

## Руководство по использованию протокола MODBUS

### Содержание

1. Общие сведения .....	2
2. Технические характеристики .....	2
3. Установка параметров соединения.....	2
4. Функции и коды исключения MODBUS .....	3
5. Индикация и диагностика связи .....	4
6. Управление по протоколу MODBUS.....	5
7. Словарь объектов преобразователя .....	6

## 1. Общие сведения

Рекуперативный блок ЭПВ-Р может быть подключен к информационно-управляющей сети (FIELDBUS) с помощью коммуникационного порта RS-232 / RS-485 и поддерживаемого протокола MODBUS. Подключение и распайка кабелей описаны в разделе «Подключение коммуникационных портов RS-232, RS-485».

Реализованный в рекуперативных блоках коммуникационный протокол соответствует стандартному протоколу MODBUS. Получить подробное описание и ответы на вопросы по протоколу MODBUS можно в документе «MODBUS Application Protocol Specification» и по адресу [www.MOVBUS.org](http://www.MOVBUS.org). Краткое описание реализованного в преобразователе протокола MODBUS приведено в «Техническом описании и инструкции по эксплуатации адаптера PC-CAN/RS485», поставляемом предприятием-изготовителем, и по адресу [www.vectorgroup.ru](http://www.vectorgroup.ru).

В сети MODBUS преобразователь всегда является ведомым (slave) устройством.

Реализованный протокол MODBUS обеспечивает доступ ко всем переменным и флагам состояния рекуператора. Список и описание доступных параметров приведен ниже в разделе «Словарь объектов».

Предусмотрены два режима доступа ведущего (master) устройства к параметрам рекуператора по протоколу MODBUS: МОНИТОР и УПРАВЛЕНИЕ. В режиме МОНИТОР доступ ограничен только возможностью считывания информации. Режим предназначен для контроля и диагностики состояния рекуператора. В режиме УПРАВЛЕНИЕ предоставляется полный доступ к параметрам системы, в том числе формированию управляющих воздействий рекуператора. При этом комплексное управление рекуператором формируется совместно на основе управляющей информации, получаемой рекуператором от ведущего устройства сети MODBUS, с пульта ручного управления и от внешних устройств, воздействующих на логические входы рекуператора.

Реализована быстрая (не более 1 миллисекунды) обработка кадров управления. Описание кадров управления приведено в разделе «Управление по протоколу MODBUS».

Для управления и диагностики преобразователя с персонального компьютера рекомендуется использовать поставляемую предприятием-изготовителем программу VCDrive.

## 2. Технические характеристики

1. Физический уровень: последовательный канал стандарта RS-232 / RS-485.
2. Максимальная длина линии «управляющее устройство – рекуперативный блок» определяется типом кабеля и скоростью передачи. Рекомендуется использовать экранированный кабель, для RS-485 - экранированная витая пара.
3. Скорости обмена данными: 300, 600, 1202, 2404, 4808, 9615, 19230, 62500\* бит/с.
4. Адреса устройств в сети MODBUS: от 1 до 247.
5. Канальный уровень: ASCII или RTU режим.
6. Прикладной уровень: поддерживаются следующие стандартные функции MODBUS: 01 (01h), 02 (02h), 03 (03h), 04 (04h), 05 (05h), 06 (06h), 15 (0Fh), 16 (10h), 22 (16h), 23 (17h), 43 (2Bh).
7. Количество параметров, читаемых/записываемых за один запрос: в режиме RTU до 61/59 регистров, либо до 984/952 битовых флагов; в режиме ASCII до 29/27 регистров, либо до 464/432 битовых флагов.

## 3. Установка параметров соединения

Параметры соединения должны быть настроены до установки связи. К ним относятся:

- параметры физической линии: Baud Rate – скорость передачи данных, бит/с, Parity – способ использования бита четности, CL – длина поля данных в посылке последовательного порта (7 или 8 бит), SBL – длина поля стоп-битов в посылке последовательного порта (1 или 2 бита);

---

\* Не является стандартной, используется при связи с адаптером PC-CAN/RS485

– параметры протокола: MODBUS Node-ID – уникальный идентификационный номер устройства в сети MODBUS и Режим MODBUS – формат кадра протокола MODBUS: ASCII или RTU.

Параметры физической линии CL и SBL в преобразователе равны 8 бит и 2 бита соответственно, и не могут быть изменены. Параметр CL ведущего (master) устройства должен иметь значение 8 бит (требование MODBUS), параметр SBL может иметь любое (1 или 2 бита) значение.

Параметры Baud Rate, Parity и Режим MODBUS рекуператора должны иметь такие же значения, как и аналогичные параметры ведущего (master) устройства.

Параметр MODBUS Node-ID преобразователя должен иметь уникальное, отличное от любого другого устройства в сети MODBUS значение в диапазоне от 1 до 247.

Настройка параметров соединения производится с пульта управления рекуператора в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS / ПАРАМЕТРЫ MODBUS». Параметры соединения хранятся в ПЗУ и не требуют повторной настройки при следующем включении питания.



Изменение параметров соединения с пульта управления при установленном соединении приводит к потере связи!

Ниже в таблице приведены возможные значения параметров соединения и значения, установленные на предприятии-изготовителе.

