР-1} = false;
- бит 1 – признак пуска Т_{АЧР-2} = false;
- бит 2 – признак пуска Т_{АЧР-С} = false;
- бит 3 – признак пуска Т_{АОСН} = true;
- бит 4 – признак пуска Т_{ЧАПВ} = false;
- бит 5 – признак пуска Т_{АЧР-Н} = false.

2 Значение регистра func_Exes означает:

- бит 0 – срабатывание АЧР-1 = false;
- бит 1 – срабатывание АЧР-2 = false;
- бит 2 – срабатывание АЧР-С = false;
- бит 3 – срабатывание АОСН = true;
- бит 4 – срабатывание ЧАПВ = false.

3 На обоих дискретных входах присутствует разрешающий сигнал: логический ноль – на входе "запрет ЧАПВ" и логическая единица на входе "РАЗРЕШЕНИЕ".

4 Реле:

- 1 == (outputs & 0x0001) – реле "ЗАПРЕТ ВКЛ." замкнуто;
- 1 == (outputs & 0x0002) – реле "ОТКАЗ УСТР-ВА" разомкнуто;
- 1 == (outputs & 0x0004) – реле "ОТКЛ. НАГР." замкнуто;
- 0 == (outputs & 0x0008) – реле "ВКЛ. НАГР." разомкнуто.

2 Параметры протокола МЭК 60870-5-101, поддерживаемые УАЧР

2.1 Основные положения

2.1.1 Данный протокол в УАЧР реализован в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006.

2.2 Система или устройство

2.2.1 Определение системы или устройства

- ☐ – Определение системы
- ☐ – Определение контролирующей станции (первичный Master)
- ☒ – Определение контролируемой станции (вторичный Slave)

2.3 Конфигурация сети

2.3.1 Используемые структуры

- ☒ – Точка-точка
- ☒ – Радиальная точка-точка
- ☒ – Магистральная
- ☒ – Многоточечная радиальная

2.4 Физический уровень

2.4.1 Скорости передачи данных

- ☐ – 2400 бит/с
- ☐ – 4800 бит/с
- ☒ – 9600 бит/с
- ☒ – 19200 бит/с
- ☒ – 38400 бит/с
- ☐ – 56000 бит/с
- ☒ – 57600 бит/с
- ☐ – 64000 бит/с
- ☐ – 76800 бит/с
- ☐ – 115200 бит/с
- ☐ – 230400 бит/с

2.5 Канальный уровень

2.5.1 Передача по каналу

- ☐ – Балансная передача
- ☒ – Небалансная передача

2.5.2 Адресное поле канального уровня

- ☒ – Отсутствует
- ☒ – Один байт
- ☒ – Два байта
- ☒ – Структурированное
- ☒ – Неструктурированное

2.5.3 Длина кадра

261 – Максимальная длина L (в направлении управления)

261 – Максимальная длина L (в направлении контроля)

Время, в течение которого разрешаются повторения (T_{tr}) не ограничивается.

☒ – Стандартное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется согласно таблице 10.

Таблица 10 – Стандартное назначение ASDU к сообщениям класса 2

Идентификатор типа	Причина передачи
1, 3, 7	<5>,<20>...<36>
11	<1>,<5>,<20>...<36>
30, 31, 35	<3>,<11>
45	<6>,<7>,<10>
49, 51, 103, 104	<6>,<7>
100	<6>,<7>,<8>,<9>,<10>
102	<5>

☒ – Специальное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется согласно таблице 11.

Таблица 11 – Специальное назначение ASDU к сообщениям класса 2

Идентификатор типа	Причина передачи
45, 59, 51, 100, 102, 103, 104	<45>,<46>,<47>

2.6 Прикладной уровень

2.6.1 Режим передачи прикладных данных

В ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 используется только режим 1 (младший байт передаётся первым).

