



Systems Modules Components

Беспроводные модули MBee Прикладной программный интерфейс MBee API



Board Revision	All
Product Name	MBee API
Doc Name	sw_api_31
Revision Date	29.01.2012
Revision Number	7

Оглавление

1.	Введение	2
1.1.	Список сокращений, используемых в документе.....	2
1.2.	Аппаратные требования.....	2
2.	MBee API.....	3
2.1.	Общий формат API фрейма	4
2.2.	MT CMD.....	4
3.	Команды MT API.....	5
3.1.	SYS_PING	5
3.2.	SYS_RESET_IND	6
3.3.	SYS_VERSION	6
3.4.	UTIL_GET_DEVICE_INFO.....	7
3.5.	ZDO_END_DEVICE_ANNCE_IND	8
3.6.	ZDO_MGMT_NWK_DISC_REQ.....	9
3.7.	ZDO_MGMT_NWK_DISC_RSP.....	10
3.8.	ZDO_MGMT_PERMIT_JOIN_REQ.....	11
4.	Взаимодействие с узлами сети	12
4.1.	AF_DATA_REQUEST.....	12
4.2.	AF_DATA_CONFIRM.....	13
4.3.	AF_DATA_RESPONSE.....	14
5.	Использование кластеров MBee API.....	15
5.1.	Список кластеров MBee API.....	15
6.	Управление цифровыми портами модуля.	16
7.	Чтение параметров модуля.	17
7.1.	Получить дату ревизии прошивки модуля.	17
7.2.	Получить информацию о версии модуля	18
7.3.	Получить период поллинга (Poll Rate)	19
7.4.	Получить период автоматического опроса портов ввода-вывода	20
7.5.	Получить адрес накопителя (агрегатора) данных автоматического опроса.....	21
7.6.	Получить значение встроенного датчика температуры	22
8.	Запись параметров модуля.....	23
8.1.	Установить период поллинга (Poll Rate)	23
8.2.	Установить период автоматического опроса портов ввода-вывода	24
8.3.	Установить адрес накопителя (агрегатора) данных автоматического опроса.....	25
8.4.	Установить значение встроенного датчика температуры	26
9.	Чтение состояния цифровых и аналоговых портов ввода вывода	27
9.1.	Структура данных цифровых и аналоговых входов.....	28
10.	Автоматический циклический самоопрос модуля	29
11.	Структура поля версии модулей MBee.....	30
12.	Примеры фреймов	31
12.1.	Анонс узла присоединившегося к сети.....	31
12.2.	Управление цифровым выходом.....	32
12.3.	Данные цифровых и аналоговых входов.....	33
13.	Техническая поддержка.....	34

1. Введение

В этом документе представлен прикладной программный интерфейс MBee API, который разработан на основе интерфейсов Monitor and Test (MT) компании Texas Instruments Inc. и является его дополнением.

Для знакомства с интерфейсами MT в настоящем документе приводятся описания команд из категорий MT_AF, MT_SYS, MT_ZDO опубликованные Texas Instruments Inc. в руководстве Z-Stack Monitor and Test API (Document Number: SWRA198 Revision 1.6).

1.1. Список сокращений, используемых в документе.

ADC	Analog to Digital Conversion
AF	Application Framework
API	Application Framework Interface
AREQ	Asynchronous Request
FCS	Frame Check Sequence
LSB	Least Significant byte first
MBee API	SysMC API based on Texas Instruments MT interfaces
MT	Monitor and Test
SOF	Start of Frame
SREQ	Synchronous Request
SRSP	Synchronous Response
ZDO	ZigBee Device Object
Z-Stack	Texas Instruments ZigBee protocol stack
Z-Tool	Texas Instruments ZigBee PC-based test tool

1.2. Аппаратные требования.

Модули MBee, производимые компанией «Системы, Модули и Компоненты», выпускаются в различном аппаратном исполнении, и содержат в себе различные варианты прошивок для решения задач пользователя.

Для знакомства с возможностями модулей MBee, компания выпускает отладочный набор MbeeKit Start, включающий необходимые платы поддержки и модули, позволяющие развернуть сеть ZigBee и подключить к последовательному порту модули, поддерживающие работу через UART.

2. MBee API

MBee API это прикладной программный интерфейс, который описывает взаимодействие приложения пользователя и модуля MBee через последовательный порт RS-232. Обмен информацией с модулем осуществляется с помощью блоков структурированных данных, называемых API фреймами.

