



Общество с ограниченной ответственностью
Научно-производственное предприятие
«Микропроцессорные Технологии»

Общество с ограниченной ответственностью
Научно-производственное предприятие
«Микропроцессорные технологии»

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор
ООО НПП «Микропроцессорные технологии»
Пирогов М. Г.

ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ С ПРОТОКОЛОМ MODBUS
НА УСТРОЙСТВАХ СЕРИИ БЗП и Геум

(Версия 1.5 от 12.02.2018)

РАЗРАБОТАЛ
Руководитель отдела разработок ПО
Васильев Р.Л.

Новосибирск

2016



Содержание

| | |
|--|----|
| НАСТРОЙКА И ПОДКЛЮЧЕНИЕ | 3 |
| Подключение к устройству | 3 |
| Установка драйверов USB-преобразователя МК-01..... | 4 |
| Настройка параметров порта связи | 7 |
| ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ ПРОТОКОЛА MODBUS..... | 8 |
| Варианты Modbus | 8 |
| Посылки Modbus..... | 9 |
| Обработка ошибок Modbus | 9 |
| Стандартные команды Modbus | 10 |
| Примеры посылок: | 11 |
| ФУНКЦИЯ ModbusMaster KIWI..... | 12 |
| ЛОГИРОВАНИЕ MODBUS KIWI | 13 |
| КАРТА ПАМЯТИ..... | 14 |
| Флаги и дискретные значения в регистре | 15 |
| Накладывание маски..... | 16 |
| УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ ДОСТУПА ПО ПРОТОКОЛУ MODBUS..... | 17 |
| ЗАПИСЬ ВРЕМЕНИ В УСТРОЙСТВО ПО ПРОТОКОЛУ MODBUS | 18 |
| СКАЧИВАНИЕ ОСЦИЛЛОГРАММ | 18 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ..... | 22 |
| Перевод между шестнадцатеричной и десятичной системой (HEX <-> DEC)..... | 22 |
| Перевод в двоичную систему исчисления. | 23 |

НАСТРОЙКА И ПОДКЛЮЧЕНИЕ



Рисунок 1.

Подключение к устройству

Подключение к устройству осуществляется по интерфейсу RS-485. Для подключения на устройстве предусмотрено 1 или 2 порта связи RS-485 (в зависимости от типа устройства). Порты связи обозначены на корпусе устройства маркировкой «RS-485».

Если у устройства есть два порта для подключения, то:

- Настройки одного порта подключения фиксированные. Скорость подключения – 38400 бод, адрес в сети Modbus – 1.
- Параметры подключения другого можно менять.

Если у устройства есть один порт для подключения, то:

- параметры порта подключения можно настраивать.

Таблица 1

| | RS-485-1 | RS-485-2 |
|----------------------------------|--|--|
| БЗП-01 | настраиваемая скорость, настраиваемый адрес | отсутствует |
| БЗП-03 | настраиваемая скорость, настраиваемый адрес | фиксированная скорость 38400 бод, фиксированный адрес 1 |
| БЗП-02 Геум-И/К | фиксированная скорость 38400 бод, фиксированный адрес 1 | настраиваемая скорость, настраиваемый адрес |

Порт с фиксированными настройками, используется для подключения пульта ПУ-01. В некоторых случаях этот порт используют для подключения к персональному компьютеру (ПК) или SCADA-системе. Подключение к ПК осуществляется с помощью USB-преобразователя МК-01 производства НПП «Микропроцессорные технологии», либо сторонними преобразователями RS485–USB.

Рекомендуется использовать только USB-преобразователь МК-01. Безошибочная работа сторонних преобразователей не гарантируется. Подключение преобразователя МК-01 к ПК осуществляется через интерфейс USB.



Установка драйверов USB-преобразователя МК-01

Для работы с USB-преобразователем МК-01 необходимо установить драйвер.

Если на ПК включена автоматическая установка драйверов, то при первом подключении USB-преобразователя МК-01 к ПК, драйвер установится самостоятельно. Опция автоматической установки драйверов доступна начиная с Windows 7.

Если USB-преобразователь МК-01 не распознается системой, необходимо установить драйвера вручную. Для этого необходимо скачать драйвера с сайта НПП МТ.

Ссылка для скачивания – <http://i-mt.net/drayvera-dlya-usb-preobrazovatelya-mk-01-0>

Рекомендуется запускать файл установки от имени администратора, для этого необходимо сделать правый клик мыши на программе с драйверами, выбрать пункт «Запуск от имени администратора...» в выпадающем меню и подтвердить кликом левой кнопки мыши.

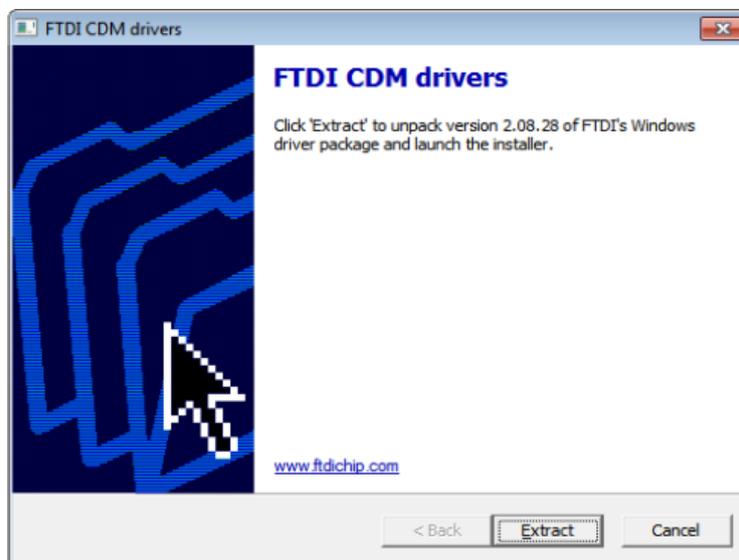


Рисунок 2.



