



Отладочный комплект NB-IoT Development Kit

Описание
Прошивка
RB-NBDK-01D

Оглавление		
1	Введение	3
2	Обзор	4
2.1	Назначение	4
2.2	Описание	4
3	Структура и особенности	4
4	Формат телеметрии	6
5	Сервисное меню	6
5.1	Структура	6
5.2	Описание функций	9
5.3	Особенности работы режимов энергосбережения	11
6	Описание исходного кода	12

1. Введение

1.1 Назначение документа

Данный документ содержит подробное описание, структуру и особенности демонстрационной прошивки Отладочного комплекта NB-IoT Development Kit.

1.2 Информация о документе

Заголовок	Демонстрационная прошивка Отладочного комплекта NB-IoT Development Kit
Тип документа	Описание
Код документа	RB-NBDK-01-01D
Номер и дата последних изменений	№01 от 13.01.2020 г.
	№02 от 22.09.2020 г.
Производитель	ООО «Ред Бис», Red Bees
Этот документ не может быть перепечатан, воспроизведен или дублирован в любой форме, полностью или частично, без предварительного письменного согласия Производителя.	

1.3 Тип устройства

Отладочные комплекты	NB-IoT Development Kit RB-NBDK
----------------------	--------------------------------

1.4 История изменений

Ревизия	Дата	ФИО	Комментарии
01	13.01.2020	КГС	Введение в действие документа
02	22.09.2020	КГС	Изменения для прошивок ≥ 2.3 release от 21.09.2020: добавление новых функций меню (IPv6, CoAP, NIDD) и режимов (true direct mode, измерение параметров сети)

1.5 Термины

IoT (англ. Internet of Things) – Интернет Вещей
IDE (англ. Integrated Development Environments) – интегрированные среды разработки
GCC (англ. GNU Compiler Collection) – набор компиляторов для различных языков программирования, разработанный в рамках проекта по разработке свободного программного обеспечения GNU
NIDD (англ. Non-IP Data Delivery) – метод передачи данных через сеть оператора сотовой связи без их инкапсуляции в IP-пакет
CoAP (англ. Constrained Application Protocol) – протокол передачи данных для применения в устройствах с ограниченными ресурсами, работающий поверх UDP. Стандартизован как RFC 7252

2. Обзор

2.1 Назначение

Основным предназначением прошивки Отладочного комплекта NB-IoT Development Kit является иллюстрация принципов построения устройств и систем телеметрии, передающих данные через сеть LTE Cat. NB1 (NB-IoT), а также демонстрация методик работы с поставляемым аппаратным обеспечением.

2.2 Описание

Прошивка реализует сервисное меню, обеспечивающее доступ к функциям настройки и диагностики, а также предоставляющее прямой доступ к радио модулю. Кроме этого доступен режим периодической передачи телеметрии и передачи по требованию.

Взаимодействие с пользователем осуществляется в текстовом режиме через последовательный порт, доступ к которому обеспечивается с помощью преобразователя USB-UART, подключенного к USB-разъему XS8.

Заметки

Параметры подключения:

До версии прошивки 2.1: 38400 бит/с, 8 бит данных, без контроля четности.

Начиная с версии прошивки 2.1 beta: 115200 бит/с, 8 бит данных, без контроля четности.

Предупреждения

Для удобства использования следует включить функцию `local echo` в используемой программе-эмуляторе терминала.

3. Структура и особенности

Исходный код имеет модульную структуру с выделенными слоями уровня абстракции от оборудования, драйверов установленных на плате устройств, поддержки протокола CoAP, а также собственно кода приложения.

Исходный код не имеет внешних зависимостей и соответствует стандарту ISO C99.

Заметки

Исключениями являются зависимость от стандартной библиотеки языка Си и использование директив `#warning` и `#error`, являющихся расширениями, реализуемыми компилятором GCC.

Разработка прошивки производилась в IDE EmBitz версии 1.11, компилятор `arm-none-eabi-gcc 5.4.1 20160609`.

Предупреждения

При компиляции следует определить макрос `__NO_SYSTEM_INIT` в свойствах проекта для корректной работы функций инициализации системы тактирования.

Рекомендуется установить размер стека не менее 1 кБ.

4. Формат телеметрии

Телеметрия передается на сервер в формате, совместимом с JSON.