API фреймы определяют формат, в соответствии с которым, модулю передаются команды, принимаются ответы и статусные сообщения. Формат фрейма гарантирует обнаружение начала и конца сообщения, а так же его целостность.

Транспортным протоколом для обмена сообщениями является последовательный порт RS-232, со следующими параметрами передачи:

- скорость 38400
- четность None
- биты данных 8
- стоповые биты 1
- управление потоком RTS/CTS

Примечание.

Модули MBee, предназначенные для использования в качестве прозрачного радиодлинителя последовательного порта, могут быть настроены на иные параметры RS-232 и не поддерживают взаимодействие по описанному в данном документе протоколу.

Модули MBee, предназначенные для использования в качестве датчиков, используют линии ввода-вывода для взаимодействия с периферией и не могут быть подключены к последовательному порту.

2.1. Общий формат API фрейма

API фреймы пересылаются между приложением пользователя и целевым устройством ZigBee.

Каждый фрейм начинается с байта-заголовка **SOF** (Start of Frame), содержит поле переменной длины **MT CMD** и завершается контрольным байтом **FCS** (Frame Check Sequence).

Поле	SOF	MT CMD	FCS
Длина в байтах	1	3-253	1

SOF (Start of Frame): это однобайтовое поле, со значением равным 0xFE, которое определяет начало фрейма.

MT CMD (Monitor Test Command): содержит один байт определяющий длину поля данных, 2 байта идентификатора команды MT API, и необязательное поле данных. Подробное описание приводится в следующей главе.

FCS (Frame Check Sequence): это однобайтовое поле позволяющее подтвердить целостность пакета. Значение вычисляется как операция XOR над каждым байтом фрейма, исключая первый и последний.

Алгоритм расчета контрольного байта на C#.

```
static byte Compute(byte[] buffer)
{
    const int lenPos = 1;
    int sumPos = buffer.Length - 1;
    int sum = 0;

    for (int i = lenPos; i < sumPos; i++)
    {
        sum = sum ^ buffer[i];
    }
    return (byte)sum;
}
```

2.2. MT CMD

Поле MT CMD определяет информацию для взаимодействия с модулем.

Поле	LEN	CMD	DATA
Длина в байтах	1	2	0-250

LEN (Length): Однобайтовое значение, определяющее длину поля DATA. Если поле DATA отсутствует, значение поля LEN должно быть установлено равным нулю и общая длина поля MT CMD, в таком случае составит 3 байта.

CMD (Command Id): Два байта, представляющие идентификатор команды для текущего фрейма.

DATA: Содержит данные фрейма. Длина этого поля зависит от команды и может быть от 0 до 250 байт.

3. Команды MT API

3.1. SYS_PING

Описание.

Эта команда используется как запрос к локальному модулю для проверки работоспособности устройства и линии связи.

Использование SREQ

1	2
Len = 0x00	Cmd = 0x2101

Параметры.
Отсутствуют.

Ответ SRSP

1	2	2
Len = 0x02	Cmd = 0x6101	Capabilities

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Capabilities	2	Поле битовых флагов, представляющее программные интерфейсы, поддерживаемые прошивкой данного модуля
MT_CAP_SYS	0x0001	
MT_CAP_MAC	0x0002	
MT_CAP_NWK	0x0004	
MT_CAP_AF	0x0008	
MT_CAP_ZDO	0x0010	
MT_CAP_SAPI	0x0020	
MT_CAP_UTIL	0x0040	
MT_CAP_DEBUG	0x0080	
MT_CAP_APP	0x0100	
MT_CAP_ZOAD	0x1000	

3.2. SYS_RESET_IND

Описание.

Эта команда высылается со стороны локального модуля для индикации произошедшего сброса.

Использование AREQ

1	2	1	5
Len = 0x06	Cmd = 0x4180	Reason	Version

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Reason	1	Причина сброса 0x00 Power-up 0x01 External 0x02 Watch-dog
Version	5	см. описание в гл. 11

3.3. SYS_VERSION

Описание.

Эта команда позволяет получить версию прошивки локального модуля.

Использование SREQ

1	2
Len = 0x00	Cmd = 0x2102

Параметры.

Отсутствуют.

Ответ SRSP

1	2	5
Len = 0x05	Cmd = 0x6102	Version

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Version	5	см. описание в гл. 11

3.4. UTIL_GET_DEVICE_INFO

Описание.