После установки драйверов и подключения USB-преобразователя МК-01 к компьютеру, в диспетчере устройств в разделе Порты (COM и LPT) должно появиться новое устройство USB Serial Port (Com x), где x – номер порта.

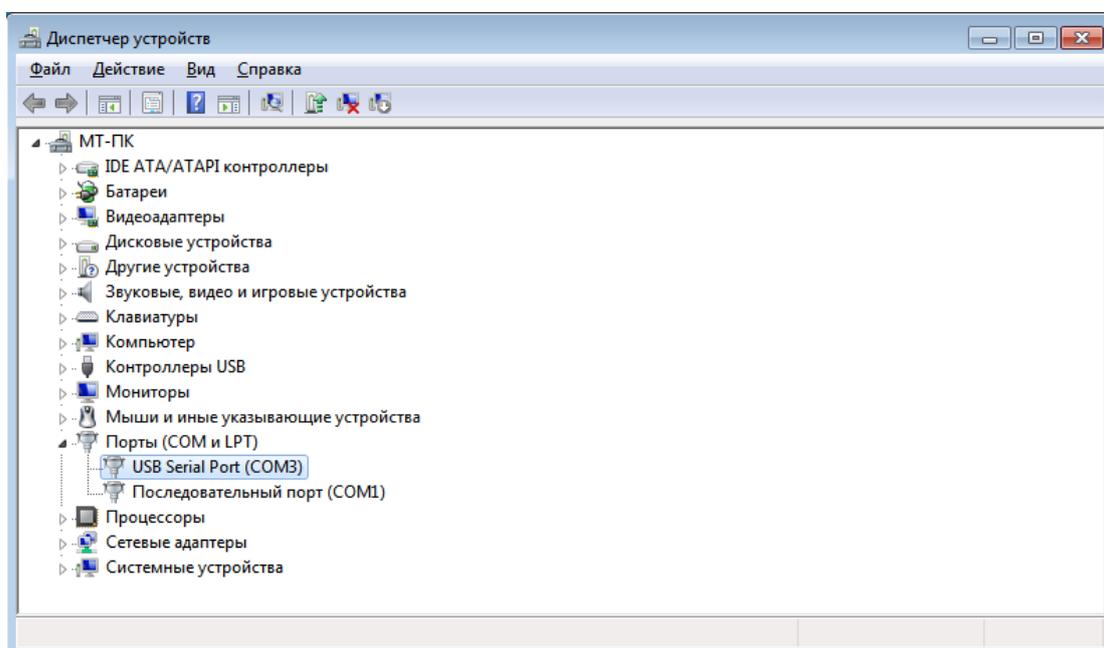


Рисунок 3.

Если по какой-либо причине USB Serial Port (Com x) не появился, необходимо проверить исправность USB-преобразователя МК-01 на другом ПК, исправность USB разъема используя заведомо исправное USB устройство. Например, USB-флеш-накопитель.

При необходимости можно изменить номер порта. Для этого необходимо на строке USB Serial Port (Com x) в диспетчере устройств кликнуть правой кнопкой мыши и выбрать пункт «Свойства» левой кнопкой мыши.

Далее, в открывшемся окне перейдите во вкладку «Параметры порта» и нажмите кнопку «Дополнительно». В открывшемся окне «Дополнительные параметры COM...» измените «Номер COM-порта» и нажмите «ОК».

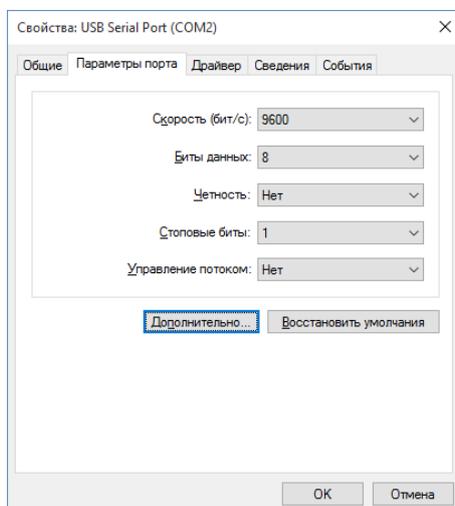


Рисунок 4.

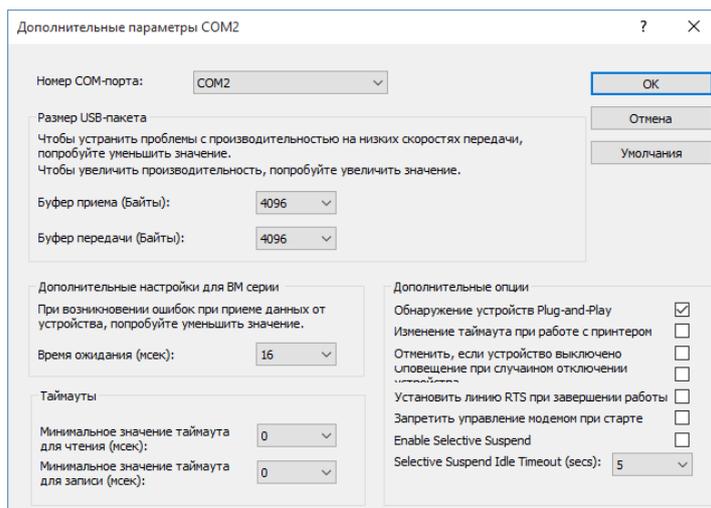


Рисунок 5.

Одновременно с портом USB Serial Port (Com x) может работать только одна программа (ПО «KIWI», ПО «Терминал», ПО «ModbusMaster», ПО «Консоль обновления» и т.д.).

Для переключения на другую программу порт должен быть закрыт в первоначальной программе.



Настройка параметров порта связи

Всё программное обеспечение НПП «Микропроцессорные технологии» после установки имеет правильные параметры подключения и готово к работе с устройствами БЗП, Геум.

Для стороннего ПО необходимо настроить параметры подключения со следующими значениями:

- Номер COM-порта – посмотреть в диспетчере устройств.
- Биты данных (DataBits) – 8 бит (bit).
- Паритет (Parity) – не используется (None).
- Стоп-биты (StopBits) – 1.

