# Радиопередающие модули XBee\XBee PRO Протокол передачи IEEE 802.15.4 (ZigBee)







Руководство пользователя v1.x80 Перевод: Куликов О.Е., ЗАО «ПРОТОН»

# Содержание

1. Общие характеристики модуля	2
1.1 Ключевые характеристики	
1.2 Характеристики модулей	
1.3 Общий вид	4
1.4 Назначение выводов	4
2. Работа модуля	5
2.1 Последовательный интерфейс	5
2.1.1. Передача данных UART	
2.1.2. Управление передачей	5
2.1.3. Прозрачный режим (Transparent Operation)	6
2.1.4. Режим API (API Operation)	6
2.2. Работа в сети 802.15.4	7
2.2.1. Режим NonBeacon	
2.2.2. Режим NonBeacon (с координатором)	7
2.2.3. Ассоциация	
2.3. Режимы функционирования	8
2.3.1. Режим ожидания (Idle Mode)	8
2.3.2 Режимы приема и передачи	8
2.3.3. Спящий режим (Sleep Mode)	10
2.3.4. Командный режим	11
2.4. Адресация	12
2.4.1. Режим одноадресной передачи (Unicast Mode)	13
2.4.2. Режим широковещательной передачи (Broadcast Mode)	13
3. Конфигурирование модуля	14
3.1. Таблица команд	14
3.2 Работа в режиме АРІ	24
3.2.1. Структура кадра данных АРІ	25
2.2.2. Trans. A.D.I.	26

# 1. Общие характеристики модуля

#### 1.1 Ключевые характеристики

#### Высокая производительность, низкая стоимость

#### Xbee:

- Расстояние передачи в помещении, в городе: 30м
- Расстояние передачи на открытой местности: 100м
- передаваемая мощность: 1 мВт (0 dВm)
- чувствительность приемника: -92 dBm

#### **Xbee-PRO:**

- Расстояние передачи в помещении, в городе: 100м
- Расстояние передачи на открытой местности: 1500м
- передаваемая мощность: 100 мВт (20 dВm)
- чувствительность приемника: -100 dBm

Скорость передачи данных: 250 000 бит/с

#### Сетевые возможности и безопасность

- Повторение и подтверждение передачи
- DSSS (Прямой Спектр Распространения Последовательности)
- Каждый канал имеет 65 000 уникальных доступных адресов сети
- Поддерживаются топологии «точка-точка», «точка-точкам» и «каждый с каждым».
- Поддержаются режимы Координатора/Конечного устройства
- 128-битовое шифрование (прошивка скоро будет)

#### Низкое энергопотребление

#### **XBee**

- TOK TX: 45 MA (3.3 B)
- ток RX: 50 мА (3.3 В)
- ток отключения: < 10 мкА

#### **XBee-PRO**

- ток ТХ: 215 мА (3.3 В)
- ток RX: 55 мА (3.3 В)
- ток отключения: < 10 мкА

#### Удобство в работе

- Ненужно конфигурировать для установки связи
- Свободное программное обеспечение X-СТИ
- Небольшие габаритные размеры
- Сеть, совместимая с другими устройствами 802.15.4
- AT и API командные режимы для конфигурирования параметров модуля Модули построены на базе ZigBee трансивера Freescale MC13193 и микроконтроллера FreeScale MC9S08GT60.

# 1.2 Характеристики модулей

Таблица 1.1 Характеристики модулей XBee\XBee-PRO

Параметр	XBee	XBee-PRO			
Производительность					
Дальность связи в помещении, в	до 30м	до 100м			
городе					
Дальность связи на открытой ме-	до 100м	до 1500м			
стности					
Передаваемая мощность (устанав-	1 мВт (0 dВm)	60 мВт (18 dВm), 100 мВт (20			
ливается программно)		dBm)			
Скорость передачи	250 000 бит/с	250 000 бит/с			
Скорость последовательного ин-	1200-115200 бит/с (поддержива-	1200-115200 бит/с (поддержива-			
терфейса (устанавливается про-	ются нестандартные скорости)	ются нестандартные скорости)			
граммно)					
Чувствительность приемника	-92 dBm (потеря 1% пакетов)	-100 dBm (потеря 1% пакетов)			
	Энергетические требования				
Напряжение питания	2,8 – 3,4 B	2,8 – 3,4 B			
Ток передачи (типичный)	45 мА (3,3 В)	От 137 мА(3,3 В) до 227 мА(3,0 В)			
Ток ожидания/приема (типичный)	50 мА (3,3 B)	55 мА (3,3 В)			
Ток выключения	< 10 мкА	< 10 мкА			
	Общие				
Рабочая частота	2,4 ГГц	2,4 ГГц			
Размеры	2,438 см х 2,761см	2,438 см х 3,294 см			
Диапазон температур	от -40°С до 85°С	от -40°C до 85°C			
Тип антенны	Интегрированная, на чипе, кон-	Интегрированная, на чипе, кон-			
	нектор для внешней антенны	нектор для внешней антенны			
Сете	вые возможности и безопасн	НОСТЬ			
Поддерживаемые топологии	точка-точка», «точка-точк	ам» и «каждый с каждым».			
Количество каналов (устанавли-	16	12			
вается программно)					
Типы адресации	По идентификатору сети (PAN ID)	По идентификатору сети (PAN ID)			
	каналу и адресу	каналу и адресу			

# 1.3 Общий вид

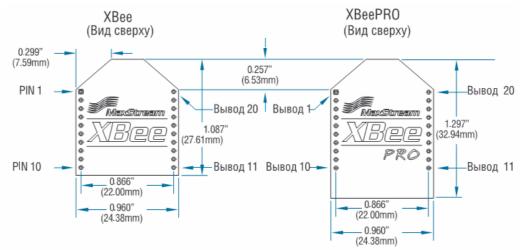


Рис. 1.1. Общий вид радиомодулей XBee/XBee-PRO

#### 1.4 Назначение выводов

Таблица 1.2 Назначение выводов для модулей XBee/XBee-PRO (Сигналы, передаваемые

низким уровнем, подчеркнуты.

No	Название	Направление	Описание
вывода		•	
1	VCC	-	Питание
2	DOUT	Выход	Выход последовательных данных UART
3	DIN/ <u>CONFIG</u>	Вход	Вход последовательных данных UART
4	CD*/DOUT_EN*/DO8*	Выход	Обнаружение несущей/разрешение передачи
5	RESET	Вход	Сброс модуля
6	PWM0/RSSI	Выход	Выход ШИМ канала 0 или индикация силы принимаемого сигнала
7	[reserved]	-	
8	[reserved]	-	
9	DTR/SLEEP_RQ/DI8	Вход	Контроль режима сна или цифровой вход 8
10	GND	-	Общий провод
11	RF_TX*/AD4*/DIO4*	Вход/выход	Аналоговый вход 4, цифровой порт 4 или индикатор передачи
12	CTS/DIO7*	Вход/выход	Цифровой порт 7 или сигнал CTS контроля передачи данных последовательного порта
13	ON/ <u>SLEEP</u>	Выход	Индикатор статуса модуля
14	VREF*	Вход	Опорное напряжение для АЦП
15	Associate/AD5*/DIO3*	Вход/выход	Аналговый вход 5, цифровой порт 5 или индикатор ассоциации
16	RTS/DIO6*	Вход/выход	Аналговый вход 6, цифровой порт 6 или сигнал RTS контроля передачи данных последовательного порта
17	CO- ORD_SEL*/AD3*/DIO3 *	Вход/выход	Аналговый вход 3, цифровой порт 3 или координатор
18	AD2*/DIO2*	Вход/выход	Аналговый вход 2 или цифровой порт 2
19	AD1*/DIO1*	Вход/выход	Аналговый вход 1 или цифровой порт 1
20	AD0*/DIO0*	Вход/выход	Аналговый вход 0 или цифровой порт 0

#### Примечания:

- 1. \* на данный момент функция не поддерживается
- 2. по линии RESET имеется внутренний подтягивающий резистор 50 кОм на линию питания
- 3. Минимальное соединение: VCC, GND, DOUT и DIN.
- 4. Неиспользованные выводы оставить неподключенными.

# 2. Работа модуля

#### 2.1 Последовательный интерфейс

#### 2.1.1. Передача данных UART

Устройства, имеющие интерфейс UART, могут быть напрямую соединены с выводами модуля, как показано на рис. 2.1.

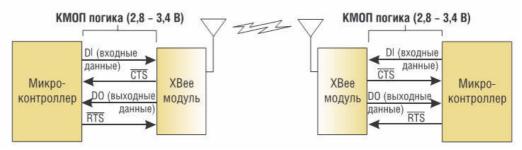


Рис. 2.1. Схема подключения двух модулей для организации канала связи

Радиомодуль управляется CMOS логическими уровнями 2,8 – 3,4 В. Для подключения модуля к COM-порту персонального компьютера необходим преобразователь уровня типа MAX3232 или аналогичный.

Данные постпают в модуль по линии DI в виде последовательного кода с неактивным уровнем (Idle) лог. «1». Каждый передаваемый байт дополняется стартовым (Start bit) и стоповым (Stop Bit) битами (рис. 2.2). Младший значащий бит (Least Significant bit) передается первым, т.е. следует сразу за стартовым битом.

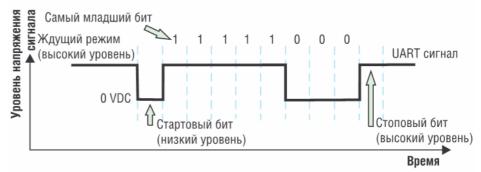


Рис. 2.2. Диаграмма передачи байта 0х1F в модуль ХВее

Для успешной передачи данных с помощью последовательного интерфейса оба модуля UART приемника и передатчика должны быть сконфигурированы с одинаковыми параметрами.

#### 2.1.2. Управление передачей

#### Входной буфер (DI Buffer)

Когда последовательные данные поступают в модуль по линии DI, они сохраняются во внутреннем буфере (DI Buffer) до момента передачи в эфир. Передача в эфир откладывается, если, например, в данный момент идет прием радиоданных.

#### Аппаратный контроль передачи (CTS – готовность приема)

Когда остается 17 байт до заполнения входного буфера, по умолчанию модуль сбрасывает сигнал <u>CTS</u> (высокий) для сигнализации хосту, что пора прекращать передачу (параметр DIO7 Configuration). Сигнал <u>CTS</u> восстанавливается, когда во входном буфере освободится 34 байта.

Можно полностью отказаться от контроля передачи данных, если понизить скорость до значения, когда данные по радиоканалу будут передаваться быстрее, чем будет заполнятся приемный буфер.

Переполнение буфера может возникнуть, если модуль принимает по радиоканалу длительный по времени непрерывный поток данных. В этом случае, после заполнения буфера, остальные данные, передаваемые по линии DI будут потеряны.

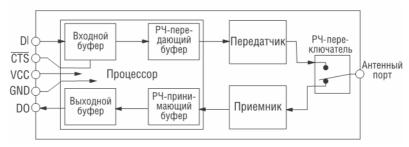


Рис. 2.3. Внутренняя структура модуля ХВее

#### Выходной буфер (DO Buffer)

Когда принимаются радиоданные, они поступают в выходной буфер и посылаются дальше на хост. Если буфер переполнится, то следующие данные будут потеряны.

#### Аппаратный контроль передачи (<u>RTS</u> – запрос на отправку)

Если включен <u>RTS</u> (D6 (DIO6 Configuration) Параметр = 1), данные не будут посылаться хосту, пока <u>RTS</u> (вывод 16) сброшен.

Переполнение буфера может возникнуть в случае, если хост по каким-либо причинам не принимает данные, идущие от модуля.

Основная причина переполнения буфера – несоответствие параметров передачи данных на хосте и модуле.

#### 2.1.3. Прозрачный режим (Transparent Operation)

Применяется по умолчанию. В этом режиме все данные, пришедшие на вывод DI, стоят в очереди на радиопередачу. Все принятые радиоданные отправляются на вывод DO.

Когда превышен порог параметра RO (Перерыв Пакетирования (Packetization Timeout)), модуль пытается начать радиопередачу. Если модуль не может немедленно начать передачу (например, если он уже получает радиоданные), последовательные данные сохраняются во входном буфере. Данные пакетируются и посылаются при любом перерыве RO или когда получены 100 байт (максимальный размер пакета).

Модуль работает как описано выше, если не обнаружена командная последовательность. Командная последовательность состоит из трех копий командного символа (параметр СС) до и после которого прошло определенное время (параметр GT).

#### 2.1.4. Режим API (API Operation)

Альтернатива прозрачному режиму. Расширяет уровень использования сетевых возможностей модуля приложением хоста. В этом режиме все данные, приходящие и уходящие с модуля, содержатся в пакетах, которые описывают операции или события внутри модуля.

Пакеты передачи (принятые на вывод 3) содержат:

- РЧ пакет передачи
- командный пакет (эквивалент АТ команды)

Принятые пакеты (отсылаются на вывод 2) содержат:

- принятый РЧ пакет
- ответ на команду

• события, такие как сброс, ассоциация, выход из ассоциации

Приложение хоста может посылать пакеты данных на модуль, содержащие адрес и полезную информацию, вместо использования командного режима. Модуль может посылать пакеты, содержащие информацию о его статусе.

Режим АРІ позволяет:

- изменять адрес назначения, не входя в командный режим;
- определить статус (успех/неудача) каждого РЧ-пакета;
- определить адрес источника каждого принятого пакета.

#### 2.2. Работа в сети 802.15.4

Следующие режимы сети IEEE 802.15.4 доступны для модуля:

- NonBeacon;
- NonBeacon (с координатором).

**Ассоциация (Association)** – только в режиме NonBeacon (с координатором). Конечные устройства и координаторы.

**Координатор** (**Coordinator**) – центральный модуль устанавливается для синхронизации передачи данных.

**Конечное устройство (End Device)** – если уже есть координатор. Модули используют координатор для синхронизации и могут переходить в спящий режим.

**Персональная сеть** (PAN) — содержит одно или более конечных устройств и возможно, координатор.

#### 2.2.1. Режим NonBeacon

По умолчанию, XBee/XBee-PRO модули установлены в режим NonBeacon (без координатора). Модули работают в сети «каждый с каждым» (Peer-to-Peer). Это означает, что модули остаются синхронизированными без использования конфигураций владельца/сервера, и каждый модуль в сети выступает роли и ведущего и ведомого. Эта конфигурация по умолчанию подходит для широкого диапазона приложений.

Сеть «каждый с каждым» может быть сконфигурирована путем установки следующих параметров:

- СЕ=0 установка модуля как конечного устройства;
- А1=0 запрет ассоциаций для всех модулей;
- ID и CH одинаковые во всей сети.

#### 2.2.2. Режим NonBeacon (с координатором)

Устройство конфигурируется как координатор установкой параметра СЕ (Включение координатора) в «1». Режим работы координатора управляется параметром А2 (ассоциация координатора).

В режиме NonBeacon (с координатором) координатор может быть настроен так, чтобы использовать прямые или косвенные передачи. Если параметр SP (циклический период сна) будет установлен в «0», то координатор пошлет данные немедленно. Иначе, параметр SP определяет отрезок времени, в течение которого координатор хранит данные перед тем, как отклонить их. Вообще, SP и ST (время, по прошествии которого модуль перейдет в спящий режим) параметры координатора должны соответствовать SP и ST параметрам конечных устройств.

