Протокол Modbus RTU

Гибридный ветро-солнечный контроллер Jingneng с двумя MPPT-каналами

Карта регистров и руководство по обмену данными

Документ предназначен для подключения контроллера к ПЛК, шлюзу или системе мониторинга. Содержит параметры связи, адреса регистров, масштабы значений, команды чтения и записи, а также примеры сообщений с проверенными CRC.

> **Область применения**
> Русская редакция подготовлена по предоставленному протоколу Jingneng V1.2. Конкретная модель контроллера и совместимые версии прошивки в исходнике не перечислены. Применимость этой карты к установленному устройству необходимо подтвердить по его документации.

Параметры для первого подключения

Параметр	Значение
Интерфейс	RS-485, асинхронный последовательный обмен
Скорость и формат порта	**9600 бит/с · 8N1** (8 бит данных, без чётности, 1 стоп-бит)
Адрес устройства по умолчанию	**0x06** (6 в десятичной записи)
Представление данных	Беззнаковые 16-битные регистры; 1 регистр = 2 байта
Первый тестовый запрос	Чтение напряжения АКБ: функция 0x04, адрес 0x1000, 1 регистр

Содержание

02 Формат обмена и определение адреса
03 Текущие рабочие параметры
04 Настройки аккумулятора и адреса
05 Световое управление и выходы
06 Неисправности и идентификация
07 Примеры чтения рабочих данных и настроек
08 Заводские параметры и запись

Формат обмена

Адреса и байты кадров записаны в шестнадцатеричном формате HEX.

Функция	Назначение	Регистры по исходнику
0x04	Чтение текущих рабочих параметров	0x1000-0x1013; далее резерв до 0x1023
0x03	Чтение настроек и служебных данных	Настройки: 0x1024-0x103C; заводские данные и идентификация
0x06	Запись одного регистра	Пользовательский диапазон: 0x1024-0x104A; заводской: 0x104B-0x1061

Префикс **0x** и суффикс **H** обозначают HEX: 0x1000 = 1000H = 4096 (DEC). В таблицах приведён адрес, передаваемый в запросе, без прибавления 1. Выбирайте функцию чтения отдельно от адреса.

Структура сообщений

Сообщение	Последовательность полей	Размер
Запрос 0x03 / 0x04	Адрес (1) · функция (1) · начальный регистр (2) · количество регистров (2) · CRC (2)	8 байт
Ответ 0x03 / 0x04	Адрес (1) · функция (1) · число байтов данных (1) · данные (2 × N) · CRC (2)	5 + 2 × N байт
Запрос и ответ 0x06	Адрес (1) · функция (1) · регистр (2) · значение (2) · CRC (2)	8 байт

Адрес регистра и его значение передаются **старшим байтом вперёд**. Для CRC порядок обратный: сначала младший байт, затем старший. Один символ порта 8N1 включает 10 бит: 1 стартовый, 8 информационных и 1 стоповый.

Определение адреса устройства

Производитель описывает специальный запрос на адрес **0xFF**: прочитать регистр адреса 0x1030 функцией 0x03. В примере контроллер отвечает со своего адреса 0x06.

ЗАПРОС `FF 03 10 30 00 01 95 1B`

ОТВЕТ `06 03 02 00 06 8D 86`

Особенность производителя
0xFF здесь является **адресом**, а код функции равен 0x03. Это особенность данного протокола: стандартный широковещательный адрес Modbus - 0, широковещательный ответ не предусмотрен. Запрос 0xFF целесообразно использовать при подключении одного контроллера, чтобы исключить одновременные ответы.

В описании задан диапазон адресов 0x01-0xFE, а для регистра 0x1030 указано 1-255. Эти сведения противоречат друг другу. Для совместимости со стандартной сетью Modbus используйте уникальный адрес 1-247 и не назначайте 0xFF как обычный адрес узла.

Текущие рабочие параметры

Чтение: функция 0x04. Доступ: только чтение (R). Каждый регистр занимает 2 байта.