Для связи с конкретным устройством в сети нужно указать его скорость и адрес в сети:

- Скорость подключения. Измеряется в бодах (бит/сек). По умолчанию устройства настроены на скорость 38400 бод.
- Адрес устройства в сети Modbus. По умолчанию устройства имеют адрес 1.

Скорость подключения в устройстве можно изменить через пульт ПУ-01, ПО «KIWI», сторонней программой по протоколу Modbus.

Адрес устройства в сети Modbus можно изменить через пульт ПУ-01, ПО «KIWI», сторонней программой по протоколу Modbus.

Обратите внимание, что при несовпадении параметров подключения устройств и ПО подключение по протоколу Modbus невозможно. Поэтому, тщательно проверяете настройки.

Обратите внимание, что не допускается нахождение в сети устройств с одинаковым адресом, все устройства должны иметь уникальный адрес в сети Modbus.

Обратите внимание, что возможность изменить параметры зависит от типа устройства и количества портов. Для уточнения обратитесь к табл. 1.



ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ ПРОТОКОЛА MODBUS

Modbus — открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый (master - slave). Широко применяется в области релейной защиты и автоматики для организации связи между цифровыми устройствами. Может использоваться для передачи данных через последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232, а также сети TCP/IP (Modbus TCP).

Протокол предполагает одно активное (запрашивающее) устройство в линии (master), которое может обращаться к нескольким пассивным устройствам (slave), обращаясь к ним по уникальному в линии адресу. Синтаксис команд протокола позволяет адресовать 247 устройства, соединенных в линию.

Инициатива проведения обмена всегда исходит от главного устройства. Ведомые устройства прослушивают линию связи. Master подает запрос (посылка, последовательность байт) в линию и переходит в состояние прослушивания линии связи. Slave отвечает на запрос, пришедший в его адрес.

Окончание ответной посылки master определяет, измеряя интервал времени между окончанием приема предыдущего байта и началом приема следующего. Если этот интервал превысил время, необходимое для приема двух байт на заданной скорости передачи, прием кадра ответа считается завершенным.

Варианты Modbus

Modbus ASCII — для обмена используются только ASCII символы. Для проверки целостности используется однобайтовая контрольная сумма. Начало и конец сообщения помечаются специальными символами (начало сообщения ":", конец сообщения CR/LF).

Modbus RTU — компактный двоичный вариант. Сообщения разделяются по паузе в линии. Сообщение должно начинаться и заканчиваться интервалом тишины, длительностью не менее 3,5 символов при данной скорости передачи. Во время передачи сообщения не должно быть пауз длительностью более 1,5 символов. Для скоростей более 19200 бод допускается использовать интервалы 1,75 и 0,75 мс., соответственно. Проверка целостности осуществляется с помощью CRC.

Modbus TCP — для передачи данных через TCP/IP соединение.

В устройствах БЗП и Геум используется только Modbus RTU.



Посылки Modbus

Кадры запроса и ответа по протоколу Modbus-RTU имеют фиксированный формат, приведенный в таблице 2.

Таблица 2.

| Поле посылки | Длина в байтах |
|-------------------|----------------|
| Адрес Slave | 1 |
| Код команды | 1 |
| Данные | ≤ 128 |
| Контрольная сумма | 2 |

Адрес Slave – первое однобайтное поле кадра. Оно содержит адрес подчиненного устройства, к которому адресован запрос. Подчиненные устройства отвечают только на запросы, поступившие в их адрес. Ответ также начинается с адреса отвечающего устройства. Адрес может изменяться от 1 до 247.

Код команды – это следующее однобайтное поле кадра. Оно говорит подчиненному устройству, какие данные или выполнение какого действия требует от него ведущее устройство.

Данные – поле содержит информацию, необходимую подчиненному устройству для выполнения заданной мастером функции, или содержит данные, передаваемые подчиненным устройством в ответ на запрос ведущего. Длина и формат поля зависят от номера функции.

Контрольная сумма – заключительное двухбайтное поле кадра, содержащее циклическую контрольную сумму CRC-16 всех предыдущих полей кадра. Контрольная сумма завершает кадры запроса и ответа.

При использовании линий связи RS-485 существует ограничение на количество устройств в одной сети: 32, также необходимо использовать терминирующие резисторы и экранированный кабель с заземлением.

Обработка ошибок Modbus

Во время обмена данными могут возникать ошибки двух типов. Первый тип – это ошибки, связанные с искажениями при передаче данных. Второй тип – логические ошибки.

При передаче по асинхронным линиям связи ошибки первого типа обнаруживаются при помощи проверки соответствия принятого запроса установленному формату и вычисления контрольной суммы. Если подчинённое устройство обнаруживает искажение данных, принятый запрос игнорируется, ответное сообщение не передается. Главное устройство или ПО может обнаружить ошибку по истечению времени (тайм-аут), отведённого на ответ.

Для сообщений об ошибках второго типа протокол Modbus предусматривает, что устройства могут отсылать ответы, свидетельствующие об ошибочной ситуации. Признаком того, что ответ содержит сообщение об ошибке, является установленный старший бит кода команды. Кадр ошибочного ответа приведен в таблице 3.

Таблица 3.

| Сетевой адрес | Код команды | Код ошибки | CRC код |
|---------------|-------------|------------|---------|
| 01 | 81 | 03 | B3 72 |



Стандартные коды ошибок:

- 01 — Принятый код функции не может быть обработан.
- 02 — Адрес регистра данных, указанный в запросе, недоступен.
- 03 — Значение, содержащееся в поле данных запроса, является недопустимой величиной (например, выходит за границы).
- 04 — Невосстанавливаемая ошибка имела место, пока ведомое устройство пыталось выполнить затребованное действие.
- 05 — Ведомое устройство приняло запрос и обрабатывает его, но это требует много времени. Этот ответ предохраняет ведущее устройство от генерации ошибки тайм-аута.
- 06 — Ведомое устройство занято обработкой команды. Ведущее устройство должно повторить сообщение позже, когда ведомое освободится.
- 07 — Ведомое устройство не может выполнить программную функцию, заданную в запросе. Этот код возвращается для неуспешного программного запроса, использующего функции с номерами 13 или 14. Ведущее устройство должно запросить диагностическую информацию или информацию об ошибках от ведомого.
- 08 — Ведомое устройство при чтении расширенной памяти обнаружило ошибку паритета. Ведущее устройство может повторить запрос, но обычно в таких случаях требуется ремонт.