Название параметра	Описание параметра	Возможные значения	Значение, установленное на предприятии-изготовителе
<b>MODBUS Node-ID</b>	Задаёт уникальный идентификационный номер преобразователя в сети MODBUS	от 1 до 247	1
<b>Режим MODBUS</b>	Позволяет выбрать формат кадра протокола MODBUS: ASCII или RTU	ASCII или RTU	RTU
<b>Baud Rate</b>	Определяет скорость передачи данных в сети MODBUS	300, 600, 1202, 2404, 4808, 9615, 19230, 62500 бит/с	19230
<b>Parity</b>	Определяет способ использования бита четности в байтах кадра	ЧЕТ (дополнение до четности), НЕЧЕТ (дополнение до нечетности), ВЫКЛ (бит не используется)	ВЫКЛ
<b>CL</b>	Длина поля данных в послылке последовательного порта	не настраиваются	8 бит
<b>SBL</b>	Длина поля стоп-битов в послылке последовательного порта	не настраиваются	2 бита

#### 4. Функции и коды исключения MODBUS

Ниже в таблице приведены поддерживаемые программным обеспечением рекуператора стандартные функции MODBUS. Подробное описание этих функций можно найти в документе «MODBUS Application Protocol Specification» и по адресу [www.MODBUS.org](http://www.MODBUS.org). Краткое описание и примеры использования реализованных функций можно найти в «Техническом описании и инструкции по эксплуатации адаптера PC–CAN/RS485», поставляемом предприятием-изготовителем, и по адресу [www.vectorgroup.ru](http://www.vectorgroup.ru).

Описание функции	Код функции	Субкод функции
Чтение внешних дискретных линий и внутренних битовых флагов устройства	<b>01 (01h)</b>	
Побитовое чтение дискретных внешних входных линий устройства	<b>02 (02h)</b>	
Чтение 16-битовых регистров внешних входных сигналов или внутренних 16-битовых регистров устройства	<b>03 (03h)</b>	
Чтение 16-битовых регистров внешних входных сигналов устройства	<b>04 (04h)</b>	
Вывод битового значения во внешнюю выходную дискретную линию или во внутренний битовый флаг устройства	<b>05 (05h)</b>	
Запись значения в один 16-битовый регистр внешних сигналов или 16-битовый внутренний регистр устройства	<b>06 (06h)</b>	

Описание функции	Код функции	Субкод функции
Запись нескольких внешних выходных дискретных линий или внутренних битовых флагов устройства, сгруппированных в 8-битовые регистры	15 (0Fh)	
Запись значений в 16-битовые регистры внешних входных сигналов или внутренние 16-битовые регистры устройства	16 (10h)	
Побитовая модификация 16-битового регистра внешних входных сигналов или внутреннего 16-битового регистра устройства	22 (16h)	
Чтение/Запись внутренних 16-битовых регистров внешних сигналов или 16-битовых регистров устройства	23 (17h)	
Чтение идентификатора устройства	43 (2Bh)	14 (0Eh)

Ниже в таблице приведены коды исключения – сообщения об ошибках, возвращаемые рекуператором в ответ на некорректный запрос со стороны ведущего устройства.

Код	Имя	Описание кода исключения
01 (01h)	ILLEGAL FUNCTION	Код функции, принятой в запросе, не поддерживается ведомым устройством. Это означает, что запрашиваемая функция не поддерживается рекуператором.
02 (02h)	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес данных, принятый в запросе, недоступен в ведомом устройстве. Это означает, что запрашиваемого адреса не существует в словаре объектов рекуператора или неверна комбинация начального адреса и количества запрашиваемых параметров. Например, для устройства, имеющего 100 регистров, запрос с начальным адресом 96 и числом регистров 4 будет корректным, а запрос с начальным адресом 96 и длиной 5 вызовет генерацию ошибки 02.
03 (03h)	ILLEGAL DATA VALUE	Значение, содержащееся в поле данных запроса, недопустимо для ведомого устройства. Это означает 0-вое или недопустимо большое количество читаемых или записываемых битовых флагов или регистров, например, 985 флагов для функции 01 в режиме RTU. Также, данный код исключения возвращается, если при запросе рекуператора функцией 05 код записываемого значения флага не равен 0000h или FF00h.
04 (04h)	SLAVE DEVICE FAILURE	При попытке выполнить запрос в ведомом устройстве произошла неисправимая ошибка.
16 (10h)	TEMPORARILY INACCESSABLE PARAMETER	Введен в данной реализации MODBUS. Редактируемый параметр недоступен в данный момент, т.е. временно. Это означает, что редактирование (запись или модификация) запрашиваемого параметра невозможна из-за установленного флага "Разрешение работы" или значения МОНИТОР флага "Режим доступа MODBUS".
17 (11h)	UNCHANGEABLE PARAMETER	Введен в данной реализации MODBUS. Редактируемый параметр недоступен для записи или модификации, не редактируемый параметр. Это означает, что, по крайней мере, один из группы параметров, запрос на редактирование которых получен, является не редактируемым.

## 5. Индикация и диагностика связи

Для индикации состояния связи по протоколу MODBUS используются позиции 12 и 17 строки индикации состояния пульта управления (см. п.8.1). В позиции 12 отображается режим доступа MODBUS: режим МОНИТОР индицируется закрашенным прямоугольником, режим УПРАВЛЕНИЕ – символом f (рис.8.2). В позиции 17 отображается обмен информацией по каналу RS-232 / RS-485: при получении запроса, адресованного рекуператору, в позиции 17 в течение 0,25 с индицируется символ, изображенный на рис.8.4,а, при отсутствии запросов – символ, изображенный на рис.8.4,б.

