

ИНСТИТУТ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ И  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
им. С.А. Лебедева

Отдел автономных беспроводных систем

Спецификация прикладного  
протокола «ZigSwarm»

Гекк Максим

Пыптев Сергей

Москва

2007 год

# Оглавление

<b>1</b>	<b>Введение</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Атрибуты прикладных объектов</b>	<b>4</b>
2.1	Запрос значения атрибута . . . . .	5
2.2	Установка значения атрибута . . . . .	6
2.3	Возврат атрибута . . . . .	8
2.4	Общие атрибуты объектов . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Извещение о событии</b>	<b>10</b>
3.1	Ошибки доступа к атрибуту . . . . .	13
<b>4</b>	<b>Диспетчер узла</b>	<b>14</b>
4.1	Дополнительные атрибуты диспетчера . . . . .	14
4.2	События, генерируемых диспетчером узла . . . . .	16
4.3	Сброс узла . . . . .	16
4.4	Присоединение дочернего узла . . . . .	17
4.5	Отсоединение дочернего узла . . . . .	18
4.6	Доступ к хранилищу . . . . .	19
4.6.1	Запрос данных о событии . . . . .	20
4.6.2	Возврат данных о событии . . . . .	21
4.6.3	Удаление данных о событии . . . . .	22
4.6.4	Извещение об удалении события . . . . .	22
4.7	Запрос информации об объектах узла . . . . .	23
4.8	Информация об объектах узлах . . . . .	24
	<b>Библиография</b>	<b>25</b>

# Перечень схем

1	Общая структура сообщения . . . . .	4
2	Сообщение запрос значения атрибута. . . . .	5
3	Сообщение запрос значений атрибутов. . . . .	6
4	Сообщение установки значения атрибута. . . . .	7
5	Сообщение установки значений атрибутов. . . . .	8
6	Сообщение с атрибутом. . . . .	8
7	Сообщение с атрибутами. . . . .	9
8	Сообщение о несохраняемом событии. . . . .	11
9	Сообщение о сохраняемом событии. . . . .	12
10	Сообщение об ошибке доступа к атрибуту. . . . .	13
11	Сообщение для сброса узла. . . . .	17
12	Сообщение о присоединении узла. . . . .	18
13	Сообщение об отсоединении узла. . . . .	19
14	Сообщение-запрос данных о событии. . . . .	20
15	Сообщение с данными о событии. . . . .	21
16	Сообщение об удалении данных о событии. . . . .	22
17	Сообщение-извещение об удалении события. . . . .	23
18	Сообщение-запрос информации об объектах . . . . .	24
19	Информация об объектах узла . . . . .	24

# 1 Введение

Сенсорная сеть представляет собой связанное множество узлов. Каждый узел обладает уникальным идентификатором. Один из узлов сети поддерживает постоянную связь с внешней системой. Такой узел называется базовым. В общем случае, узел сенсорной сети имеет более одного датчика или актуатора. Предполагается, что внешней системе заранее известны идентификаторы всех узлов сети, а также набор датчиков/актуаторов на каждом узле.

Для того, чтобы внешняя система могла адресовать свои сообщения определённым датчикам/актуаторам на узле, в данном протоколе используется концепция портов. Допустимый диапазон номеров портов от 0 до 255. Порт № 0 зарезервирован за диспетчером узла. Порт № 255 предназначен для широковещательных сообщений. Остальные порты распределяются между драйверами датчиков/актуаторов и другими прикладными объектами узла. Информация о том, что порт прослушивается определённым прикладным объектом, должна быть известна внешней системе.

Все поля сообщений, описанные в этом документе, передаются в том порядке в котором они представлены на соответствующих рисунках слева на право. В многобайтовых полях первым передаётся менее значимый байт ( LSB - least significant byte first ).

Общая структура сообщения прикладного протокола представлена на рис. 1.

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Данное поле содержит номер порта того прикладного объекта, которому адресовано данное сообщение. Если поле содержит значение 255, то данное сообщение получают все при-

Октеты:1	1	1	1	÷
Порт назначения	Порт источника	Тип сообщения	Длина сообщения	Тело сообщения

Рис. 1. Общая структура сообщения

кладные объекты узла.