Стандартные команды Modbus

В примерах для каждой команды первая таблица показывает состав запроса, вторая – удачного ответа. Значения принято описывать в шестнадцатеричной системе. 16-битные значения принято посылать старшим байтом вперед.

Для каждой команды указан ее персональный код в десятичном формате. Для удобства пользователя в скобках указан код команды в формате HEX.

Список стандартных команд Modbus:

- 1 (0x01) – чтение значений из нескольких регистров флагов (Read Coil Status)
- 2 (0x02) – чтение значений из нескольких дискретных входов (Read Discrete Inputs)
- 3 (0x03) – чтение значений из нескольких регистров хранения (Read Holding Registers)
- 4 (0x04) – чтение значений из нескольких регистров ввода (Read Input Registers)
- 5 (0x05) – запись значения одного флага (Force Single Coil)
- 6 (0x06) – запись значения в один регистр хранения (Preset Single Register)

В устройствах БЗП и Геум реализована поддержка только функций 3 (0x03) и 6 (0x06).



Примеры посылок:

Чтение состояния Holding Registers – 03 (0x03):

Запрос:

| Сетевой адрес | Код команды | Адрес регистра | Количество регистров | CRC - код |
|---------------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
| 01 | 03 | 01 00 | 00 02 | XX XX |

Ответ:

| Сетевой адрес | Код команды | Число байт | Данные | CRC - код |
|---------------|-------------|------------|-------------|-----------|
| 01 | 03 | 04 | 71 40 04 6A | XX XX |

Запись значения в один регистр хранения – 06 (0x06):

Запрос:

| Сетевой адрес | Код команды | Адрес регистра | Записываемое значения | CRC - код |
|---------------|-------------|----------------|-----------------------|-----------|
| 01 | 06 | 04 00 | 00 02 | XX XX |

Ответ:

| Сетевой адрес | Код команды | Адрес регистра | Записываемое значения | CRC - код |
|---------------|-------------|----------------|-----------------------|-----------|
| 01 | 06 | 04 00 | 00 02 | XX XX |



ФУНКЦИЯ ModbusMaster KIWI

В ПО «KIWI» можно использовать встроенную функцию ModbusMaster для ручного считывания и записи данных по конкретным адресам Modbus. ModbusMaster запускается комбинацией клавиш Ctrl+M.

Окно ModbusMaster содержит две области: область адреса (ADDRESS) и область данных (DATA). В областях ADDRESS и DATA предусмотрены поля для ввода данных шестнадцатеричной и для десятичной системы исчисления. Данные и адреса можно вводить в любое из этих полей. Числа автоматически отобразятся в обеих системах исчисления.

Возможности ModbusMaster KIWI:

Чтение регистров. Для чтения регистра нужно ввести адрес регистра в область адреса в любом формате. В области DATA будет отображено содержимое регистра в десятичной и шестнадцатеричной системе исчисления.

Запись в регистры. Для записи необходимо ввести адрес, при этом в области DATA будет отображено текущее содержимое регистра. Далее нужно ввести новое значение в область данных и нажать на клавишу WRITE.

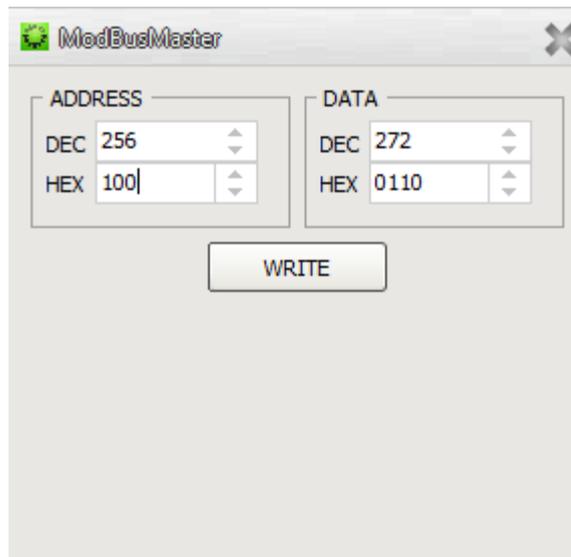


Рисунок 6.



ЛОГИРОВАНИЕ MODBUS KIWI

В ПО “KIWI” предусмотрена возможность сохранения данных обмена (логирование) в текстовый файл ModbusLog.txt. Функция сохранения активируется нажатием комбинации клавиш Ctrl+R. Остановка записи осуществляется повторным нажатием комбинации клавиш CTRL+R. Файл ModbusLog.txt расположен в директории (папке) ПО “KIWI”.

