**Телеметрическая система**

**Контроллер управления CU-8.**

**Прошивка CU8-OPSP1.**

1. **Назначение.**

Сбор и передача данных полученных с датчиков, следящих за гололедной нагрузкой через сеть GSM в режиме GPRS и Data-modem. Режим GPRS включает режим работы с динамическим или статическим (для статического точка доступа, логин, пароль для подключения) IP адресом на пункте наблюдения. Режим основной работы системы задаётся в настройках. Система состоит из одного пункта сбора данных (в дальнейшем ПСД) и нескольких пунктов наблюдения.

1. **Основные характеристики.**
2. **Описание работы.**

3.1 Алгоритм работы

3.1.1 Контроллер пункта наблюдения после включения питания в течении 15 секунд ожидает прихода запроса по протоколу MODBUS-ASCII по последовательному каналу от ПК. Если получен запрос, то контроллер переходит в режим конфигурации и остается в нем до выключения питания. Если в течении 15 секунд от включения питания контроллер не получил запрос, то он переходит в основной режим работы – режим контроля.

В режиме контроля производится периодический опрос датчиков с заданным интервалом (PER\_DATCH) с сохранением в оперативной памяти полученных данных.

Чтение данных и конфигурирование пункта наблюдения возможно двумя способами: по протоколу MODBUS-ASCII по последовательному каналу связи с ПК или удаленно через GSM сеть.

Пункт наблюдения поддерживает работу с одним или двумя GSM модемами. Число модемов определяется параметром NUM\_MODEM. Если в системе используется контроллер CU8\_ATMEGA и задана работа с двумя модемами, то оба модема активны и работают согласно заданным для них параметрам. Если в системе используется контроллер CU8 и задана работа с двумя модемами, то один модем является основным, а другой резервным. В такой ситуации на оба модема постоянно подано питание, но связь поддерживается, только через основной модем. Контроллер с периодом 30 секунд проверяет состояние GSM сети на основном модеме. При отсутствии подключения к GSM сети, контроллер переключается на работу с резервным модемом. При успешном подключении к GSM сети, резервный модем становится основным. Если подключение к GSM сети не удается для обоих модемов, то контроллер снимает с них питание и через 15 секунд подает на них питание вновь, далее повторяется настройка модемов и проверяется состояние GSM сети.

**3.1.2 Сценарии работы системы.**

**Работа в режиме DATA-modem.**

Пункт наблюдения с заданным периодом (PER\_OBMEN) или при обнаружении превышения усилия подключается к ПСД в режиме DATA-modem и ожидает запросов по протоколу MODBUS-ASCII. ПСД получает необходимые данные от пункта наблюдения по протоколу MODBUS-ASCII, после чего завершает сеанс связи. Если запросы по протоколу MODBUS-ASCII не поступают от ПСД в течении 3-х минут, то пункт наблюдения самостоятельно прерывает сеанс связи и переходит к режиму периодической передачи данных. По окончании связи счетчик периода начинает отсчет с начала.

При входящем звонке пункт наблюдения снимает трубку. При обнаружении запроса на обмен в режиме DATA-modem пункт наблюдения начинает обмен. ПСД получает необходимые данные от пункта наблюдения по протоколу MODBUS-ASCII, после чего завершает сеанс связи. Если запросы по протоколу MODBUS-ASCII не поступают от ПСД в течении 3-х минут, то пункт наблюдения самостоятельно прерывает сеанс связи и переходит к режиму периодической передачи данных. По окончании связи счетчик периода начинает отсчет с начала.

Для связи задается два номера телефона – основной и резервный. Если попытка связи по основному номеру не удается, происходит переход на работу с резервным номером.

**Непрерывная связь в режиме GPRS.**

В данном режиме связь происходит по заданному статическому IP адресу ПСД. Пункт наблюдения с минимальным интервалом поддерживает связь с ПСД. Чтение данных и настройка происходит по запросам ПСД. В случае прихода запроса в DATA режиме, контроллер разрывает текущее соединение, на 300с переводит модем в DATA режим, после завершения входящего DATA соединения контроллер ожидает 180 сек. и переходит в прерванный режим GPRS.

Для контроллера CU-8 при двух активных модемах, «основной» работает в режиме GPRS, а «резервный» модем отключен. В случае отсутствия GPRS соединения на «основном» модеме, «резервный» настраивается в GPRS режим и работа проходит через него. При входящем запросе в DATA режиме, контроллер разрывает текущее соединение, на 300с переводит модем в DATA режим, после завершения входящего DATA соединения контроллер ожидает 180с. и переходит в переходит в прерванный режим GPRS.