- 2). Порт источника. Поле содержит номер порта отправителя данного сообщения.
- 3). Тип сообщения. Тип сообщения определяет структуру и семантику тела сообщения. Прикладные объекты могут использовать номера типов сообщений из диапазона от 32 до 255.
- 4). Длина сообщения. Длина тела сообщения в байтах.
- 5). Тело сообщения. Данная часть сообщения содержит информацию, передаваемую от источника к объекту назначения. Размер тела сообщения определяется типом сообщения, либо одним из полей тела сообщения.

Сообщение не может фрагментироваться в процессе передачи внутри сенсорной сети, но сетевой пакет может содержать более одного прикладного сообщения.

## 2 Атрибуты прикладных объектов

Любой прикладной объект может иметь набор атрибутов. Атрибут - это значение, которое характеризует объект в своём классе. Каждый атрибут имеет номер из диапазона от 0 до 255, уникальный для класса данно-

го прикладного объекта. Внешняя система должна заранее знать номера атрибутов прикладного объекта.

Ниже описываются сообщения, используемые для запроса ( раздел 2.1 ), установки (раздел 2.2) и возврата (раздел 2.3 ) атрибута. В разделе 3.1 описано сообщение об ошибке доступа к атрибуту.

Есть атрибуты, которые присутствуют у всех объектов. Такие атрибуты описаны в разделе 2.4.

## 2.1 Запрос значения атрибута

Значение атрибута прикладного объекта может быть запрошено внешней системой, прикладным объектом данного узла, либо любого другого узла сенсорной сети. На рис. 2 представлена структура сообщения запроса атрибута.

Октейты:1	1	1	1	1
Порт назначения	Порт источника	Тип сообщения ( 0x00 )	Длина сообщения	Номер атрибута

Рис. 2. Сообщение запрос значения атрибута.

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Значение данного поля должно быть равно номеру порта прикладного объекта, которому предназначено данное сообщение, или быть равным 255, если оно адресовано всем прикладным объектам данного узла.
- 2). Порт источника. Номер порта прикладного объекта, инициировавшего данный запрос.
- 3). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x00.

- 4). Номер атрибута. Поле должно содержать номер атрибута, поддерживаемого прикладным объектом.

Одно сообщение может содержать запрос нескольких атрибутов. В этом случае тело сообщения содержит последовательность номеров запрашиваемых атрибутов. Структура такого сообщения представлена на рис. 3.

Октейты:1	1	1	1	1	Число атрибутов
Порт назначения	Порт источника	Тип сообщения ( 0x10 )	Длина сообщения	Число атрибутов	Номера атрибутов

Рис. 3. Сообщение запрос значений атрибутов.

Описание полей сообщения:

- 1). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x10.
- 2). Число атрибутов. Количество атрибутов, значения которых запрашивается в сообщении.
- 3). Номера атрибутов. Последовательность номеров запрашиваемых атрибутов.

## 2.2 Установка значения атрибута

Новое значение атрибута может быть установлено внешней системой, прикладным объектом данного узла, либо любого другого узла сенсорной сети. На рис. 4 представлена структура сообщения установки значения атрибута.

Описание полей сообщения:

Октейты:1	1	1	1	1	÷
Порт назначения	Порт источника	Тип сообщения ( 0x01 )	Длина сообщения	Номер атрибута	Значение атрибута

Рис. 4. Сообщение установки значения атрибута.

- 1). Порт назначения. Значение данного поля должно быть равно номеру порта прикладного объекта, которому предназначено данное сообщение, или быть равным 255, если оно адресовано всем прикладным объектам данного узла.
- 2). Порт источника. Номер порта прикладного объекта, инициировавшего данный запрос.
- 3). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x01.
- 4). Номер атрибута. Поле должно содержать номер устанавливаемого атрибута.
- 5). Значение атрибута. Данное поле содержит новое значение атрибута. Размер атрибута определяется номером атрибута и классом прикладного объекта.