#### 2.2.3. Ассоциация

Ассоциация - объединение конечных устройств и координатора. Ассоциация возможна только в режиме NonBeacon (с координатором). Объединение полезно в сценариях,

которые требуют, чтобы центральное устройство (координатор) передало сообщения к или собрало сообщения из нескольких отдаленных устройств (конечных устройств), назначило каналы или назначило идентификаторы сети (PAN ID).

Сеть передачи данных, которая состоит из одного координатора и одного или более конечных устройств, формирует персональную сеть (PAN). Каждое устройство в такой сети имеет идентификатор сети (параметр ID (PAN ID)). Идентификаторы сети должны быть уникальными. Идентификатор сети координатора устанавливается с помощью параметров ID и A2.

Конечное устройство может связаться с координатором, не зная адрес, идентификатор сети или канал координатора. Биты параметра A1 (ассоциация конечного устройства) определяют гибкость конечного устройства в ассоциации. Параметр A1 может использоваться для динамической установки адреса назначения, идентификатора сети и/или канала конечного устройства.

Например, если идентификатор сети координатора известен, но операционный канал нет; в параметре A1 на конечном устройстве должны быть установлены биты «Auto\_Associate» и «Reassign\_Channel». Дополнительно, идентификатор сети должен соответствовать идентификатору сети координатора ассоциации.

#### 2.3. Режимы функционирования

Модули ХВее могут функционировать в пяти режимах (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Режимы функционирования модуля ХВее

#### 2.3.1. Режим ожидания (Idle Mode)

Если данные не принимаются или не передаются, модуль находится в режиме ожидания. Модуль переходит в другие режимы работы при следующих условиях:

- режим передачи (Последовательные данные получены во входной буфер);
- режим приема (данные получены через антенну);
- режим сна (выполнено условие перехода в режим сна);
- командный режим (получена командная последовательность).

#### 2.3.2 Режимы приема и передачи

#### Пакеты радиоданных

Каждый переданный пакет данных содержит поля <адрес источника> (Source Address) и <адрес назначения> (Destination Address). <Адрес источника> соответствует адресу передающего модуля, определенного параметрами МҮ (исходный адрес, если он больше или равен 0xFFFE), SH (Serial Number High) или SL (Serial Number Low) параметры.

Поле <адрес назначения > складывается из значений параметров DH и DL (Destination Address High и Low). Поля <адрес источника> и/или <адрес назначения> будут содержать или короткий 16-битовый или длинный 64-битовый адрес.

Структура пакета радиоданных соответствует IEEE 802.15.4 спецификациям.

#### Прямая и косвенная передача

Есть два способа передачи данных. Первый способ, прямая передача, передает данные немедленно по <адресу назначения>. Второй способ, косвенная передача, сохраняет пакет на время и передает данные только после того, как модуль назначения (<адрес источника> = <адрес назначения>) запросит данные. Косвенная передача возможна только на координаторе. Таким образом, если все устройства в сети – конечные устройства, возможны только прямые передачи. Косвенные передачи широко используются для гарантии доставки пакета на «спящее» устройство. Координатор в состоянии хранить одновременно до 2 косвенных сообщений.

#### Прямая передача

Координатор в режиме NonBeacon может конфигурироваться на использование только прямой передачи, установкой параметра SP (циклический период сна) в «0». Кроме того, координатор в режиме NonBeacon, использующий косвенныю передачу вернется в режим прямой передачи, если обнаружит, что модуль предназначения вышел из спящего режима.

Чтобы это обеспечить, значение ST (время, по прошествии которого модуль перейдет в спящий режим) координатора должно соответствовать значению ST конечного устройства. Как только конечное устройство начнет передавать данные координатору или посылать запрос на передачу данных, координатор будет использовать прямую передачу для всех последующих передач данных по этому адресу модуля, пока время ST протекает без активности. «Без активности» означает отсутствие передачи или приема сообщений с определенным адресом. Глобальные сообщения не будут перезагружать таймер ST.

#### Косвенная передача

Для настройки косвенных передач в персональной сети (PAN), значение параметра SP координатора должно соответствовать самому большому значению параметра SP любого конечного устройства. Значение параметра SP координатора определяет, как долго координатор сохранит косвенное сообщение перед тем, как удалить его.

В сетях в режиме NonBeacon, конечное устройство должно сообщить координатору, как только оно выходит из спящего режима, чтобы определить, имеет ли координатор косвенное сообщение для него. Для режима циклического сна это делается автоматически каждый раз после пробуждения модуля (по прошествии времени SP). Для режима Pin Sleep, значение параметра A1 (Ассоциация конечного устройства) должно быть установлено на разрешение посылать координатору запрос по пробуждении.

Так же конечное устройство может использовать команду FP (запрос), чтобы опрашивать координатор как необходимо.

#### Алгоритм передачи

До передачи пакета на канале выполняется ССА (оценка чистоты канала), чтобы определить, доступен ли канал для передачи. Обнаруженная энергия на канале сравнивается со значением параметра СА. Если обнаруженная энергия превышает значение параметра СА, пакет не передается.

Кроме того, перед передачей вставляется задержка. Эта задержка устанавливается с помощью параметра RN. Если RN установлен в «0», то пред выполнением оценки чистоты канала (CCA) нет задержки. Значение параметра RN - эквивалент параметра minBE в спецификациях IEEE 802.15.4. Последовательность передачи соответствует спецификациями IEEE 802.15.4.

#### Подтверждение передачи

Если передача не ведется широковещательным сообщением, то модуль будет ожидать получения подтверждения от устройства назначения. Если подтверждение не будет

получено, то пакет будет посылаться еще до 3 раз. Если подтверждение не будет получено после всех передач, будет зарегистрирован сбой подтверждения передачи (ACK failure).

#### 2.3.3. Спящий режим (Sleep Mode)

Спящие режимы позволяют модулю войти в состояние низкого расхода энергии если тот не используется. Чтобы войти в режим сна, необходимо выполнить одно из следующих условий (в дополнение к ненулевому значению параметра SM модуля):

- получена команда перехода в спящий режим Sleep\_RQ (вывод 9).
- модуль находится в ждущем режиме (нет приема или передачи данных) все время, определенное параметром ST. (Замечание: ST активен когда SM= 4-5.)

Таблица 2.1. Режимы сна

Вид спящего	Переход в спя-	Выход из	Описание	Энергопотреб-
режима	щий режим	спящего ре-		ление
		жима		
Pin Hibernate (SM=1)	Высокий уровень на выводе 9 (Sleep_RQ)	Низкий уровень на выводе 9 (Sleep_RQ)	Используется в системах в режиме Non- Beacon. Минимальное электропотребление.	< 10 мкА ( 3В)
Pin Doze (SM=2)	Высокий уровень на выводе 9 (Sleep_RQ)	Низкий уровень на выводе 9 (Sleep_RQ)	Используется в системах в режиме Non-Beacon. Минимальное время пробуждения.	< 50 мкА
Циклический сон (Cyclic sleep) SM=4-5	Автоматический переход в спящий режим, определяемый параметрами SM и ST	Переход происходит после истечения циклического временного интервала. Временной интервал определен параметром SP.	Модуль просыпается через определенные временные интервалы, для проверки нет ли в эфире радиоданных. Для систем в режиме NonBeacon параметр SM = 5.	< 50 мкА

Команда SM является центральной в конфигурировании спящих режимов. По умолчанию, спящие режимы отключены (SM = 0), и модуль остается в режиме приема/ожидания. В этом случае, модуль постоянно готов к приему последовательных или радиоданных.

Более высокие напряжения. Потребление тока в спящем режиме очень чувствительно к напряжению. Напряжения выше 3,0 В вызовут намного более высокое потребление тока.

Таблица 2.2. Токи в режиме сна

	XBee				XBee-PRO	
Vcc (B)	SM=1	SM=2	SM=4-5	SM=1	SM=2	SM=4-5
2,8-3,0	<3 мкА	<35 мкА	<34 мкА	<4 мкА	<34 мкА	<34 мкА
3,1	8 мкА	37 мА	36 мкА	12 мкА	39 мкА	37 мкА
3,2	32 мкА	48 мкА	49 мкА	45 мкА	60 мкА	55 мкА
3,3	101 мкА	83 мкА	100 мкА	130 мкА	115 мкА	120 мкА
3,4	255 мкА	170 мкА	240 мкА	310 мкА	260 мкА	290 мкА

Во время выхода из режима сна (SM = 1 или 2) ток не превышает значение в режиме ожидания. Ток возрастает по экспоненте к значению режима ожидания.

#### **Режим Pin Hibernate** (SM = 1)

Ток отключения: <10 мкА (3,0 В)</li>

• время пробуждения: 13,2 мс

Режим Pin Hibernate минимизирует потребляемую мощность. Этот режим активизируется уровнем напряжения; когда поступает высокий уровень на вывод 9 (Sleep\_RQ), модуль заканчивает, любую передачу, прием или действия в ассоциации, переходит в ждущий режим и затем входит в спящий режим. Модуль не будет реагировать на поступление последовательных или радиоданных, в этом режиме сна.

Чтобы разбудить спящий модуль, находящийся в режиме Pin Hibernate, снимают высокий уровень на выводе 9 (Sleep\_RQ). Модуль выйдет из режима сна и будет готов передать или получать данные, при низком уровне сигнала на линии СТS. Во время пробужденя модуля, низкий уровень на выводе 9 должен быть установлен по крайней мере через период времени, равный времени приема двух байт после того, как будет установлен низкий уровень сигнала на линии СТS. Это гарантия, что есть время, чтобы данные могли войти в приемный буфер (DI Buffer).

#### Режим Pin Doze (SM = 2)

- Ток отключения: <50 мкА
- Время пробуждения: 2 мс

Режим Pin Doze аналогичен режиму Pin Hibernate; однако, режим Pin Doze обеспечивает более быстрое время пробуждения и более высокий расход энергии.

#### Режим «циклический сон» (Cyclic Sleep Remote, SM = 4)

- Ток отключения: <50 мкА
- Время пробуждения: 2 мс

Режим «циклический сон» позволяют модулям периодически проверять наличие передачи данных в эфире. Когда параметр SM=4, модуль настроен, чтобы спать, затем просыпаться однажды за цикл, чтобы проверить нет ли данных от модуля, настроенного как координатор циклического сна (SM=0, CE=1). Модуль посылает запрос координатору через определенный интервал, установленный параметром SP (циклический период сна). Координатор передаст любые запрошенные данные, адресованные модулю, после получения запроса.

Если в очереди нет данных для отправки на модуль, то координатор не будет ничего передавать, и модуль возвратится в спящий режим до другого цикла. Если стоявшие в очереди данные будут переданы модулю, то тот будет бодрствовать, пока не истечет время, установленное параметром ST (время перед сном).

Также, низкий уровень сигнала на линии CTS будет установлен каждый раз, когда модуль выходит из спящего режима, учитывая, что возможно хост модуля также начнет передавать данные модулю.

# Режим «циклический сон с аппаратным пробуждением» (Cyclic Sleep Remote with Pin Wake-up, SM = 5)

Используйте этот способ, чтобы разбудить спящий модуль или через радиоинтерфейс или путем сброса высокого уровеня на выводе 9 (Sleep\_RQ). Циклический сон работает как описано выше с дополнением возможности аппаратного пробуждения. Состояние вывода 9 (Sleep\_RQ) зависит от фронта сигнала, а не уровня. Модуль просыпается при приходе низкого уровня на вывод 9, далее устанавливается низкий уровень сигнала на лини СТS, модуль готов передать или получить данные.

Любая активность перезагрузит таймер ST, таким образом, модуль возвратится в спящий режим только после того, как не будет никакой деятельности втечение времени таймера ST. После того как модуль аппаратно выведен из спящего режима, дальнейшее состояние вывода 9 игнорируется. Модуль переходит назад в спящий режим согласно времени ST, независимо от состояния вывода 9.

#### 2.3.4. Командный режим

Чтобы изменять или читать параметры модуля, он должен сначала перейти в командный режим - состояние, в котором поступающие символы интерпретируются как ко-

манды. Поддерживаются две разновидности комндного режима: АТ командный режим и АРІ командный режим.

#### АТ командный режим

Для того, чтобы войти в командный режим, пошлите 3-символьную последовательность "+++" и наблюдайте время защиты прежде и после управляющих символов.

Командная последовательность по умолчанию (для перехода в командный режим):

- в течение одной секунды не один символ не был послан [ параметр GT(время защиты) = 0x3E8]
- три символа «плюс» ("+++") введены в течение одной секунды [параметр СС (символ командной последовательности) = 0x2B.]
- в течение одной секунды не один символ не был послан [ параметр GT(время защиты) = 0x3E8]

Все значения параметров последовательности могут быть изменены.

Каждая АТ-команда представляет собой текстовую строку, которая начинается символами «АТ». Далее следует код команды, пробел, параметр команды и символ «возврат каретки» (<CR>, код 0х0D) (табл. 2.3). Например, команда, изменяющая младший байт адреса модуля на «0х1F» будет выглядеть так: ATDL 1F <CR>. Для сохранения измененных параметров модуля в энергонезависимой памяти используется команда записи WR (Write). Если не подать команду WR, то после выключения и повторной подачи питания будут восстановлены предыдущие значения параметров. Каждая подаваемая команда сначала распознается модулем и затем исполняется. В случае успешного выполнения модуль выдаст строку «ОК» по линии DO. Если команду не удалось исполнить, сообщение «ER-ROR» поступает во внешний микроконтроллер. Модуль выходит из командного режима по команде «ATCN» или по программируемому тайм-ауту (параметр CT).

Таблица 2.3. Пример АТ-команды

Отсылаемая АТ-команда	Ответ модуля
+++	OK <cr> (Вошли в командный режим)</cr>
ATDL <enter></enter>	{текущее значение}<СR> (Прочитать значение DL)
ATDL1A0D <enter></enter>	OK <cr> (Изменить значение DL на 0x00001A0D)</cr>
ATWR <enter></enter>	OK <cr> (записать в энергонезависимую память)</cr>
ATCN <enter></enter>	OK <cr> (Выйти из командного режима)</cr>

# 2.4. Адресация

При связи между двумя сетевыми устройствами, каждый пакет данных содержит поля <адрес источника> и <адрес назначения>. Модуль соответствует 802.15.4 спецификациям и поддерживает как короткие 16-разрядные адреса, так и 64-битовые адреса. Уникальный 64-битовый адрес источника назначен на фабрике и может быть считан из параметров SL и SH. Короткая адресация должна быть сконфигурирована вручную. Модуль будет использовать свой уникальный 64-битовый адрес как <адрес источника>, если значение параметра МУ будет «0xFFFF» или «0xFFFE».

Чтобы послать пакет определенному модулю, используя 64-битовую адресацию, установите адрес назначения (DL + DH) в соответствие адресу источника (SL + SH) намеченного модуля. Чтобы послать пакет определенному модулю, используя 16-разрядную адресацию, установите параметр DL равным параметру MY (адрес источника) и установите параметр DH равным «0».

#### 2.4.1. Режим одноадресной передачи (Unicast Mode).

Режим одноадресной передачи позволяет производить подтверждение связи. В этом режиме, принимающие модули посылают подтверждение (АСК) приема пакета на передающий модуль. Если передающий модуль не будет получать подтверждение, то он снова пошлет пакет до трех раз, пока не получит подтверждения.

Режим Unicast - единственный режим, который поддерживает повторения.