Эта команда позволяет получить информацию о локальном модуле.

Использование SREQ

1	2
Len = 0x00	Cmd = 0x2700

Параметры.
Отсутствуют.

Ответ SRSP

1	2	1	8	2	1
Len	Cmd = 0x6700	Status	IEEEAddr	ShortAddr	DeviceType
продолжение					
1	1	0-128			
DeviceState	NumAssocDevices	AssocDeviceList			

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Status	1	0 – успешно, иное значение – ошибка
IEEEAddr	8	64-битный адрес узла
ShortAddr	2	16-битный адрес узла
DeviceType	1	Тип узла 0x00: Coordinator 0x01: Router 0x02: EndDevice
DeviceState	1	Текущий статус модуля 0x00: Initialized - not started automatically 0x01: Initialized - not connected to anything 0x02: Discovering PAN's to join 0x03: Joining a PAN 0x04: Rejoining a PAN, only for end devices 0x05: Joined but not yet authenticated by trust center 0x06: Started as device after authentication 0x07: Device joined, authenticated and is a router 0x08: Starting as ZigBee Coordinator 0x09: Started as ZigBee Coordinator 0x0A: Device has lost information about its parent
NumAssocDevices	1	Количество ассоциированных дочерних узлов
AssocDeviceList	0-128	Массив 16-битных адресов дочерних узлов ассоциированных с данным модулем.

3.5. ZDO_END_DEVICE_ANNCE_IND

Описание.

Эта команда высылается локальным модулем при получении широковещательного анонса узла подключившегося к сети (End Device Announce).

Использование AREQ

1	2	2	2	8	1
Len = 0x0D	Cmd = 0x45C1	SrcAddr	NwkAddr	IEEEAddr	Capabilities

Параметры.

Поле	Длина	Описание
SrcAddr	2	16-битный адрес отправителя
NwkAddr	2	16-битный адрес узла
IEEEAddr	8	64-битный адрес узла
Capabilities	1	Биты, определяющие свойства узла bit 0: 1 - Alternate PAN Coordinator bit 1: Device type 0 – End Device 1 – Router bit 2: Power Source 0 – Battery powered 1 – Main powered bit 3: Receiver on when Idle 0 – Off 1 – On bit 4: – Reserved bit 5: – Reserved bit 6: – Security capability bit 7: – Reserved

3.6. ZDO_MGMT_NWK_DISC_REQ

Описание.

Эта команда отправляет указанному узлу запрос на обнаружение сети.

Использование SREQ

1	2	2	4	1	1
Len = 0x08	Cmd = 0x2530	DstAddr	ScanChannels	ScanDuration	StartIndex

Параметры.

Поле	Длина	Описание
DstAddr	2	16-битный адрес узла выполняющего поиск сети
ScanChannels	4	Маска каналов для сканирования NONE 0x00000000 ALL_CHANNELS 0x07FFF800 CHANNEL 11 0x00000800 CHANNEL 12 0x00001000 CHANNEL 13 0x00002000 CHANNEL 14 0x00004000 CHANNEL 15 0x00008000 CHANNEL 16 0x00010000 CHANNEL 17 0x00020000 CHANNEL 18 0x00040000 CHANNEL 19 0x00080000 CHANNEL 20 0x00100000 CHANNEL 21 0x00200000 CHANNEL 22 0x00400000 CHANNEL 23 0x00800000 CHANNEL 24 0x01000000 CHANNEL 25 0x02000000 CHANNEL 26 0x04000000
ScanDuration	2	Время сканирования
StartIndex	1	Начальный индекс. Так как результат может содержать несколько записей, это поле позволяет определить индекс, с которого должен быть построен ответ.

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6530	Status

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Status	1	0 – успешно

Ответ AREQ см. команду AD_DATA_CONFIRM гл. 4.2

Ответ AREQ см. команду ZDO_MGMT_NWK_DISC_RSP гл. 3.7

3.7. ZDO_MGMT_NWK_DISC_RSP

Описание.

Эта команда является ответом на команду обнаружения сети.

Использование AREQ

1	2	2	1	1	1
Len = 0x06-0x4E	Cmd = 0x45B0	SrcAddr	Status	NetworkCount	StartIndex
продолжение					
1	0-72				
NetworkListCount	NetworkList				

Параметры.