С помощью одного сообщения может быть установлено несколько атрибутов. В этом случае тело сообщения содержит последовательность пар номер атрибута и значение атрибута. Структура сообщения представлена на рис. 5.

Описание полей сообщения:

- 1). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x11.
- 2). Число атрибутов. Количество атрибутов, значения которых устанавливаются.



Октеты:1	1	1	1	1	÷
Порт назначения	Порт источника	Тип сообщения ( 0x11 )	Длина сообщения	Число атрибутов	Номера и значения атрибутов

Рис. 5. Сообщение установки значений атрибутов.

- 3). Номера и значения атрибутов. Последовательность пар номер атрибута и значение атрибута.

## 2.3 Возврат атрибута

Данное сообщение отсылается либо в качестве ответа на запрос атрибута, либо при установке атрибута. Сообщение также может отсылаться во внешнюю систему по усмотрению самого прикладного объекта. Структура сообщения представлена на рис. 6.

Октеты:1	1	1	1	8	1	÷
Порт назначения	Порт источника	Тип сообщения ( 0x02 )	Длина сообщения	Временная метка	Номер атрибута	Значение атрибута

Рис. 6. Сообщение с атрибутом.

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Если сообщение отсылается в ответ на запрос/установку атрибута, то порт назначения должен быть равен порту источника соответствующего сообщения.
- 2). Порт источника. Данное поле должно содержать номер порта объекта, атрибут которого отправляется в сообщении.
- 3). Тип сообщения. Поле должно содержать значение 0x02.

- 4). Временная метка. Момент времени вычитывания значения атрибута.
- 5). Номер атрибута, значение которого отсылается.
- 6). Значение атрибута. Значение атрибута на момент формирования сообщения.

В одном сообщении могут быть возвращены значения нескольких атрибутов. Структура такого сообщения представлена на рис. 7.

Октейты:1	1	1	1	8	1	÷
Порт назначения	Порт источника	Тип сообщения ( 0x12 )	Длина сообщения	Временная метка	Число атрибутов	Номера и значения атрибутов

Рис. 7. Сообщение с атрибутами.

Описание полей сообщения:

- 1). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x12.
- 2). Временная метка. Момент времени взятия значений атрибутов.
- 3). Число атрибутов. Количество атрибутов, значения которых содержит сообщение.
- 4). Номера и значения атрибутов. Последовательность пар номер атрибута и значение атрибута.

## 2.4 Общие атрибуты объектов

Номера атрибутов с 0 по 31 зарезервированы. Размер и семантика этих атрибутов не зависят от номера порта и одинаковы для всех прикладных объектов. Ниже описаны атрибуты, присутствующие у всех прикладных объектов. В скобках указаны номера атрибутов.

- **Текущее состояние** ( 0x00 ). Атрибут может быть прочитан и записан. Допустимы следующие значения:
  - 0x0 - пассивное состояние. Из пассивного состояния объект может перейти в активное с помощью установки данного атрибута в значение 0x1;
  - 0x1 - активное состояние. Из активного состояния объект может перейти в пассивное или в состояние сброса;
  - 0x2 - сброс. После переинициализации из состояния сброса объект переходит в активное состояние.

Размер атрибута 1 байт. Значение по умолчанию 0x1.

- **Код прикладного объекта** ( 0x01 ). Код определяет класс объекта, то есть набор атрибутов и функциональность. Размер атрибута 2 байта. Диспетчер узла имеет код 0.
- **Короткие адреса заинтересованных в событиях сторон** ( 0x02-0x06 ). Размер каждого из атрибутов 2 байта. О значениях по умолчанию см. в разделе 3.
- **Номера портов заинтересованных в событиях сторон** ( 0x07-0x0B ). Размер каждого из атрибутов 1 байт. О значениях по умолчанию см. в разделе 3.

### 3 Извещение о событии

В процессе функционирования прикладного объекта могут возникать события, о которых необходимо сообщить заинтересованным сторонам. По умолчанию в атрибуты 0x02 и 0x07 занесены адрес и порт шлюза

во внешнюю систему, а именно адрес 0x0000 и порт 0x01 соответственно. Остальные атрибуты подписки установлены в пассивное состояние (адрес равен 0xFFFF).