**Короткие 16-разрядные адреса.** Модуль может быть сконфигурирован так, чтобы использовать короткие 16-разрядные адреса как адрес источника, путем установки параметра MY < 0xFFFE. Установка параметра DH (DH=0) приводит адрес назначения к 16-разрядному виду (если DL < 0xFFFE). Для двух модулей, используя короткую адресацию, адрес назначения модуля передатчика должен соответствовать параметру MY приемника.

Следующая таблица показывает типовой сетевой конфигурации, которая допустила бы связи Режима Unicast, используя 16-разрядные короткие адреса.

**Длинные 64-разрядные адреса.** Серийный номер модуля (SL+SH) может использоваться как 64-битовый адрес источника, когда параметр MY (16-разрядный адрес источника) заблокирован (MY = 0xFFFF или 0xFFFE).

Когда конечные устройства находятся в ассоциации с координатором, его параметр MY устанавливается равным 0xFFFE, чтобы разрешить 64-битовую адресацию. 64-битовый адрес модуля сохранен как параметры SH и SL. Чтобы послать пакет определенному модулю, адрес назначения (DL + DH) на одном модуле должен соответствовать адресу источника (SL + SH) другого.

#### 2.4.2. Режим широковещательной передачи (Broadcast Mode)

Любой модуль примет пакет, который содержит широковещательный адрес. В широковещательном режиме, не происходит подтверждения приема, как это имеет место в режиме одноадресной передачи.

Чтобы посылать широковещательный пакет всем модулям независимо от 16разрядной или 64-битовой адресации, установите адреса назначения всех модулей как показано ниже.

Типовая Конфигурация (Все модули в сети):

DL = 0x0000FFFF

DH = 0x000000000

Примечание: программируя модуль, параметры вводятся в шестнадцатеричном виде (без префикса "0х"). Начальные нули могут быть опущены.

# 3. Конфигурирование модуля

Конфигурирование модуля (изменение параметров) может производиться тремя способами: 1) путем подачи командных последовательностей на соответствующий вывод; 2) путем изменения параметров в программе X-CTU (вкладка Modem Configuration); 3) путем ввода АТ-команд в программе X-CTU (вкладка Terminal).

Каждый модуль в сети должен иметь одну и ту же версию встроенного  $\Pi O$  (firmware).

#### 3.1. Таблица команд

ХВее/ХВее-PRO модули оперируют числовыми значениями в шестнадцатеричном виде. Шестнадцатеричные значения определяются "0х" префиксом. Десятичные значения определяются суффиксом "d". Строки таблицы сортированы по категориям команд.

Таблица 3.1. АТ-команды и их параметры

АТ- команда	Категория команды	Имя и описание команды	Принимаемые значения	Значение по умолча- нию
FR	Специальная	Программный сброс (Software Reset). Немедленно отвечает ОК, затем выполняет аппаратный сброс через приблизительно через 100мс.	-	-
RE	Специальная	Восстановить параметры по умолчанию (Restore Defaults). Восстанавливает параметры модуля в значения по умолчанию.	-	-
WR	Специальная	Записать (Write). Записывает значения параметров в энергонезависимую память, чтобы модификации параметров сохранились после включения питания или сброса. Замечание: Как только как только отдана команда WR, никакие дополнительные символы не должны быть посланы модулю до получения ответа "OK\r".	-	-
СН	Работа в сети (Адресация)	<b>Канал</b> ( <b>Channel</b> ). Установка/чтение номера канала, используемого для того, чтобы осуществлять радиопередачу и прием. Используются номера канала протокола 802.15.4.	0x0B-0x01A (XBee) 0x0C-0x17 (XBee- PRO)	0x0C (12d)
ID	Работа в сети (Адресация)	Сетевой идентификатор (PAN ID). Установка/чтение сетевого идентификатора персональной сети (PAN). Используйте 0хFFFF, чтобы послать сообщения всем сетям.	0xFFFF	0x3332 (1310d)
DH	Работа в сети (Адресация)	Старшие байты адреса назначения (Destination Address High). Установ-ка/чтение старших 32 бит 64-битового адреса назначения. В совокупности с параметром DL, DH определяет адрес назначения, используемый для передачи. Чтобы передать данные, используя 16-разрядные адреса, установите параметр DH на ноль и параметр DL меньше чем 0xFFFF.	0xFFFFFFF	0

		0x000000000000FFFF - широковеща-		
		тельный адрес для персональной сети (PAN).		
DL	Работа в сети (Адресация)	Младшие байты адреса назначения (Destination Address Low). Установ-ка/чтение младших 32 бит 64-битового адреса назначения. В сово-купности с параметром DH, DL определяет адрес назначения, используемый для передачи. Чтобы передать данные, используя 16-разрядные адреса, установите параметр DH на ноль и параметр DL меньше чем 0хFFFF. 0х00000000000000FFFF - широковещательный адрес для персональной сети	0xFFFFFFF	0
MY	Работа в сети (Адресация)	(PAN). <b>16-разрядный адрес источника (16-bit Source Address).</b> Установ-ка/чтение 16-разрядного адреса модуля. Установите MY = 0xFFFF, чтобы	0xFFFF	0
		отключить прием пакетов с 16-разрядными адресами. 64-битовый адрес источника (серийный номер) и широковещательный адрес (0x0000000000000FFFF) всегда допускаются.		
SH	Работа в сети (Адресация)	Старшие байты серийного номера (Serial Number High). Чтение старших 32 бит уникального 64-битового адреса модуля. 64-битовый адрес источника всегда включен.	0xFFFFFFF (только для чтения)	Установлено изготовителем
SL	Работа в сети (Адресация)	Младшие байты серийного номера (Serial Number Low). Чтение младших 32 бит уникального 64-битового адреса модуля. 64-битовый адрес источника всегда включен.	0xFFFFFFF (толь- ко для чтения)	Установлено изготовителем
RN	Работа в сети (Адресация)	Случайные слоты задержки (Random Delay Slots). Установка/чтение минимального значения экспоненты задержки в алгоритме CSMA-CA, который используется для предотвращения коллизий (столкновений пакетов). Если RN = 0, предотвращение коллизий заблокировано в течение первой итерации алгоритма (802.15.4 - macMinBE).	0-3	0
MM	Работа в сети (Адресация)	МАС режим (MAC Mode). Установ-ка/чтение значения МАС режима. Режим МАС, разрешает/запрещает использование заголовка MaxStream в радиопакетах 802.15.4. Когда ММ=0, происходит двойное обнаружение пакета так же как и АТ команды. Режимы 1 и 2 являются строгими 802.15.4 режимами.	0-2	0
NI	Работа в сети (Идентифи- кация)	Идентификатор узла (Node Identifier). Хранит строковый идентификатор. Регистр принимает только ASCII данные. Строка не может начаться с пробела. Возврат каретки (Enter) заканчивает команду. Команда будет автоматически закончится, когда мак-	20-ти байтная стро- ка ASCII	-

		T		
		симальный размер строки будет вве- ден. Эта строка будет возвращена как часть команды ND (обнаружение уз- ла). Этот идентификатор также ис- пользуется с командой DN (узел на- значения).		
ND	Работа в сети (Идентифи- кация)	Обнаружение узла (Node Discover). Обнаруживает и сообщает обо всех найденных модулях. Следующая информация будет сообщена для каждого обнаруженного модуля:  МҮ<СR>     SH <cr>     SL<cr>     DB<cr>     NI<cr>&lt; CR&gt;     После истечения 2,5 секунд, команда заканчивается, возвращая <cr> (возврат каретки). ND также принимает модемный идентификатор как параметр. В этом случае только модуль соответствующий введенному идентификатору ответит.</cr></cr></cr></cr></cr>	20-ти байтное значение NI (опционально)	
DN	Работа в сети (Идентифи- кация)	Узел назначения (Destination Node). Привязывает строку модемного идентификатора к физическому адресу. Следующие события происходят после успешного выполнения команды:  1. DL и DH устанавливаются равными адресу модуля с соответствующим модемным идентификатором 2. «ОК».  3. Модуль автоматически выходит из командного режима Если от модуля нет ответа в течение 200 мс, или параметр не определен (оставлен пустым), команда заканчивается, и выдается сообщение "ОШИБКА".	20-ти байтная стро- ка ASCII	
CE	Работа в сети (Ассоциа- ция)	Включение координатора (Coordinator Enable). Установ-ка/чтение настроек координатора	0-1 0=конечное устрой- ство 1=координатор	0
SC	Работа в сети (Ассоциа- ция)	Сканирование канала (Scan Channel). Установить/прочитать список каналов, для сканирования активности (Active Scan) и уровня сигнала (Energy Scan) как битовое поле. Это влияет на сканирования, начатые в командном режиме (команды AS, ED) и в течение запуска ассоциаций конечных устройств и координатора: бит 0-0х0В, бит 1-0х0С, бит 2-0х0D, бит 3-0х0Е, бит 4-0х0F, бит 5-0х10, бит 6-0х11, бит 7-0х12, бит 8-0х13, бит 9-0х14, бит 10-0х15, бит 11-0х16, бит 12-0х17, бит 13-0х18, бит 14-0х19, бит 15-0х1А	0-0xFFFF (биты 0, 14, 15 запрещены для XBee-PRO)	0x1FFE (все каналы XBee-PRO)
SD	Работа в сети (Ассоциа- ция)	Продолжительность сканирования (Scan Duration). Установить/прочитать продолжительность сканирования.	0-0x0F (экспонен- циально)	4

<b>Конечное устройство</b> - продолжи-	
тельность сканирования активности	
(Active Scan) в течение Ассоциации.	
<i>Координатор</i> - если на координаторе	
установлена опция «ReassignPANID»	
(см. параметр A2), SD определяет от-	
резок времени, в течение которого ко-	
ординатор сканирует каналы, чтобы	
обнаружить частные сети (PAN). Если	
установлена опция «ReassignPANID»,	
SD определяет, как долго координатор	
будет выполнять сканирование уровня	
сигнала (Energy Scan), чтобы опреде-	
лить, на каком канале он будет рабо-	
тать.	
«Время сканирования» измеряется как	
(число каналов сканирования) * (2 ^	
SD) *(15.36мс). Число каналов скани-	
рования устанавливается командой	
SC. XBee может сканировать до 16	
каналов (SC = 0xFFFF). XBee-PRO	
может сканировать до 13 каналов (SC	
может сканировать до 15 каналов (SC = 0x3FFE).	
= 0х3FFE). Пример: значения ниже показывают	
результаты для сканирования 13 кана-	
лов: Готу SD — 0, этомя — 0,18 ст SD — 2	
Если SD = 0, время = 0.18 c; SD = 2,	
время = 0.74c; SD = 4, время = 2.95 c;	
SD = 6, время = 11.80 c; SD = 8, время	
= 47.19  c;  SD = 10,  время = 3.15  мин;	
SD = 12, время = 12.58 мин; SD = 14,	
время = 50.33 мин.	0
А1 Работа в сети Ассоциация конечных устройств 0-0х0Г (битовое	по- 0
(Ассоциа- (End Device Association). Установ- ле)	
ция) ка/чтение настроек ассоциации.	
бит 0 — переназначение идентифика-	
mopa cemu (ReassignPanID)	
0 – свяжется только с координатором,	
идентификатор сети (PAN ID) которо-	
го соответствует идентификатору сети	
модуля.	
1 – может связаться с координатором,	
идентификатор сети которого может	
быть любым.	
бит 1 — переназначение канала (Reas-	
signChannel)	
0 – свяжется только с координатором,	
работающим на канале, который со-	
ответствует каналу модуля (СН моду-	
ля = СН координатора)	
1 – может связаться с координатором,	
работающим на любом канале	
работающим на любом канале бит 2 — Автоассоциация (AutoAssoci-	
работающим на любом канале бит 2 – Автоассоциация (AutoAssociate)	
работающим на любом канале бит 2 — Автоассоциация (AutoAssociate) 0 — устройство не будет делать по-	
работающим на любом канале бит 2 — Автоассоциация (AutoAssociate) 0 — устройство не будет делать попытку ассоциации	
работающим на любом канале бит 2 — Автоассоциация (AutoAssociate) 0 — устройство не будет делать попытку ассоциации 1 — устройство делает попытку ассо-	
работающим на любом канале бит 2 — Автоассоциация (AutoAssociate) 0 — устройство не будет делать попытку ассоциации 1 — устройство делает попытку ассоциации до успеха	
работающим на любом канале бит 2 — Автоассоциация (AutoAssociate) 0 — устройство не будет делать попытку ассоциации 1 — устройство делает попытку ассоциации до успеха Примечание: Этот бит используется	
работающим на любом канале бит 2 — Автоассоциация (AutoAssociate) 0 — устройство не будет делать попытку ассоциации 1 — устройство делает попытку ассоциации до успеха Примечание: Этот бит используется только для систем в режиме Non-	
работающим на любом канале бит 2 — Автоассоциация (AutoAssociate)  0 — устройство не будет делать попытку ассоциации  1 — устройство делает попытку ассоциации до успеха Примечание: Этот бит используется только для систем в режиме Non-Beacon. Конечные устройства в ре-	
работающим на любом канале бит 2 — Автоассоциация (AutoAssociate) 0 — устройство не будет делать попытку ассоциации 1 — устройство делает попытку ассоциации до успеха Примечание: Этот бит используется только для систем в режиме Non-	

		бит 3 – запрос координатора при ап-		
		паратном пробуждении (PollCoor-		
		dOnPinWake)		
		0 – при аппаратном пробуждении (Pin		
		Wake) модуль не будет запрашивать		
		координатор, есть ли косвенные дан-		
		ные для него.		
		1 – при аппаратном пробуждении мо-		
		дуль пошлет запрос координатору,		
		чтобы принять любые косвенные дан-		
		ные		
		биты 4 - 7 зарезервированы		
A2	Работа в сети	Ассоциация координатора (Coordi-	0-7 (битовое поле)	6
AL	(Ассоциа-	nator Association). Установка/чтение	0-7 (ONTOBOC HOSIC)	O
	ция)	параметров ассоциации Координато-		
	ция)			
		pa.		
		бит 0 — переназначение идентифика-		
		mopa cemu (ReassignPanID)		
		0 - координатор не будет выполнять		
		сканирования активности (Active		
		Scan), чтобы определить доступные		
		частные сети (PAN). Он будет рабо-		
		тать только со своей сетью, опреде-		
		ленной параметром ID.		
		1 - координатор выполнит сканирова-		
		ние активности, чтобы определить		
		доступную частную сеть. Если будет		
		найден конфликт идентификаторв, то		
		параметр ID изменится.		
		бит 1 — переназначение каналов (Re-		
		assignChannel)		
		0 - координатор не будет выполнять		
		сканирование уровня сигнала (Energy		
		Scan), чтобы определить свободный		
		канал. Он будет работать на канале,		
		определенном параметром СН.		
		1 - координатор выполнит сканирова-		
		ние уровня сигнала, чтобы найти сво-		
		бодный канал, затем будет работать		
		на этом канале.		
		бит 2 – разрешение ассоциации (Al-		
		lowAssociation)		
		0 - координатор не будет позволять		
		никаким устройствам ассоциировать-		
		ся с ним.		
		1 - координатор позволит устройствам		
		ассоциироваться с ним.		
		биты 3 - 7 зарезервированы		
AI	Работа в сети	Индикация ассоциации (Association	0-0х13 (только для	_
731	(Ассоциа-	Indication). Выдает код ошибки по-	чтения)	
	(Ассоциа- ция)		попил)	
	ции)	следнего запроса ассоциации:		
		0х00 - успешное завершение - коорди-		
		натор успешно стартовал или завер-		
		шилась ассоциация конечных уст-		
		ройств		
		0х01 – превышено время сканирова-		
		ния активности (Active Scan Timeout)		
		0х02 - во время сканирования актив-		
		ности не найдено персональных сетей		
		(PAN)		
		0х03 - во время сканирования актив-		
		ности найдены персональные сети, но		
		бит CoordinatorAllowAssociation не		