Для наладки связи по протоколу MODBUS используются диагностические счетчики и история кодов исключения MODBUS, представленные ниже в таблице.

Диагностические счетчики и история кодов исключения MODBUS доступны в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS / ДИАГНОСТИКА MODBUS». Для сброса счетчиков и истории кодов исключения нужно установить значение "ВКЛ" флага "Сброс счетчиков" того же меню.

Название параметра	Описание параметра	Возможные значения
Счетчик корректных принятых кадров	Увеличивается на 1 при приеме каждого запроса, имеющего правильный размер и контрольную сумму и адресованного данному преобразователю. При переполнении записывается максимальное значение счетчика - 65535	от 0 до 65535
Счетчик всех ошибок связи по последо-	Увеличивается на 1 при инкрементировании любого из	от 0 до 65535

Название параметра	Описание параметра	Возможные значения
вательному порту	счетчиков ошибок. При переполнении записывается максимальное значение счетчика – 65535	
Счетчик байтов, принятых свыше буфера в 128 байт	Увеличивается на 1 при приеме каждого байта запроса, длина которого превышает 128 байт. При переполнении записывается максимальное значение счетчика – 65535	от 0 до 65535
Счетчик кадров, имеющих длину меньше минимально допустимой	Увеличивается на 1 при приеме каждого запроса, имеющего размер менее 17 байт для режима ASCII либо 8 байт для режима RTU и адресованного данному преобразователю. При переполнении записывается максимальное значение счетчика – 65535	от 0 до 65535
Счетчик байтов с ошибкой четности	Увеличивается на 1 при приеме каждого байта, имеющего ошибку четности. При переполнении записывается максимальное значение счетчика – 65535	от 0 до 65535
Счетчик байтов с ошибкой размера байта данных	Увеличивается на 1 при приеме каждого байта, длина поля данных которого превышает 8 бит. При переполнении записывается максимальное значение счетчика – 65535	от 0 до 65535
Счетчик байтов с ошибкой кадра	Увеличивается на 1 при приеме каждого байта, имеющего ошибку кадра. При переполнении записывается максимальное значение счетчика – 65535	от 0 до 65535
Счетчик кадров с неправильной CRC-суммой	Увеличивается на 1 при приеме в режиме RTU каждого запроса, имеющего неверную контрольную сумму и адресованного данному преобразователю. При переполнении записывается максимальное значение счетчика – 65535	от 0 до 65535
Счетчик кадров с неправильной LRC-суммой	Увеличивается на 1 при приеме в режиме ASCII каждого запроса, имеющего неверную контрольную сумму и адресованного данному преобразователю. При переполнении записывается максимальное значение счетчика – 65535	от 0 до 65535
Счетчик байтов, принятых вне кадра ASCII	Увеличивается на 1 при приеме в режиме ASCII каждого байта, принятого после сигналов завершения кадра (CRh, LFh) и до сигнала начала кадра (3Ah). При переполнении записывается максимальное значение счетчика - 65535	от 0 до 65535
Код исключения MODBUS, переданный последним.	Соответствует названию	01, 02, 03, 04, 16, 17
Код исключения MODBUS, переданный первым от последнего.	Соответствует названию	01, 02, 03, 04, 16, 17
Код исключения MODBUS, переданный вторым от последнего.	Соответствует названию	01, 02, 03, 04, 16, 17
Код исключения MODBUS, переданный третьим от последнего.	Соответствует названию	01, 02, 03, 04, 16, 17
Код исключения MODBUS, переданный четвертым от последнего.	Соответствует названию	01, 02, 03, 04, 16, 17
Код исключения MODBUS, переданный от последнего.	Соответствует названию	01, 02, 03, 04, 16, 17
Код исключения MODBUS, переданный шестым от последнего.	Соответствует названию	01, 02, 03, 04, 16, 17
Код исключения MODBUS, переданный седьмым от последнего.	Соответствует названию	01, 02, 03, 04, 16, 17

## 6. Управление по протоколу MODBUS

Для записи и модификации параметров словаря объектов преобразователя, в том числе формирования управляющих воздействий и режимов работы рекуператора, необходимо в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS» установить значение УПРАВЛЕНИЕ флага "Режим доступа MODBUS". Разрешение управления по сети MODBUS индицируется символом f в позиции 12 строки индикации состояния пульта управления.

Сразу после разрешения управления по сети MODBUS активизируется проверка состояния связи. Поэтому предварительно необходимо определить значение параметра Timeout в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS / ПАРАМЕТРЫ MODBUS». Этот параметр определяет время, в течение которого рекуператором должен быть получен хотя бы один адресованный ему запрос. В ином случае срабатывает защита от ошибки управления по сети MODBUS, в позиции 4 строки состояния индицируется флаг F, снимается сигнал "Разрешение работы" рекуператора.

Для обеспечения надежности управления по сети MODBUS ведущее устройство должно периодически посылать запросы рекуператору. При выборе значения параметра Timeout нужно руководствоваться периодичностью таких запросов. Параметр Timeout имеет шаг изменения 0,1 с, минимальное значение 0,1 с, максимальное значение 600,0 с.