**Периодическая связь в режиме GPRS.**

В данном режиме связь происходит по заданному статическому IP адресу ПСД. Пункт наблюдения с заданным периодом подключается к ПСД. Далее управление переходит к ПСД. После получения необходимых данных ПСД прерывает сеанс связи. Если запросы по протоколу MODBUS-ASCII не поступают от ПСД в течении 3-х минут, то пункт наблюдения самостоятельно прерывает сеанс связи и переходит к режиму периодической передачи данных. По окончании связи счетчик периода связи начинает отсчет с начала.

При превышении заданного усилия пункт наблюдения сразу подключается к ПСД. Далее управление переходит к ПСД. ПСД настраивает пункт наблюдения на режим непрерывной работы. При установке этого режима пункт наблюдения при обнаружении обрыва связи сразу восстанавливает связь. После окончания работы ПСД отключает режим непрерывной работы у пункта наблюдения. После этого пункт наблюдения отключает связь и переходит к режиму периодической передачи данных. По окончании связи счетчик периода связи начинает отсчет с начала.

**Работа в режиме GPRS c статическим IP адресом пункта наблюдения.**

В этом режиме пункт наблюдения с заданным периодом (PER\_OBMEN) или при превышения усилия подключается к ПСД в режиме GPRS. Чтение данных и настройка происходит по запросам ПСД. Запросы от ПСД поступают с периодом, исключающим отключение канала связи по инициативе оператора связи. Если запросы от ПСД не поступают в течении 3-х минут пункт наблюдения отключает связь и переходит к режиму периодической передачи данных. Во время работы пункт наблюдения постоянно ожидает запросы от ПСД по заданному статическому IP адресу и обрабатывает их.

**В режиме передачи через GPRS ПСД всегда имеет статический IP адрес.**

3.1.3 Периодически, через интервал времени заданный в регистре PER\_RSTSYST, контроллер производит системный сброс микроконтроллера.

Удаленный сброс контроллера может быть выполнен определенной записью в регистр RST\_KONTROL.

3.1. 4 В системе может быть до 10 проводных датчиков силы и до 20 беспроводных датчиков силы. Количество датчиков силы задается в регистрах NUM\_DW\_FORSE и NUM\_DWL\_FORSE. Тип датчиков силы задается в регистрах SEL\_DW\_FORSE и SEL\_DWL\_FORSE.

3.2 Параметры настройки каналов

В режиме связи с ПК и модемом: скорость передачи 9600 бит/сек, 8 бит, 1 старт бит, 1 стоп бит, бита паритета нет, управление CTS-RTS не используется.

Контроллер имеет фиксированный адрес 0x01при работе попротоколу MODBUS-ASCII. Значение, содержащееся в регистре ADR\_DEV, ни как не влияет на адресацию контроллера.

3.3 Описание формата хранения данных и доступа к ним.

Контроллер данные текущих измерений хранит в ОЗУ, параметры конфигурации хранит в энергонезависимой памяти и в ОЗУ. При изменении данных в энергонезависимой памяти требуется не менее 400 мс, при изменении в ОЗУ не более 1 мс. Пока не завершена операция записи контроллер не воспринимает приходящие запросы.

Доступ к данным осуществляется по протоколу MODBUS-ASCII. Контроллер поддерживает две команды протокола:

1. команда чтения массива регистров (0x03)
2. команда записи массива регистров (0x10)

Максимальное число регистров при чтении и записи 64.

Обмен может осуществляться через канал GSM в режиме контроля и конфигурации и канал RS-232 в режиме конфигурации.

Карта памяти отображает расположение 16-ти разрядных регистров содержащих настройки устройства и результаты измерений.