установлен	1				
ности найдены персопальные сети, но координатор и комечные устройства не сконфитурированы для поддержи мажнок (раскоть).  0x05 - во време сканирования активности найдены персопальные сети, но парыметр ID координатора не соответствует параметру ID коменного устройства  0x06 - во време сканирования активности найдены персональные сети, но парыметр СН координатора, не соответствует параметру СН координатора, не соответствует параметр СН координатора, не соответствует параметр СН координатора, не соответствует параметр СН координатора потерова некуламу  0x07 - превышено время сканирования уровня осичала (Енегру Scan Timeout)  0x08 - запрос статра координатора потерова неуламу  0x09 - координатор не может начать работать из-за нежерного параметра  0x04 - проправить из-за нежерного параметра  0x06 - запрос ассоциации не послан  0x06 - запрос ассоциации чинетоты канапала  0x06 - отказана соспивации и чинетоты канапала  0x06 - удаленный координатор не послан сагната подтверждения приема  0x16 - удаленный координатор не ответи на запрос ассоциации и чинетоты канапала  0x16 - удаленный координатор не ответи на запрос ассоциации и послан запрос ассоциации и бито - удаленный координатором по режиме Веасоп  0x17 - запрос испольки запроса  0x17 - запрос не объяже координатором по режиме Веасоп  0x12 - погра исихронизации - потер связи е координатором по режиме Веасоп  0x17 - парехремдения (Force Disas - медено прекрати с сяза с координатором по прежиме Веасоп  0x18 - потра исихронизации - потер связи е координатором прежиме Веасоп  0x17 - потра исихронизации - потер связи е координатором прежиме Веасоп оказа (Веасоп ока			установлен		
координатор и конечные устройства не сконфигуированы для поддержки макков (безсовя).  Ом.65 - во премя сканирования активности найдены персопальные сети, но нараметр ID координатора не соответствует параметру ID конечного устройства  Ом.66 - во время сканирования активности найдены персопальные сети, но нараметр СН конечного устройства  Ом.67 - во время сканирования жизивности найдены персопальные сети, но нараметр СН конечного устройства  Ом.67 - запрос старта координатора не соответствует нараметру СН конечного устройства  Ом.68 - запрос старта координатора потернел неудаму  Ом.69 - координатор не может цвачать работать из-за неверного параметра  Ом.69 - координатор не может цвачать работать из-за неверного параметра  Ом.60 - запрос ассоциации испекта не было получено  Ом.60 - запрос ассоциации испекта негравизывый нараметр  Ом.60 - отказаное в доступе к каналу запроса ассоциации - откат ССА (оценки чистоты канала)  Ом.67 - удаленный координатор не послам ситыт подтверждения приема (АСК) поле того, как сму был послан запрос ассоциации не послан или подтверждения приема (АСК) был получен после послыки запроса  Ом.61 - отказано сасоциации, но ситнал подтверждения приема (АСК) был получен после послыки запроса  Ом.61 - удаленный координатор не ответи на запрос ассоциации но ситнал подтверждения приема (АСК) был получен после послыки запроса  Ом.61 - дарезерапровано)  Ом.62 - потера синкронизации - потера связа с координатором в режиме Веасоп  Ом.62 - потера синкронизация - потера связа с координатором в режиме Веасоп  Ом.62 - потера синкронизация - потера связа с координатором в режиме Веасоп  Ом.62 - потера послыки с координатором в режиме Веасоп  Ом.62 - потера послыки с координатором в режиме Веасоп  Ом.62 - потера послыки с координатором в режиме Веасоп  Ом.62 - потера послыки с координатором в режиме Веасоп  Ом.62 - потера послыки с координатором в послымент потера с послы не потера с послы не потера с послы не потера с послы не послы не потера с послы не потера с послы не потера потера потера по потера по					
не сконфитурированы для поддержки маяков (ревсок).  0x05 - во время сканирования активности найдены персональные сети, но нарметр ID колечного устройства  0x06 - во время сканирования активности найдены персональнае сети, но параметр СИ координатора, не соответствует параметру ID колечного устройства  0x07 - превышено время сканирования уровня ситиала (Евегу Scan Timeout)  0x08 - запрос старта координатора потериел неудачу  0x09 - координатора не может начать работать из-за неверного параметра  0x04 - продъднатора не может начать работать из-за неверного параметра  0x04 - превышено время запроса ассоциации не послан  0x0C - превышено время запроса ассоциации - ответа не было получено  0x0D - запрос ассоциации не послан  0x0C - превышено время запроса ассоциании - ответа не было получено  0x0D - запрос ассоциации не послан  0x0C - превышено время запроса не был перерациа - отказ ССА (оценки чистоты капала)  0x0F - узаленный координатор не послал ситиал подтверждения приема  (ACK) после того, как ему был послан запроса ассоциации  0x10 - узаленный координатор не ответи на запрос ассоциации - потерящения приема  (ACK) после того, как ему был послан аподтверждения приема  (ACK) после того, как ему был послан аподтверждения приема  (ACK) од - запрос не од камо об послан аподтверждения приема  (ACK) после того, как ему был послан аподтверждения приема  (ACK) од - запрос не од камо об послан аподтверждения приема  (ACK) после того, как ему был послан аподтверждения приема  (ACK) после того, как ему был послан аподъем после послаки запроса  0x11 - [арексрыпровано]  0x22 - потря сиккропизации - потерята сиктуронтация сиктурон после послаки запроса  0x12 - потря сиккропизации - потерята сиктуронные после послаки вапроса об			-		
макков (ревсовя).  0x05 - во время сканирования активности найдены персовлавнае сети, но нарваетр ID координатора не соответствует параметру ID конечного устройства  0x06 - во время сканирования активности найдены персовлавнае сети, но нарваетр CH координатора, не соответствует параметру CH конечного устройства  0x07 - превышено время сканирования уровия сигнала (Евсеру Scan Timeout)  0x08 - запрос старта координатора потерел перадау  0x09 - координатора и координатора потерела перадау  0x09 - координатора и может начать работать из-за неверного параметра  0x04 - происходит ресивкронизация координатора  0x06 - превышено время запроса ас- ссицации - ответа не было получено  0x00 - запрос ассоциации и мен пеправильный параметр  0x0E - отказано в доступе к каналу за проса ассопиации и отказано в доступе к каналу за проса ассопиации запрое не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  0x0F - удаленный координатор не послаш сигнал подперяжения приема  (АСК) после того, как сму был послан запрое ассопиации  0x10 - удаленный координатор не ответи на запрое ассопиации приема  (АСК) после того, как сму был послан запрое ассопиации приема  (АСК) после того, как сму был послан запрое ассопиации приема  (АСК) после того, как сму был послан запрое ассопиации приема (АСК) был получен восле посывка запроеа  0x11 - [зарезариворано]  0x12 - потеря синкропиация (Force Disas-сассопиация приема (АСК) был получен восле посывка запроеа обържание в сметренный приема (АСК) был получен восле посывка запроеа обържание в сметренный приема (АСК) был получен восле посывка запроеа обържание в сметренный приема (АСК) был получен восле посывка запрое получено прекрати сязъ с координатором в режиме Веасоп  0x12 - деассопиация – потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x13 - деассопиация – потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x14 - деассопиация – потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x15 - деассопиация – потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x16 - тотеря синкронием (ОСССССССССССССССССССССССССССССССССССС					
0.005 - во времы сканирования активности найдены персональные сети, но параметр ID координатора не соотпетствует параметру ID конечного устройства   0.006 - во премя сканирования активности найдены персональные сети, но параметр СН координатора, не соответствует параметру СН конечного устройства   0.007 - превышено время сканирования уровна ситиала (Белегу Scan Timeout)   0.008 - запрос старта координатора потерпел неудачу   0.009 - координатора потерпел неудачу   0.009 - координатора потерпел неудачу   0.009 - координатора потерпел неудачу   0.000 - координатора потерпел неудачу   0.000 - превышено премя запроса ассоциации + отпета не было получено   0.000 - запрос ассоциации не послан   0.000 - превышено премя запроса ассоциации + отпета не было получено   0.000 - запров сасоциации не неправильный параметр   0.007 - отказано в доступе к каналу запроса ассоциации - отпета не было передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)   0.007 - удаленный координатор не послан   0.007 - удаленный координатор не послан   0.007 - удаленный координатор не ответи на запроса ассоциации - потерва систупенна приема (АСК) после того, как ему был послан запроса ассоциации + потерва на систупенна приема (АСК) был получен после посывки запроса   0.007 - удаленный приема (АСК) был получен после посывки запроса   0.007 - удаленный приема (АСК) был получен после посывки запроса   0.007 - удаленный прием   0.007 - 0			не сконфигурированы для поддержки		
ности наймены персовальные сети, но параметр ID координатора не соответствует параметру ID конечного устройства   ### ### ### ### ### ### ### ### ###			маяков (beacons).		
параметр ID координатора не соответствует параметру ID конечного устройства  0x06 - во время скапирования активности найдены персопальные сети, по параметр CH координатора, не соответствует параметру CH копечного устройства  0x07 - превышено время сканирования уровня ситала (Еветру Scan Timeout)  0x08 - запрос старта координатора потерпел неудачу  0x09 - координатор не может начать работать из-за певерного параметра  0x08 - запрос астарта координатора потерпел неудачу  0x09 - координатора не может начать работать из-за певерного параметра  0x00 - провышено время запроса ассоциации не послан охоб - превышено время запроса ассоциации - ответа не было получено  0x00 - запрос ассоциации имел неправильный параметр  0x06 - отказа по в доступе к каналу запроса ассоциации - ответа не было передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  0x07 - удаленный координатор не послан запроса ассоциации и охоб - удаленный координатор не послан запроса ассоциации на подтверждения приема  (ACK) после того, как ему был послан запроса астоциации и охоб - удаленный координатор не ответстви на запрос ассоциации, по ситал подтперждения приема  (ACK) после того, как ему был послан запроса астоциации и охоб - потерва синхрышации с координатором вети на запроса ассоциации и отгера не ответстви на запроса ассоциации и отгера не ответстви на запроса ассоциации и отгера синхропизации с координатором в режиме Веасоп ох13 - дассоциации - потерва синхрышазация с координатором в режиме Веасоп ох13 - дассоциации - потерва синхрышазация с координатором в режиме Веасоп ох13 - дассоциации - потерва связа ох координатором в режиме Веасоп ох13 - дассоциации - потерва связа ох координатором в режиме Веасоп ох13 - дассоциации - потерва связа ох координатором (сели связано) и польтается связано и польтается связано кольтается носьный измя на каждом канаве. Параметр определяет время, в течение которого ищутем мажки на каждом канаве. Параметр определяет возмя, в течение которого ищутем мажки на каждом канаве. Параметром связа и в темене и тосьные каждом канав			0x05 - во время сканирования актив-		
параметр ID координатора не соответствует параметру ID конечного устройства  0x06 - во время скапирования активности найдены персопальные сети, по параметр CH координатора, не соответствует параметру CH копечного устройства  0x07 - превышено время сканирования уровня ситала (Еветру Scan Timeout)  0x08 - запрос старта координатора потерпел неудачу  0x09 - координатор не может начать работать из-за певерного параметра  0x08 - запрос астарта координатора потерпел неудачу  0x09 - координатора не может начать работать из-за певерного параметра  0x00 - провышено время запроса ассоциации не послан охоб - превышено время запроса ассоциации - ответа не было получено  0x00 - запрос ассоциации имел неправильный параметр  0x06 - отказа по в доступе к каналу запроса ассоциации - ответа не было передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  0x07 - удаленный координатор не послан запроса ассоциации и охоб - удаленный координатор не послан запроса ассоциации на подтверждения приема  (ACK) после того, как ему был послан запроса астоциации и охоб - удаленный координатор не ответстви на запрос ассоциации, по ситал подтперждения приема  (ACK) после того, как ему был послан запроса астоциации и охоб - потерва синхрышации с координатором вети на запроса ассоциации и отгера не ответстви на запроса ассоциации и отгера не ответстви на запроса ассоциации и отгера синхропизации с координатором в режиме Веасоп ох13 - дассоциации - потерва синхрышазация с координатором в режиме Веасоп ох13 - дассоциации - потерва синхрышазация с координатором в режиме Веасоп ох13 - дассоциации - потерва связа ох координатором в режиме Веасоп ох13 - дассоциации - потерва связа ох координатором в режиме Веасоп ох13 - дассоциации - потерва связа ох координатором (сели связано) и польтается связано и польтается связано кольтается носьный измя на каждом канаве. Параметр определяет время, в течение которого ищутем мажки на каждом канаве. Параметр определяет возмя, в течение которого ищутем мажки на каждом канаве. Параметром связа и в темене и тосьные каждом канав			ности найдены персональные сети, но		
ствует параметру ID конечного устройства  0x06 - во время скапирования активности найдены персональные сеги, по параметр CH коорелинатора, не соответствует параметру CH конечного устройства  0x07 - превышено время скапирования уровна сигнала (Епстру Scan Timcout)  0x08 - запрос старта координатора потериел неудачу  0x09 - координатора по мажет начать работать из-за неверното параметра  0x02 - запрос ассопиации не послан  0x02 - превышено время запроса ас- сопиации - ответа не было получено  0x0D - запрое ассопиации имел непра- вильный параметр  0x0E - отказальо в доступе к каналу за- проса ассопиации. Запрос пе был пе- редан - отказ ССА (опенки чистоты канала)  0x0F - удаленный координатор не по- слал сигнал подтверждения приема  (ACK) после того, как ему был послан  запрое ассопиации. но сигнал подтверждения приема  (ACK) после того, как ему был послан  запрое ассопиации - потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x11 - зарезервированој  0x12 - потеря синхрониации - поте- рява синхронизация - потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x11 - зарезервированој  0x12 - потеря синхрониации - поте- рява синхронизация - потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x11 - учино сирса сирса сирса с координа- подтвержате связа с координа- подтвержате с канпрование (Active  Касопиа- пия)  Ахтивое (скан граван) (Active  Косопиа- пия) попытается посы- канпра с канпрование (Active  Косопиа- пия) попытается посы- канпра с канпрование (Астие  Косопиа- пия) попытается посы- канпрование (Астие  Косопиа- пара с сти  (Ассопиа- пия) попытается посы- посы по попытается по посы- посы по попытается посы- посы по попытается по посы- посы по попытается по потыче					
ройства  0x06 - во время сканирования активности найдены персопальные сети, по параметр СН координатора, не соответствует параметр СН конечного устройства  0x07 - превышено время сканирования уровня ситпала (Бнегду Scan Timeout)  0x08 - запрос старта координатора потерпел пеудаху  0x09 - координатор не может начать работать из-за несерного параметра  0x04 - происходит ресинхронизация координатора подотать из-за несерного параметра  0x06 - превышено время запроса ас- сопнация - ответа не было получено  0x00 - запрос ассопцации имел неправильный параметр  0x02 - запрос ассопцации имел неправильный параметр отреждения приема  (АСК) после того, как ему был послан запрос ассопцации  0x10 - запрос ассопцации, по ситпал полтеррива синхронизации - потерина синхронизации с координатором в режиме Веасоп  0x12 - потеря синхронизации - потерина синхронизации с координатором в сехи сехванор и полытается сиздаться пиовы.  режиме Веасоп  0x13 - деассопцания, паходящия  параметр определжет аремы, в течение которого ищутсм мажки на каждом канале. Параметр определжет в и осы-					
робота в вети на пределения пресования активности найгорима пределения предования активности найгорима пределения предования по параметр СН конечного устройства Ох77 - превышено премя скаптиносии Ох88 - запрос старта координатора потерпел педулачу Ох99 - координатора по терпел педулачу Ох99 - координатора по терпел педулачу Ох99 - координатора по терпел педулачу Ох99 - координатора Ох74 - происходит ресинхронизация координатора Ох76 - отвата не была полачено Ох70 - превышено время запроса ассоциации имел неправильный параметр Ох76 - отвазано в доступе к каналу запроса ассоциации запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала) Ох76 - удаленный координатор не послал сигнал подтвержления приема (АСК) был получен после того, как ему был послан запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посъвкия апроса Ох71 - запрежное того, как ему был послан запроса охидения приема (АСК) был получен после посъвкия апроса Ох71 - запрежное координатором в режиме Веасоп Ох71 - потера синхронизация с координатором в режиме Веасоп Ох71 - дасессинация и потера связи с координатором (если спязано) и попытается связаться вновы с координатором (если спязано) и попытается связаться вновы связаться координатором (если спязано) и попытается связаться вновы связаться вновы с координатором (если спязано) и попытается связаться вновы с координатором (если спязано) и попытается совязаться вновы с координатором (если спязано) и попытается собъя пресу (октерт) па кажком канале. Параметр определяет в ремя, в течение которого шиутся мажки бызаком канале. Параметр определяет в ремя, в течение которого шиутся мажки важком канале. Параметр определяет в рискы с которого шиутся мажки важком канале. Параметр определяет в носы-					
ности найдены персональные сети, по параметр СН координатора, не соответствует параметру СН конечного устройства ОхО7 - превышено время сканирования уровия ситивла (Енетгу Scan Timeout) ОхО8 - запрос старта координатора потерпел неудачу ОхО9 - координатор не может начать работать из-за неверного параметра ОхОА - происходит реснихронизация координатора ОхОВ - запрос ассоциации не послан ОхОС - превышено время запроса ас-социации выси неправильный цараметр ОхОБ - отказано в доступе к каналу запроса ассоциации выел неправильный цараметр ОхОБ - отказано в доступе к каналу запроса ассоциации дапрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канали) ОхОF - удаленный координатор не послал ситиал подтверждения приема (АСК) после отго, как ему был послан запрос ассоциации дох10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, по ситиал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса Ох11 - [зарезервировано] Ох12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизации - потеряни с координатором (ссли связанск и координатором (ссли связаном кажа (Веасом ОхОССССССССССССССССССССССССССССССССССС			-		
параметр СН координатора, не соответствует параметру СН конечного устройства  0л07 - превышено время сканирования урованя ситнала (Елегуу Scan Timcout)  0л08 - запрое старта координатора по- терпел неудату  0л09 - координатор не может начать  работать из-за неверного параметра  0л04 - происходит ресинкронизация  координатора  0л07 - запрое ассоциации не послан  0л07 - запрое ассоциации не послан  0л07 - запрое ассоциации имел неправильный параметр  0л07 - запрое ассоциации имел неправильный параметр  0л07 - запрое ассоциации имел неправильный параметр  0л07 - запрое ассоциации запрое пе был передан - отказ ССА (оценки чистоты  капала)  0л07 - удаленный координатор не по- слал сигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был послан  запрое ассоциации , по сигнал  полтверждения приема (АСК) был  получен после посылки запрое  0л17 - запечения приема (АСК) был  получен после посылки запрое  0л17 - потеря синхронизации - поте- ряга синхронизация - координатором  в режиме Веасоп  0л17 - потеря синхронизации - поте- ряга синхронизация - потеря связи с  координатором  0л12 - потеря синхронизации - поте- ряга синхронизация - потеря связи с  координатором  0л12 - дасссоциация / потеря связи с  координатором   Работа в сети (Ассоциа- пия)  Работа					
ветствует параметру СН конечного устройства					
устройства  0x07 - превышено время сканирования уровия ситиала (Епетду Scan Timeout)  0x08 - запрос старта координатора потернел внеудачу  0x09 - координатор не может начать работать кэ-за неверного параметра  0x0A - происходит ресинхронизация координатора  0x0B - запрос ассоциации не послан  0x0C - превышено время запроса ас- сопиации - ответа не было получено  0x0D - запрос ассоциации имел неправильный параметр  0x0E - отказ ССА (оценки чистоты канада)  0x0F - удаленный координатор не по- сила ситиал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был послан  запрос ассоциации, и оситиал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был послан  запрос ассоциации, и оситиал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был послан  запрос ассоциации охиго - удаленный координатор не ответии на запрос ассоциации, и оситиал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса  0x11 - зарасервировано  0x12 - потера синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп  0x13 - деассоциация - потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x13 - деассоциация - потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x13 - деассоциация - потеря связи с координатором (сели связанов) и попытаетех связаться вновь.  РР Работа в сети (Ассоциа-  (Ассоциа-  пия)  АS Работа в сети (Ассоциа-  (Ассоциа-  пия) на координаторе.  Активное сканирование (Астие Састие С					
Ох.07 - превышено время сканирования уровия сигнала (Епегду Scan Timeout)					
уровия сигнала (Евегду Scan Timeout)  0x08 - запрос старта координатора потерпел неудачу  0x09 - координатор не может начать работать из-за неверного параметра  0x0A - происходит ресинхронизация координатора  0x0B - запрос ассоциации не послан  0x0C - превышено время запроса ассоциации - ответа не было получено  0x0D - запрос ассоциации имел неправильный параметр  0x0E - отказато в доступе к каналу запроса ассоциации. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  0x0F - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации и осигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации и осигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации и осигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был постра сигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был постра сигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был постра сигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был постра сигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был постра сигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был постра сигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был посы-  растима на сего (ССС) состра сигнал постра сигнал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был потытается связаться вновь.  Ручная деассоциация – потеря связи с координатором (сели связано) и попытается связаться вновь.  Ручная деассоциация (ССК) был потытается связаться вновь.  Ручная деассоциация (ССК) остра связа с соординатором (сели связано) и попытается связаться вновь.  Активное сканирование (АСК) остра свети (АСК) остра свети (АСК) остра связаться вновь.  Ручной опрос (СГССС РОП). Запращи-  активное сосициация (ВССК) остра связа с свети (АСК) остра связа с связаться вновь остра свети (ВССК) остра связа с связа с связаться вновь остра связа с с					
терпел неудачу  0x09 - координатор не может начать работать из-за неверного параметра  0x0A - происходит ресинхронизация координатора  0x0B - запрос ассоциации и послан  0x0C - превышено время запроса ассосисиции - ответа не было получено  0x0D - запрос ассоциации имел неправильный параметр  0x0C - отказано в доступе к каналу запроса ассоциации. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  0x0C - удаленный координатор не послал сигнал подтверхдения приема  (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации и сигнал подтверхдения приема  (АСК) носле того, как ему был послан запрос ассоциации по сигнал подтверхдения приема (АСК) был получен после посылки запроса  0x1I - зарезервировано]  0x12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп  0x13 - деассоциация — потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x13 - деассоциация — потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x13 - деассоциация — потеря связи с координатором (сели связано) и попытается связаться вновь.  Ручной опрос (Force Poll). Запраши-вает косвенные сообщения, находящия)  1 - учной опрос (Force Poll). Запраши-вает косвенные сообщения, находящия)  1 - учной опрос (Force Poll). Запраши-вает косвенные сообщения, находящия)  2 - хином сканирование (Active Scan). Посылает запрос маяка (Веасоп Request) по широковещательному адресу (ОктЕРТ) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале.					
работать из-за неверного параметра  ОхОА - происходит ресенихронизация  координатора  ОхОВ - запрос ассоциации не послан  ОхОВ - запрос ассоциации не послан  ОхОВ - запрос ассоциации инел неправильный параметр  ОхОВ - отказано в доступе к каналу запроса ассоциации - ответа не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  ОхОВ - отказано в доступе к каналу запроса ассоциации запроса не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  ОхОВ - удаленный координатор не послан запроса ассоциации и ох достивал подтверждения приема  (АСК) после того, как ему был послан запроса ассоциации и ох достивал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса ох дл 1 - (заразеравировано)  Ох 12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация - потеряна синхронизация - потеряна синхронизация - потеряна синхронизация - потеря связи с координатором  В режиме Веасоп  Ох 13 - деассоциация — потеря связи с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  Ручнай деасоциация (Force Disasосаtion), Конечное устройство немедленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  Ручной опрос (Force Poll). Запраши- вает косвенные сообщения, находящия)  А Работа в сети (Ассоциания) (Готсе Doll). Запраши- вает косвенные сообщения, находящия)  А Работа в сети (Ассоциания) (Готсе Doll). Запраши- рает косвенные сообщения, находящия)  А Работа в сети (Ассоциания) (Готсе Doll). Запраши- рает косвенные сообщения, находящия)  А Работа в сети (Астоциания) (Готсе Doll). Запраши- рает косвенные сообщения, находящия)  А Работа в сети (Астоциания) (Готсе Doll). Запраши- рает убът на какадом канале. Параметр определяет время, в течение которого пидутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого индутся маяки на каждом канале. Раповестрог создается и посы-					
работать из-за неверного параметра  0x0A - происходит ресинкронизация координатора  0x0B - запрос ассоциации и е послан  0x0C - превышено время запроса ас- социации - ответа не было получено  0x0D - запрос ассоциации имел непра- вильный параметр  0x0E - отказано в доступе к каналу за- проса ассоциации. Запрос не был пе- редан - отказ ССА (оценки чистоть  канала)  0x0F - удаленный координатор не по- слаг сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации, но сигнал  подтверждения приема (АСК) был  получен после посыпки запроса  0x11 - [зарезервировано]  0x12 - потеря синкронизации - поте- ряна сигкронизация с координатором  в режиме Веасоп  0x13 - деассоциация – потеря связи с  координатором  1 Pучная деассоциация – потеря связи с  координатором  2 Pучная деассоциация (Force Disas- косіаtion). Конечное устройство не- медленно прекратит связь с координа- тором (сели связано) и попытается  связаться вновь.  2 Pyчной опрос (Force Poll). Запраши- вает косвенные сообщения, нахоля- ция)  3 Pyчной опрос (Force Poll). Запрашин- вает косвенные сообщения, нахоля- ция)  4 Aктивное сканирование (Active   5 Can). Посылает запрос маяка (Веасоп   Request) по широковещательному ад- ресу (ОктРЕТ) на каждом канале. Па- раметр определяет время, в течение  которого ищутся маяки на каждом ка- нале. Раповестірог создается и посы-					
Ох/ОА - происходит ресинхронизация координатора Ох/ОВ - запрос ассоциации не послан Ох/ОС - превышено время запроса ас- социации – ответа не было получено Ох/ОС - отказано в доступе к каналу за- проса ассоциации запрос не был пе- редан - отказ ССА (оценки чистоты канала) Ох/ОF - удаленный координатор не по- слал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации Ох/О - удаленный координатор не от- ветил на запрос ассоциации, по сигнал подтверждения приема (АСК) получен после посылки запроса Ох/1 - (зарезервировано) Ох/1 - потеря синхронизации - поте- ряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп Ох/З - деассоциация — потеря связи с координатором в режиме Веасоп Ох/З - деассоциация (Force Disas- зосіаtion). Конечное устройство не- мелленно прекратит связь с координа- тором (если связано) и попытается связаться вновь.  FP Работа в сети (Ассоциа- ция)  Ручной опрос (Force Poll). Запраши- вает косвенные сообщения, находя- ция)  А В Работа в сети (Ассоциа- ция)  А В Работа в сети (Ассоциа- ция)  Посылает запрос маяка (Веасоп Rециев) по пироковещательному ад- ресу (ОкFFFF) на каждом канале. Па- раметр определяет время, в течение которого ишутся маяки на каждом ка- нале. РапОвестіргог создается и посы-			1		
Координатора   ОхОВ - запрос ассоциации не послан   ОхОС - превышено время запроса ассоциации не товета не было получено   ОхОВ - запрос ассоциации имел неправильный параметр   ОхОЕ - отказано в доступе к каналу за проса ассоциации. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)   ОхОF - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации   ОхЛО - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса   ОхЛІ - [зарезервировано]   ОхЛО - удаленный координатором в режиме Веасоп   ОхЛО - Сходианатором   ОхЛО - Сходинатором   ОхЛО -					
ОхОВ - запрос ассоциации не послан ОхОС - превышено время запроса ассоциации - ответа не было получено ОхОD - запрос ассоциации имел неправильный параметр ОхОЕ - отказано в доступе к каналу запроса ассоциации. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала) ОхОР - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации (Ох1О - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после послаки запроса Ох11 - [зарезервировано] Ох12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп Ох13 - деассоциация – потеря связи с координатором в режиме Веасоп Ох13 - деассоциация — потеря связи с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  ТР Работа в сети (Ассоциация работа в сети (Ассоциация) потеря связи с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  ТР Работа в сети (Ассоциация) потеря связи с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  ТР Работа в сети (Ассоциация) потеря связи с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  ТР Работа в сети (Ассоциация) потеря связа координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  ТР Работа в сети (Ассоциация) потеря связа координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  Тр Работа в сети (Ассоциация) потеря связа (Веасоп (Астие) (Астие) по широковещательному адресу (ОкFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого инутся маяки на каждом канале. Рапосы насижение которого инутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого инутся маяки на каждом канале. Рапосы насижение которого инутся маяки на каждом канале. Рапосы насижение каждом канале. Рапосы насижение каждом канале. Рапосы на каждом канале.					
ОхОС - превышено время запроса ассоциации ответат не было получено ОхОД - запрос ассоциации имел неправильный параметр ОхОЕ - отказано в доступе к каналу запроса ассоциации. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)           ОхОЕ - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации и Ох1О - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал получен после посылки запроса Ох11 - [зарезерждения приема (АСК) был получен после посылки запроса Ох11 - [зарезержировано] Ох12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп Ох13 - деассоциация – потеря связи с координатором в режиме Веасоп Ох13 - деассоциация – потеря связи с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.         - чольно с скоординатором (если связано) и попытается связаться вновь.         - чольные смети (Ассоциация) потеря связи с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.         - чольные смети (Ассоциация) по прос (Force Poll). Запрашивает косвенные сообщения, находящиея на координаторе.         - чольные смети (Ассоциация) по прос (Force Poll). Запрашивает косвенные сообщения, находящиея на координаторе.         - чольные смети (Ассоциация) по прос (Force Poll). Запрашивает косвенные сообщения, находящиея на координаторе.         - чольные смети (Ассоциация) по прос (Force Poll). Запрашивает косвенные сообщения, находящиея на координаторе.         - чольные смети (Ассоциация) по прос (Force Poll). Запрашивает косвенные сообщения, находящиея на координаторе.         - чольные смети (Ассоциация) по прос (Force Poll). Запрашивает в косвенные сообщения, находящиея на координаторе.         - чольные смети (Ассоциация) по по прос (Force Poll). Запрашивает в косвенные сообщения, находящиея на координаторе.         - чольные смети (Ассоциация) по по прос (Force Pol					
одидини – ответа не было получено охор запрос ассоциации имел неправильный параметр охор – отказано в доступе к каналу запроса ассоциации. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала) охор - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запроса ассоциации ох 10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса ох 11 - [зарезервировано] ох 12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп ох 13 - деассоциация – потеря связи с координатором в режиме Веасоп ох 13 - деассоциация – потеря связи с координатором (Ассоциация) — ох					
ОхОD - запрос ассоциации имел неправильный параметр ОхОЕ - отказано в доступе к каналу запроса ассоциации. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)         ОхОF - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации. Ох1О - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса Ох11 - [зарезервировано]         Ох12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп Ох13 - деассоциация — потеря связи с координатором (Ассоциация)         Ох13 - деассоциация — потеря связи с координатором         Ох остаблю. Конечное устройство немедленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновы.         - ох остаблю. Конечное устройство немедленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновы.         - ох остаблю немедленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновы.         - ох остаблю немедленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновы.         - ох остаблю немедленном достаблю немедленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться в координатором (если связаном канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет в ремя, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет в ремя, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет в ремя, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет в ремя, в течение которого ищ			0х0С - превышено время запроса ас-		
Вильный параметр  ОхОЕ - отказано в доступе к каналу за проса ассоциащии. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  ОхОF - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации и Ох10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса Ох11 - [зарезервировано]  Ох2 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп Ох13 - деассоциация — потеря связи с координатором в режиме Веасоп Ох13 - деассоциация — потеря связи с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  Тер Работа в сети (Ассоциация) (Ручной опрос (Ботсе РоП). Запрашидия) пинеся на координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  Тер Работа в сети (Ассоциация) (Ручной опрос (Ботсе РоП). Запрашидия) пинеся на координатором (ехли связано) и попытается связано и попытается связаться вновь.  Тер Ручной опрос (Ботсе РоП). Запрашидия (Ассоциация) пинеся на координаторе.  АКТИВНОЕ Сканирование (Астіче Осб. Стивест) по пироковещательному адресу (ОхFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. РапОевстіртог создается и посы-			социации – ответа не было получено		
ОхОЕ - отказано в доступе к каналу запроса ассоциации. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)   ОхОЕ - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации   Ох1О - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса     Ох12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп     Ох12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп     Ох12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп     Ох12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация - потеряна синхронизация с координатором     Ох13 - деассоциация (Force Disassociation). Конечное устройство немедленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.     Ох13 - сети (Ассоциания)     Ох14 - сети (Ассоциания)     Ох15 - сети (Ассоциания)     Ох16 - сети (Ассоциания)     Ох17 - удаленный координаторем маяка (Веасоп (Астіче)     Ох18 - сети (Ассоциания)     Ох18 - сети (Ассоциания)     Ох18 - сети (Ассоциания)     Ох19 - сети (Ассоц			0x0D - запрос ассоциации имел непра-		
проса ассоциации. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  0x0F - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации  0x10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса  0x11 - (зарезервировано)  0x12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп  0x13 — деассоциация — потеря связи с координатором  В режиме Веасоп  0x13 — деассоциация — потеря связи с координатором  В режиме Веасоп  (Ассоциация)  (Ассоциания)  (Ассо					
проса ассоциации. Запрос не был передан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  0x0F - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации  0x10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса  0x11 - (зарезервировано)  0x12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп  0x13 — деассоциация — потеря связи с координатором  В режиме Веасоп  0x13 — деассоциация — потеря связи с координатором  В режиме Веасоп  (Ассоциация)  (Ассоциания)  (Ассо			0x0E - отказано в доступе к каналу за-		
редан - отказ ССА (оценки чистоты канала)  0x0F - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации  0x10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса  0x11 - (зарезервировано)  0x12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизации с координатором в режиме Веасоп  0x13 - деассоциация — потеря связи с координатором  икиз — деассоциация — потеря связи с координатором  В режиме Веасоп  Оx13 - деассоциация (Force Disassociation). Конечное устройство неция)  Ручная деассоциация (Force Disassociation). Конечное устройство недия)  Ручной опрекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  РР Работа в сети (Ассоциания)  Активное сканирование (Асtive Scan). Посылает запрос маяка (Веасоп (Ассоциания))  Рефота в сети (Ассоциания)  Активное сканирование (Асtive Scan). Посылает запрос маяка (Веасоп (Ассоциания))  Рефота в сети (Ассоциания)  Рефота в сети (Ассоциания)  Активное сканирование (Асtive Scan). Посылает запрос маяка (Веасоп (Ассоциания))  Рефота в сети (Ассоциания)  Активное сканирование (Астичение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время и важдом канале. Параметр определяет время и посы-					
Канала   0x0F - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации 0x10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса 0x11 - [зарезервировано] 0x12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп 0x13 - деассоциация - потеря связи с координатором в режиме Веасоп 0x13 - деассоциация - потеря связи с координатором (Ассоциация)					
ОхОF - удаленный координатор не послал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации Ох10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса Ох11 - [зарезервировано] Ох12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп Ох13 - деассоциация – потеря связи с координатором в режиме Веасоп Ох13 - деассоциация (Force Disassociation). Конечное устройство немедленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.         -            FP         Работа в сети (Ассоциация)         Ручной опрос (Force Poll). Запрашинатором (если связано) и попытается связаться вновь.         -            AS         Работа в сети (Ассоциация)         Активное сканирование (Асtive Scan). Посылает запрос маяка (Веасоп ция)         -            AS         Работа в сети (Ассоциация)         Активное сканирование (Асtive Scan). Посылает запрос маяка (Веасоп ция)         -            AКтивное сканирование (Астие устройство немересу (0хFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ишутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ишутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ишутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ишутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ишутся маяки на каждом канале. Параметр определяет в посы-					
Спал сигнал подтверждения приема (АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации					
(АСК) после того, как ему был послан запрос ассоциации   0x10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса  0x11 - [зарезервировано]  0x12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп  0x13 - деассоциация — потеря связи с координатором в режиме Веасоп  0x13 - деассоциация (Force Disassociation). Конечное устройство немедленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  FP Работа в сети (Ассоциация)  (Ассоциация)  Примо опрос (Force Poll). Запраши-вает косвенные сообщения, находящиеся на координаторе.  AS Работа в сети (Ассоциация)  (Ассоциация)  Примо опрос (Котее Poll). Запраши-вает косвенные сообщения, находящиеся на координаторе.  АКТИВНОЕ СКАНИРОВАНИЕ (Асtive (Ассоциация))  Примо опрос (Котере Poll). Запраши-ресу (ОхFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Рап Ревострот создается и посы-					
Запрос ассоциации   Ох10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса   Ох11 - [зарезервировано]   Ох12 - потеря синхронизации - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп   Ох13 — деассоциация — потеря связи с координатором   Работа в сети (Ассоциация)   Медленно прекратит связь с координатором   медленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.   Сясоциация   Попытается связаться вновь   Работа в сети (Ассоциация)   Попытается на координаторе.   Активное сканирование (Астоциация)   Осбата в сети (Ассоциация)   Посылает запрос маяка (Веасоп (Ассоциация)   Посылает запрос маяка (Веасоп (Ассоциация)   Посылает запрос маяка (Веасоп (Ассоцианторос) (ОхFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Рапореженнале. Рапорежется и посы-					
Ох10 - удаленный координатор не ответил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса Ох11 - [зарезервировано]         Ох12 - потеря синхронизации - потеря на синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп Ох13 — деассоциация — потеря связи с координатором					
ветил на запрос ассоциации, но сигнал подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса 0x11 - [зарезервировано] 0x12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп 0x13 - деассоциация — потеря связи с координатором в режиме Веасоп 0x13 - деассоциация — потеря связи с координатором (Ассоциа- sociation). Конечное устройство неция) медленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  FP Работа в сети (Ассоциация) Ручной опрос (Force Poll). Запраши- связаться вновь. Вает косвенные сообщения, находящиеся на координаторе.  AS Работа в сети (Ассоциация) Кативное сканирование (Active Scan). Посылает запрос маяка (Веасоп Request) по широковещательному адресу (0хFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. РапDescriptor создается и посы-					
подтверждения приема (АСК) был получен после посылки запроса 0x11 - [зарезервировано] 0x12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп 0x13 — деассоциация — потеря связи с координатором  DA Работа в сети (Ассоциация — потеря связи с координатором  DA Работа в сети (Ассоциация — потеря связи с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  FP Работа в сети (Ассоциация (Force Poll), Запраши- (Ассоциация)  Вает косвенные сообщения, находящия)  AS Работа в сети (Ассоциация)  Посылает запрос маяка (Веасоп ция)  В Работа в сети (Ассоцианование (Астие Scan), Посылает запрос маяка (Веасоп ция)  В Работа в сети (Ассоцианование (Астие Scan), посылает запрос маяка (Веасоп пресу (0хFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Рап раметр определяет в в точение которого ищутся маяки на каждом канале. Рап раметр огоздается и посы-					
Получен после посылки запроса   Ox11 - [зарезервировано]   Ox12 - потеря синхронизации - потеря синхронизация с координатором в режиме Веасоп   Ox13 - деассоциация — потеря связи с координатором					
Ох11 - [зарезервировано]         Ох12 - потеря синхронизации - потеря потеря синхронизация с координатором в режиме Веасоп       Ох13 — деассоциация — потеря связи с координатором         Ручная деассоциация (Force Disas-социация)         (Ассоциа-ция)       медленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.         FP       Работа в сети (Ассоциа-ция)       Ручной опрос (Force Poll). Запраши-вает косвенные сообщения, находящия)       -         AS       Работа в сети (Ассоциа-ция)       Активное сканирование (Active Scan). Посылает запрос маяка (Веасоп Request) по широковещательному адресу (0хFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Рап					
Ох12 - потеря синхронизации - потеряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп Ох13 - деассоциация — потеря связи с координатором					
ряна синхронизация с координатором в режиме Веасоп 0x13 — деассоциация — потеря связи с координатором  DA Работа в сети (Ассоциа- ция) Медленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  FP Работа в сети (Ассоциа- ция) Медленно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  FP Работа в сети (Ассоциа- ция) Медленные сообщения, находящиеся на координаторе.  AS Работа в сети (Ассоциа- ция) Медленные сканирование (Active (Ассоциа- ция) Медленные сканирование (Active (Ассоциа- ция) Медленные сканирование (Веасоп по широковещательному адресу (ОхFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Рап Descriptor создается и посы-					
В режиме Веасоп  0x13 — деассоциация — потеря связи с координатором  Работа в сети (Ассоциа- ция)  Работа в сети (Ассоциа- ция)  Работа в сети (Ассоцианно прекратит связь с координатором (если связано) и попытается связаться вновь.  РР Работа в сети (Ассоцианция)  Работа в сети (Ассоцианция)  Вает косвенные сообщения, находящиеся на координаторе.  АS Работа в сети (Ассоцианция)  Работа в сети (Ассоцианция)  Работа в сети (Ассоцианция)  Работа в сети (Ассоцианция)  Вает косвенные сообщения, находящиеся на координаторе.  В Сап). Посылает запрос маяка (Веасоп пресу (0хFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Рап раметр и посы-  В работа в сети (Асточения)  В работа в сети (А					
Ох 13 — деассоциация — потеря связи с координатором         Ох 13 — деассоциация (Force Disas- смординатором (Ассоциация)         —					
Вабота в сети (Ассоциания) (Восет работа в сети (Ассоциания)   Сети (Вазаться вновь.   Сети (Васоциания)   Сети (Васоциания					
DA         Работа в сети (Ассоциа- ция)         Ручная деассоциация (Force Disas- sociation). Конечное устройство нещия)         - <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>					
(Ассоциа- ция)  медленно прекратит связь с координа- тором (если связано) и попытается связаться вновь.  Работа в сети (Ассоциа- ция)  Работа в сети (Ассоциа- посылает запрос маяка (Веасоп Кеспия по широковещательному адресу (0хFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Рап рамется и посы-					
пром (если связано) и попытается связаться вновь.  Работа в сети (Ассоциация)  Работа в сети (Ассоциация)  АЅ Работа в сети (Ассоциация)  Работа в сети (Астивное сканирование (Астиения)  Работа в сети (Астиения)  Работа в	DA	Работа в сети		-	-
тором (если связано) и попытается связаться вновь.  FP Работа в сети (Ассоциания) Вает косвенные сообщения, находящия) Посылает запрос маяка (Веасоп (Ассоциания) Вает косвенные сканирование (Астічения) Вает косрати (Астічения) Посылает запрос маяка (Веасоп (Ассоциания) Вецен (Вецен (Вец (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен		(Ассоциа-	sociation). Конечное устройство не-		
тором (если связано) и попытается связаться вновь.  FP Работа в сети (Ассоциания) Вает косвенные сообщения, находящия) Посылает запрос маяка (Веасоп (Ассоциания) Вает косвенные сканирование (Астічения) Вает косрати (Астічения) Посылает запрос маяка (Веасоп (Ассоциания) Вецен (Вецен (Вец (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен (Вецен		ция)	медленно прекратит связь с координа-		
Связаться вновь.  Работа в сети (Ассоциа- ция)  АЅ Работа в сети (Ассоциа- ция)  Работа в сети (Астивное сканирование (Астіче (Астіче) по широковещательному адресу (ОхFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. Рап раметр огоздается и посы-					
РР Работа в сети (Ассоциа- ция) Вает косвенные сообщения, находящия) Пимеся на координаторе.  АЅ Работа в сети (Ассоциа- ция) Посылает запрос маяка (Веасоп ция) Посылает запрос маяка (Веасоп ция) Посылает запрос маяка (Веасоп пресу (ОхFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. РапDescriptor создается и посы-			•		
(Ассоциа- ция)   шиеся на координаторе.   О-6     АS   Работа в сети (Ассоциа- ция)   Кассоциа- ция)   Совтранное сканирование (Active (Accoциа- ция)   Совтранное сканирование (Active (Accoциа- ция)   Совтранное сканирование (Active (Accoциа- посылает запрос маяка (Beacon (Accoциа- ресу (0хFFFF) на каждом канале. Па- раметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале.   Па- раметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале.   Па- раметр определяет время (Астіve (Active	FP	Работа в сети		-	-
ция) щиеся на координаторе.  AS Работа в сети (Ассоциа- (Ассоциа- (Ассоциа- (Ассоциа- (Астие))) по широковещательному адресу (ОхFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канане. РапDescriptor создается и посы-			•		
АS Работа в сети (Ассоциа- (Ассоциа- ция) Ясап). Посылает запрос маяка (Веасоп ция) Ясап). Посылает запрос маяка (Веасоп дия) Ясап). Посылает запрос маяка (Веасоп дия) Ясап). Посылает запрос маяка (Веасоп дия) Ясап денежной ден					
(Ассоциа- ция) Всап). Посылает запрос маяка (Веасоп Request) по широковещательному ад- ресу (0хFFFF) на каждом канале. Па- раметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом ка- нале. PanDescriptor создается и посы-	AS			0-6	_
ция) Request) по широковещательному адресу (0xFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. PanDescriptor создается и посы-	1				
ресу (0xFFFF) на каждом канале. Параметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. PanDescriptor создается и посы-					
раметр определяет время, в течение которого ищутся маяки на каждом канале. PanDescriptor создается и посы-		ции)			
которого ищутся маяки на каждом ка- нале. PanDescriptor создается и посы-					
нале. PanDescriptor создается и посы-					
лается от каждого маяка, наиденного			-		
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		<u> </u>	лается от каждого маяка, наиденного		