HEX	DEC	Параметр	Масштаб	Пояснение
0x1000	4096	Напряжение АКБ	0,1 В	
0x1001	4097	Напряжение солнечных панелей	0,1 В	
0x1002	4098	Напряжение ветрогенератора	0,1 В	
0x1003	4099	Ток заряда от солнечных панелей	0,1 А	
0x1004	4100	Ток заряда от ветрогенератора	0,1 А	
0x1005	4101	Мощность заряда от солнечных панелей	1 Вт	Расчёт контроллера
0x1006	4102	Мощность заряда от ветрогенератора	1 Вт	Расчёт контроллера
0x1007	4103	Накопленная энергия заряда от солнечных панелей	0,1 кВт·ч	Расчёт контроллера
0x1008	4104	Накопленная энергия заряда от ветрогенератора	0,1 кВт·ч	Расчёт контроллера
0x1009	4105	Режим заряда	Код	0 - нет заряда; 1 - постоянный ток; 2 - Boost; 3 - Float
0x100A	4106	Состояние выходов нагрузки	0 / 1	0 - выкл.; 1 - вкл. OUT1 и OUT2 вместе
0x100B	4107	Версия встроенного ПО	Не указан	Задана прошивкой
0x100C	4108	Номинальная мощность заряда солнечного канала	100 Вт	Ppv
0x100D	4109	Номинальная мощность заряда ветрового канала	100 Вт	Pfan
0x100E	4110	Количество последовательных звеньев АКБ	Звенья	Пояснение на стр. 4
0x100F	4111	Тип АКБ	Код 1-4	Расшифровка на стр. 5
0x1010	4112	Номинальное напряжение системы АКБ	0,1 В	12 / 24 / 48 В
0x1011	4113	Неисправности	Битовая маска	Расшифровка на стр. 6
0x1012	4114	Состояние включения заряда солнечного канала	0 / 1	0 - выкл.; 1 - вкл.
0x1013	4115	Состояние включения нагрузки	0 / 1	0 - выкл.; 1 - вкл.

0x1014-0x1023 (4116-4131): зарезервированные регистры, по 2 байта. Их назначение не раскрыто.

Как читать числовые значения
Физическое значение = значение регистра × масштаб. Например, 0x0075 = 117; для напряжения АКБ: 117 × 0,1 = **11,7 В**. Для регистров 0x1007 и 0x1008 единица означает энергию, а не мощность.

Настройки аккумулятора и адреса

Чтение: 0x03. Запись одного регистра: 0x06. Доступ: чтение/запись (R/W), кроме резерва.

HEX	DEC	Параметр	Масштаб	Пояснение
0x1024	4132	Порог перенапряжения	0,1 В	
0x1025	4133	Напряжение восстановления после перенапряжения	0,1 В	
0x1026	4134	Напряжение основного заряда Boost	0,1 В	
0x1027	4135	Напряжение возврата к режиму Boost	0,1 В	Логика перехода не описана
0x1028	4136	Напряжение поддерживающего заряда Float	0,1 В	
0x1029	4137	Напряжение возврата к режиму Float	0,1 В	Логика перехода не описана
0x102A	4138	Порог пониженного напряжения АКБ	0,1 В	
0x102B	4139	Напряжение восстановления после пониженного напряжения	0,1 В	
0x102C	4140	Продолжительность заряда Boost	1-3 ч	**Резерв** по исходнику
0x102D	4141	Номинальное напряжение системы АКБ	0,1 В	**Резерв** по исходнику
0x102E	4142	Тип АКБ	Код 1-4	Расшифровка на стр. 5
0x102F	4143	Количество последовательных звеньев АКБ	Звенья	См. пояснение ниже
0x1030	4144	Адрес устройства Modbus	1-255	Есть противоречие; см. стр. 2
0x1031	4145	Порог включения при управлении по освещённости	0,1 В	Источник сигнала не уточнён
0x1032	4146	Порог отключения при управлении по освещённости	0,1 В	Источник сигнала не уточнён
0x1033	4147	Режим применения	0 / 1	0 - бытовая система; 1 - уличное освещение

Количество звеньев АКБ
Для 0x100E и 0x102F исходник задаёт число последовательно соединённых звеньев. Он не уточняет, означает ли одно звено отдельную ячейку или аккумуляторный блок для каждого типа АКБ. Это **не количество параллельных ветвей**.

