

Настанова з експлуатації

*Пристрій збору та передачі даних
"ForthLogic ES-BT-1M"
ТУ У 30.0-31658711-001:2008
(перетворювач інтерфейсу Bluetooth 2.0
в інтерфейс RS485 та протокол MODBUS RTU)*

2012

Основні принципи безпеки

- Перед застосуванням пристрою, належить уважно прочитати дану інструкцію.
- Перед включенням напруги живлення необхідно переконатися, що всі провідники під'єднані правильно.
- Умови експлуатації (напруга живлення, вологість, температура) мають відповідати технічним характеристикам пристрою.
- Для уникнення ураження електричним струмом, при зміні схеми під'єднання належить виключити напругу живлення пристрою.

Призначення

Пристрій збору та передачі даних ForthLogic ES-BT-1M призначений для обслуговування запитів віддалених безпроводних пристроїв, які працюють по стандарту Bluetooth згідно профілю SPP, а також для обслуговування запитів віддалених провідних пристроїв, які працюють по послідовному інтерфейсу RS485 згідно протоколу MODBUS RTU.

Принцип дії

ES-BT-1M містить в своїй оперативній пам'яті два масиви чисел. Масив INT містить 32 цілі числа зі знаком в діапазоні від -32768 до +32767 (два байти зі знаком). Масив FLOAT містить 32 числа з плаваючою комою одинарної точності згідно стандарту IEEE-754, які можуть приймати значення в діапазоні $\pm(1,4 \times 10^{-45} \dots 3,4 \times 10^{38})$. Обидва масиви доступні як для запису так і для читання через Bluetooth з використанням профілю SPP а також через послідовний інтерфейс RS485 з використанням протоколу MODBUS RTU.

Параметри роботи ES-BT-1M програмується за допомогою інтерфейсу RS485 та протоколу MODBUS RTU. Більшість параметрів обміну згідно протоколу MODBUS RTU а також базову адресу ES-BT-1M можна змінити.

ES-BT-1M обладнано трьома світлодіодами розташованими на передній панелі, які відображають наступну інформацію: зелений верхній - наявність напруги живлення; жовтий середній - вдалий обмін по протоколу MODBUS RTU; жовтий нижній - вдалий обмін по стандарту Bluetooth згідно профілю SPP.

Протокол інтерфейсу Bluetooth

ES-BT-1M обладнано фізичним інтерфейсом Bluetooth 2.0 з підтримкою профілю SPP. Параметри профілю SPP: 115200, 8n1. ES-BT-1M під час виявлення в мережі Bluetooth має ім'я "ES-BT-1M". ES-BT-1M виконує роль "Device B" (згідно профілю SPP) і очікує від ініціатора зв'язку на утворення каналу. Ініціатор виконує роль "Device A" (згідно профілю SPP). Ініціатором звичайно виступає мобільний пристрій типу планшет або мобільний телефон з ОС Android (далі по тексту - клієнт). Ініціатор вільний в будь-який момент часу розірвати існуючий канал та утворити новий. Під час парування щойно виявленого ES-BT-1M застосовується аутентифікація за допомогою ПІН-коду, який може приймати значення цілого додатного числа з діапазону 0-999999999. ES-BT-1M може містити інформацію парування для 16 клієнтів. Для глибшого розуміння подальшої інформації можна ознайомитися з документом [4].

Протокол інтерфейсу MODBUS RTU

ES-BT-1M обладнано фізичним інтерфейсом RS485 та комунікаційним протоколом MODBUS RTU. ES-BT-1M може працювати лише в режимі підпорядкованого пристрою. Для глибшого розуміння подальшої інформації можна ознайомитися з документом [1].

Параметри протоколу MODBUS RTU

У наступній таблиці наведено основні параметри основного комунікаційного інтерфейсу ES-BT-1M:

Протокол:	MODBUS RTU режим SLAVE
Формат посилки по замовчуванню:	швидкість 9600, 1 старт біт, 8 біт даних, 2 стоп біта, без контролю парності.
Власна мережева адреса по замовчуванню :	65

Коди виконуваних доручень:	03 - Читання статусу декількох регістрів (0x03 - Read Holding Registers) 06 - Запис окремого регістра (0x06 - Write Single Register) 16 - Запис декількох регістрів (0x10 - Write Multiple registers) 17 - Доручення прочитати ID пристрою (0x11 - Report Slave ID)
Максимальна частота опитувань:	20 Гц