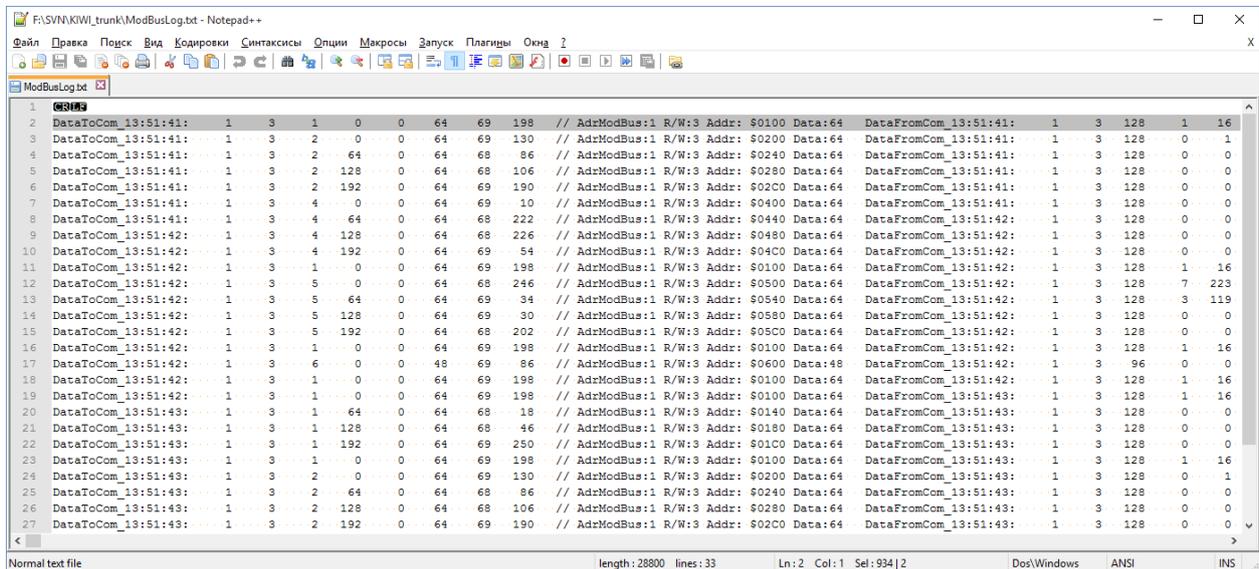


Рисунок 7.

Пример строки в файле ModbusLog.txt:

```
DataToCom_16:04:37: 5 3 1 0 0 1 132 114 // AdrModbus:5 R/W:3 Addr: $0100 Data:1
DataFromCom_16:04:37: 5 3 2 97 64 97 228
```

После слов DataToCom_ указано время отправки посылки. Затем идет сама посылка в десятичном формате.

После “//” указана расшифровка адреса, режима, адреса и данных в шестнадцатеричном виде.

После DataFromCom_ указана дата и время получения посылки от устройства. Затем отображается сама посылка от устройства.

Из этой строки можно понять, что в 16:04:37 на устройство была отправлена посылка:

5 3 1 0 0 1 132 114(в десятичном формате)

В 16:04:37 устройство ответило посылкой:

5 3 2 97 64 97 228 (в десятичном формате)

Запрос:

| Сетевой адрес | Код команды | Адрес регистра | Количество регистров | CRC - код |
|---------------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
| 05 | 03 | 01 00 | 00 01 | 132 114 |

Ответ:

| Сетевой адрес | Код команды | Число байт | Данные | CRC - код |
|---------------|-------------|------------|--------|-----------|
| 05 | 03 | 02 | 97 64 | 97 228 |

КАРТА ПАМЯТИ

Карта памяти – документ, в котором описаны регистры устройства, к которым можно обратиться по протоколу Modbus. В карте памяти адреса указаны в шестнадцатеричной системе исчисления. Также приведены допустимые диапазоны значений, уровни доступа и описание регистров. В таблице 4 приведен пример карты памяти.

Таблица 4.

| Адрес параметра | Диапазон значений | Ед. изм. | УД-з ¹ | УД-ч ² | Описание параметра |
|-----------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|--|
| 0x0100 | 0x614x 0x714x | | ТЧ | УДО | Тип блока: 0x614x – для старой версии 0x714x – для новой версии |
| 0x0101 | | | ТЧ | УДО | Заводской номер блока БЗП-01. |
| 0x011В | 0.00...650.00 | А | ТЧ | УДО | Ток фазы 3ю (БЗП-01-ОТ/ВВ/СВ). С фиксированной точкой - два разряда после запятой. |
| 0x0400 | 0..3 | | УД2 | УДО | Тип блока защиты БЗП-01: 0 - БЗП-01-ОТ 1 - БЗП-01-ВВ 2 - БЗП-01-СВ 3 - БЗП-01-ТН |

Примеры:

По адресу 0x0100 может быть прочитано значение 0x614x или 0x714x (вместо x может быть любая цифра). Единицы измерения – отсутствуют. Доступ – только чтение. Уровень для чтения – УДО (любой включая нулевой). Для версии устройства 1.22 значение 0x6141, для устройств с прошивкой старше чем 3.00 – значение идентификатора 0x7140.

По адресу 0x0101 можно прочитать серийный номер устройства. Уровень для чтения – УДО (любой включая нулевой).

По адресу 0x011В можно прочитать значение тока фазы 3ю. Уровень для чтения – УДО (любой включая нулевой). Прочитанное значение этого регистра будет находится в диапазоне от 0 до 65000. Для получения итоговой величины нужно отделить запятой два правых знака. Таким образом значение тока будет в диапазоне 0.00 – 650.00.

По адресу 0x0400 хранится тип блока БЗП-01. Возможные значения от 0 до 3. Задать значение можно с уровнем доступа УД2 и выше, прочитать значение – с нулевым доступом и выше.

1 УД-з - уровень доступа для записи.

- От УДО до УД3 – запись разрешена при уровне доступа не ниже указанного.
- ТЧ – только чтение. Запись невозможна при любых уровнях доступа – попытки записи игнорируются.

2 УД-ч - уровень доступа для чтения. От УДО до УД3.



Флаги и дискретные значения в регистре

Значения флагов и дискретных входов хранятся в упакованном виде: по одному биту на флаг. Единица означает включённое состояние, ноль — выключенное. Значения битов хранятся в регистре начиная от младшего бита к старшим.

Таблица 5.

| Адрес параметра | Диапазон значений | Ед. изм. | УД-з ³ | УД-ч ⁴ | Описание параметра |
|-----------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|---|
| 0x0112 | | Бит | ТЧ | УДО | Текущее состояние статусного регистра 2. Назначение битов в Таблице 6. |

Пример, при чтении из регистра 0x0112 мы получили значение 17504 (0x4460), что соответствует двоичному представлению числа – 0100 0100 0110 0000.