В "Режиме доступа MODBUS" УПРАВЛЕНИЕ внутренний сигнал рекуператора "Разрешение работы" формируются как логическое "И" соответствующего логического сигнала и флага, полученного по сети MODBUS. Внутренний сигнал "Сброс ошибок" – как логическое "ИЛИ" соответствующего логического сигнала и флага, полученного по сети MODBUS.

Формирование управляющих воздействий по сети MODBUS осуществляется записью желаемых значений в параметры групп «ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ / ЗАДАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ» и «ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ / ЗАДАНИЕ УГЛА». Целесообразно использовать для этого программируемые уровни задания 0 (как напряжения, так и угла), поскольку по умолчанию Ступень 0 считается активной.

Среди всех возможных кадров запросов внутренних переменных рекуператора выделены кадры управления. Время с момента фиксирования конца приема кадра управления до момента начала реакции рекуператора на кадр управления составляет не более 1 миллисекунды. К кадрам управления относятся: запросы на запись (только функцией 05h) флага "Разрешение работы" (адрес 16641 в Словаре объектов) и запрос на запись (только функцией 10h) параметра "Ступень 0 задания напряжения" (адрес 9061 в Словаре объектов) или "Ступень 0 задания угла" (адрес 9069 в Словаре объектов).

Обработка других запросов, поступающих по сети MODBUS, выполняется в фоновом цикле работы интерфейсного микроконтроллера рекуператора. Поэтому привести точное время обработки запроса невозможно. Кроме того, время обработки запроса (с момента фиксирования конца приема кадра запроса до момента начала передачи кадра ответа) зависит от функции MODBUS (запись, чтение и т.д.) и количества запрашиваемых регистров. Установлено, что среднее время обработки запроса чтения (функция 03h) первых восьми параметров группы «МОНИТОР» Словаря объектов (адреса 8448...8455) составляет 20 миллисекунд. При этом время обработки запроса может варьироваться от 5 до 45 миллисекунд.

Следует помнить, что приведенные выше значения времен не учитывают время передачи кадров по сети MODBUS, которое зависит от скорости передачи и длины передаваемого кадра.

По желанию заказчика может быть разработано ПО, в котором время обработки любых запросов составляет единицы миллисекунд.

## 7. Словарь объектов преобразователя

Словарь объектов – это список параметров (битовых флагов, регистров, дискретных линий ввода/вывода, и др.) устройства, параметров протоколов, к которым можно обращаться, используя коммуникационные протоколы.

Словарь объектов рекуператоров серии ЭПВ-Р представлен ниже в двух таблицах: Таблице регистров и Таблице битовых флагов.

Каждый объект (параметр), представленный в Таблице регистров, имеет следующие элементы:

- адрес – уникальный 16-битовый цифровой идентификатор параметра для протокола MODBUS. Для совместимости с протоколом CANopen параметры в Таблице регистров имеют адреса в диапазоне 8192 - 16383 (2000h - 3FFFh), параметры в Таблице битовых флагов – адреса в диапазоне 16384 - 24575 (4000h - 5FFFh);
- название и описание параметра;
- масштаб – значение единицы младшего разряда параметра;
- ед. изм. – размерность параметра;
- флаги статуса параметра, имеют следующие значения (бит 0 – крайний справа):
  - биты 0,1,2 – зарезервированы, всегда 0;
  - бит 3 – необходимость запрета модуляции для доступа к параметру:
    - 0 - параметр доступен для редактирования в любое время;
    - 1 - параметр доступен для редактирования только при сбросе флага "Разрешение работы".
  - бит 4 – является ли данный параметр внутренним регистром системы управления или регистром ввода/вывода. Для протокола MODBUS это определяет, будет ли данный параметр доступен для функции 04:
    - 0 - параметр - внутренний регистр системы управления;
    - 1 - параметр - регистр входных/выходных сигналов системы управления.
  - биты 5, 6 - количество байт значения параметра;

- 00 - 1 байт;  
 01 - 2 байта;  
 10 - 4 байта.
- бит 7 – доступность параметра для редактирования:  
 0 - параметр не доступен для редактирования;  
 1 - параметр доступен для редактирования;
- бит 8 – является ли данный параметр знаковым числом или беззнаковым:  
 0 - параметр является беззнаковым числом;  
 1 - параметр является знаковым числом;
- бит 9 – код представления параметра:  
 0 - параметр - число в прямом коде;  
 1 - параметр - число в дополнительном коде;

Например, параметр 8961 “Номинальное линейное напряжение сети” имеет флаги статуса 0010101000. Это означает, что рассматриваемый параметр – двухбайтовое беззнаковое число в прямом коде, параметр доступен для редактирования, редактирование возможно только при сбросе флага “Разрешение работы”.

В соответствии с протоколом MODBUS запрашиваемые/редактируемые регистры имеют размер 2 байта. Размер же реальных переменных рекуператора может быть равным 1, 2 или 4 байта. В таких случаях:

- 1-но байтовая переменная, например, частота модуляции, представлена как 2-х байтовый регистр в Словаре объектов (адрес 8960). При чтении этого регистра старший байт возвращается равным нулю, младший байт содержит значение переменной. При записи значение старшего байта игнорируется, новое значение переменной равно значению младшего бита регистра;
- 2-х байтовая переменная, например, номинальное линейное напряжение сети, представлена как 2-х байтовый регистр в Словаре объектов (адрес 8961). При чтении и записи регистра его старший байт содержит значение старшего байта переменной, младший байт – значение младшего байта переменной;
- 4-х байтовая переменная, например, время наработки преобразователя, представлена как два 2-х байтовых регистра в Словаре объектов (адреса 8464, 8465). При чтении и записи регистр с меньшим адресом содержит значение двух старших байтов переменной, регистр с большим адресом содержит значение двух младших байтов переменной.