2.6.2 Общий адрес ASDU

☒ – Один байт☒ – Два байта

2.6.3 Адрес объекта информации

☒ – Один байт☒ – Два байта☒ – Три байта☒ – Структурированный☒ – Неструктурированный

2.6.4 Причина передачи

☒ – Один байт☒ – Два байта (адрес источника не используется и устанавливается в 0)

2.6.5 Выбор стандартных ASDU. Информация о процессе в направлении контроля

☒ <1> := одноэлементная информация M_SP_NA_1☐ <2> := одноэлементная информация с меткой времени M_SP_TA_1

☒ <3> :=	двухэлементная информация	M_DP_NA_1
☐ <4> :=	двухэлементная информация с меткой времени	M_DP_TA_1
☐ <5> :=	информация о положении отпаяк	M_ST_NA_1
☐ <6> :=	информация о положении отпаяк с меткой времени	M_ST_TA_1
☒ <7> :=	строка из 32 бит	M_BO_NA_1
☐ <8> :=	строка из 32 бит с меткой времени	M_BO_TA_1
☐ <9> :=	значение измеряемой величины, нормализованное	M_ME_NA_1
☐ <10> :=	значение измеряемой величины, нормализованное с меткой времени	M_ME_TA_1
☒ <11> :=	значение измеряемой величины, масштабированное	M_ME_NB_1
☐ <12> :=	значение измеряемой величины, масштабированное с меткой времени	M_ME_TB_1
☐ <13> :=	значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой	M_ME_NC_1
☐ <14> :=	значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени	M_ME_TC_1
☐ <15> :=	интегральная сумма	M_IT_NA_1
☐ <16> :=	интегральная сумма с меткой времени	M_IT_TA_1
☐ <17> :=	информация о работе релейной защиты с меткой времени	M_EP_TA_1
☐ <18> :=	упакованная информация о срабатывании пусковых органов защиты с меткой времени	M_EP_TB_1
☐ <19> :=	упакованная информация о срабатывании выходных цепей защиты с меткой времени	M_EP_TC_1
☐ <20> :=	упакованная одноэлементная информация с указателем изменения состояния	M_PS_NA_1
☐ <21> :=	значение измеряемой величины, нормализованное без описателя качества	M_ME_ND_1
☒ <30> :=	одноэлементная информация с меткой времени CP56Время2a	M_SP_TB_1
☒ <31> :=	двухэлементная информация с меткой времени CP56Время2a	M_DP_TB_1
☐ <32> :=	информация о положении отпаяк с меткой времени CP56Время2a	M_ST_TB_1
☐ <33> :=	строка из 32 бит с меткой времени CP56Время2a	M_BO_TB_1
☐ <34> :=	значение измеряемой величины, нормализованное с меткой времени CP56Время2a	M_ME_TD_1
☒ <35> :=	значение измеряемой величины, масштабированное с меткой времени CP56Время2a	M_ME_TE_1
☐ <36> :=	значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени CP56Время2a	M_ME_TF_1
☐ <37> :=	интегральная сумма с меткой времени CP56Время2a	M_IT_TB_1
☐ <38> :=	информация о работе релейной защиты с меткой времени CP56Время2a	M_EP_TD_1

- | | | |
|----------------------------------|--|-----------|
| ☐ <39> := | упакованная информация о срабатывании пусковых органов защиты с меткой времени CP56Время2a | M_EP_TE_1 |
| ☐ <40> := | упакованная информация о срабатывании выходных цепей защиты с меткой времени CP56Время2a | M_EP_TF_1 |

2.6.6 Информация о процессе в направлении управления

- | | | |
|---|--|-----------|
| ☒ <45> := | однопозиционная команда | C_SC_NA_1 |
| ☐ <46> := | двухпозиционная команда | C_DC_NA_1 |
| ☐ <47> := | команда пошагового регулирования | C_RC_NA_1 |
| ☐ <48> := | команда уставки, нормализованное значение | C_SE_NA_1 |
| ☒ <49> := | команда уставки, масштабированное значение | C_SE_NB_1 |
| ☐ <50> := | команда уставки, короткий формат с плавающей запятой | C_SE_NC_1 |
| ☒ <51> := | строка из 32 бит | C_BO_NA_1 |