I	1	Tr. U.S.		1
		во время сканирования. Каждый Рап-		
		Descriptor содержит следующую ин-		
		формацию:		
		Адрес координатора [CoordAddress (SH, SL)]		
		(Sn, SL)] Сетевой идентификатор координатора		
		(CoordPanID)		
		Режим адресации координатора (Со-		
		ordAddrMode)		
		0x02 = 16-битный короткий адрес		
		0x03 = 64-битный длинный адрес		
		Канал (параметр СН)		
		Уровень безопасности (SecurityUse)		
		ACLEntry		
		SecurityFailure		
		SuperFrameSpec (2 байта):		
		бит 15 - Ассоциация разрешена (MSB)		
		бит 14 - Координатор частной сети		
		(PAN)		
		бит 13 - Зарезервировано		
		бит 12 - Заряд батареи		
		биты 8-11 - Final CAP Slot		
		биты 4-7 - Superframe Order		
		биты 0-3 - Beacon Order		
		GtsPermit		
		Оценка уровня сигнала [RSSI(-dBm)]		
		TimeStamp (3 байта)		
		Сканирование активности может воз-		
		вратить до 5 PanDescriptors за один		
		раз. Фактическое время сканирования		
		на каждом канале = [(2 ^SD) *		
		15.36]мс. Примечание: полное время		
		сканирования равно времени сканирования одного канала, умноженного на		
		число каналов, которые будут проска-		
		нированы (16 для ХВее и 13 для ХЬее-		
		PRO). Также обратитесь к описанию		
		команды SD.		
ED	Работа в сети	Сканирование уровня сигнала (Еп-	0-6	-
	(Ассоциа-	ergy Scan). Параметр определяет дли-		
	ция)	тельность сканирования на каждом		
		канале. Возвращается максимальный		
		уровень сигнала на каждом канале,		
		сопровождающийся переводом карет-		
		ки. Дополнительный перевод каретки		
		посылается в конце команды. Воз-		
		вращенные значения, представляют		
		собой обнаруженный уровень сигнала		
		в -dBm. Фактическое время сканиро-		
		вания каждого канала измеряется как		
		[(2 ^ED) * 15.36] мс. Примечание:		
		полное время сканирования равно		
		времени сканирования одного канала, умноженного на число каналов, кото-		
		рые будут просканированы. Также		
		обратитесь к описанию команды SD.		
PL	Радиосвязь	Уровень мощности (Power Level).	0-4	4
	1 адиосьязь	Выбор/чтение уровня мощности, пе-	V <sup>-</sup> <b>T</b>	7
		редаваемой радиомодулем.		
CA	Радиосвязь	Порог оценки чистоты канала	0-0x50 (-dBm)	0x2C (-44 dBm)
		(CCA Threshold). Установка/чтение		
		порога оценки чистоты канала. До пе-		
		редачи пакета, выполняется ССА,		
•				