Необходимо помнить, что в соответствии с протоколом MODBUS вначале передается старший байт регистра, затем младший.

Для унификации со словарем объектов ПЧ ЭПВ исполнений 1-4 начальные адреса меню Словаря объектов рекуператора совпадают с начальными адресами аналогичных меню ПЧ ЭПВ исполнений 1-4. С этой же целью в параметрах группы «СТРОКА СОСТОЯНИЯ» позиции 10, 13, 19 и 20 (адреса 8568, 8570, 8574 и 8575 в Словаре объектов рекуператора) зарезервированы, при их запросе передается значение 0.

**Таблица регистров Словаря объектов преобразователя**

Адрес	Название и описание параметра	Масштаб	Ед. изм.	Флаги статуса параметра
	<b>##### Группа МОНИТОР #####</b>			
8448	Задание по напряжению в звене постоянного напряжения.	1	В	0000100000
8449	Задание по углу сдвига сетевого тока относительно напряжения.	1	Гр	0000100000
8450	Напряжение в звене постоянного напряжения.	0,03125	В	0000100000
8451	Ток в звене постоянного напряжения.	0,1	А	0100100000
8452	Текущее линейное напряжение сети.	0,03125	В	0000100000
8453	Текущий линейный ток сети.	0,1	А	0100100000
8454	Проекция вектора тока сети по оси Х.	0,003906369	А	0100100000
8455	Проекция вектора тока сети по оси Y.	0,003906369	А	0100100000
8456	Текущая активная мощность.	0,1	кВт	0100100000
8457	Текущая реактивная мощность.	0,1	кВАР	0100100000
8458	Текущий угол сдвига сетевого тока относительно напряжения (fi).	1	–	0100100000

Адрес	Название и описание параметра	Масштаб	Ед. изм.	Флаги статуса параметра
8459	Текущий коэффициент мощности (cos fi).	0,01	-	0100100000
8460	Температура силового модуля.	1	°C	0100100000
8461	Мгновенное значение тока фазы А сети.	0,1	А	0100100000
8462	Мгновенное значение тока фазы В сети.	0,1	А	0100100000
8463	Мгновенное значение тока фазы С сети.	0,1	А	0100100000
8464	Мгновенное значение напряжения фазы А сети.	1	В	0100100000
8465	Мгновенное значение напряжения фазы В сети.	1	В	0100100000
8466	Мгновенное значение напряжения фазы С сети.	1	В	0100100000
8467	Время наработки преобразователя. Старшие 16 бит.	65536	час	1001000000
8468	Время наработки преобразователя. Младшие 16 бит.	1	час	1000100000
8469	Версия ПО. Байты 0 и 1.	код ASCII	-	0000100000
8470	Версия ПО. Байты 2 и 3.	код ASCII	-	0000100000
8471	Версия ПО. Байты 4 и 5.	код ASCII	-	0000100000
8472	Версия ПО. Байты 6 и 7.	код ASCII	-	0000100000
8473	Версия ПО. Байты 8 и 9.	код ASCII	-	0000100000
8474	Версия ПО. Байты 10 и 11.	код ASCII	-	0000100000
8475	Версия ПО. Байты 12 и 13.	код ASCII	-	0000100000
<b>##### Группа СТРОКА СОСТОЯНИЯ #####</b>				
8560	Позиция 1. Код состояния знакоместа индикации защиты от короткого замыкания.	-	-	0000000000
8561	Позиция 2. Код состояния знакоместа состояния звена постоянного напряжения.	-	-	0000000000
8562	Позиция 3. Код состояния знакоместа защит по напряжению сети.	-	-	0000000000
8563	Позиция 4. Код состояния знакоместа индикации ошибок системы управления.	-	-	0000000000
8564	Позиция 5. Код состояния знакоместа индикации температурной защиты ПЧ.	-	-	0000000000
8565	Позиция 6. Код состояния знакоместа защит по регулируемому напряжению.	-	-	0000000000
8566	Позиция 8. Код состояния знакоместа сигнала Разрешение работы.	-	-	0000000000
8567	Позиция 9. Код состояния знакоместа сигналов Готовностей.	-	-	0000000000
8568	Позиция 10. Зарезервирована.	-	-	0000000000
8569	Позиция 12. Код состояния знакоместа индикации разрешения управления по посл. порту.	-	-	0000000000
8570	Позиция 13. Зарезервирована.	-	-	0000000000
8571	Позиция 14. Код состояния знакоместа индикации режима работы рекуператора.	-	-	0000000000
8572	Позиция 16. Код состояния знакоместа индикации связи по коммуникационному порту CAN.	-	-	0000000000
8573	Позиция 17. Код состояния знакоместа индикации связи по коммуникационному порту RS232/485.	-	-	0000000000
8574	Позиция 19. Зарезервирована.	-	-	0000000000
8575	Позиция 20. Зарезервирована.	-	-	0000000000
<b>##### Группа ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ #####</b>				
8704	Код срабатывания защиты при отключении 1.	код ASCII	-	0000000000
8705	Код срабатывания защиты при отключении 2.	код ASCII	-	0000000000
8706	Код срабатывания защиты при отключении 3.	код ASCII	-	0000000000