У наступних таблицях наведено основні внутрішні регістри ES-BT-1M. Цифрові значення наведені в таблицях представлені в десятковій формі (якщо не вказано інший формат). Тип змінної - це вигляд, в якому число записано в пам'яті ES-BT-1M. *Регістровий* тип це число довжиною в два байти (16-бітів). У змінній регістрового типу можливо зберігати цілі числа в діапазоні від 0 до 65535. *Цілий* тип це число довжиною в два байти (16-бітів). У змінній цілого типу можливо зберігати цілі числа в діапазоні від -32768 до +32767. Тип *float* це 32-бітове число з плаваючою комою записане згідно стандарту IEEE-754. Оскільки внутрішні регістри ES-BT-1M мають розрядність 16 біт, то число з плаваючою комою зберігається в двох суміжних регістрах - тобто необхідно завжди зчитувати або записувати два регістри починаючи з адреси АДР. Формат числа з плаваючою комою, розташованого в двох суміжних регістрах ES-BT-1M, представлено наступним чином:

Адреса	АДР	АДР + 1
Вміст	SEEEEEEEEEMMMMMM	MMMMMMMMMMMMMMMM

де:
АДР - адреса числа з плаваючою комою
S - знаковий біт (0 - додатне число, 1 - від'ємне число)
E - 8-бітова основа числа
M - 23-бітова мантиса

Приведення числа з форми, показаної в таблиці, до форми дійсного числа F, здійснюється згідно з нижчеподаною формулою:

$$F = (-1)^S \times 2^{(E-127)} \times (1 + M/2^{23})$$

ПРИКЛАД - Запис дійсного числа -12,5 в формі числа типу float:

Адреса	АДР	АДР + 1
Вміст BIN	1100000101001000	0000000000000000
Вміст HEX	0xC148	0x0000

Довгий тип це число довжиною чотири байти (32-бітів). У змінній довгого типу можливо зберігати цілі числа із знаком в діапазоні від -2147483648 до +2147483647. Оскільки внутрішні регістри ES-BT-1M мають розрядність 16 біт, то число довгого типу зберігається в двох суміжних регістрах - тобто необхідно завжди зчитувати або записувати два регістри починаючи з адреси АДР. Формат числа довгого типу, розташованого в двох суміжних регістрах ES-BT-1M, представлено наступним чином:

Адреса	АДР	АДР + 1
Вміст	NNNNNNNNNNNNNNNN	LLLLLLLLLLLLLLLL

де:
АДР - адреса числа довгого типу
N - старше слово (16 біт)
L - молодше слово (16 біт)

У наступній таблиці наведено основні внутрішні регістри ES-BT-1M, які призначені для програмування ES-BT-1M та доступні через основний комунікаційний інтерфейс при використанні доручень 03, 06 та 16:

АДР	Регістр	Опис	Тип
3000	CTRST	Регістр команд та статусу виконання команд: 4660 (0x1234) - <i>WRITE_NVM_CMD</i> - запис параметрів в енергонезалежну пам'ять 13107 (0x3333) - <i>RESTART_CMD</i> - апаратне перезавантаження ES-BT-1M 0 (0x0000) - <i>BT_DISABLED</i> - Bluetooth вимкнено 1 (0x0001) - <i>BT_IDLE</i> - Bluetooth в стані спокою 2 (0x0002) - <i>BT_INIT</i> - ініціювання Bluetooth 3 (0x0003) - <i>BT_READY</i> - Bluetooth в очікуванні з'єднання 4 (0x0004) - <i>BT_CONNECT</i> - Bluetooth в стані з'єднання	регістр
3001	PIN	ПІН-код для Bluetooth аутентифікації, може приймати значення цілого додатного числа з діапазону 0-999999999	довгий

У наступній таблиці наведено основні внутрішні робочі реєстри ES-BT-1M, які відповідають масивам INT, FLOAT та доступні через основний комунікаційний інтерфейс при використанні доручень 03, 06 та 16:

АДР	Регістр	Опис	Тип
3100	INT1	Поточне значення члена масиву INT 1	цілий
3101	INT2	Поточне значення члена масиву INT 2	цілий
...
3130	INT31	Поточне значення члена масиву INT 31	цілий
3131	INT32	Поточне значення члена масиву INT 32	цілий
3500	FLOAT1	Поточне значення члена масиву FLOAT 1	float
3502	FLOAT2	Поточне значення члена масиву FLOAT 2	float
...	float
3560	FLOAT31	Поточне значення члена масиву FLOAT 31	float
3562	FLOAT32	Поточне значення члена масиву FLOAT 32	float

У наступній таблиці наведено основні внутрішні конфігураційні реєстри ES-BT-1M, які доступні через комунікаційний інтерфейс при використанні доручень 03, 06 та 16. За допомогою цих реєстрів можна змінити параметри роботи ES-BT-1M. Конфігураційні реєстри ES-BT-1M зберігаються в енергонезалежній пам'яті і при записі в будь який з них ES-BT-1M автоматично перезавантажується.