2.6.7 Информация о системе в направлении контроля

- | | | |
|---------------------------------|---------------------|-----------|
| ☐ <70>:= | конец инициализации | M_EI_NA_1 |
|---------------------------------|---------------------|-----------|

2.6.8 Информация о системе в направлении управления

- | | | |
|--|--|-----------|
| ☒ <100> := | команда опроса | C_IC_NA_1 |
| ☐ <101> := | команда опроса счётчиков | C_CI_NA_1 |
| ☒ <102> := | команда чтения | C_RD_NA_1 |
| ☒ <103> := | команда синхронизации часов | C_CS_NA_1 |
| ☒ <104> := | команда тестирования | C_TS_NA_1 |
| ☐ <105> := | команда сброса процесса в исходное состояние | C_RP_NA_1 |
| ☐ <106> := | команда определения запаздывания | C_CD_NA_1 |

2.6.9 Передача параметра в направлении управления

- | | | |
|-----------------------------------|---|-----------|
| ☐ <110> := | параметр измеряемой величины, нормализованное значение | P_ME_NA_1 |
| ☐ <111> := | параметр измеряемой величины, масштабированное значение | P_ME_NB_1 |
| ☐ <112> := | параметр измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой | P_ME_NC_1 |
| ☐ <113> := | параметр активации | P_AC_NA_1 |

2.6.10 Пересылка файла

- | | | |
|-----------------------------------|--|-----------|
| ☐ <120> := | файл готов | F_FR_NA_1 |
| ☐ <121> := | секция готова | F_SR_NA_1 |
| ☐ <122> := | вызов директории, выбор файла, вызов файла, вызов секции | F_SC_NA_1 |
| ☐ <123> := | последняя секция, последний сегмент | F_LS_NA_1 |
| ☐ <124> := | подтверждение приёма файла, подтверждение приёма секции | F_AF_NA_1 |
| ☐ <125> := | сегмент | F_SG_NA_1 |
| ☐ <126> := | директория | F_DR_TA_1 |

2.6.11 Назначение идентификатора типа и причины передачи приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Идентификатор типа и причина передачи

Идентификатор типа		Причина передачи															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20-36	37-41	44-47
<1>	M_SP_NA_1					X									X		
<2>	M_SP_TA_1																
<3>	M_DP_NA_1					X									X		
<4>	M_DP_TA_1																
<5>	M_ST_NA_1																
<6>	M_ST_TA_1																
<7>	M_BO_NA_1					X									X		
<8>	M_BO_TA_1																
<9>	M_ME_NA_1																
<10>	M_ME_TA_1																
<11>	M_ME_NB_1	X				X									X		
<12>	M_ME_TB_1																
<13>	M_ME_NC_1																
<14>	M_ME_TC_1																
<15>	M_IT_NA_1																
<16>	M_IT_TA_1																
<17>	M_EP_TA_1																
<18>	M_EP_TB_1																
<19>	M_EP_TC_1																
<20>	M_PS_NA_1																
<21>	M_ME_ND_1																
<30>	M_SP_TB_1			X								X					
<31>	M_DP_TB_1			X								X					
<32>	M_ST_TB_1																
<33>	M_BO_TB_1																
<34>	M_ME_TD_1																
<35>	M_ME_TE_1			X								X					
<36>	M_ME_TF_1																
<37>	M_IT_TB_1																
<38>	M_EP_TD_1																
<39>	M_EP_TE_1																
<40>	M_EP_TF_1																
<45>	C_SC_NA_1						X	X			X						X
<46>	C_DC_NA_1																
<47>	C_RC_NA_1																
<48>	C_SE_NA_1																
<49>	C_SE_NB_1						X	X									X
<50>	C_SE_NC_1																
<51>	C_BO_NA_1						X	X									X
<70>	M_EI_NA_1																