Строка телеметрии имеет вид:

```
{"interface":"telemetry", "ICCID":<идентификационный номер SIM-чипа>,  
"Tamb_degC":< значение="" температуры>="">, "aX":< значение="" ускорения="" по=""  
оси="" x>="">, "aY":< значение="" ускорения="" по="" оси="" y>="">, "aZ":< значение=""  
ускорения="" по="" оси="" z>="">, "RSSI_dBm":< значение="" измеренной=""  
мощности="" сигнала="" сети>="">}
```

Она содержит маркер используемого интерфейса, идентификационный номер SIM-чипа, установленного на плате, значения температуры, измеренной датчиком, установленным на плате, проекций ускорения на оси акселерометра, а также уровень мощности сигнала сотовой сети, измеренный устройством.

В случае передачи данных через IP, строка инкапсулируется в сообщение CoAP, которое затем передается на сервер по протоколу UDP.

В случае передачи данных без использования технологии IP, строка передается в исходном виде с помощью non-IP сервисов сети.

Выбор метода передачи данных осуществляется в сервисном меню.

5. Сервисное меню

5.1 Структура

Прошивка реализует меню настроек, предназначенное для установки рабочих параметров, диагностики, а также доступа к некоторым другим возможностям.

Заметки

Если прошивка функционирует в режиме периодической отсылки телеметрии (см. описание опции 12 ниже), то для входа в сервисное меню следует нажать кнопку SB1 и, удерживая ее, перезагрузить контроллер кнопкой SB2, после чего удерживать SB1 до сообщения "(i) The device will enter service menu". Далее можно выбрать желаемый режим загрузки по умолчанию в меню опции 14.

Предупреждения

Переключки XP10 и XP11 на плате должны быть установлены в положение по умолчанию.

Если при старте платы в области EEPROM контроллера не обнаружено корректных настроек, либо при компиляции был определен макрос ALWAYS_ENTER_SETUP, вход в сервисное меню в любом случае осуществляется автоматически.

Предупреждения

Система не анализирует семантику настроек; под корректными настройками подразумевается наличие структуры верного формата в EEPROM.

```
COM20 - PuTTY
Board started, console initialized.
Found LSE already running.
I2C configured.
USART3 configured.
Uptime timer started.
Calibrating delay loop value...
1445536 cycles per second.
Accelerometer initialized.
Temperature sensor initialized.
Board initialization complete.
(!) The device will enter service menu.
Starting SARA-R410M...
Waiting module to boot...
No startup message from the module, checking if it is already running.
Attempt 1...
Attempt 2...
Module was already running, OK.
IP mode used.
Switching off the use of PSM...

*** Welcome to MTS NB-IoT Development Kit service menu ***
Firmware version: 2.3 release, 21.09.2020

Current settings found in EEPROM:

Target IP:          195.34.49.22
Target port:        6683
Target URL:         /api/v1/t2WhBVGIA1AidS580rWu/telemetry
Warning: APN name not set.
Use NIDD for telemetry: 0
Board mode on startup: service menu
Telemetry interval
(in logger mode):   1000 ms
GNSS privacy mode:  1

Type in a function number from a list below and press enter.

Target server setup:
 1 - set the URL of the resource JSON data will be transmitted to
 2 - set the IP address
 3 - set the port
 4 - set an APN for NIDD access or turn NIDD mode ON or OFF

System functions:
 5 - force send telemetry packet
 6 - wait for incoming NIDD data during specified timeout (and then exit)
 7 - test CoAP OBSERVE function
 8 - enter direct AT-command mode
 9 - enter true direct mode to access the RF module
   CAUTION: to exit this mode you will have to reboot the board physically
10 - show board identification data (serial numbers, firmware versions, etc.)
11 - show network information
12 - set telemetry transmission interval
13 - set GNSS privacy mode
    (hide actual location data when transmitting on server)
14 - set firmware startup mode (setup or logger)
15 - read on-board sensors and try to acquire GNSS data
16 - reboot MCU
17 - reboot RF module
18 - factory setup & test
    (do not use this unless you really know what you want)

>
```

Структура сервисного меню

Предупреждения

Внешний вид сервисного меню может незначительно отличаться в зависимости от версии прошивки. Актуальное описание функций приведено ниже.