АДР	Регістр	Опис	Тип
0	ADDR	Поточне значення базової адреси	регістр
1	BAUD	Поточне значення швидкості обміну	регістр
2	PARITY	Поточне значення парності	регістр
3	NSTOP	Поточне значення кількості стоп-бітів	регістр

Значення базової адреси представлено як є, без додаткових кодувань. Якщо виникає необхідність у встановленні базової адреси для великої кількості ES-BT-1M, то зручно одночасно під'єднати всі пристрої та встановити базову адресу за допомогою широкосмугового доручення 06 (запис окремого реєстра) на мережеву адресу 0. При цьому всі ES-BT-1M виконують доручення а відповідь від окремих пристроїв не формується.

Значення швидкості обміну кодується у вигляді цілого числа діленого на 100. Наприклад, 9600 представляється у вигляді 96, 115200 — у вигляді 1152, тощо. Значення парності кодується у вигляді цілих чисел наступним чином: відсутність парності взагалі — 0; парність непарна — 1; парність парна — 2. Значення кількості стоп-бітів може бути 1 або 2.

Слід звернути особливу увагу на зміну параметрів обміну та базової адреси. У випадку втрати інформації про актуальні значення параметрів, може бути досить проблематичним відновлення нормальної роботи пристрою (наприклад, методом перебору всіх можливих комбінацій параметрів). Крім доручень читання або запису в реєстри, ES-BT-1M виконує також доручення прочитати ID пристрою. У відповідь на доручення прочитати ID пристрою (код доручення 17), ES-BT-1M повертає у пакеті з відповіддю наступну інформацію: в полі "Slave ID" код 0xEC, в полі "Run Indicator Status" код 0xFF, в полі "Additional Data" текстовий рядок "ES-BT-1Mv1.0".

Програмування ES-BT-1M

Перед роботою з ES-BT-1M його необхідно відповідним чином запрограмувати. Це стосується в основному ПІН-коду для Bluetooth аутентифікації, який по замовчуванню дорівнює 1111. Щоб підвищити безпеку користування Bluetooth в публічних місцях варто змінити ПІН-код по замовчуванню. Спочатку нове значення треба записати в реєстр PIN, потім його необхідно зафіксувати в енергонезалежній пам'яті ES-BT-1M за допомогою команди WRITE_NVM_CMD, яку слід записати в реєстр STRST. При цьому ES-BT-1M усуває інформацію про всі спаровані клієнти і процедуру аутентифікації для них прийдеться проходити по новому.

Програмування контролерів ES-ForthLogic

Для розуміння подальшої інформації необхідно ознайомитися з документом [2]. Наведений далі приклад скрипту на мові ForthLogic для контролерів серії ES-ForthLogic є максимально параметризованим та придатним для безпосереднього використання за умови правильного розподілу спільних ресурсів контролера таких як глобальні змінні, таймери, тощо. В скрипті не показано програмування режимів роботи ES-BT-1M.

...

ВСТАНОВЛЕННЯ

Загальні положення

Належить дотримуватись певних загальних засад під час встановлення пристрою:

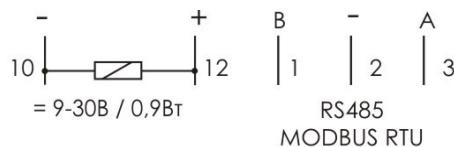
- Не подавати на ES-BT-1M напругу з ліній, які живлять потужні навантаження, без відповідної фільтрації.
- Рекомендується скручувати провідники послідовного інтерфейсу у виту пару.
- Застосовувати екрановані провідники для ліній живлення та послідовного інтерфейсу.
- Заземлення екранів належить здійснювати лише з однієї сторони і як найближче до пристрою.
- Уникати прокладання послідовного інтерфейсу провідників в безпосередній близькості і паралельно до потужнострумів ліній та ліній живлення потужних споживачів.
- Належить уникати близькості до радіо-керованих пристроїв, вимірювальних приладів електромагнітної системи, потужних споживачів електроенергії, пристроїв з фазовим або груповим регулюванням потужності а також інших пристроїв, які створюють потужні імпульсні завади.

УВАГА! Встановлення і підключення ES-BT-1M може виконувати лише кваліфікований персонал. Належить взяти до уваги всі необхідні заходи безпеки.

УВАГА! Не встановлюйте пошкоджений або некомплектний ES-BT-1M.