События бывают двух видов - сохраняемые и не сохраняемые. Сообщение о не сохраняемом событии формируется и отправляется при возникновении события. После этого информация о событии удаляется. Сохраняемое событие помещается во внутреннее хранилище узла и ему присваивается дескриптор. Информация о событии отсылается заинтересованным сторонам. Позднее данные о событии могут быть запрошены из хранилища.

Каждому типу события соответствует номер из диапазона от 0 до 255. Типы событий с номерами из диапазона от 0 до 31 являются общими для всех классов прикладных объектов. Семантика остальных типов событий зависит от класса прикладного объекта.

Ниже описаны сообщения о не сохраняемых и сохраняемых событиях. В разделе 3.1 представлена информация о типах событий, общих для всех прикладных объектов. В нём описаны сообщения об ошибках доступа к атрибуту.

На рис. 8 представлена структура сообщения о не сохраняемом событии.

Октеты:1	1	1	1	8	1	÷
Порт назначения	Порт источника	Тип сообщения ( 0x04 )	Длина сообщения	Временная метка	Тип события	Тело события

Рис. 8. Сообщение о не сохраняемом событии.

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Номер порта заинтересованной в событии сторо-

ны.

- 2). Порт источника. Данное поле должно содержать номер порта прикладного объекта, отправляющего данное сообщение о событии.
- 3). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x04.
- 4). Временная метка. Время возникновения события в локальных часах узла.
- 5). Тип события. Номер типа события, уникального для класса данного прикладного объекта. Получателю сообщения должно быть известно о номерах и семантике всех типов событий.
- 6). Тело события. Размер, структура и семантика тела события определяется типом события и классом прикладного объекта.

На рис. 9 представлена структура сообщения о сохраняемом событии.

Октейты:1	1	1	1	1	4	÷
Порт назначения	Порт источника	Тип сообщения ( 0x05 )	Длина сообщения	Тип события	Дескриптор события	Метаинформация о событии

Рис. 9. Сообщение о сохраняемом событии.

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Номер порта заинтересованной в событии стороны.
- 2). Порт источника. Данное поле должно содержать номер порта того прикладного объекта, с которым произошло событие.
- 3). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x05.

- 4). Тип события. Номер типа события, о котором извещается заинтересованная сторона.
- 5). Дескриптор события. Идентификационный номер события в хранилище узла.
- 6). Метаинформация о событии. Данные описывающие событие. Размер, структура и семантика данного поля зависят от типа события.

### 3.1 Ошибки доступа к атрибуту

В случае возникновения ошибки доступа при установке или запросе атрибута отсылается сообщение о несохраняемом событии. Сообщение с атрибутом при этом не должно отправляться. Структура сообщения представлена на рис. 10.

Октейты:1	1	1	1	8	1	1
Порт назначения	Порт источника	Тип сообщения ( 0x04 )	Длина сообщения	Временная метка	Тип события ( 0x0-0x2 )	Номер атрибута

Рис. 10. Сообщение об ошибке доступа к атрибуту.

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Данное поле содержит номер порта, с которого поступил запрос на доступ к атрибуту.
- 2). Порт источника. Порт, на котором произошла ошибка доступа к атрибуту.
- 3). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x04, так как это сообщение о несохраняемом событии.
- 4). Временная метка. Время возникновения ошибки.

5). Тип события. Данное поле может содержать следующие значения:

- 0x0 - атрибут с таким номером не поддерживается прикладным объектом,
- 0x1 - ошибка чтения атрибута,
- 0x2 - ошибка записи атрибута.

6). Номер атрибута, при доступе к которому произошла ошибка.

## 4 Диспетчер узла

Диспетчер узла является прикладным объектом с номером класса 0. Диспетчер предназначен для управления и наблюдения за узлом сенсорной сети. За диспетчером зарезервирован порт № 0.

Далее в этом разделе описаны дополнительные атрибуты диспетчера, а также номера событий, им генерируемых. В разделе 4.3 описано каким образом осуществлять сброс узла. В разделах 4.4 и 4.5 описаны сообщения о событиях присоединения и отсоединения дочерних узлов. А раздел 4.6 содержит информацию о хранилище событий.