2.7 Основные прикладные функции

2.7.1 Инициализация станции

- ☐ – Удаленная инициализация вторичной станции

2.7.2 Циклическая передача данных

- ☒ – Циклическая передача данных

2.7.3 Процедура чтения

- ☒ – Процедура чтения

2.7.4 Спорадическая передача

- ☒ – Спорадическая передача

2.7.5 Дублированная передача объектов информации при спорадической причине передачи

- ☐ – Одноэлементная информация

M_SP_NA_1, M_SP_TA_1, M_SP_TB_1, M_PS_NA_1

- ☐ – Двухэлементная информация

M_DP_NA_1, M_DP_TA_1, M_DP_TB_1

- ☐ – Информация о положении отпаяк

M_ST_NA_1, M_ST_TA_1, M_ST_TB_1

- ☐ – Строки из 32 бит

M_BO_NA_1, M_BO_TA_1, M_BO_TB_1

- ☐ – Измеряемое значение, нормализованное

M_ME_NA_1, M_ME_TA_1, M_ME_ND_1, M_ME_TD_1

- ☐ – Измеряемое значение, масштабированное

M_ME_NB_1, M_ME_TB_1, M_ME_TE_1

- ☐ – Измеряемое значение, короткий формат с плавающей запятой

M_ME_NC_1, M_ME_TC_1, M_ME_TF_1

2.7.6 Опрос станции

- ☒ – Общий

- ☒ – Группа 1 ☒ – Группа 5 ☒ – Группа 9

- ☒ – Группа 13

- ☒ – Группа 2 ☒ – Группа 6 ☒ – Группа 10

- ☒ – Группа 14

- ☒ – Группа 3 ☒ – Группа 7 ☒ – Группа 11

- ☒ – Группа 15

- ☒ – Группа 4 ☒ – Группа 8 ☒ – Группа 12

- ☒ – Группа 16

Каждый объект информации входит во все группы. Таким образом опрос любой группы совпадает с общим опросом.

2.7.7 Синхронизация времени

- ☒ – Синхронизация времени

- ☐ – Использование дней недели

- ☐ – Использование RES1, GEN (замена метки времени есть/нет)

- ☐ – Использование флага SU (летнее время)

2.7.8 Передача команда

- ☒ – Прямая передача команд
- ☒ – Прямая передача команд уставки
- ☐ – Передача команд с предварительным выбором
- ☐ – Передача команд уставки с предварительным выбором
- ☐ – Использование C_SE_ACTTERM

- ☐ – Нет дополнительного определения длительности выходного импульса
- ☐ – Короткий импульс (длительность определяется системным параметром на КП)
- ☐ – Длинный импульс (длительность определяется системным параметром на КП)
- ☐ – Постоянный выход

2.7.9 Передача интегральных сумм

- ☐ – Режим А: Местная фиксация со спорадической передачей
- ☐ – Режим В: Местная фиксация с опросом счётчика

- ☐ – Режим С: Фиксация и передача при помощи команд опроса счётчика
- ☐ – Режим D: Фиксация командой опроса счётчика, фиксированные значения сообщаются спорадически

- ☐ – Считывание счётчика
- ☐ – Фиксация счётчика без сброса
- ☐ – Фиксация счётчика со сбросом
- ☐ – Сброс счётчика

- ☐ – Общий запрос счётчиков
- ☐ – Запрос счётчиков группы 1
- ☐ – Запрос счётчиков группы 2
- ☐ – Запрос счётчиков группы 3
- ☐ – Запрос счётчиков группы 4