Boost - основной заряд при повышенном напряжении; Float - поддерживающий заряд. В протоколе не указаны допустимые диапазоны большинства уставок и точные алгоритмы переходов. Значения подбирают по паспорту АКБ и руководству контроллера. Для 0x1031 в исходнике пропущена длина; здесь принята общая структура одного 16-битного регистра.

Световое управление и выходы

Продолжение пользовательской карты. Чтение: 0x03. Запись: 0x06. Один регистр = 2 байта.

HEX	DEC	Параметр	Масштаб	Пояснение
0x1034	4148	Продолжительность интервала 1	1 ч	
0x1035	4149	Уровень яркости в интервале 1	0-100%	Шаг 10%; кодирование неясно
0x1036	4150	Продолжительность интервала 2	1 ч	
0x1037	4151	Уровень яркости в интервале 2	0-100%	Шаг 10%; кодирование неясно
0x1038	4152	Продолжительность интервала 3	1 ч	
0x1039	4153	Уровень яркости в интервале 3	0-100%	Шаг 10%; кодирование неясно
0x103A	4154	Порог напряжения включения балластной нагрузки ветрогенератора	0,1 В	Ветровой канал
0x103B	4155	Включение/отключение заряда	0 / 1	0 - выкл.; 1 - вкл. См. пояснение ниже
0x103C	4156	Включение/отключение нагрузки	0 / 1	0 - выкл.; 1 - вкл. OUT1 и OUT2 вместе

0x103D-0x104A (4157-4170): резерв пользовательского диапазона, по 2 байта на регистр. Назначение и возможность использования не описаны.

> **Яркость 0x1035, 0x1037 и 0x1039**
> В таблице производителя для яркости указан шаг 10%, но в примере ответа 0x1035 содержит **0x0064 = 100**. Поэтому нельзя однозначно выбрать кодирование 0-10 или 0-100. Перед записью проверьте соответствие значения регистра установленной яркости на устройстве.

Регистр 0x103B. Примечание исходника связывает его с ШИМ-управлением солнечным каналом и содержит необъяснённый символ «0». Действие этой команды на заряд от ветрогенератора документом не подтверждено.

Коды типа аккумулятора

Код DEC / HEX	Тип АКБ
1 / 0x0001	Свинцово-кислотная
2 / 0x0002	Литий-железо-фосфатная (LiFePO4, LFP)
3 / 0x0003	Литиевая с трёхкомпонентным катодом
4 / 0x0004	Пользовательская настройка

Коды применяются к 0x100F и 0x102E. При формировании кадра числовые значения передаются в двоичном виде; запись HEX используется для отображения байтов.

Неисправности и идентификация

Регистр 0x1011: 16-битная маска неисправностей, функция чтения 0x04.

Бит	Маска HEX	Значение установленного бита
0	0x0001	Превышение тока заряда от солнечных панелей
1	0x0002	Короткое замыкание
2	0x0004	Назначение не описано
3	0x0008	Перенапряжение АКБ при заряде от солнечных панелей
4	0x0010	Перенапряжение солнечного массива (в исходнике также указана обратная полярность)
5	0x0020	Перенапряжение на входе ветрогенератора
6	0x0040	Превышение тока заряда от ветрогенератора
7	0x0080	Назначение не описано
8	0x0100	Назначение не описано
9	0x0200	Назначение не описано
10	0x0400	Назначение не описано
11	0x0800	Назначение не описано
12	0x1000	Пониженное напряжение АКБ
13	0x2000	Назначение не описано
14	0x4000	Пониженное напряжение солнечного массива, менее 6 В
15	0x8000	Назначение не описано

Маска бита n = 1 << n. Проверка: (значение регистра & маска) ≠ 0. Например, 0x4000 означает установленный бит 14; несколько неисправностей могут формировать общую маску. Неописанные биты не следует считать подтверждённым резервом.

Чтение типа и номера устройства

Функция 0x03; начальный регистр 0x1060 (4192); количество 0x0002. В ответе передаются 4 байта данных.

ЗАПРОС `06 03 10 60 00 02 C1 62`

ОТВЕТ `06 03 04 41 00 00 69 58 E1`

Сырые значения из примера: **0x1060 = 0x4100**, **0x1061 = 0x0069** (105 DEC).