Заметки

Приведенный ниже список опций соответствует версии прошивки 2.3 release от 21.09.2020

5.2 Описание функций

Для настройки передачи данных на сервер необходимо в сервисном меню:

1 – установить URL, по которому будут передаваться данные телеметрии;

Предупреждения

URL не должен включать IP-адрес и порт

URL должен начинаться с символа '/', например /api/v1/<TOKEN>/telemetry

2 – установить IP-адрес сервера;

3 – установить номер UDP-порта, на котором сервер будет ожидать сообщения CoAP;

4 – установить APN для доступа с использованием NIDD, эта же опция позволяет включить либо выключить использование NIDD;

Системные возможности

5 – инициировать однократную передачу пакета телеметрии с выбранными настройками (тест);

6 – произвести тестирование обратного канала NIDD: ожидание входящих данных через канал NIDD в течение заданного интервала времени;

7 – произвести тестирование функции OBSERVE протокола CoAP;

8 – перейти в режим прямой передачи AT-команд модулю;

Предупреждения

В режиме ручного обмена AT-командами невозможно наблюдение

URC-сообщений, поскольку в простое контроллер ожидает ввода данных пользователя и не анализирует состояние канала обмена данными с радиомодулем.

Заметки

Режим прямой передачи команд поддерживает две специальные управляющие команды, не передаваемые радиомодулю:

exit - выйти из режима прямой передачи AT-команд

rwpr - генерировать импульс на выводе PWR_ON модуля; эта функция удобна при включенном режиме использования PSM (позволяет «пробудить» модуль).

9 – перейти в режим прямой передачи данных радиомодулю;

Заметки

В режиме прямой передачи данных радиомодулю возможно наблюдение URC-сообщений.

Предупреждения

Выход из режима прямой передачи данных возможен только путем аппаратной перезагрузки платы.

Заметки

В режиме прямой передачи данных модули UART, используемые для обмена с пользователем и с радиомодулем, соединяются напрямую посредством блока DMA. Таким образом снимаются любые ограничения на вид передаваемой информации; в этом режиме микроконтроллер, установленный на плате, фактически эквивалентен отрезку провода; единственное несущественное отличие - задержка передачи на время одного байта.

С другой стороны, поскольку микроконтроллер не осуществляет никакого анализа передаваемой информации, программный выход из режима прямой передачи данных невозможен.

10 – определить идентификаторы: ICCID, IMEI, IMSI, серийного номера контроллера, версий прошивок;

11 - определить информацию о наличии и состоянии сети: RSSI, SNR, Cell ID, EARFCN.

12 - установить интервал передачи для режима периодической отсылки телеметрии;

13 - установить режим сокрытия данных об истинном местоположении (приватность GNSS);

Заметки

Если эта настройка активна (значение по умолчанию), реальные данные с GNSS-модуля (при их доступности) не будут передаваться в пакете телеметрии. Вместо этого в пакет будут включены произвольные данные. Настройка не влияет на GNSS-данные, выводимые в консоль.

14 – установить режим функционирования прошивки;

Заметки

Прошивка может стартовать в режиме сервисного меню либо демонстрации автоматической отсылки телеметрии. В режиме автоматической отсылки телеметрии происходит отправка на сервер данных с интервалом, определенным в п. 12. Вход в меню осуществляется способом, описанным выше.

15 – прочесть данные с датчиков, установленных на плате, а также, если подключен GNSS-модуль, вывести данные о местоположении;

16 – перезагрузить контроллер;

17 – программно перезагрузить радиомодуль;

18 – заводской тест и настройка, функция для использования на производстве.

5.2 Особенности работы режимов энергосбережения

Важной особенностью сети LTE Cat NB1 является поддержка режима PSM, по сути предоставляющего возможность полностью отключить радиомодуль, но при этом не потерять регистрацию в сети; таким образом, при повторном его включении экономится время на регистрацию.

С другой стороны, микроконтроллер STM32L152RE поддерживает режим STOP, также позволяющий снизить энергопотребление до незначительных значений.

Заметки

Для использования возможностей энергосбережения следует соответствующим образом определить макрос DO_NOT_GO_STOP.

Указанные возможности позволяют эффективно экономить энергию источника питания, однако особенности работы радиомодуля накладывают

некоторые ограничения на целесообразность использования энергосберегающих функций.

Модуль переходит в режим PSM только самостоятельно, по истечении шести секунд с момента включения, либо по истечении времени, определяемого параметром сети T3324.

По этой причине в случае, если интервал передачи телеметрии на сервер составляет менее шести секунд, использование режима PSM не имеет смысла, поскольку модуль не успеет перейти в него.

В режиме сервисного меню функции энергосбережения недоступны.

6 Описание исходного кода

Подробное описание исходного кода можно скачать на сайте Производителя.