Если сопоставить номера битов с таблицей 6, станет понятно, что в активном состоянии находятся сигналы «Неиспр. ШП», «Несоотв. цепей упр.», «Блок. от защит», «Неиспр. З».

Таблица 6.

| № бита | Описание битов |
|--------|---------------------------------|
| 0 | Вкл. по АПВ (-ОТ/ВВ) |
| 1 | Неусп. АПВ (-ОТ/ВВ) |
| 2 | УРОВ (-ОТ/ВВ/СВ) |
| 3 | Пуск УРОВ (-ОТ/ВВ/СВ) |
| 4 | Пуск по I (-ОТ/ВВ/СВ) |
| 5 | Неиспр. ШП (-ОТ/ВВ/СВ) |
| 6 | Несоотв. цепей упр. (-ОТ/ВВ/СВ) |
| 7 | Отказ ВВ (-ОТ/ВВ/СВ) |
| 8 | Защита ЭМ (-ОТ/ВВ/СВ) |
| 9 | Самопр. ОТКЛ (-ОТ/ВВ/СВ) |
| 10 | Блок. от защит |
| 11 | Откл. СШ от УРОВ (-ВВ/СВ) |
| 12 | – |
| 13 | – |
| 14 | Неиспр. З |
| 15 | ЛЗШ (-ВВ/СВ) |

³ УД-з - уровень доступа для записи.

От УДО до УДЗ – запись разрешена при уровне доступа не ниже указанного

ТЧ – только чтение. Запись невозможна при любых уровнях доступа – попытки записи игнорируются.

⁴ УД-ч - уровень доступа для чтения. От УДО до УДЗ.



Накладывание маски

Некоторые регистры в карте памяти используют маскирование, чтобы скрыть неиспользуемые биты. Например, в регистре «Статус 2» устройства БЗП-01 в присоединении ОТ используются не все биты. Если мы на позицию используемых битов поставим “1”, в неиспользуемых – “0”, то получим следующее число в двоичном формате: 0100 0111 1111 1111 или 0x47FF в шестнадцатеричном формате. Это и есть маска используемых битов для регистра «Статус 2» устройства БЗП-01 в присоединении ОТ.

Зная маску, можно провести и обратную операцию, чтобы увидеть, какие из сигналов могут иметь место для конкретного присоединения.



УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ ДОСТУПА ПО ПРОТОКОЛУ MODBUS

В устройствах БЗП и Геум реализовано несколько уровней доступа.

- УД1;
- УД2;
- Сервисных (УД3);
- Технический (только для завода изготовителя БЗП и Геум).

Чтобы получить необходимый уровень доступа, необходимо записать соответствующий пароль в десятичном виде в регистр 0x02F8. Если пароль введен правильно (соответствует одному из паролей в памяти устройства), при чтении из регистра 0x02F8 устройство будет возвращать номер введенного пароля. В случае если пароль введен не верно, при чтении из регистра 0x02F8 устройство вернет значение 0xFFFF.

Текущий уровень доступа может быть сброшен одним из способов:

- При записи числа 0xFFFF в регистр 0x02F8;
- При отсутствии обмена с устройством более 200 секунд;
- После выключения питания.

Доступ распространяется только на активный порт. Если получить доступ через порт RS485-1, то уровень доступа не распространяется на порт RS485-2.

Таблица 7.

| Адрес регистра | Диапазон значений | Ед. изм. | УД-з | УД-ч | Описание параметра | |
|----------------|-------------------|-------------------------|------|------------------------------------|---|-----------------|
| 0x02F8 | -1...16 | | УД0 | УД0 | Для чтения: номер пароля доступа. Соответствие прочитанных значений текущему уровню доступа: | |
| | | | | | 0-5 | УД1 |
| | | | | | 6-10 | УД2 |
| | | | | | 11 | УД3 (сервисный) |
| | 0xFFFF | УД0 (доступ не получен) | | | | |
| 0...65535 | | УД0 | УД0 | Для записи: задание пароля доступа | | |



ЗАПИСЬ ВРЕМЕНИ В УСТРОЙСТВО ПО ПРОТОКОЛУ MODBUS

1. Получить доступ не ниже чем УД1 в терминах Руководства по эксплуатации (для БЗП-01 см. РЭ на стр. 39 «3.7.1.10.3 Уровни доступа (УД)»). В регистр с адресом 0x02F8 записать значение пароля.
2. Прочитать регистр 0x02F8 чтобы убедиться в получении доступа:
 - Значения от 0 до 5 соответствуют уровню доступа 1 (УД1)
 - Значения от 6 до 10 соответствуют уровню доступа 2 (УД2)
 - Значение 11 соответствует уровню доступа 3 (УД3 или Сервисный доступ)
 - Значение 0xFFFF соответствует отсутствию доступа.
3. В регистры 0x0109-0x010F записать время:
 - 0x0109 – секунды,
 - 0x010A – минуты,
 - 0x010B – часы,
 - 0x010C - день недели (для БЗП-01: 0 - понедельник, 6 – воскресенье; для БЗП-02(03): 1-воскресенье, 7 – суббота),
 - 0x010D - день месяца,
 - 0x010E – месяц,
 - 0x010F – год (полное значение от 2004 до 2099)Запись выполнять функцией 0x06 протокола Modbus, записывать только по одному регистру.
4. Для сброса доступа следует записать в регистр с адресом 0x02F8 значение 0xFFFF.

СКАЧИВАНИЕ ОСЦИЛЛОГРАММ

Рассмотрим скачивание осциллограмм на примере устройства БЗП-01.

Для выбора отсчета осциллограммы необходимо задать номер осциллограммы и номер отсчета в осциллограмме.

1. Номер осциллограммы $N_{\text{осцилл}}$ (от 1 до 128) задается чтением соответствующего протокола осциллограмм (см. на стр. 42). Необходимо выполнить чтение, как минимум, одного регистра по адресу $0x5000 + (N_{\text{осцилл}} - 1) * 5$
2. Номер отсчета выбранной осциллограммы задается записью значения номера в регистр 0x02E2

Один отсчет осциллограммы расположен по адресам 0x02B0 – 0x02C9.