> **Код типа устройства**
> В справочнике исходника указано «41 - ветро-солнечный контроллер», однако структура слова 0x4100 и порядок выделения кода типа не объяснены. Обозначение «bits» в заголовке этой таблицы не следует трактовать как номер бита. Формат идентификатора требует подтверждения производителя.

Примеры чтения данных

Все кадры воспроизведены из исходника. CRC, длины ответов и число байтов проверены.

1 Напряжение аккумулятора

Функция 0x04, регистр 0x1000, количество 1. Ответ: 0x0075 = 117, то есть **11,7 В**.

ЗАПРОС `06 04 10 00 00 01 34 BD`

ОТВЕТ `06 04 02 00 75 CD 17`

2 Блок рабочих параметров

Функция 0x04, 0x1000-0x1013: **20 регистров** (0x0014). Поле длины данных в ответе: 0x28 = 40 байт.

ЗАПРОС `06 04 10 00 00 14 F5 72`

ОТВЕТ
```
06 04 28 00 75 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
01 00 01 00 02 00 03 00 01 00 01 00 78 40 00 00 01 00 01 BC 89
```

В тексте оригинала ошибочно указано «15 параметров». Запрос, длина ответа и карта адресов подтверждают чтение 20 регистров.

3 Порог перенапряжения

Функция 0x03, регистр 0x1024, количество 1. Ответ: 0x009B = 155, то есть **15,5 В**. Это пример протокола, а не рекомендуемая уставка.

ЗАПРОС `06 03 10 24 00 01 C1 76`

ОТВЕТ `06 03 02 00 9B 4C 2F`

4 Блок пользовательских настроек

Функция 0x03, 0x1024-0x103C: **25 регистров** (0x0019). Поле длины данных: 0x32 = 50 байт.

ЗАПРОС `06 03 10 24 00 19 C1 7C`

ОТВЕТ
```
06 03 32 00 9B 00 96 00 90 00 8B 00 8A 00 85 00 6C 00 83 00 01 00 78 00
01 00 01 00 06 00 3C 00 32 00 01 00 0F 00 64 00 00 00 00 00 00 00 00 01
00 00 01 00 01 88 2D
```

> **Разбор ответа**
> Данные идут последовательно по адресам, по два байта на регистр. В ответе этого примера: 0x1030 = 0x0006 (адрес 6), 0x1035 = 0x0064 (значение яркости с неоднозначным масштабом, см. стр. 5).

Заводские данные и запись

Заводские параметры в исходнике закрыты для пользователя; указан доступ по паролю.

Чтение заводских параметров

Функция 0x03. Ниже приведены чтение одного регистра 0x104B и чтение 12 регистров (0x000C) с 0x104B по 0x1056. В полном ответе 0x18 = 24 байта данных.

ЗАПРОС	`06 03 10 4B 00 01 F1 6B`
ОТВЕТ	`06 03 02 03 DC 0C ED`
ЗАПРОС	`06 03 10 4B 00 0C 30 AE`
ОТВЕТ	`06 03 18 03 DC 03 D4 03 E8 03 E8 03 E8 00 01 00 01 00 01 00 01 00 02 00 03 00 01 92 21`

Названия, масштаб и назначение заводских регистров в предоставленном документе отсутствуют. Значение 0x03DC не следует преобразовывать в физическую величину без этой информации.

Запись пользовательского параметра

Функция 0x06: адрес 0x1024-0x104A и одно 16-битное значение. При успешной записи контроллер возвращает копию запроса. Ниже пример записи 0x009D = 157 в 0x1024: порог 15,7 В.

ЗАПРОС	`06 06 10 24 00 9D 0D 1F`
ОТВЕТ	`06 06 10 24 00 9D 0D 1F`

Запись заводского параметра

В исходнике указан диапазон 0x104B-0x1061. Пример записывает 0x03E9 = 1001 в регистр 0x104B; физический смысл значения не раскрыт.

ЗАПРОС	`06 06 10 4B 03 E9 3D D5`
ОТВЕТ	`06 06 10 4B 03 E9 3D D5`

Условия применения записи
Команды записи приведены для описания протокола и не являются рекомендацией по настройке. Диапазон адресов записи включает резервные и неописанные регистры. Не записывайте в них значения без документации производителя. Механизм ввода пароля, сохранения настроек и перезапуска в исходнике не описан.