		чтобы обнаружить сигнал на канале. Если уровень обнаруженного сигнала будет выше порога ССА, то модуль не будет передавать пакет.		
BD	Последова- тельное со- единение	Скорость последовательного интерфейса (Interface Data Rate). Установка/чтение скорости последовательного интерфейса для коммуникации между последовательным портом модуля и хостом.	0-7 (стандартные скорости) 0 = 1200 бит/с 1 = 2400 2 = 4800 3 = 9600 4 = 19200 5 = 38400 6 = 57600 7 = 115200 0x80 - 0x1C200 (нестандартные скорости)	3
RO	Последова- тельное со- единение	Перерыв пакетирования (Packetization Timeout). Установка/чтение числа символов задержки, требуемых перед передачей. Установите равным нолю, чтобы передавать символы, как только они прибывают на модуль, вместо буферизации их в один пакет.	0 – 0xFF (умножить на количество символов)	3
D7	Последова- тельное со- единение	Конфигурация цифрового порта ввода/вывода 7 (DIO7 Configuration). Установка/чтение настроек для линии DIO7 модуля.	0-1 0 = Отключен 1 = Контроль пере- дачи CTS	1
D6	Последова- тельное со- единение	Конфигурация цифрового порта ввода/вывода 6 (DIO6 Configuration). Установка/чтение настроек для линии DIO6 модуля. Настройки включают контроль передачи RTS.	0-1 0 = Отключен 1 = Контроль пере- дачи RTS	0
D5	Последова- тельное со- единение	Конфигурация цифрового порта ввода/вывода 5 (DIO5 Configuration). Настройки линии DIO5 модуля. Настройки включают: светодиодный индикатор ассоциации (мигает при ассоциации).	0-1 0 = Отключен 1 = Индикатор ас- социации	1
PO	Последова- тельное со- единение	Конфигурация выхода ШИМ канала 0 (PWM0 Configuration). Установка/чтение функции для PWM0.	0-1 0 = Отключен 1 = Контроль пере- дачи данных (RSSI)	1
AP	Последова- тельное со- единение	Включить режим API (API Enable). Включение режима API	0-2 0 = Отключен 1 = режим API 2 = режим API (с исключением сим- волов)	0
PR	Последова- тельное со- единение	Включение подтягивающего резистора (Pull-up Resistor Enable). Установка/чтение битового поля, устанавливающего подтягивающий резистор для линий ввода/вывода. бит 0 - AD4/DIO4/RF_TX бит 1 - COORD бит 2 - AD2/DIO2 бит 3 - AD1/DIO1 бит 4 - AD0/DIO0 бит 5 - RTS бит 6 - SLEEP_RQ	0-0xFF	0xFF