Поле	Длина	Описание
SrcAddr	2	16-битный адрес отправителя
Status	1	0 – успешно, иное значение – ошибка
NetworkCount	1	Общее количество обнаруженных сетей
StartIndex	1	Начальный индекс, с которого отправлен ответ
NetworkListCount	1	Количество записей
NetworkList	List	Массив записей NetworkList

Структура записи NetworkList.

Поле	Длина	Описание
PAN ID	2	PAN ID сети
Ext PAN ID		
Logical Channel	1	Номер логического канала сети
Stack Profile	1	StackProfile bits 3-0
ZigBee Version		ZigBeeVersion bits 7-4
Beacon Order	1	BeaconOrder bits 3-0
Super frame Order		SuperframeOrder bits 7-4
Permit Joining	1	0: подключения запрещены 1: подключения разрешены

3.8. ZDO_MGMT_PERMIT_JOIN_REQ

Описание.

Эта команда отправляет указанному узлу запрос на разрешение подключений.

Использование SREQ

1	2	2	1	1
Len = 0x04	Cmd = 0x2536	DstAddr	Duration	TCSignificance

Параметры.

Поле	Длина	Описание
DstAddr	2	16-битный адрес узла
Duration	1	0x00 подключения запрещены 0xFF подключения разрешены 0x01-0xFE интервал в секундах, в течении которого узлу разрешено принимать подключения
TCSignificance	1	Trust Center Significance (значение 0)

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6530	Status

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Status	1	0 – успешно

Ответ AREQ см. команду AD_DATA_CONFIRM гл. 4.2

4. Взаимодействие с узлами сети

4.1. AF_DATA_REQUEST

Описание.

Для обмена данными между узлами сети, модули MBee используют интерфейс AF_DATA_REQUEST из подмножества MT_AF. На уровне приложений, узлы сети ZigBee предоставляют подключенные конечные точки (EndPoint), каждая из которых может обслуживать несколько кластеров (Cluster ID). Интерфейс фрейма AF_DATA_REQUEST использует эти идентификаторы для подготовки и отправки данных удаленному узлу.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2
Len = 0x0A – 0x8A	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint	SrcEndpoint	ClusterId
продолжение					
1	1	1	1	0-128	
TransId	Options	Radius	AfDataLen	AfData	

Параметры.

Поле	Длина	Описание
DstAddr	2	16-битный адрес узла, которому адресованы данные
DstEndpoint	1	Идентификатор конечной точки
SrcEndpoint	1	Идентификатор конечной точки
ClusterId	2	Идентификатор кластера
TransId	1	Идентификатор транзакции (назначается произвольно)
Options	1	Опциональные флаги передачи bit 4: APS acknowledge bit 5: discover route bit 6: APS security bit 7: skip routing
Radius	1	Определяет количество разрешенных прыжков для достижения узла назначения. Значение по умолчанию = 7
AfDataLen	1	Длина следующего поля
AfData	0-128	Необязательное поле данных

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Status	1	0 - успешно

Ответ AREQ см. команду AD_DATA_CONFIRM гл. 4.2

4.2. AF_DATA_CONFIRM

Описание.

Эта команда высылается асинхронно (ответ AREQ), в качестве подтверждения доставки после отправки данных узлу сети. Если при использовании интерфейса AF_DATA_REQUEST в поле Options установлен флаг APS acknowledge, то подтверждение высылается после того, как фрейм достигнет узла назначения. В противном случае, подтверждение высылается после того, как фрейм достигнет первого узла на маршруте (first hope).

Подтверждение высылается после локального (ответ SRSP), если запрос был адресован удаленному узлу, но может быть получено до него, если запрос адресовался модулю, подключенному локально.

Для контроля передачи и подтверждения пользователю предоставляется поле Идентификатора транзакции, которое отождествляет отправленный фрейм и фрейм подтверждения доставки.

Ответ AREQ

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Status	1	0 - успешно
EndPoint	1	Идентификатор конечной точки
TransId	1	Идентификатор транзакции

Примечание.

Время ожидания подтверждения может варьироваться в зависимости от использования флага APS acknowledge, глубины узла, его доступности, периода полинга и т.д.

4.3. AF_DATA_RESPONSE

Описание.

Эта команда определяет фрейм входящих данных.

Данные могут быть получены от модулей, выполняющих цикл автоматического самоопроса или как асинхронный ответ (ответ AREQ) на запрос данных, после фрейма подтверждения доставки, описанного выше.