Адреса регистров:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Адрес | Регистр | Пояснение |
| 0x0000 | ADR\_DEV | Регистр хранения адреса устройства на шине MODBUS. Всегда равен 1. |
| 0x0001 | NUM\_DEV | Регистр хранения заводского номера устройства  допустимые значения от 0 до 0xFFFF. |
|  | ………………………. |  |
| 0x0004 | PER\_RSTSYST | Регистр содержит значение временного периода программного сброса контроллера. Значение периода задано в минутах. |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 0x1000 | F\_1\_W | Усилие c проводного датчика силы в кг. Адрес датчика ADR\_DW\_FORSE. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1001 | T\_1\_W | Значение температуры датчика силы в градусах Цельсия . Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1002 | F\_2\_W | Усилие c проводного датчика силы в кг. Адрес датчика ADR\_DW\_FORSE + 1. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1003 | T\_2\_W | Значение температуры датчика силы в градусах Цельсия . Значение в формате целое знаковое. |
| … | … | … |
| 0x1012 | F\_10\_W | Усилие c проводного датчика силы в кг. Адрес датчика ADR\_DW\_FORSE + 9. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1013 | T\_10\_W | Значение температуры датчика силы в градусах Цельсия . Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1014 | F\_1\_WL | Усилие c беспроводного датчика силы в кг. Адрес датчика ADR\_DWL\_FORSE. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1015 | T\_1\_ WL | Значение температуры датчика силы в градусах Цельсия. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1016 | TP\_1\_ WL | Значение температуры провода градусах Цельсия. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1017 | U\_1\_ WL | Напряжение питания в вольтах. Значение в формате целое знаковое \*0.1B. |
| 0x1018 | F\_2\_WL | Усилие c беспроводного датчика силы в кг. Адрес датчика ADR\_DWL\_FORSE + 1. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1019 | T\_2\_ WL | Значение температуры датчика силы в градусах Цельсия. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x101a | TP\_2\_ WL | Значение температуры провода градусах Цельсия. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x101b | U\_2\_ WL | Напряжение питания в вольтах. Значение в формате целое знаковое \*0.1B. |
|  | ………………………… |  |
| 0x1060 | F\_20\_ WL | Усилие c беспроводного датчика силы в кг. Адрес датчика ADR\_DWL\_FORSE + 19. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1061 | T\_20\_ WL | Значение температуры датчика силы в градусах Цельсия. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1062 | TP\_20\_ WL | Значение температуры провода градусах Цельсия. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1063 | U\_20\_ WL | Напряжение питания в вольтах. Значение в формате целое знаковое \*0.1B. |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 0x1070 | T\_VLAGN | Температура с датчика влажности в градусах Цельсия. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1071 | VLAGN | Влажность с датчика влажности в процентах. Значение в формате целое беззнаковое. |
| 0x1072 | NAPR\_VETR | Угол направления ветра в градусах. Значение в формате целое беззнаковое. |
| 0x1073 | SCOR\_VETR | Скорость ветра в м/сек. Значение в формате с плавающей запятой. |
| 0x1074 |
| 0x1075 | NAPR\_PIT | Напряжение питания контроллера в вольтах. Значение в формате с плавающей запятой. |
| 0x1076 |
| 0x1077 | T\_DS18S20 | Значение внешнего термометра DS18S20 в градусах Цельсия. Значение в формате целое знаковое. |
| 0x1078 | STATUS\_INT | Регистр состояний.  Состояние контакта INT1 расположено в нулевом разряде (младшем).При возникновении состояния «открыт корпус», состояние контакта INT1 равно логическому 0. |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 0x2000  (8192) | RZ0 |  |
| 0x2001 | RST\_KONTROL | Системный сброс микроконтроллера произойдет после записи в регистр RST\_KONTROL значения 0x8351 (33617)и если при этом регистр RZ0 содержит код 0x1641 (5697). |
| 0x2002 | SEL\_D\_HIMID | Выбор типа датчика влажности.  SEL\_D\_HIMID = 0 – SHT75.  SEL\_D\_HIMID = 1 – SHT85.  SEL\_D\_HIMID = 2 – HIH6000-HIH9000.  SEL\_D\_HIMID >= 3 – метеостанция. |
| 0x2003 | SEL\_D\_SPEED | Выбор типа датчика направления и скорости ветра.  SEL\_D\_ SPEED = 0 – DEVIS  SEL\_D\_ SPEED >= 1 – метеостанция.  Если выбрана метеостанция, то значение влажности воздуха берется с метеостанции. |
| 0x2004 | SEL\_DW\_FORSE | Выбор типа проводных датчиков усилия.  SEL\_DW\_FORSE = 0 – датчики усилия с протоколом обмена ASCII.  SEL\_DW\_FORSE = 1 – датчики усилия с протоколом обмена MODBUS-RTU.  Значение не входящее в список равнозначно SEL\_DW\_FORSE = 1. |
| 0x2005 | SEL\_DWL\_FORSE | Выбор типа беспроводных датчиков усилия.  SEL\_DL\_FORSE = 0 – датчики усилия Селезнева.  SEL\_DL\_FORSE = 1 – датчики Седышева.  Значение не входящее в список равнозначно SEL\_DL\_FORSE = 1. |
| 0x2006 | NUM\_DW\_FORSE | Количество проводных датчиков усилия.  Значение от 0 до 10. Если N\_DW\_FORSE больше 10-опрос проводится только 10 датчиков. |
| 0x2007 | NUM\_DWL\_FORSE | Количество беспроводных датчиков усилия.  Значение от 0 до 20. Если N\_DWL\_FORSE больше 20-опрос проводится только 20 датчиков. |