Адрес	Название и описание параметра	Масштаб	Ед. изм.	Флаги статуса параметра
8707	Код срабатывания защиты при отключении 4.	код ASCII	-	0000000000
	<b>##### Группа ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ #####</b>			
8960	Частота модуляции.	500	Гц	0010001000
8961	Номинальное линейное напряжение сети.	1	В	0010101000
8962	Номинальная частота сети.	1	Гц	0010101000
8963	Индуктивность реактора.	0,0001	Гн	0010101000
8964	Активное сопротивление реактора.	0,01	Ом	0010101000
8965	Емкость фильтра звена постоянного напряжения.	0,000001	Ф	0010101000
8966	Код доступа для редактирования параметров пользователя	1	-	0010100000
8967	Код доступа для редактирования параметров настройки	1	-	0010100000
	<b>++++++ Группа "Настройка выходов" ++++++</b>			
	<b>----- Группа "Аналоговые выходы" -----</b>			
9216	Выбор переменной для вывода ЦАП1	1	-	0010000000
9217	Коэффициент усиления ЦАП1	1	-	0010100000
9218	Смещение нуля ЦАП1	0,1	В	0110000000
9219	Выбор переменной для вывода ЦАП2	1	-	0010000000
9220	Коэффициент усиления ЦАП2	1	-	0010100000
9221	Смещение нуля ЦАП2	0,1	В	0110000000
	<b>----- Группа "Импульсные выходы" -----</b>			
9223	Выбор переменной для вывода на импульсный выход 1	1	-	0010000000
9224	Коэффициент масштабирования сигнала на импульсном выходе 1	1	%	0010100000
9225	Выбор переменной для вывода на импульсный выход 2	1	-	0010000000
9226	Коэффициент масштабирования сигнала на импульсном выходе 2	1	%	0010100000
	<b>----- Группа "Транзисторные выходы" -----</b>			
9228	Выбор функции транзисторного выхода 1	1	-	0010001000
9229	Выбор функции транзисторного выхода 2	1	-	0010001000
9230	Выбор функции транзисторного выхода 3	1	-	0010001000
9231	Выбор функции транзисторного выхода 4	1	-	0010001000
	<b>----- Группа "Релейные выходы" -----</b>			
9232	Выбор функции релейного выхода 1	1	-	0010001000
9233	Выбор функции релейного выхода 2	1	-	0010001000
	<b>----- Группа "Параметры функций" -----</b>			
	<b>..... Группа "Функция 1" .....</b>			
9238	Выбор контролируемой переменной	1	-	0010000000
9239	Уставка порогового значения контролируемой переменной. Старшие 16 бит	В зависимости от выбранной контролируемой переменной		1111000000
9240	Уставка порогового значения контролируемой переменной. Младшие 16 бит		1010100000	
9241	Гистерезис на изменение состояния выхода. Старшие 16 бит		0011000000	
9242	Гистерезис на изменение состояния выхода. Младшие 16 бит		0010100000	
9243	Временная выдержка на изменение состояния выхода	0,001	с	0010100000
	<b>..... Группа "Функция 2" .....</b>			
9244	Выбор контролируемой переменной	1	-	0010000000

Адрес	Название и описание параметра	Масштаб	Ед. изм.	Флаги статуса параметра
9245	Уставка порогового значения контролируемой переменной. Старшие 16 бит	В зависимости от выбранной контролируемой переменной		1111000000
9246	Уставка порогового значения контролируемой переменной. Младшие 16 бит			1010100000
9247	Гистерезис на изменение состояния выхода. Старшие 16 бит			0011000000
9248	Гистерезис на изменение состояния выхода. Младшие 16 бит			0010100000
9249	Временная выдержка на изменение состояния выхода	0,001	с	0010100000
	..... Группа "Функция 3" .....			
9250	Выбор контролируемой переменной	1	-	0010000000
9251	Уставка порогового значения контролируемой переменной. Старшие 16 бит	В зависимости от выбранной контролируемой переменной		1111000000
9252	Уставка порогового значения контролируемой переменной. Младшие 16 бит			1010100000
9253	Гистерезис на изменение состояния выхода. Старшие 16 бит			0011000000
9254	Гистерезис на изменение состояния выхода. Младшие 16 бит			0010100000
9255	Временная выдержка на изменение состояния выхода	0,001	с	0010100000
	..... Группа "Функция 4" .....			
9256	Выбор контролируемой переменной	1	-	0010000000
9257	Уставка порогового значения контролируемой переменной. Старшие 16 бит	В зависимости от выбранной контролируемой переменной		1111000000
9258	Уставка порогового значения контролируемой переменной. Младшие 16 бит			1010100000
9259	Гистерезис на изменение состояния выхода. Старшие 16 бит			0011000000
9260	Гистерезис на изменение состояния выхода. Младшие 16 бит			0010100000
9261	Временная выдержка на изменение состояния выхода	0,001	с	0010100000
	+++++++ Группа "FIELDBUS" ++++++			
	----- Группа "Параметры MODBUS" -----			
9283	Идентификатор устройства	1	-	0010001000
9284	Скорость передачи данных	1	-	0010001000
9285	Способ контроля четности	1	-	0010001000
9286	Максимальное время ожидания кадра	0,1	с	0010101000
	----- Группа "Диагностика MODBUS" -----			
9287	Счетчик корректных принятых кадров MODBUS	1	-	0010100000
9288	Счетчик всех ошибок связи по последовательному порту	1	-	0010100000
9289	Счетчик байтов, принятых свыше буфера в 128 байт	1	-	0010100000
9290	Счетчик кадров, имеющих длину меньше минимально допустимой	1	-	0010100000
9291	Счетчик байтов с ошибкой четности	1	-	0010100000
9292	Счетчик байтов с ошибкой размера байта данных	1	-	0010100000
9293	Счетчик байтов с ошибкой кадра	1	-	0010100000
9294	Счетчик кадров с неправильной CRC-суммой. Только для RTU	1	-	0010100000