Ответ AREQ

1	2	2	1	1	1	1
Len = 0x12 – 0x50	Cmd = 0x4881	ClusterID	EndPoint	WasBroadcast	LinkQuality	RSSI
продолжение						
8	2	1	1 – 63			
IEEEAddress	NetworkAddress	AfDataLen	AfData			

Параметры.

Поле	Длина	Описание
ClusterID	2	Идентификатор кластера 16-битный адрес узла, которому адресованы данные
EndPoint	1	Идентификатор конечной точки
WasBroadcast	1	Идентификатор транзакции
LinkQuality	1	Качество принятого сигнала от последнего узла на маршруте
RSSI	1	Уровень принятого сигнала от последнего узла на маршруте
IEEEAddress	8	64-битный адрес узла, приславший данные
NetworkAddress	2	16-битный адрес узла, приславший данные
AfDataLen	1	Длина следующего поля
AfData	1-63	Поле данных

5. Использование кластеров MBee API

Интерфейс MBee API базируется на передаче фреймов с использованием команды AF_DATA_REQUEST и получении запрошенных данных во фреймах с командой AF_DATA_RESPONSE (если отправлена одна из команд чтения и т.п.).

В MBee API используется конечная точка с идентификатором 0xE8. Идентификаторы кластеров, и возможности которые они предоставляют, приведены ниже.

5.1. Список кластеров MBee API

Управление цифровыми портами модуля.

ClusterID	Описание
0x0001 – 0x0010	Включить активное состояние на цифровом выходе от 1 до 16
0x0081 – 0x0090	Включить неактивное состояние на цифровом выходе от 1 до 16

Чтение параметров модуля.

ClusterID	Описание
0x00FF	Получить дату ревизии прошивки модуля
0x0100	Получить информацию о версии модуля
0x0201	Получить период поллинга (Poll Rate)
0x0202	Получить период автоматического опроса портов ввода-вывода
0x0207	Получить адрес накопителя (агрегатора) данных автоматического опроса
0x0209	Получить значение встроенного датчика температуры

Запись параметров модуля.

ClusterID	Описание
0x0401	Установить период поллинга (Poll Rate)
0x0402	Установить период автоматического опроса портов ввода-вывода
0x0407	Установить адрес накопителя (агрегатора) данных автоматического опроса
0x0409	Установить значение встроенного датчика температуры

Данные портов ввода-вывода.

ClusterID	Описание
0x0101	Удаленный модуль отправил данные автоматически при входе в сеть или в цикле периодического опроса портов ввода-вывода
0x0102	Данные отправлены после нажатия пользователем кнопки на удаленном модуле
0x0103	Удаленный модуль отправил данные в ответ на запрос локального узла

6. Управление цифровыми портами модуля.

Описание.

В зависимости от прошивки и конфигурации портов ввода-вывода модуль MBee может управлять 16-ю цифровыми линиями. Состояние уровня каждой цифровой линии может быть изменено при помощи команды, отправленной на соответствующий кластер.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0A	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = см. гл. 5.1	TransId

продолжение

1	1	1
Options	Radius	AfDataLen = 0

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Отсутствует.

7. Чтение параметров модуля.

7.1. Получить дату ревизии прошивки модуля.

Описание.

Кластер 0x00FF предназначен для чтения даты ревизии прошивки модуля.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0A	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x00FF	TransId

продолжение

1	1	1
Options	Radius	AfDataLen = 0

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Параметры.

Поле	Длина	Описание
AfDataLen	1	Длина строки
FW Revision Date		Строка ASCII символов с датой ревизии прошивки модуля

7.2. Получить информацию о версии модуля

Описание.

Кластер 0x0100 предназначен для чтения информации о версии модуля.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0A	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x0100	TransId

продолжение

1	1	1
Options	Radius	AfDataLen = 0

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Параметры.

Поле	Длина	Описание
AfDataLen	1	AfDataLen = 5
Version	5	см. описание в гл. 11

7.3. Получить период поллинга (Poll Rate)

Описание.

Кластер 0x0201 предназначен для чтения периода (в миллисекундах) поллинга. Эта команда доступна модулям, использующим спящий режим для экономии питания, и определяет интервал, с которым устройство пробуждается и опрашивает свой родительский узел.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0A	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x0201	TransId

продолжение

1	1	1
Options	Radius	AfDataLen = 0

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Параметры.