2.7.10 Загрузка параметра

- ☐ – Пороговое значение величины
- ☐ – Коэффициент сглаживания
- ☐ – Нижний предел для передачи значений измеряемой величины
- ☐ – Верхний предел для передачи значений измеряемой величины

2.7.11 Активация параметра

- ☐ – Активация/деактивация постоянной циклической или периодической передачи адресованных объектов

2.7.12 Процедура тестирования

- ☒ – Процедура тестирования

2.7.13 Пересылка файлов. Пересылка файлов в направлении контроля

- ☐ – Прозрачный файл
- ☐ – Передача данных о повреждениях от аппаратуры защиты

- ☐ – Передача последовательности событий
- ☐ – Передача последовательности регистрируемых аналоговых величин

2.7.14 Пересылка файлов в направлении управления

- ☐ – Прозрачный файл

2.7.15 Фоновое сканирование

- ☐ – Фоновое сканирование

2.7.16 Получение задержки передачи

- ☐ – Получение задержки передачи

2.7.17 Объекты информации

Таблица 13 – Объекты информации

Адрес	ASDU	Имя	Описание
1	M_ME_NB_1	Nom	номинал, в вольтах
2	M_ME_NB_1	K _{U1}	множитель для перевода условных единиц в вольты
3	M_ME_NB_1	K _{U2}	делитель для перевода условных единиц в вольты
4	M_ME_NB_1	res	Резерв
5	M_ME_NB_1	U	напряжение, в условных единицах
6	M_ME_NB_1	ΔU	скорость изменения напряжения, условные единицы
7	M_ME_NB_1	F	частота, 10^{-2} Гц
8	M_ME_NB_1	ΔF	скорость изменения частоты, 10^{-2} Гц/с
9	M_DP_NA_1 M_DP_TB_1	Fn1	состояние АЧР-1
10	M_DP_NA_1 M_DP_TB_1	Fn2	состояние АЧР-2
11	M_DP_NA_1 M_DP_TB_1	Fn3	состояние АЧР-С
12	M_DP_NA_1 M_DP_TB_1	Fn4	состояние АОСН
13	M_DP_NA_1 M_DP_TB_1	Fn5	состояние ЧАПВ
14	M_SP_NA_1 M_SP_TB_1	FnX_ena	состояние входного дискрета "РАЗРЕШЕНИЕ"
15	M_SP_NA_1 M_SP_TB_1	Fn5_dis	состояние входного дискрета "ЗАПРЕТ ЧАПВ"
16	M_SP_NA_1 M_SP_TB_1	rel_INHIB	состояние реле "ЗАПРЕТ ВКЛ."
17	M_SP_NA_1 M_SP_TB_1	rel_FAIL	состояние реле "ОТКАЗ УСТ-БА"

Продолжение таблицы 13

Адрес	ASDU	Имя	Описание
18	M_SP_NA_1 M_SP_TB_1	cls1_ovf	переполнение очереди данных класса 1
19	M_DP_NA_1 M_DP_TB_1	rel_ON	состояние реле "ВКЛ. НАГР."
20	M_DP_NA_1 M_DP_TB_1	rel_OFF	состояние реле "ОТКЛ. НАГР."
21	M_BO_NA_1	SerNum	серийный номер
22	M_ME_NB_1 M_ME_TE_1	PrmIndex	№ активной уставки
23	M_SP_NA_1 M_SP_TB_1	InWork	состояние "программный старт/стоп"
100	C_BO_NA_1	cmd_Psw	команда ввода пароля
101	C_SC_NA_1	cmd_InWork	команда "программный старт/стоп"
102	C_SE_NB_1	cmd_PrmIndex	команда выбора уставки
103	C_SC_NA_1	cmd_rel_ON	команда управления реле "ВКЛ. НАГР."
104	C_SC_NA_1	cmd_rel_OFF	команда управления реле "ОТКЛ. НАГР."

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Подп.	Дата
	изме- ненных	замене- нных	новых	аннули- рованных				