		бит 7 - DIN/CONFIG		
		«1» означает, что резистор подклю-		
G) (	7	чен, «0» - не подключен	0.7	
SM	Режим сна (низкое энер-гопотребление)	Спящий режим (Sleep Mode). Установка/чтение конфигурации спящего режима.	0-5 0 = запрет перехода в ждущий режим 1 = режим Pin Hibernate 2 = режим Pin Doze 3 = зарезервировано 4 = режим «циклический сон» 5 = режим «цикли-	0
			ческий сон с аппа- ратным пробужде- нием»	
SP	Режим сна (низкое энергопотребление)	Период циклического сна (Cyclic Sleep Period). Установка/чтение периода сна для циклически спящих модулей. Значения параметра SP координатора и конечного устройства должны быть равными. Чтобы посылать прямые сообщения, установите SP = 0. Конечное устройство - SP определяет период сна для циклически спящих модулей. Максимальный период сна - 268 секунд (0х68В0). Координатор - Если отличен от нуля, SP определяет время, чтобы хранить косвенное сообщение перед отказом от него. Координатор откажется от косвенных сообщений после истечения времени, равного 2,5 * SP.	0-0х68В0 (умножить на 10 мс)	0
DP	Режим сна (низкое энергопотребление)	Деассоциированный период циклического сна (Disassociated Cyclic Sleep Period).  Конечное устройство - установка/чтение периода времени сна для циклически спящих модулей, которые сконфигурированы для ассоциации, но не ассоциированы с координатором (то есть, если устройство конфигурировано для ассоциации, с циклическим сном, но не находит Координатор, то оно будет спать в течение времени DP перед следующей попыткой ассоциации). Максимальный период сна - 268 секунд (0х68В0). DР должен быть> 0 для систем в режиме NonBeacon.	1-0х68В0 (умно- жить на 10 мс)	0x3E8 (1000d)
ST	Режим сна (низкое энергопотребление)	Время перед переходом в спящий режим (Time before Sleep). Установ-ка/чтение периода бездеятельности (ни последовательные, ни радиоданные не посылаются и не принимаются) перед переходом в спящий режим. Параметр ST действителен, только если установлен режим циклического сна (SM = 4 - 5). Значения ST для координатора и конечного устройства должны быть рав-	1-0xFFFF (mc)	0x1388 (5000d)

		III Dai		
		ными.		
		Также, значение параметра GT долж-		
		но всегда быть меньше, чем значение		
		ST. (Если GT> ST, модуль, не сможет		
		войти в командный режим.) Если па-		
		раметр ST изменен, также измените		
		параметр GT.		
EC	Диагностика	Отказы ССА (ССА Failures). Сбро-	0-0xFFFF	-
		сить/прочитать счетчик отказов ССА		
		(оценки чистоты канала). Значение		
		параметра увеличивается, когда мо-		
		дуль не передает пакет, вследствие		
		обнаружения энергии выше порогово-		
		го уровня ССА, устанавливаемого ко-		
		мандой СА. Установите счетчик рав-		
		ным нолю, чтобы его перезапустить.		
EA	Диагностика	Отказы подтверждения передачи	0-0xFFFF	_
LA	диагностика	(ACK Failures). Сбросить/прочитать	0-071111	
		счетчик отказов подтверждения. Зна-		
		чение параметра увеличивается, когда		
		модуль повторяет передачу несколько		
		раз, не получая подтверждения пере-		
		дачи пакета. Установите счетчик рав-		
		ным нолю, чтобы его перезапустить.		
EH	Диагностика	Эхо (Echo). Посылает параметр ко-	От 1 до 20 байт	-
		манды как радиопакет к отдаленному		
		модулю, который посылает назад		
		данные к передающему модулю. Эта		
		команда использует текущее значение		
		DL и DH. Команда заканчивается по-		
		сылкой <cr> (перевод каретки).</cr>		
VR	Диагностика	Версия прошивки (Firmware Ver-	0-0xFFFF (только	Установлено
	, ,	sion). Чтение версии встроенного ПО	для чтения)	производите-
			,	-
		молуля.		лем
VI.	Лиагностика	модуля. Версия прошивки – расширенная	_	лем
VL	Диагностика	Версия прошивки – расширенная	-	лем -
VL	Диагностика	Версия прошивки – расширенная (Firmware Version – Verbose). Воз-	-	лем -
VL	Диагностика	Версия прошивки – расширенная (Firmware Version – Verbose). Возвращает детализированная информа-	-	-
VL	Диагностика	Версия прошивки – расширенная (Firmware Version – Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (вклю-	-	-
VL	Диагностика	Версия прошивки – расширенная (Firmware Version – Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС,	-	-
		Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).		-
VL HV	Диагностика Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНУ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения	0-0xFFFF (только	Установлено
		Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика). Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии	0-0xFFFF (только для чтения)	Установлено производите-
HV	Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика). Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.	для чтения)	Установлено производите- лем
		Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика). Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM	для чтения)  0-0xFF (умножить	Установлено производите-
HV	Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6	для чтения)	Установлено производите- лем
HV	Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает	для чтения)  0-0xFF (умножить	Установлено производите- лем
HV	Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6	для чтения)  0-0xFF (умножить	Установлено производите- лем
HV	Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает	для чтения)  0-0xFF (умножить	Установлено производите- лем
HV RP	Диагностика Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP	Диагностика Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Re-	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP	Диагностика Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНУ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP	Диагностика Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНУ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращает-	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP	Диагностика Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращается абсолютное значение. (Например:	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для	Установлено производителем Ох28 (40d)
HV RP	Диагностика Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращается абсолютное значение. (Например: 0х58 =-88 dBm.) Возвращенное значе-	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP	Диагностика Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращается абсолютное значение. (Например: 0х58 =-88 dBm.) Возвращенное значение точно между -40 dBm и чувстви-	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP DB	Диагностика  Диагностика  Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращается абсолютное значение. (Например: 0х58 = -88 dBm.) Возвращенное значение точно между -40 dBm и чувствительностью RX.	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для чтения)	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP	Диагностика Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращается абсолютное значение. (Например: 0х58 = -88 dBm.) Возвращенное значение точно между -40 dBm и чувствительностью RX.  Сканирование уровня сигнала (Еп-	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP DB	Диагностика  Диагностика  Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНУ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращается абсолютное значение. (Например: 0x58 = -88 dBm.) Возвращенное значение точно между -40 dBm и чувствительностью RX.  Сканирование уровня сигнала (Energy Scan). Параметр определяет дли-	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для чтения)	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP DB	Диагностика  Диагностика  Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНУ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращается абсолютное значение. (Например: 0x58 = -88 dBm.) Возвращенное значение точно между -40 dBm и чувствительностью RX.  Сканирование уровня сигнала (Energy Scan). Параметр определяет длительность сканирования на каждом	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для чтения)	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP DB	Диагностика  Диагностика  Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращается абсолютное значение. (Например: 0x58 =-88 dBm.) Возвращенное значение точно между -40 dBm и чувствительностью RX.  Сканирование уровня сигнала (Епегу Scan). Параметр определяет длительность сканирования на каждом канале. Возвращается максимальный	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для чтения)	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP DB	Диагностика  Диагностика  Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращается абсолютное значение. (Например: 0x58 =-88 dBm.) Возвращенное значение точно между -40 dBm и чувствительностью RX.  Сканирование уровня сигнала (Епегу Scan). Параметр определяет длительность сканирования на каждом канале. Возвращается максимальный уровень сигнала на каждом канале,	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для чтения)	Установлено производите- лем 0x28 (40d)
HV RP DB	Диагностика  Диагностика  Диагностика	Версия прошивки — расширенная (Firmware Version — Verbose). Возвращает детализированная информация о версии встроенного ПО (включая дату компиляции, версии МАС, РНҮ и загрузчика).  Версия аппаратного обеспечения (Hardware Version). Чтение версии аппаратного обеспечения модуля.  RSSI ШИМ Таймер (RSSI PWM Timer). Включите ШИМ выход на 6 выводе модуля, который показывает силу сигнала RX.  Сила принимаемого сигнала (Received Signal Strength). Чтение уровня сигнала (в децибелах) последнего принятого пакета (RSSI). Возвращается абсолютное значение. (Например: 0x58 =-88 dBm.) Возвращенное значение точно между -40 dBm и чувствительностью RX.  Сканирование уровня сигнала (Епегу Scan). Параметр определяет длительность сканирования на каждом канале. Возвращается максимальный	для чтения)  0-0xFF (умножить на 100мс)  0-0x64 (только для чтения)	Установлено производите- лем 0x28 (40d)

СТ	Опции ко-	ставляют собой обнаруженный уровень сигнала в -dBm. Фактическое время сканирования каждого канала измеряется как [(2 ^ED) * 15.36] мс.  Таймаут командного режима (Command Mode Timeout). Устано-	2-0xFFFF (ymho-	0x64 (100d)
	мандного режима	вить/прочитать период бездеятельно- сти (не принято ни одной команды) после которого модуль автоматически выходит из командного режима и воз- вращается в ждущий режим.	жить на 100 мс)	
CN	Опции ко- мандного режима	Выход из командного режима (Exit Command Mode). Выход модуля из командного режима.	-	
AC	Опции ко- мандного режима	Применить изменения (Apply Changes). Применить изменения к очередному значению параметра и перезапустить модуль.	-	
GT	Опции ко- мандного режима	Защитное время (Guard Times). Установите требующийся период тишины прежде и после символов командной последовательности (GT + CC + GT). Период тишины используется, чтобы предотвратить случайный вход в командный режим.	2-0xFFFF MC	0x3E8 (1000d)
CC	Опции ко- мандного режима	Символ командной последовательности (Command Sequence Character). Установить/прочитать символ ASCII, который используется между защитными временами в командной последовательности (GT+CC+GT). Командная последовательность вводит модуль в командный режим.	0-0xFF	0x2B («+» B ASCII)

# 3.2 Работа в режиме АРІ

По умолчанию, XBee/XBee-PRO модули работают в прозрачном режиме (Transparent Operation) - в этом режиме все данные, пришедшие на вывод DI, стоят в очереди на радиопередачу. Когда модуль получает радиопакет, данные отсылаются на вывод DO, без дополнительной информации.