### 4.1 Дополнительные атрибуты диспетчера

- **Роль устройства** в сети ( 0x20 ). Размер атрибута 1 байт. Допустимы следующие значения атрибута:
  - 0x0 - базовый узел,
  - 0x1 - маршрутизатор,
  - 0x2 - конечное устройство.

Значение по умолчанию берётся из ПЗУ узла. Атрибут доступен для чтения и записи. При сбросе диспетчера атрибут не меняет своего значения.

- **Текущее время** ( 0x21 ). Размер атрибута 8 байт. Значение по умолчанию 0. Атрибут доступен для чтения и записи. При сбросе диспетчера атрибут принимает значение по умолчанию.
- **Длинный адрес узла** ( 0x22 ). Размер атрибута 8 байт. Значение атрибута берётся из ПЗУ узла. Атрибут доступен только на чтение.
- **Короткий адрес узла** ( 0x23 ). Размер атрибута 2 байта. Значение по умолчанию 0xffff. Атрибут доступен только на чтение. При сбросе диспетчера атрибут принимает значение по умолчанию.
- **Номер канала** ( 0x24 ). Размер атрибута 1 байт. Значение по умолчанию берётся из ПЗУ узла. Атрибут доступен на чтение и запись. При сбросе диспетчера атрибут не меняет своего значения.
- **Номер сети** ( 0x25 ). Размер атрибута 2 байта. Значение по умолчанию берётся из ПЗУ узла. При сбросе диспетчера атрибут не меняет своего значения. Атрибут доступен на чтение и запись.
- **Максимальное число дочерних узлов** ( 0x26 ). Размер атрибута 1 байт. Значение по умолчанию берётся из ПЗУ узла. Максимальное значение атрибута 16. При сбросе диспетчера атрибут принимает значение по умолчанию. Атрибут доступен на чтение.
- **Максимальная глубина сети** ( 0x27 ). Размер атрибута 1 байт. Значение по умолчанию берётся из ПЗУ узла. При сбросе диспетчера атрибут принимает значение по умолчанию. Атрибут доступен на чтение.



- **Число дочерних узлов** ( 0x28 ). Размер атрибута 1 байт. Значение по умолчанию 0. При сбросе диспетчера атрибут принимает значение по умолчанию. Атрибут доступен на чтение.
- **Длинные адреса дочерних узлов** ( 0x30-0x3f ). Размер атрибутов 8 байт. Значение по умолчанию 0xffffffffffff. При сбросе диспетчера атрибуты принимают значение по умолчанию. Атрибуты доступны только на чтение.
- **Короткие адреса дочерних узлов** ( 0x40-0x4f ). Размер атрибутов 2 байта. Значение по умолчанию 0xffff. Короткий адрес 0x40 соответствует длинному адресу из атрибута 0x30, короткий адрес 0x41 соответствует длинному 0x31 и т.д. При сбросе диспетчера атрибуты принимают значение по умолчанию. Атрибуты доступны только на чтение.
- **Идентификатор вида устройства** ( 0x60 ). Размер 2 байта, только для чтения. Устройства, принадлежащие одному виду одинаковы с точки зрения внешней системы.

## 4.2 События, генерируемых диспетчером узла

- 0x20 - присоединение дочернего узла,
- 0x21 - отсоединение дочернего узла,
- 0x22 - удаление данных о событии из хранилища.

## 4.3 Сброс узла

Сообщение отправляется заинтересованной стороной ( в частности внешней системой ) диспетчеру узла для переинициализации и повтор-

ного входа в сеть. Если сообщение получено базовым узлом, то последний должен предпринять меры по расформированию существующей сети и созданию новой. Сброс осуществляется установкой атрибута «**текущее состояние**» диспетчера в состояние «**сброс**». На рис. 11 представлена структура сообщения для сброса узла.

