**Протокол обмена**

Протокол обмена по интерфейсу RS-485 базируется на протоколе MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION V1.1b (<http://www.modbus.org/>) в режиме RTU.

Параметры соединения:

1. Скорость соединения: 19200 кБ/сек.
2. Адрес устройства: 1;
3. Кол-во бит данных: 8;
4. Бит чётности: паритет чётный;
5. Кол-во старт бит: 1;
6. Кол-во стоп-бит: 1;

Устройство БИ должно реализовать модель данных протокола Modbus (таб. 1):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Таблица 1 |
| **Данные** | **Размерность данные** | **Доступ к данным** | **допустимые адреса в диапазоне значений** |
| Discretes Input | Single bit | Read-Only | 0x0000…0xFFFF |
| Coils | Single bit | Read-Write | 0x0000…0xFFFF |
| Input Registers | 16-bit word | Read-Only | 0x0000…0xFFFF |
| Holding Registers | 16-bit word | Read-Write | 0x0000…0xFFFF |

Устройство БИ имеет сетевой адрес (1 байт), который соответствует адресу CAN интерфейса и по умолчанию равен 127 и поэтому возможные значения находятся в диапазоне 1…127. В соответствии со стандартом Modbus адрес 0x00 не допустим, по этому адресу передаются широковещательные команды.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Таблица 2 | |
| **Параметр БИ** | **Тип данных модели данных Modbus** | **Адрес** | **Формат данных** | **Диапазон допустимых значений** | **Заводские**  **установки** | **Примечания** |
| Поляризационный потенциал подземного трубопровода | Input Register | 0x0000 | Пример:  signed Int16  1 bit == 0,01 В | ±2,00 В  (0хХХХХ-0хYYYY hex) |  |  |
| Защитный потенциал в | Input Register | 0x0001 | Пример:  signed Int16  1 bit == 0,01 В | ±10,00 В  (0хХХXX-0хYYYY hex) |  |  |
| Наведённое переменное напряжение на трубопровод | Input Register | 0x0002 | Пример:  unsigned Int16  1 bit == 1 В | 0 до 100  В  (0х0000-0х0064 hex) |  |  |
| Ток катодной защиты в точке дренажа методом измерения напряжения на внешнем шунте | Input Register | 0x0003 | Пример:  unsigned Int16  1 bit == 0,1 А | 0-150,0 А  (0х0000-0х05DC hex) |  |  |
| Ток поляризации вспомогательного электрода | Input Register | 0x0004 | Пример:  signed Int16  1 bit == 0,01 А | ±5,00 мА  (0хХХXX-0xYYYY hex) |  |  |
| Ток измерительного канала 1 | Input Register | 0x0005 | Пример: | 0хХХXX-0xYYYY hex |  | Передаются значения АЦП, соответствующие диапазону 4-20 мА. Значения, соответствующие меньше 4 мА считаются обрывом измерительного канала, более 20 мА - КЗ |
| Ток измерительного канала 2 | Input Register | 0x0006 | Пример: | 0хХХXX-0xYYYY hex |  |
| Глубина коррозии датчика ИКП с устройства УСИКПСТ | Input Register | 0x0007 | Пример:  unsigned Int16  1 bit == 1 мкм | 0…65,534мм  (0х0000-0xFFFE hex) |  | Значение 0xFFFF – вне диапазона измерений УСИКПСТ |
| Скорость коррозии датчика ИКП с устройства УСИКПСТ | Input Register | 0x0008 | Пример:  unsigned Int16  1 bit == 1 мкм/год | 0…65,534 мм/год  (0х0000-0xFFFE hex) |  |
| Состояние УСИКПСТ | Input Register | 0x0009 | unsigned Int16 | 0x0000 - норма  0xFFFF – нет связи  Либо код исключения от УСИКПСТ |  |  |
| Питающее напряжение | Input Register | 0x000A | Пример:  unsigned Int16  1 bit == 0,1 В | 9-55В  (0х0050-0x0226 hex) |  | Диапазон 8-15 В для БИ(У) на батарейном питании,  18-55 В для проводной БИ(У) |
| Напряжение встроенного элемента питания | Input Register | 0x000B | Пример:  unsigned Int16  1 bit == 0,1 В | 2,5-3,6В  (0х0019-0x0024 hex) |  |  |
| Температура встроенного датчика БИ(У) | Input Register | 0x000C | Пример:  signed Int16  1 bit == 1 °С | -40/+85°С  (0хХХXX-0xYYYY hex) |  |  |
| Текущее время | Input Register | 0x000D | Int 32  POSIX-время | (0х00000000-0xFFFFFFFF hex) |  | Число секунд  С 01.01.1970г |