Адрес	Название и описание параметра	Масштаб	Ед. изм.	Флаги статуса параметра
9295	Счетчик кадров с неправильной LRC-суммой. Только для ASCII	1	-	0010100000
9296	Счетчик байтов, принятых вне кадра ASCII	1	-	0010100000
9297	Регистр хранения последнего переданного кода исключения MODBUS	1	-	0010000000
9298	Регистр хранения кода исключения MODBUS, переданного первым от последнего	1	-	0010000000
9299	Регистр хранения кода исключения MODBUS, переданного вторым от последнего	1	-	0010000000
9300	Регистр хранения кода исключения MODBUS, переданного третьим от последнего	1	-	0010000000
9301	Регистр хранения кода исключения MODBUS, переданного четвертым от последнего	1	-	0010000000
9302	Регистр хранения кода исключения MODBUS, переданного пятым от последнего	1	-	0010000000
9303	Регистр хранения кода исключения MODBUS, переданного шестым от последнего	1	-	0010000000
9304	Регистр хранения кода исключения MODBUS, переданного седьмым от последнего	1	-	0010000000
	+++++++ Группа "Перезапуск" +++++++			
9348	Количество попыток перезапуска при кратковременном снижении напряжения сети	1	-	0010001000
9349	Интервал времени между попытками перезапуска	1	с	0010101000
	<b>##### Группа ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ #####</b>			
	----- Группа "Задание напряжения" -----			
9061	Программируемый уровень задания напряжения 0 (Ступень 0).	1	В	0010100000
9062	Программируемый уровень задания напряжения 1 (Ступень 1).	1	В	0010100000
9063	Программируемый уровень задания напряжения 2 (Ступень 2).	1	В	0010100000
9064	Программируемый уровень задания напряжения 3 (Ступень 3).	1	В	0010100000
9065	Программируемый уровень задания напряжения 4 (Ступень 4).	1	В	0010100000
9066	Программируемый уровень задания напряжения 5 (Ступень 5).	1	В	0010100000
9067	Программируемый уровень задания напряжения 6 (Ступень 6).	1	В	0010100000
9068	Программируемый уровень задания напряжения 7 (Ступень 7).	1	В	0010100000
	----- Группа "Задание угла" -----			
9069	Программируемый уровень задания угла 0 (Ступень угла 0).	1	градус	0110100000
9070	Программируемый уровень задания угла 1 (Ступень угла 1).	1	градус	0110100000
9071	Программируемый уровень задания угла 2 (Ступень угла 2).	1	градус	0110100000
9072	Программируемый уровень задания угла 3 (Ступень угла 3).	1	градус	0110100000
	<b>#### Группа РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ ####</b>			
9504	Постоянная времени контура напряжения.	0,0001	с	0010101000
9505	Пропорциональный коэффициент регулятора напряжения.	0,001	-	0010101000

Адрес	Название и описание параметра	Масштаб	Ед. изм.	Флаги статуса параметра
9506	Интегральный коэффициент регулятора напряжения.	0,001	-	0010101000
9507	Максимальный выходной сигнал регулятора напряжения.	1	A	0010101000
9508	Реальный выходной сигнал регулятора напряжения.	0,1	A	0000100000
<b>##### Группа РЕГУЛЯТОР ТОКА #####</b>				
9536	Постоянная времени контура тока	0,0001	с	0010101000
9537	Пропорциональный коэффициент регулятора тока.	0,1	-	0110101000
9538	Интегральный коэффициент регулятора тока.	0,001	-	0110101000
9539	Выходной сигнал регулятора активной составляющей тока I <sub>x</sub> .	0,1	B	0100100000
9540	Выходной сигнал регулятора реактивной составляющей тока I <sub>y</sub> .	0,1	B	0100100000
<b>##### Группа МЕНЮ НАЛАДЧИКА #####</b>				
13056	Ввод времени наработки преобразователя. Старшие 16 бит	65536	час	1011001000
13057	Ввод времени наработки преобразователя. Младшие 16 бит	1	час	1010101000
<b>+++++++ Группа "Ввод паролей" +++++++</b>				
13069	Пароль пользователя	1	-	0010100000
13070	Пароль наладчика	1	-	0010100000

Каждый объект (битовый флаг), представленный в Таблице битовых флагов, имеет следующие элементы:

- адрес – уникальный 16-битовый цифровой идентификатор параметра для протокола MODBUS. Для совместимости с протоколом CANopen параметры в Таблице регистров имеют адреса в диапазоне 0x2000 - 0x3FFF (8192 - 16383), параметры в Таблице битовых флагов – адреса в диапазоне 0x4000 - 0x5FFF (16384 - 24575);
- название и описание параметра;
- флаги статуса параметра, имеют следующие значения (бит 0 – крайний справа):
  - биты 0,1,2 – зарезервированы, всегда 0;
  - бит 3 – необходимость запрета модуляции для доступа к параметру:
    - 0 - параметр доступен для редактирования в любое время;
    - 1 - параметр доступен для редактирования только при сбросе флага “Разрешение работы”.
  - бит 4 – является ли данный параметр внутренним флагом системы управления или линией ввода/вывода. Для протокола MODBUS это определяет, будет ли данный параметр доступен для функции 02:
    - 0 - параметр - внутренний флаг системы управления;
    - 1 - параметр - линия ввода/вывода рекуператора.
  - бит 5 – доступность параметра для редактирования:
    - 0 - параметр не доступен для редактирования;
    - 1 - параметр доступен для редактирования.