Октейты:1	1	1	1	1	1
Порт назначения ( 0x00 )	Порт источника	Тип сообщения ( 0x01 )	Длина сообщения	Номер атрибута ( 0x00 )	Значение атрибута ( 0x3 )

Рис. 11. Сообщение для сброса узла.

Описание полей приведено в разделе 2.2. В случае успешной установки атрибута диспетчер должен отправить сообщение с атрибутом «**текущее состояние**». В поле «значение атрибута» должно быть значение «**сброс**». После этого диспетчер должен провести сброс и переинициализацию узла.

Если при установке атрибута произошла ошибка, то диспетчер должен отправить сообщение об ошибке.

## 4.4 Присоединение дочернего узла

При присоединении дочернего узла диспетчер обязан обновить соответствующие атрибуты и отправить сообщение о событии заинтересованной стороне. Должны быть изменены следующие атрибуты диспетчера:

- «**число дочерних узлов**». Значение данного атрибута должно быть увеличено на 1.
- «**длинный адрес дочернего узла**». В один из атрибутов с номером из диапазона 0x30-0x3f должен быть записан длинный адрес дочернего узла.

- **«короткий адрес дочернего узла»**. В соответствующий атрибут с номером из диапазона 0x40-0x4f должен быть записан короткий адрес присоединившегося узла. Например, если длинный адрес был записан в атрибут с номером 0x31, то короткий адрес должен быть записан в атрибут с номером 0x41.

Структура сообщения о присоединении представлена на рис. 12.

Октейты:1	1	1	1	8	1	2	8
Порт назначения	Порт источника ( 0x00 )	Тип сообщения ( 0x04 )	Длина сообщения	Временная метка	Тип события ( 0x20 )	Короткий адрес	Длинный адрес

Рис. 12. Сообщение о присоединении узла.

Описание поля «тело события»( см. рис. 8 ):

- 1). Короткий адрес. Короткий адрес присоединённого узла.
- 2). Длинный адрес. Длинный адрес присоединённого узла.

## 4.5 Отсоединение дочернего узла

При отсоединении дочернего узла диспетчер обязан обновить соответствующие атрибуты и отправить сообщение о событии заинтересованной стороне. Должны быть изменены следующие атрибуты диспетчера:

- **«число дочерних узлов»**. Значение данного атрибута должно быть уменьшено на 1.
- **«длинный адрес дочернего узла»**. Атрибут, который содержит длинный адрес отсоединившегося узла , должен быть сброшен в значение по умолчанию.

- **«короткий адрес дочернего узла».** Соответствующий атрибут с коротким адресом отсоединившегося узла должен быть сброшен в значение по умолчанию. Например, если длинный адрес отсоединившегося узла был записан в атрибут с номером 0x31, то атрибут с номером 0x41 должен быть сброшен в значение по умолчанию, поскольку в нём содержится короткий адрес этого узла.

Структура сообщения об отсоединении узла представлена на рис. 13.

Октейты:1	1	1	1	8	1	2	8
Порт назначения	Порт источника ( 0x00 )	Тип сообщения ( 0x04 )	Длина сообщения	Временная метка	Тип события ( 0x21 )	Причина отсоединения	Длинный адрес

Рис. 13. Сообщение об отсоединении узла.

Описание поля «тело события»( см. рис. 8 ):

1). Причина отсоединения. Возможны следующие значения поля:

- 0x0 - дочерний узел отсоединился по собственному желанию,
- 0x1 - пропала связь с дочерним узлом по неизвестной причине.

2). Длинный адрес. Длинный адрес отсоединённого узла.

## 4.6 Доступ к хранилищу

Хранилище предназначено для сохраняемых событий. Всем помещаемым в хранилище событиям присваиваются дескрипторы, по которым данные о событии могут быть извлечены из хранилища.

Структура и размер данных о событии, помещаемых в хранилище, определяются типом события и классом прикладного объекта, сгенерировавшего это событие.

Хранилище является общим для всех прикладных объектов узла. Доступ к хранилищу осуществляется через диспетчера узла ( порт № 0 ).