| Версия ПО и аппаратной части | Input Register | 0x000F | Пример: | (0х0000-0xFFFF hex) |  |  |
| Вскрытие НГК-КИП СМ(У) | Discretes Input | 0x0000 |  |  |  |  |
| Напряжение питания ниже нормы | Discretes Input | 0x0001 |  |  |  |  |
| Напряжение встроенного элемента питания ниже нормы | Discretes Input | 0x0002 |  |  |  |  |
| Состояние пластины датчика «1» скорости коррозии 30,0-100,0 Ом | Discretes Input | 0x0003 |  |  |  |  |
| Состояние пластины датчика «2» скорости коррозии 30,0-100,0 Ом | Discretes Input | 0x0004 |  |  |  |  |
| Состояние пластины датчика «3» скорости коррозии 30,0-100,0 Ом | Discretes Input | 0x0005 |  |  |  |  |
| Номер устройства CAN и адрес устройства в сети RS-485 (1-127). По умолчанию 127 | Holding Register | 0x0000 | unsigned Int16  1 bit == 1 номер | 1-127  (0х0001-0x007F hex) | 127 |  |
| Период измерений и передачи информации | Holding Register | 0x0001 | unsigned Int32  1 bit == 1 сек. | 0сек.…7сут.  (0х0000-0x93A80 hex) | 0xFFFFFFFF | 0 – измерять постоянно. 0xFFFFFFFF -передача данных только по запросу. Для БИ(У) на автономном питании значение параметра 0x00 – 0xнедопустимо. Возвращать исключение 0x03. |
| Период опроса УСИКПСТ | Holding Register | 0x0003 | unsigned Int16  1 bit == 10 сек. | 10сек.…7сут.  (0х0001-0xFFFF hex) | 0xFFFF | 0xFFFF – неактивный канал Возможен выбор только одного из двух каналов измерения, либо оба не активные |
| Период опроса датчиков БПИ | Holding Register | 0x0004 | unsigned Int16  1 bit == 10 сек. | 10сек.…7сут.  (0х0001-0xFFFF hex) | 0xFFFF |
| Период опроса измерительного канала 1  4-20 мА | Holding Register | 0x0005 | unsigned Int16  1 bit == 10 сек. | 10сек.…7сут.  (0х0001-0xFFFF hex) | 0xFFFF | 0xFFFF – неактивный канал |
| Период опроса измерительного канала 2  4-20 мА | Holding Register | 0x0006 | unsigned Int16  1 bit == 10 сек. | 10сек.…7 сут.  (0х0001-0xFFFF hex) | 0xFFFF | 0xFFFF – неактивный канал |
| Скорость обмена данными в сети CAN (в соответствии с CANOpen). | Holding Register | 0x0007 | unsigned Int16  1 bit == 1 кБит/с | 100 кБит/с  50 кБит/с  20 кБит/с  10 кБит/с  (0х000A-0x03E8 hex) | 20 кБит/с |  |
| Номинальный ток внешнего шунта (А) | Holding Register | 0x0008 | unsigned Int16  1 bit == 1 А | 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150 (0х000A-0x0096 hex) | 50 А |  |
| Текущее время с вводом поправки на часовой пояс | Holding Register | 0x0009 | Int 32  POSIX-время | (0х00000000-0xFFFFFFFF hex) |  | Число секунд  С 01.01.1970г |
| Серийный номер устройства | Holding Register | 0x000B | unsigned Int32 | 0x00000000-  0xFFFFFFFF hex | 0xFFFFFFFF |  |
| Флаг разрешения работы канала измерения поляризационного потенциала подземного трубопровода | Coil | 0x0000 |  |  | True |  |
| Флаг разрешения работы канала измерения защитного потенциала | Coil | 0x0001 |  |  | True |  |
| Флаг разрешения работы канала измерения тока катодной защиты в точке дренажа методом измерения напряжения на внешнем шунте | Coil | 0x0002 |  |  | True |  |
| Флаг разрешения работы канала тока поляризации вспомогательного электрода | Coil | 0x0003 |  |  | False |  |
| Флаг разрешения работы канала измерения наведённого переменного напряжения на трубопровод | Coil | 0x0004 |  |  | True |  |

\*см. описание протокола УСИКПСТ

Команды протокола, которые должны быть реализованы в БИ

1. (0x01) Read Coils;
2. (0x02) Read Discrete Inputs;
3. (0x03) Read Holding Registers;
4. (0x04) Read Input Registers;
5. (0x05) Write Single Coil;
6. (0x06) Write Single Register;
7. (0x0F) Write Multiple Coils;
8. (0x10) Write Multiple registers;
9. (0x17) Read/Write Multiple registers;

На все остальные команды БИ должна возвращать исключение «Function Code

Not Supported» (Exception Code = 01) в соответствии с протоколом.