Например, параметр 21251 “Флаг запуска автоматической коррекции нулевого уровня датчика напряжения сети” имеет флаги статуса 101000. Это означает, что рассматриваемый параметр – доступный для редактирования при сбросе флага “Разрешение работы” внутренний флаг системы управления.

**Таблица битовых флагов Словаря объектов преобразователя**

Адрес	Название и описание параметра	Флаги статуса параметра
	<b>##### Флаги Управления #####</b>	
16640	Внутренний флаг сигнала "Сброс ошибок"	100000
16641	Внутренний флаг сигнала "Разрешение работы"	100000
	<b>##### Флаги группы МОНИТОР #####</b>	
	++++ Флаги состояния логических входов ++++	
16688	Внутренний флаг состояния логического входа LIN1	000000
16689	Внутренний флаг состояния логического входа LIN2	000000
16690	Внутренний флаг состояния логического входа LIN3	000000
16691	Внутренний флаг состояния логического входа LIN4	000000
16692	Внутренний флаг состояния логического входа LIN5	000000
16693	Внутренний флаг состояния логического входа LIN6	000000
16694	Внутренний флаг состояния логического входа LIN7	000000
16695	Внутренний флаг состояния логического входа LIN8	000000
	+++ Флаги состояния транзисторных выходов ++	
16700	Внутренний флаг состояния транзисторного выхода TOUT1	000000
16701	Внутренний флаг состояния транзисторного выхода TOUT2	000000
16702	Внутренний флаг состояния транзисторного выхода TOUT3	000000
16703	Внутренний флаг состояния транзисторного выхода TOUT4	000000
	++++ Флаги состояния релейных выходов ++++	
16704	Внутренний флаг состояния релейного выхода ROUT1	000000
16705	Внутренний флаг состояния релейного выхода ROUT2	000000
	<b>##### В группе ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ флагов нет!!! #####</b>	
	<b>##### Флаги группы ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ #####</b>	
17152	Флаг "Сброс настроек пользователя"	101000
	+++ Флаги группы "Настройка выходов" +++	
	---- В группе "Аналоговые выходы" флагов нет!!!	
	--- Флаги группы "Импульсные выходы" ---	
17200	Флаг выбора режима работы импульсного выхода 1	100000
17201	Флаг выбора режима работы импульсного выхода 2	100000
	--- Флаги группы "Транзисторные выходы" ---	
17202	Флаг выбора активного состояния транзисторного выхода 1	101000
17203	Флаг выбора активного состояния транзисторного выхода 2	101000
17204	Флаг выбора активного состояния транзисторного выхода 3	101000

Адрес	Название и описание параметра	Флаги статуса параметра
17205	Флаг выбора активного состояния транзисторного выхода 4	101000
	--- В группе "Релейные выходы" флагов нет!!! ---	
	----- Флаги группы "Индикаторы" -----	
17206	Флаг выбора активного состояния индикатора 1	100000
17207	Флаг выбора активного состояния индикатора 2	100000
	--- Флаги группы "Параметры функций" ---	
	..... Флаги группы "Функция 1" .....	
17208	Флаг выбора способа оценки контролируемой переменной для функции 1	100000
	..... Флаги группы "Функция 2" .....	
17209	Флаг выбора способа оценки контролируемой переменной для функции 2	100000
	..... Флаги группы "Функция 3" .....	
17210	Флаг выбора способа оценки контролируемой переменной для функции 3	100000
	..... Флаги группы "Функция 4" .....	
17211	Флаг выбора способа оценки контролируемой переменной для функции 4	100000
	+++++++ Флаги группы "FIELDBUS" ++++++++	
17232	Флаг режима доступа по сети MODBUS	001000
17233	Флаг режима доступа по сети CAN	001000
	--- Флаги группы "Параметры MODBUS" ---	
17234	Флаг выбора формата протокола MODBUS	101000
	--- Флаги группы "Диагностика MODBUS" ---	
17235	Флаг сброса диагностической информации MODBUS	101000
	++++ В группе "Перезапуск" флагов нет!!! +++++	
	<b>##### В группе ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ флагов нет!!! #####</b>	
	<b>##### В группе РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ флагов нет!!! #####</b>	
	<b>##### В группе РЕГУЛЯТОР ТОКА флагов нет!!! #####</b>	
	<b>#### Флаги группы МЕНЮ НАЛАДЧИКА ####</b>	
21250	Флаг запуска автоустановки нулевого уровня датчика выходного напряжения рекуператора.	101000
21251	Флаг запуска автоустановки нулевого уровня датчика напряжения сети.	101000
	++ В группе "Параметры защит" флагов нет!!! ++	
	+++ В группе "Ввод паролей" флагов нет!!! +++	