| 0x2008 | ADR\_DW\_FORSE | Начальный адрес проводных датчиков усилия. |
| 0x2009 | ADR\_DWL\_FORSE | Начальный адрес беспроводных датчиков усилия. |
| 0x200a | ADR\_MS | Адрес контроллера метеостанции |
| 0x200b | PER\_DATCH | Период опроса датчиков в секундах. |
| 0x200c | PER\_OBMEN | Период сеанса связи пункта наблюдения в секундах.  Если PER\_OBMEN = 0 - это режим постоянной связи с ПСД для режима GPRS с динамическим IP адресом. |
| 0x200d | SEL\_TYPE\_TRANS\_A | Выбор типа передачи первого модема.  SEL\_TYPE\_TRANS\_A = 0 – DATA-modem.  SEL\_TYPE\_TRANS\_A = 1 – GPRS с динамическим IP адресом пункта наблюдения.  SEL\_TYPE\_TRANS\_A = 2 – GPRS с статическим IP адресом пункта наблюдения.  Значение не входящее в список равнозначно SEL\_TYPE\_TRANS\_A = 0. |
| 0x200e | SEL\_TYPE\_TRANS\_B | Выбор типа передачи второго модема.  SEL\_TYPE\_TRANS\_B = 0 – DATA-modem.  SEL\_TYPE\_TRANS\_B = 1 – GPRS с динамическим IP адресом пункта наблюдения.  SEL\_TYPE\_TRANS\_B = 2 – GPRS с статическим IP адресом пункта наблюдения.  Значение не входящее в список равнозначно SEL\_TYPE\_TRANS\_B = 0. |
| 0x200f | NUM\_MODEM | Количество модемов.  NUM\_MODEM = 0 – один модем (используется первый модем).  NUM\_MODEM = 1 – два модема.  Значение не входящее в список равнозначно NUM\_MODEM = 0. |
| 0x2010 | FORSE\_EN | FORSE\_EN = 1 – отслеживание превышения усилия производиться.  FORSE\_EN = 0 отслеживание превышения усилия не производиться.  Значение отличное от 0 и 1 - отслеживание превышения усилия не производиться. |
| 0x2011 | GPRS\_PER\_NORM | Период передачи через GPRS при нормальных условиях (нет превышения усилия) в минутах. |
|  | …….. |  |
| 0x2020 | ADR\_IP\_MODEM\_A | Статический IP адрес первого модема в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x2027 |
| 0x2028 | ADR\_IP\_MODEM\_B | Статический IP адрес второго модема в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x202f |
| 0x2030 | ADR\_IP\_PSD | Статический IP адрес ПСД в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x2037 |
| 0x2038 | NUM\_PORT\_MODEM\_A | Номер порта первого модема в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x203b |
| 0x203c | NUM\_PORT\_MODEM\_B | Номер порта второго модема в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x203f |
| 0x2040 | NUM\_PORT\_PSD | Номер порта для GPRS связи в символьном виде.  Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x2043 |
| 0x2044 | NUM\_\_TEL\_A | Основной номер телефона ПСД при работе в режиме DATA-modem в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x2049 |
| 0x204a | NUM\_\_TEL\_B | Резервный номер телефона ПСД при работе в режиме DATA-modem в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x204f |
| 0x2050 | LOGIN\_MODEM\_A | Логин первого модема в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x205f |
| 0x2060 | LOGIN\_MODEM\_B | Логин второго модема в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x206f |
| 0x2070 | PAROLE\_MODEM\_A | Пароль первого модема в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x207f |
| 0x2080 | PAROLE\_MODEM\_B | Пароль второго модема в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x208f |
| 0x2090 | APN\_MODEM\_A | APN первого модема в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x209f |
| 0x20a0 | APN\_MODEM\_B | APN второго модема в символьном виде. Окончание символьной строки 0x00. |
| …….. |
| 0x20af |
|  |  |  |
|  | …….. |  |
| 0x20c0 | F\_1\_W\_Max | Пороговое значение усилия c проводного датчика силы в кг. Адрес датчика ADR\_DW\_FORSE. Значение представлено в формате беззнаковое целое. |
| 0x20c1 | F\_2\_W\_Max | Пороговое значение усилия c проводного датчика силы в кг. Адрес датчика ADR\_DW\_FORSE + 1. Значение представлено в формате беззнаковое целое. |
|  | ………………………. |  |
| 0x20c9 | F\_10\_W\_Max | Пороговое значение усилия c проводного датчика силы. Адрес датчика ADR\_DW\_FORSE + 9. Значение усилия выражено в кг. Значение представлено в формате беззнаковое целое. |
| 0x20ca | F\_1\_WL\_Max | Пороговое значение усилия c беспроводного датчика силы. Адрес датчика ADR\_DWL\_FORSE. Значение усилия выражено в кг. Значение представлено в формате беззнаковое целое. |
| 0x20cb | F\_2\_WL\_Max | Пороговое значение усилия c беспроводного датчика силы. Адрес датчика ADR\_DWL\_FORSE + 1. Значение усилия выражено в кг. Значение представлено в формате беззнаковое целое. |
|  | ………………………… |  |
| 0x20dd | F\_20\_WL\_Max | Пороговое значение усилия c беспроводного датчика силы. Адрес ADR\_DWL\_FORSE + 19. Значение усилия выражено в кг. Значение представлено в формате беззнаковое целое. |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 0x8000 | Регистр состояния программирования |  |
| 0x8001 | Регистр адреса программирования (адрес памяти в байтах) | Старшее слово |
| 0x8002 | Младшее слово |
| 0x8003 | Регистр контрольной суммы резервной памяти |  |
| 0x8004 | Регистр контрольной суммы памяти микроконтроллера |  |
|  |  |  |
| 0x8020 | Buf\_Home | Начало буфера програмирования |
|  | ………………………. |  |
| 0x805f | Buf\_End | Конец буфера програмирования |
|  |  |  |