Поле	Длина	Описание
AfDataLen	1	AfDataLen = 2
Poll Rate	2	Значение периода поллинга в миллисекундах

7.4. Получить период автоматического опроса портов ввода-вывода

Описание.

Кластер 0x0202 предназначен для чтения периода (в секундах) автоматического опроса портов ввода-вывода. Эта команда доступна модулям, использующим автоматический самоопрос аналоговых и цифровых портов.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0A	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x0202	TransId

продолжение

1	1	1
Options	Radius	AfDataLen = 0

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Параметры.

Поле	Длина	Описание
AfDataLen	1	AfDataLen = 2
AutoSampling Period	2	Значение периода автоопроса в секундах

7.5. Получить адрес накопителя (агрегатора) данных автоматического опроса

Описание.

Кластер 0x0207 предназначен для чтения 64-х битного адреса узла, на который модуль периодически отсылает данные состояния портов ввода-вывода. Значение по умолчанию 0x0000000000000000 (данные будут отправляться координатору сети ZigBee).

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0A	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x0207	TransId

продолжение

1	1	1
Options	Radius	AfDataLen = 0

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Параметры.

Поле	Длина	Описание
AfDataLen	1	AfDataLen = 8
Aggregator IEEE Address	8	64-х битный адрес агрегатора данных

7.6. Получить значение встроенного датчика температуры

Описание.

Кластер 0x0209 предназначен для чтения значения встроенного датчика температуры.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0A	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x0209	TransId

продолжение

1	1	1
Options	Radius	AfDataLen = 0

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Параметры.

Поле	Длина	Описание
AfDataLen	1	AfDataLen = 2
Temperature	2	Значение встроенного датчика температуры

Пересчет значения в градусы Цельсия.

Встроенный датчик температуры использует 4.5 отсчета ADC на один градус Цельсия. Значение в 1480 отсчетов соответствует температуре 20 градусов. Текущее значение может быть переведено в градусы по формуле:
 $(Temperature - 1480) / 4.5 + 25$.

8. Запись параметров модуля.

8.1. Установить период поллинга (Poll Rate)

Описание.

Кластер 0x0401 предназначен для установки периода (в миллисекундах) поллинга. Эта команда доступна модулям, использующим спящий режим для экономии питания, и определяет интервал, с которым устройство пробуждается и опрашивает свой родительский узел. Значение по умолчанию 1000 миллисекунд. Допустимые значения от 100 до 20000.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0C	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x0401	TransId

продолжение

1	1	1	2
Options	Radius	AfDataLen = 2	Poll Rate

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Poll Rate	2	Значение периода поллинга в миллисекундах

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Отсутствует.

8.2. Установить период автоматического опроса портов ввода-вывода

Описание.

Кластер 0x0402 предназначен для установки периода автоматического опроса портов ввода-вывода. Эта команда доступна модулям, использующим автоматический самоопрос аналоговых и цифровых портов. Значение по умолчанию 10 секунд. Допустимые значения от 0 (автоматический опрос отключен) до 65535 секунд.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0C	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x0402	TransId

продолжение

1	1	1	2
Options	Radius	AfDataLen = 2	AutoSampling Period

Параметры.

Поле	Длина	Описание
AutoSampling Period	2	Значение периода автоопроса в секундах

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Отсутствует.

8.3. Установить адрес накопителя (агрегатора) данных автоматического опроса

Описание.

Кластер 0x0407 предназначен для установки 64-х битного адреса узла, на который модуль периодически отправляет данные состояния портов ввода-вывода. Значение по умолчанию 0x0000000000000000 (данные будут отправляться координатору сети ZigBee).

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x12	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x0407	TransId

продолжение

1	1	1	8
Options	Radius	AfDataLen = 8	Aggregator IEEE Address

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Aggregator IEEE Address	8	64-х битный адрес агрегатора данных *

Примечание. Если агрегатором назначается координатор сети ZigBee, то можно задать значение по умолчанию 0x0000000000000000 или действительный IEEE адрес координатора.

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Отсутствует.

8.4. Установить значение встроенного датчика температуры

Описание.

Кластер 0x0409 предназначен для установки значения встроенного датчика температуры. Принудительная установка температуры позволяет подстроить автоматическую одноточечную коррекцию температурного датчика.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0C	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x0409	TransId

продолжение

1	1	1	2
Options	Radius	AfDataLen = 2	Temperature

Параметры.