Прозрачному режиму свойственны следующие особенности:

- Если требуется установить или прочитать параметры модуля, требуется специальная операция для перехода командный режим.
- В системах «точка точкам», приложение должно посылать дополнительную информацию, чтобы принимающий модуль мог различить данные, приходящие от различных источников.

Как альтернатива стандартному прозрачному режиму, доступен режим API (программируемый интерфейс приложения). Режим API требует, чтобы связь с модулем осуществлялась через структурированный интерфейс (данные находятся в структурах в определенном порядке). API определяет, как команды, ответы на команды и сообщения о статусе модуля посылаются и получаются от модуля, используя структуру данных UART.

#### 3.2.1. Структура кадра данных АРІ

Поддерживаются два режима API, и оба можно включить, используя команду AP. Используйте следующие значения параметра AP, для конфигурации модуля:

АР = 0 (по умолчанию): прозрачный режим, режимы АРІ отключены

AP = 1: режим API

AP = 2: режим API (с исключением символов)

Любые данные, полученные до стартового разделителя отклоняются. Если кадр неверно принят или если контрольная сумма несовпадает, данные также отклоняются.

**Режим АРІ (АР = 1)** В этом режиме структура кадра данных UART выглядит следующим образом:

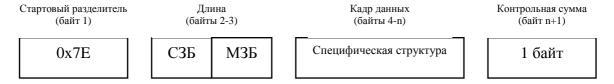


Рис. 3.1. Структура кадра данных UART

На рис. 3.1: СЗБ – старший значащий байт, МЗБ – младший значащий байт.

**Режим API с исключением символов (AP = 2)** В этом режиме структура кадра данных UART выглядит следующим образом:



В случае необходимости эти символы исключаются (escaped)

Рис. 3.2. Структура кадра данных UART (AP =2)

**Исключение символов.** При отправке или получении кадра данных UART определенные значения данных должны быть исключены (помечены), таким образом, что они не будут сталкиваться с UART или операцией кадра данных UART. Чтобы избежать столкновения байтов данных, вставьте 0x7D и следуйте этому байту, чтобы избежать исключающего ИЛИ (XOR) с 0x20.

Байты данных, которые должны быть исключены:

- 0х7Е Стартовый разделитель
- 0x7D Escape
- 0x11 XON
- 0x13 XOFF

Пример – необработанный кадр данных UART (прежде исключения смешивающихся байтов):

0x7E 0x00 0x02 0x23 0x11 0xCB

0х11 необходимо исключить, что приводит к следующей структуре:

0x7E 0x00 0x02 0x23 0x7D 0x31 0xCB

Примечание: в вышеупомянутом примере, длина необработанных данных (исключая контрольную сумму) - 0x0002, и контрольная сумма неисключенных данных (исключая стартовый разделитель и длину) вычислена как: 0xFF - (0x23 + 0x11) = (0xFF - 0x34) = 0xCB.

#### Контрольная сумма

Чтобы проверять целостность данных, контрольная сумма вычисляется и проверяется на неисключенных данных.

*Вычисление:* не включая стартовых разделителей и длины, сложите все байты, сохраняя только младшие 8 битов результата и вычтите из 0xFF.

*Проверка:* сложите все байты (включая контрольную сумму, но не стартовый разделитель и длину). Если контрольная сумма будет правильна, то сумма будет равняться 0xFF.

#### 3.2.2. Типы АРІ

Кадр данных UART формирует свою специфическую структуру следующим образом:

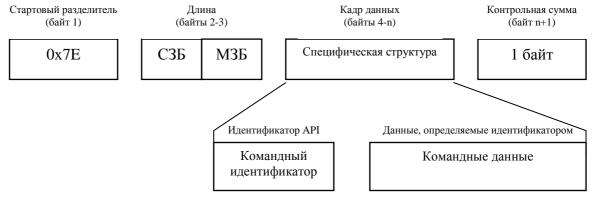


Рис. 3.3. Структура кадра данных UART и специфическая структура API

Командный идентификатор (cmdID) указывает, какие API сообщения будут содержаться в кадре командных данных (cmdData).

#### Статус модема

API идентификатор: 0x8A

Сообщения о статусе посылаются модулем в ответ на определенные условия.

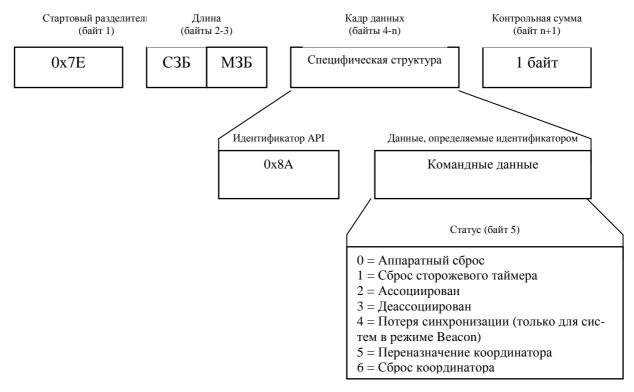


Рис. 3.4. Кадр статуса модема

#### АТ команла

Значение АРІ идентификатора: 0х08

Тип API "AT команда" позволяет запросить или изменить параметры модуля. Используя этот командный идентификатор, новые значения параметров могут быть применены немедленно. Это включает любой набор регистров с «АТ команда - очередь значений параметров» (0х09) типом API.

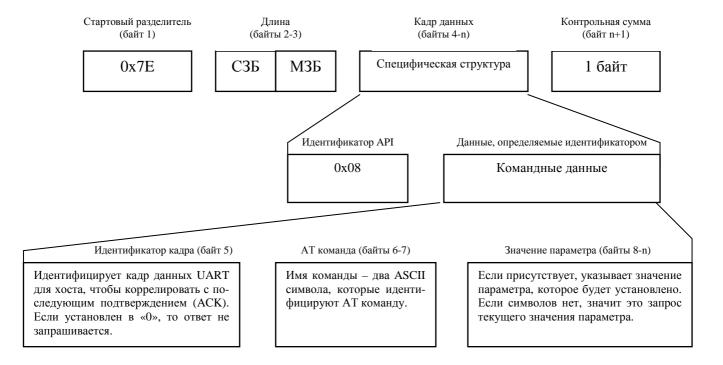


Рис. 3.5. Кадр АТ-команды

#### Пример кадра API при чтении параметра DL:

Байт 1	Байты 2-3		Байт 4	Байт 5	Байты 6-7		Байт 8
0x7E	0x00 0x04		0x08	0x52 (R)	0x44 (D)	0x4C(L)	0x15
Стартовый	Длина*		АРІ иден-	Идентификатор	АТ ко	манда	Контроль-
разделитель			тификатор	кадра**	, ,		ная сумма

<sup>\*</sup> Длина (в байтах) = АРІ идентификатор + Идентификатор кадра + АТ команда

#### Пример кадра API при изменении параметра DL:

Байт 1	Байты 2-3		Байт 4	Байт 5	Байты 6-7		Байты 8-11	Байт 12
0x7E	0x00	0x08	0x08	0x4D (M)	0x44 (D)	0x4C(L)	0x00000FFF	0x0C
Стартовый	Длина*		API	Идентифика-	АТ команда		Значение пара-	Кон-
разделитель			иденти-	тор кадра**			метра	трольная
			фикатор					сумма

<sup>\*</sup> Длина (в байтах) = API идентификатор + Идентификатор кадра + AT команда + Значение параметра

<sup>\*\*</sup> Значение «R» было выбрано произвольно.

<sup>\*\*</sup> Значение «М» было выбрано произвольно.

#### АТ-команда – очередь параметров

Значение АРІ идентификатора: 0х09

Этот тип API позволяет запросить или изменить параметры модуля. В отличие от API типа «АТ-команда», новые значения параметра строятся в очередь и не применяются, пока не задействован API тип «АТ-команда» (0х08) или не послана команда AC (применить изменения). Запросы регистров (чтение значений параметра) возвращаются немедленно.

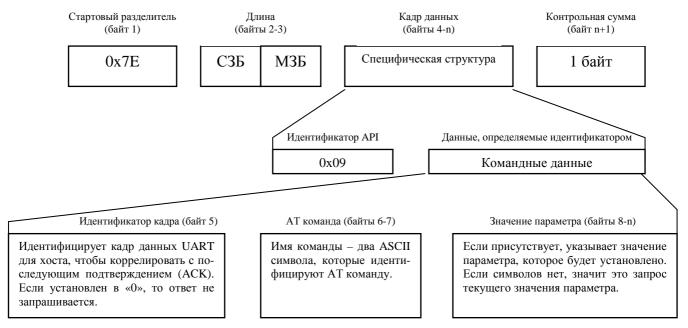


Рис. 3.6. Кадр АТ-команды

#### Ответ АТ-команды

Значение АРІ идентификатора: 0х88

Ответ на предыдущую команду.

В ответ на АТ-команду, модуль пошлет сообщение ответа АТ-команды. Некоторые команды отсылают назад множественные кадры (например, команды ND (обнаружение узла) и AS (сканирование активности)). Эти команды заканчиваются, посылкой кадра со статусом ATCMD\_OK и без командных данных.

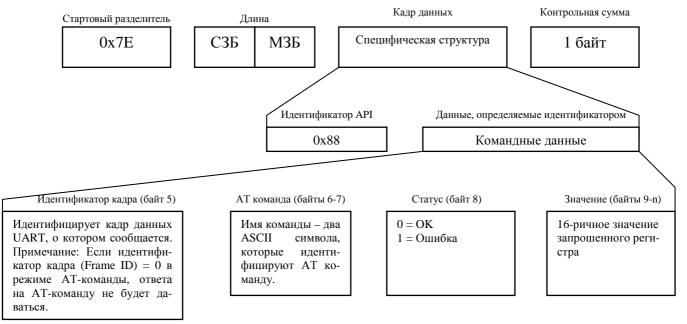


Рис. 3.7. Кадр ответа АТ-команды

#### Запрос ТХ (передача): 64-битный адрес

Значение АРІ идентификатора: 0х00

Сообщение запроса ТХ заставит модуль послать радиоданные как радиопакет.

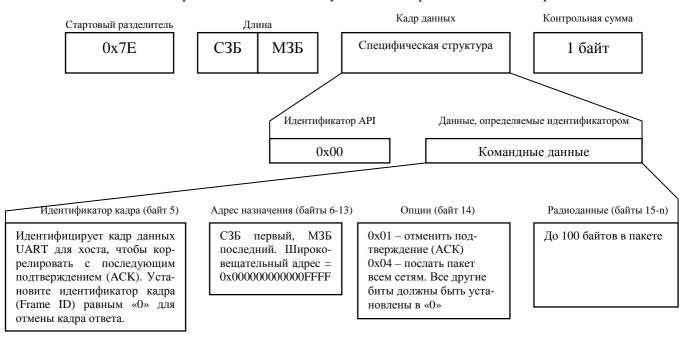


Рис. 3.8. Кадр ТХ-пакета (64-битный адрес)

#### Запрос ТХ (передача): 16-битный адрес

Значение АРІ идентификатора: 0х01

Сообщение запроса ТХ заставит модуль послать радиоданные как радиопакет.

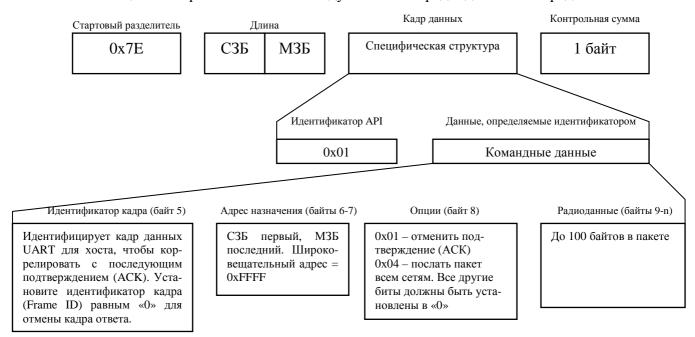


Рис. 3.9. Кадр ТХ-пакета (16-битный адрес)

#### Статус ТХ (передачи)

Значение АРІ идентификатора: 0х89

Когда закончен запрос ТХ, модуль посылает сообщение статуса ТХ. Это сообщение указывает, был ли пакет передан успешно или был отказ.

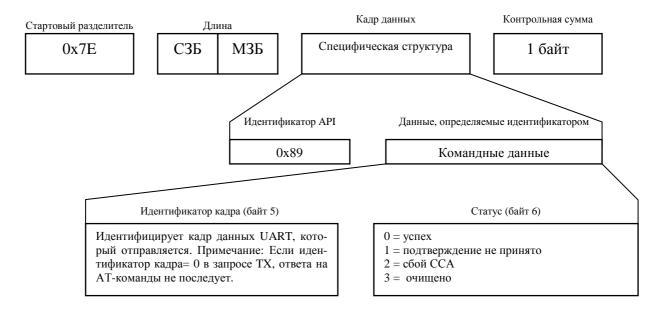


Рис. 3.10. Кадр ТХ-статуса

#### ПРИМЕЧАНИЯ:

- Статус = 1 в том случае, когда после всех повторений передачи не получено подтверждение (АСК).
- Если передатчик использует широковещательный адрес (0x0000000000FFFF), будет возвращен только Статус = 0 или 2.
- Статус = 3 в том случае, когда на координаторе заканчивается время косвенной передачи. Перерыв определен как (2.5 х SP (период циклического сна)).

#### Пакет RX (прием): 64-битный адрес

Значение АРІ идентификатора: 0х80.

Когда модуль получает радиопакет, он отсылает его на UART, используя этот тип сообщений.

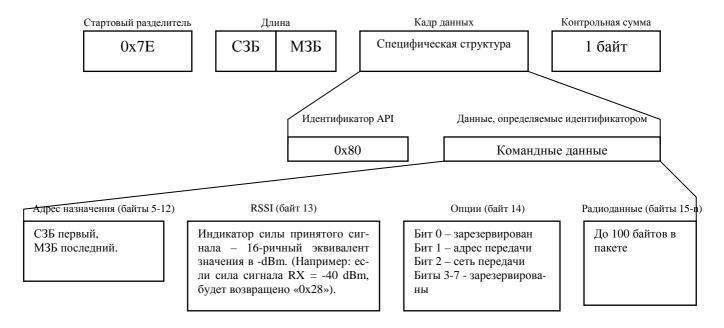


Рис. 3.11. Кадр RX-пакета (64-битный адрес)

#### Пакет RX (прием): 16-битный адрес

Значение API идентификатора: 0x81.

Когда модуль получает радиопакет, он отсылает его на UART, используя этот тип сообщений.

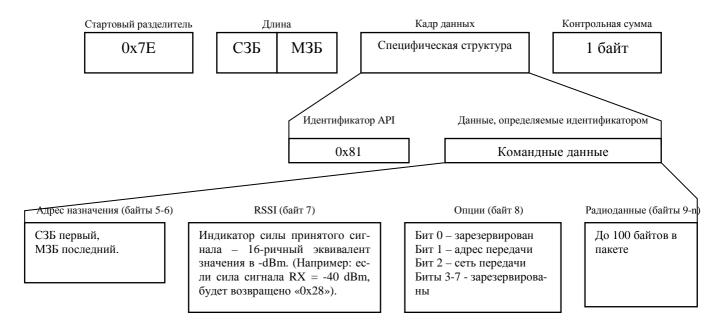


Рис. 3.12. Кадр RX-пакета (16-битный адрес)