**Примечание**. Параметры занимающие более одного регистра идут в порядке старший-младший.

Если контроллер не получил с датчика силы ответ или ответ не корректный, то для силы будет -32000, для температуры -100. Для беспроводного датчика значение температуры провода будет -100, напряжение 4000.

**Регистр состояния программирования 0x8000.**

**Бит 3** – флаг записи памяти микроконтроллера. (чтение/запись).

Запись в этот бит 1 запускает запись памяти микроконтроллера из резервной памяти. По окончании записи микроконтроллер запускает работу с новой программой с начального адреса.

Запись происходит с адреса 0x0000 до адреса ADRPROG,

где ADRPROG – адрес, записанный в регистрах 0x8001-0x8002.

Перед началом записи должен быть установлен регистр адреса программирования и регистр контрольной суммы резервной памяти 0x8003.

Память процессора разбита на две области: область загрузчика и область основной программы. Область загрузчика расположена с адреса 0x1e000 по адрес 0x1ffff. Область загрузчика можно изменить только в процессе производства внешним программатором.

Область основной программы расположена с адреса 0x00000 до адреса 0x1e00. Область основной программы может изменяться дистанционно с помощью программы загрузчика.

Обновление программы микроконтроллера происходит следующим образом.

После установки бита 3 регистра состояния программирования процессор записывает в энергонезависимую память значение ADRPROG, значение контрольной суммы (CRC16) из регистра 0x8003 и ключевой код о начале программирования. После этого производится перезапуск процессора. При каждом перезапуске программа переходит в область загрузчика и проверяет наличие ключевого кода о начале программирования. Если кода нет, происходит переход на выполнение основной программы.Если код есть, происходит сравнение контрольной суммы резервной памяти и CRC16 из энергонезависимой памяти. Если контрольные суммы равны, происходит обновление программы процессора. При успешном обновлении программы происходит стирание ключевого кода о начале программирования и переход на выполнение основной программы.

**Регистр контрольной суммы резервной памяти 0x8003.**

При чтении регистра выдается контрольная сумма (CRC16) области резервной памяти с адреса 0x0000 до адреса ADRPROG, где ADRPROG – адрес, записанный в регистрах 0x8001-0x8002.

Запись в этот регистр контрольной суммы резервной памяти производится перед программированием памяти процессора.

**Регистр контрольной суммы памяти микроконтроллера 0x8004.**

При чтении регистра выдается контрольная сумма (CRC16) области памяти (программ) микроконтроллера с адреса 0x0000 до адреса ADRPROG, где ADRPROG – адрес, записанный в регистрах 0x8001-0x8002.

**Буфер программирования 0x8020-0x8060.**

Буфер программирования размером 128 байт предназначен для чтения и программирования резервной памяти. При записи в буфер программирования, запись происходит непосредственно в резервную память. Запись происходит с адреса ADRPROG, где ADRPROG – адрес, записанный в регистрах 0x8001-0x8002.

При чтении происходит чтение из резервной памяти с адреса ADRPROG, где ADRPROG – адрес, записанный в регистрах 0x8001-0x8002.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

**Примечание**. Байты в многобайтных параметрах пишутся в порядке старший/младший.