Підключення зовнішніх пристроїв

Загальна схема розподілу контактів представлена на малюнку



Послідовний порт RS485 MODBUS RTU та живлення

До ES-BT-1M можна звертатися за допомогою інтерфейсу RS485 і протоколу MODBUS RTU. До мережі

RS485 одночасно може бути під'єднано лише один пристрій типу ES-BT-1M (що не виключає одночасне підключення інших пристроїв). Підключення здійснюється по три-провідній схемі: сигнальні провідники "А", "В" та спільний провід "-" підключаються паралельно до всіх пристроїв в мережі.

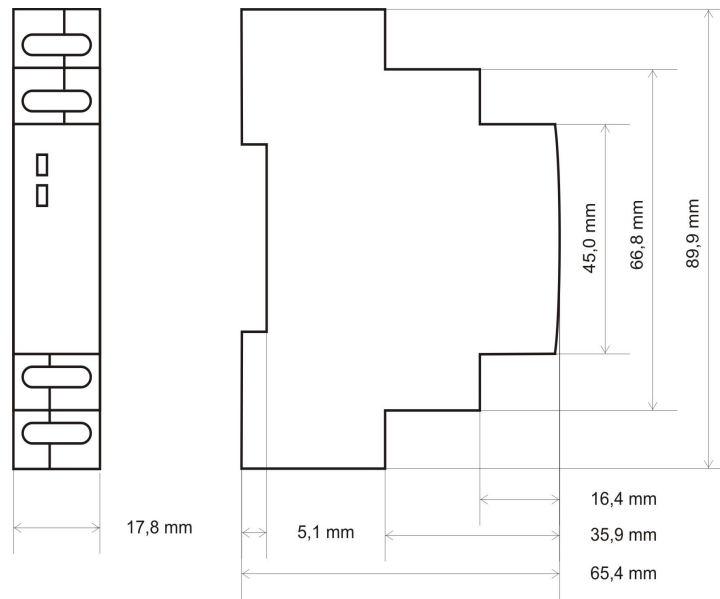
Живлення ES-BT-1M необхідно здійснювати джерелом постійної стабілізованої напруги з вихідною напругою в межах від 9В до 30В. Живлення підключається до контактів "+" та "-". Інтерфейс RS485 та кола живлення ES-BT-1M не є гальванічно ізольованими між собою, отже провід "-" є спільним для живлення та послідовного інтерфейсу.

Об'єднання пристроїв в мережу RS485 має бути реалізовано за допомогою кабелю типу "вита пара в екрані" з перетином провідника не меншим ніж 0.2 мм^2 і мідним екраном. При цьому максимальна протяжність каналу RS485 не може перевищувати 1000 м. На обох кінцях каналу RS485 необхідно застосувати узгоджувальний опір LT номіналом $120 \div 150 \text{ Ом}$ 0,5 Вт під'єднаний між сигнальними провідниками. Більш детальну інформацію та рекомендації по організації мережі RS485 можна отримати в документі [3].

Практично для об'єднання пристроїв в мережу RS485 на віддалі сотень метрів зручно використовувати кабель для побудови локальної мережі ETHERNET типу 4 витих пари в екрані 5 категорії. При цьому максимальна протяжність каналу RS485 не може перевищувати 600 м. На віддалі десятків метрів можна застосовувати такий самий кабель без екрану. Одна вита пара використовується для сигнальних провідників, одна для спільного проводу "-", а вільні вити пари можна використати для передачі напруги живлення для ES-BT-1M.

Габаритні розміри та монтаж

Монтаж ES-BT-1M здійснюється на стандартну рейку DIN шириною 35 мм. Габаритні розміри представлені на малюнку 5.



Малюнок 5. Габаритні розміри

Максимальне перетин приєднаних проводів складає 2,5 мм²

Технічні характеристики

Послідовний інтерфейс

Тип:	RS485
Протокол:	MODBUS RTU, підпорядкований
Параметри інтерфейсу по замовчуванню:	9600 біт/сек; 8 біт даних; 2 стоп-біти; без біта парності

Безпроводний інтерфейс

Тип:	Bluetooth 2.0
Підтримувані профілі:	SPP
Параметри профілю:	115200 біт/сек; 8 біт даних; 1 стоп-біта; без біта парності

Напруга живлення:	9÷30 В =
Максимальна споживана потужність:	0,9 Вт
Робоча температура:	від -20°C до +50°C
Температура зберігання:	від -40°C до +70°C
Відносна вологість повітря:	до 85% при +30°C
Ступінь захисту:	IP20

Література

- [1]http://www.modbus-ida.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b.pdf
- [2]"Настанова з програмування на мові ForthLogic™" на сторінці <http://es.ua/pages/download.php>
- [3]http://www.modbus-ida.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf
- [4]http://developer.bluetooth.org/KnowledgeCenter/TechnologyOverview/Documents/SPP_SPECS.pdf