Поле	Длина	Описание
Temperature	2	Значение встроенного датчика температуры

Значение должно быть передано в отсчетах АЦП.

Из градусов Цельсия в отсчеты АЦП температуру следует преобразовать по формуле:

$$(tC - 25) / 4.5 + 1480$$

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Отсутствует.

9. Чтение состояния цифровых и аналоговых портов ввода вывода

Описание.

Кластер 0x0103 предназначен для получения данных о состоянии портов ввода-вывода удаленного модуля.

Использование SREQ

1	2	2	1	1	2	1
Len = 0x0A	Cmd = 0x2401	DstAddr	DstEndpoint = 0xE8	SrcEndpoint = 0xE8	ClusterId = 0x0103	TransId

продолжение

1	1	1
Options	Radius	AfDataLen = 0

Ответ AREQ

Ответ SRSP

1	2	1
Len = 0x01	Cmd = 0x6401	Status

Ответ AREQ (AF_DATA_CONFIRM)

1	2	1	1	1
Len = 0x03	Cmd = 0x4882	Status	EndPoint	TransId

Ответ AREQ (AF_DATA_RESPONSE)

Параметры описаны в главе 9.1.

9.1. Структура данных цифровых и аналоговых входов

Структура данных со значениями цифровых и аналоговых входов имеет переменную длину. Маски цифровых и аналоговых каналов определяют присутствие полей с данными. Так, если ни один бит в маске цифровых каналов не установлен в 1, то поле DigitalData не будет включено во фрейм. Для аналоговых портов значение будет представлено только, если соответствующий бит в аналоговой маске установлен в 1.

Поле	Длина	Описание
Version	5	см. описание в гл. 11
SamplingPeriod	2	Время автоопроса в секундах
DigitalMask	2	Маска цифровых каналов bit 15-0 DIO15 – DIO0
AnalogMask	1	Маска аналоговых каналов bit 3-0 ADC3 – ADC0
ExtMask	1	Маска дополнительных параметров bit 0 Vdd bit 1 Temperature
DigitalData	2	Данные цифровых каналов *
AnalogData 0	2	Напряжение на аналоговом входе 0 **
AnalogData 1	2	Напряжение на аналоговом входе 1 **
AnalogData 2	2	Напряжение на аналоговом входе 2 **
AnalogData 3	2	Напряжение на аналоговом входе 3 **
AnalogData 4	2	Напряжение на аналоговом входе 4 **
AnalogData 5	2	Напряжение на аналоговом входе 5 **
AnalogData 6	2	Напряжение на аналоговом входе 6 **
AnalogData 7	2	Напряжение на аналоговом входе 7 **
Vdd	2	Внутреннее значение VDD модуля ***
Temperature	2	Значение внутреннего датчика температуры ***

* Это поле отсутствует, если маска цифровых каналов равна нулю

** Это поле отсутствует, если соответствующий бит в маске аналоговых каналов равен нулю

*** Это поле отсутствует, если соответствующий бит в маске дополнительных каналов равен нулю

Преобразование отсчетов АЦП в вольты для 11-битного АЦП и опорного напряжения 3.3 Вольта может быть произведено по формуле:

$$V = \text{ADC} * 3.3 / 2047$$

10. Автоматический циклический самоопрос модуля

Модули, поддерживающий данную функциональность, самостоятельно производят измерения портов ввода-вывода, формируют и высылают фрейм данных узлу (узлам) накапливающим данные (агрегатору).

Такая возможность может дать дополнительные преимущества по сравнению с системами, где задача циклического опроса возложена на агрегатор данных и может быть комбинирована с такой системой.

Идентификаторы кластера предоставляют способ различить событие, которое стало причиной отправки данных (см. кластеры 0x0101, 0x0102, 0x0103 в гл. 5.1). Структура данных идентична той, что описана в предыдущей главе.

Примечание.

Данные по кластерам 0x0101 и 0x0102 модуль высылает на адрес агрегатора, хранящийся в его энергонезависимой памяти. По кластеру 0x0103 модуль отвечает на адрес узла, приславшего запрос.

11. Структура поля версии модулей MBee

Структура поля Version имеет длину 5 байт. Для локального модуля информация о версии может быть получена при помощи фреймов SYS_VERSION и SYS_RESET_IND (при сбросе модуля). Для удаленных модулей следует использовать фрейм AF_DATA_REQUEST на кластер 0x0100 (при получении данных портов ввода-вывода это поле также доступно).