Таблица 8.

| Адрес параметра | Диапазон значений | Ед. изм. | Описание параметра |
|-----------------|-------------------|----------|--|
| 0x02B0 | 0...65535 | | «Не сбрасываемый счетчик». Используется для определения дискретности осциллографирования по времени (dt), как разница между предыдущим (N_1) отсчетом и текущим (N_2): $dt = \frac{ N_1 - N_2 }{126} * 0.02 \quad (\text{сек})$ |
| 0x02B1 | | Bit | Физические дискретные входы (отфильтрованные и «сырые» значения) (см. Таблица 3.2.1). |



| Адрес параметра | Диапазон значений | Ед. изм. | Описание параметра |
|-----------------|-------------------|----------|--|
| 0x02B3 | | Bit | Регистр «Дискретных выходов» (см. Таблица 2.10). |
| 0x02B4 | 0..3 | | Статус считывания данных среза: 0 – успешно считано 1 – ошибка чтения данных из сектора (ECC, CRC и т.п.) 2 – чтение данных за пределами конца файла 3 – чтение из не открытого файла |
| 0x02B5 | | | Значение константы ЦАП ($const_{\text{ЦАП}}$) токовых каналов (I_A, I_B, I_C). Коэффициент ЦАП ($K_{\text{ЦАП}}$) вычисляется: $K_{\text{ЦАП}} = \frac{127,5}{const_{\text{ЦАП}}}$ |
| 0x02B6 | | | Значение константы ЦАП ($const_{\text{ЦАП}_{3Io}}$) токового канала $3I_o$. Коэффициент ЦАП ($K_{\text{ЦАП}_{3Io}}$) вычисляется: $K_{\text{ЦАП}_{3Io}} = \frac{127,5}{const_{\text{ЦАП}_{3Io}}}$ |
| 0x02BA | | | Вторичный ток фазы А «Ia точный» в ед. АЦП. (+/-2048). Приведение в А, с фиксированной точкой - два разряда после запятой: АЦП*80/ $K_{\text{ЦАП}}$. |
| 0x02BB | | | Вторичный ток фазы В «Ib точный» в ед. АЦП. (+/-2048). Приведение в А, с фиксированной точкой - два разряда после запятой: АЦП*80/ $K_{\text{ЦАП}}$. |
| 0x02BC | | | Вторичный ток фазы С «Ic точный» в ед. АЦП. (+/-2048). Приведение в А, с фиксированной точкой - два разряда после запятой: АЦП*80/ $K_{\text{ЦАП}}$. |
| 0x02BD | | | Вторичный ток $3I_o$ « $3I_o$ точный» в ед. АЦП. (+/-2048). Приведение в А, с фиксированной точкой - два разряда после запятой: АЦП*800/ $K_{\text{ЦАП}_{3Io}}$. |
| 0x02BE | | | Вторичный ток фазы А «Ia грубый» в ед. АЦП. (+/-2048). Приведение в А, с фиксированной точкой - два разряда после запятой: АЦП*640/ $K_{\text{ЦАП}}$. |
| 0x02BF | | | Вторичный ток фазы В «Ib грубый» в ед. АЦП. (+/-2048). Приведение в А, с фиксированной точкой - два разряда после запятой: АЦП*640/ $K_{\text{ЦАП}}$. |

| Адрес параметра | Диапазон значений | Ед. изм. | Описание параметра |
|-----------------|-------------------|----------|---|
| 0x02C0 | | | Вторичный ток фазы С «Ic грубый» в ед. АЦП. (+/-2048). Приведение в А, с фиксированной точкой - два разряда после запятой: АЦП*640/ K _{ЦАП} . |
| 0x02C1 | | | Вторичный ток 3Io «3Io грубый» в ед. АЦП. (+/-2048). Приведение в А, с фиксированной точкой - два разряда после запятой: АЦП*6400/ K _{ЦАП_3Io} . |
| 0x02C2 | | | Вторичное напряжение «Uab» в ед. АЦП. Приведение в В - с фиксированной точкой - один разряд после запятой. |
| 0x02C3 | | | Вторичное напряжение «Ubc» в ед. АЦП. Приведение в В - с фиксированной точкой - один разряд после запятой. |
| 0x02C4 | | | Вторичное напряжение «Uca» в ед. АЦП. Приведение в В - с фиксированной точкой - один разряд после запятой. |
| 0x02C5 | | | Вторичное напряжение «Uo» в ед. АЦП. Приведение в В - с фиксированной точкой - один разряд после запятой. Пересчет в первичные величины: $U_{oП}[B] = \frac{U_{oВ}[B] \times U_{н.м}[B]}{100 \times \sqrt{3}}$ |
| 0x02C6 | | | Вторичное напряжение «Ua» в ед. АЦП. Приведение в В - с фиксированной точкой - один разряд после запятой. |
| 0x02C7 | | | Вторичное напряжение «Ub» в ед. АЦП. Приведение в В - с фиксированной точкой - один разряд после запятой. |
| 0x02C8 | | | Вторичное напряжение «Uc» в ед. АЦП. Приведение в В - с фиксированной точкой - один разряд после запятой. |

Для работы со знаковыми числами:

Некоторые регистры имеют знак, т.е. могут принимать положительные и отрицательные значения. Старший бит в таких числах показывает знак, если старший бит =1, то число отрицательное. Его модуль показывают оставшиеся биты. Их нужно инвертировать и к результату прибавить 1. Например, значение 65532 в десятичной форме является числом 1111 1111 1111 1100, старший бит =1, значит число отрицательное, его модуль 65535-65532+1=4, итоговое число -4.