Поле	Длина	Описание
TransportRev	1	Номер версии транспортного протокола
TxPower	1	Уровень выходной мощности передатчика
MajorRel	1	Тип прошивки модуля
DeviceBuildType	1	Тип узла 0x01 Coordinator 0x02 Router 0x04 EndDevice
BoardType	1	Номер аппаратной реализации модуля

12. Примеры фреймов

12.1. Анонс узла присоединившегося к сети

Входящие данные

FE-0D-45-C1-56-2C-56-2C-B6-16-44-01-00-4B-12-00-00-35

Поле		Данные	Примечание	
SOF		FE		
MT CMD	LEN	0D		
	CMD	45-C1	Анонс узла	
	DATA	SrcAddr	56-2C	(LSB) 0x2C56
		NwkAddr	56-2C	(LSB) 0x2C56
		IEEEAddr	B6-16-44-01-00-4B-12-00	(LSB) 0x00124B00014416B6
Capabilities		00	End Device Battery powered Receiver on when Idle Off Security capability None	
FCS		35		

12.2. Управление цифровым выходом

Исходящие данные

FE-0A-24-01-56-2C-E8-E8-02-00-8F-10-06-00-CE

Поле		Данные	Примечание	
SOF		FE		
MT CMD	LEN	0A		
	CMD	24-01	AF_DATA_REQUEST	
	DATA	DstAddr	56-2C	(LSB) 0x2C56
		DstEndpoint	E8	
		SrcEndpoint	E8	
		ClusterId	02-00	(LSB) 0x0002 включить высокий уровень на выходе 2
		TransId	8F	
		Options	10	APS acknowledge
		Radius	06	
AfDataLen	00			
FCS		CE		

Ответ SRSP

FE-01-64-01-00-64

Поле		Данные	Примечание
SOF		FE	
MT CMD	LEN	01	
	CMD	64-01	SRSP
	DATA	Status	00 Success
FCS		64	

Ответ AREQ

FE-03-44-80-00-E8-8F-A0

Поле		Данные	Примечание	
SOF		FE		
MT CMD	LEN	03		
	CMD	44-80	AF_DATA_CONFIRM	
	DATA	Status	00	Success
		EndPoint	E8	
		TransId	8F	
FCS		A0		



12.3. Данные цифровых и аналоговых входов

Входящие данные

FE-28-48-81-02-01-E8-00-15-B1-B6-16-44-01-00-4B-12-00-56-2C-17-02-05-02-04-02-1E-00-03-00-83-03-01-00-8B-00-00-00-06-01-A3-07-AD-05-60

Поле		Данные	Примечание		
SOF		FE			
MT CMD	LEN	28			
	CMD	48-81	AF_DATA_RESPONSE		
	DATA	ClusterID	02-01	(LSB) 0x0102 (данные отправлены после нажатия кнопки)	
		EndPoint	E8		
		WasBroadcast	00	Unicast	
		LinkQuality	15		
		RSSI	B1		
		IEEEAddress	B6-16-44-01-00-4B-12-00	(LSB) 0x00124B00014416B6	
		NetworkAddress	56-2C	(LSB) 0x2C56	
		AfDataLen	17		
		AfData	Version	02-05-02-04-02-1E	
			SamplingPeriod	1E-00	(LSB) 0x001E (30 секунд)
			DigitalMask	03-00	(LSB) 0x0003
			AnalogMask	83	
			ExtMask	03	
			DigitalData	01-00	(LSB) 0x0001
			AnalogData 0	8B-00	(LSB) 0x008B
AnalogData 1	00-00		(LSB) 0x0000		
AnalogData 7	06-01		(LSB) 0x0106		
Vdd	A3-07		(LSB) 0x07A3		
Temperature	AD-05	(LSB) 0x05AD			
FCS		60			

13. Техническая поддержка

Разработка и техническая поддержка		
СИСТЕМЫ, МОДУЛИ И КОМПОНЕНТЫ		
Разработчик систем автоматизации и телеметрии		
Телефон	+7 495 784 5766	
Электронная почта	mbee@sysmc.ru	
Сайт	www.sysmc.ru	
Производство, дистрибуция и поддержка		
СКАНТИ РУС		
Электронные компоненты от ведущих мировых производителей		
Телефон	+7 495 781 4945	
Электронная почта	lpw@scanti.ru	
Сайт	www.scanti.ru	