Для преобразования значений АЦП во вторичные величины:

- Точные значения токов: Значение из ячеек 0x02BA – 0x02BC (АЦП) умножается на коэффициент 800; Точное значение 3Io – тока нулевой последовательности: Значение из ячеек 0x02BD умножается на коэффициент 8000;
- Грубые значения: Значение из ячеек 0x02BE – 0x02C0 (АЦП) умножается на коэффициент 6400; Грубое значение 3Io – тока нулевой последовательности: Значение из ячеек 0x02C1 (АЦП) умножается на коэффициент 64000; Полученный результат умножается на **constцан / 127 500** и округляется.



В полученном значении отделить 2 знака после запятой для каналов (I_A , I_B , I_C), 3 знака для каналов $3I_0$)

Формирование данных каналов для файла DAT Comtrade:

АЦП*constцап / 127 500 *1 000 000,

Где constцап = 0x02B5 (для каналов (I_A , I_B , I_C), 0x02B6 (для токовых канала $3I_0$),

АПЦ – значения соответствующих регистров со значениями АЦП.

Формат каждой строки DAT файла Comtrade следующий:

Номер отчета, время в миллисекундах с начала осциллограммы, канал1, канал2, ... , каналN,
дискретны1 канал1, канал2, ... , канал N,

Например:

```
0000000006,0000000952, -8000, 8000, 0, 157, -2000, 4000, -2000, -314,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0, 1,0,1,0,0,0,
```

Формирование файла CFG Comtrade:

1. Название и номер устройства, например:

БЗП-01_№01130,

2. Количество каналов, общее, аналоговых, дискретных с литерами A и D.

30,8A,22D

3. Описание каждого аналогового канала поочередно по шаблону:

№,Название, Фаза,,Единицы измерения,Коэффициент преобразования во вторичные (0,000008 и 0,000064),0,,минимальное значение (-65000), максимальное значение (65000), КТТ для преобразования в первичные величины, 1, S

1, Ia1, A,, A, 8E-6, 0,, -65000, 65000, 20, 1, S

2, Ib1, B,, A, 8E-6, 0,, -65000, 65000, 20, 1, S

3, Ic1, C,, A, 8E-6, 0,, -65000, 65000, 20, 1, S

4, 3Io1,,, A, 8E-6, 0,, -65000, 65000, 25, 1, S

5, Ia2, A,, A, 6.4E-5, 0,, -65000, 65000, 20, 1, S

6, Ib2, B,, A, 6.4E-5, 0,, -65000, 65000, 20, 1, S

7, Ic2, C,, A, 6.4E-5, 0,, -65000, 65000, 20, 1, S

8, 3Io2,,, A, 6.4E-5, 0,, -65000, 65000, 25, 1, S

4. Описание каждого дискретного канала поочередно по шаблону:

№,Название, состояние по умолчанию (нормально замкнутый/нормально разомкнутый для реле)

1, Вход "In 1", 0

2, Вход "In 2", 0

3, Вход "РПВ In", 0

4, Вход "In 4", 0

5, Вход "Контроль ШП", 0

6, Вход "Внешнее ОТКЛ 1", 0

7, Вход "Внешнее ОТКЛ 2", 0

8, Резерв0x08, 0

9, In1 (сырые), 0

10, In2 (сырые), 0

11, In3 (сырые), 0

12, In4 (сырые), 0

13, In5 (сырые), 0

- 14,In6 (сырые),0
 15,In7 (сырые),0
 16,Резерв0x16,0
 17,К1,0
 18,К2,0
 19,К3,0
 20,К4,0
 21,К5,0
 22,К6,1
5. Частота сети
50
 6. nrates - количество различных скоростей дискретизации в файле данных
1
 7. ssssl,endsampl
где ssssl - частота дискретизации в Гц,
endsampl - номер последней выборки для данной скорости.
2100,100000
 8. Метки времени. Имеются две отметки дата / время: первая - для первого значения в файле данных и вторая - для момента пуска. Они имеют следующий формат mm/dd/yy, hh:mm:ss.ssssss.
12/19/2017,14:25:02.000000
12/19/2017,14:25:02.000000

ПРИЛОЖЕНИЕ

Перевод между шестнадцатеричной и десятичной системой (HEX <-> DEC)

При работе с протоколом Modbus необходимо уметь переводить числа из одного стандарта исчисления в другую. При записи числе в шестнадцатеричном формате используется приставка 0x. Например, 0x10 – десятичное число 16 записанное в шестнадцатеричном формате.

Для перевода из одной системы исчисления в другую можно использовать стандартный калькулятор Windows. Для переключения между системами исчисления нужно переключиться в режим «Программист». Для этого в меню “Вид” нужно выбрать режим “Программист”.

Пример: Представление числа 1024 в десятичном формате в шестнадцатеричный формат:

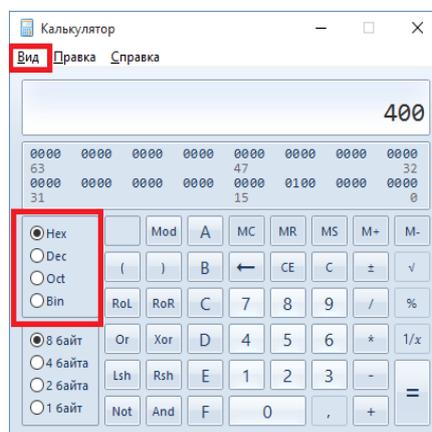


Рисунок 8.



Перевод в двоичную систему исчисления.

Значение числа в двоичном формате всегда отображается снизу поля ввода:

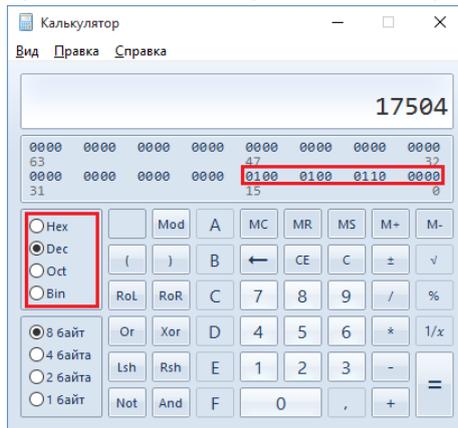


Рисунок 9.