#### 4.6.1 Запрос данных о событии

Сообщение-запрос события отправляется заинтересованной стороной ( например, внешней системой ) с целью получения данных о событии, ранее сохранённом в хранилище. Предполагается, что заинтересованная сторона ранее получила сообщение о событии, из которого ей стал известен дескриптор события.

Структура сообщения-запроса данных о событии представлена на рис. 14.

Октейты:1	1	1	1	4	2	2
Порт назначения ( 0x00 )	Порт источника	Тип сообщения ( 0x20 )	Длина сообщения	Дескриптор события	Смещение блока	Размер блока

Рис. 14. Сообщение-запрос данных о событии.

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Поле должно содержать номер порта диспетчера узла, то есть 0x00.
- 2). Порт источника. Номер порта, с которого было отправлено сообщение.
- 3). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x20.
- 4). Дескриптор события. Дескриптор, присвоенный событию при помещении данных о нём в хранилище.

5). Смещение блока. Данное сообщение позволяет запросить часть данных о событии из хранилища. Данное поле указывает смещение запрашиваемого блока данных в байтах относительно первого байта данных события.

6). Размер блока. Размер запрашиваемого блока данных в байтах.

#### 4.6.2 Возврат данных о событии

Сообщение отсылается диспетчером узла в ответ на запрос данных о событии. Структура сообщения представлена на рис. 15.

Октейты:1	1	1	1	4	2	2	÷
Порт назначения	Порт источника ( 0x00 )	Тип сообщения ( 0x21 )	Длина сообщения	Дескриптор события	Смещение блока	Размер блока	Блок данных

Рис. 15. Сообщение с данными о событии.

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Поле должно содержать номер порта источника из сообщения-запроса.
- 2). Порт источника. Поле должно содержать номер порта диспетчера узла, то есть 0x00.
- 3). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x21.
- 4). Дескриптор события. Поле должно быть равно дескриптору события, блок данных которого отсылается в сообщении.
- 5). Смещение блока. Смещение блока отправляемых данных о событии в байтах относительно начала.

- 6). Размер блока. Размер передаваемого блока данных о событии.
- 7). Блок данных. Непосредственно передаваемый блок данных о событии из хранилища.

#### 4.6.3 Удаление данных о событии

Поскольку хранилище имеет ограниченный размер, то рано или поздно потребуется удаление данных о некоторых устаревших событиях. Для этого предназначено сообщение об удалении данных о событии из хранилища узла сенсорной сети. Структура этого сообщения представлена на рис. 16.

Октейты:1	1	1	1	4
Порт назначения ( 0x00 )	Порт источника	Тип сообщения ( 0x22 )	Длина сообщения	Дескриптор события

Рис. 16. Сообщение об удалении данных о событии.

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Поле должно быть равно 0x00.
- 2). Порт источника. Номер порта отправителя сообщения.
- 3). Тип сообщения. Поле должно быть равно 0x22.
- 4). Дескриптор события. Поле должно быть равно дескриптору события, сохранённого в хранилище узла.

#### 4.6.4 Извещение об удалении события

При удалении данных о событии из хранилища диспетчером генерируется сообщение о несохраняемом событии. Тип события 0x02. Сообщение формируется и отправляется заинтересованной стороне только после

удаления всех данных о событии из хранилища. Структура сообщения представлена на рис. 17.

Октейты:1	1	1	1	8	1	4
Порт назначения	Порт источника ( 0x00 )	Тип сообщения ( 0x04 )	Длина сообщения	Временная метка	Тип события ( 0x22 )	Дескриптор события

Рис. 17. Сообщение-извещение об удалении события.

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Номер порта заинтересованной стороны. См. соответствующий атрибут из раздела 2.4.
- 2). Порт источника. Поле должно содержать значение 0x00.
- 3). Тип сообщение. Извещение о событие. Поле содержит значение 0x04 (см. рис. 8 ).
- 4). Временная метка. Момент времени полного удаления данных о событии из хранилища.
- 5). Тип события. Поле должно содержать значение 0x22.
- 6). Дескриптор события, которое было удалено из хранилища.

## 4.7 Запрос информации об объектах узла

Запрос кодов объектов и их портов выполняется с помощью сообщения с типом 0x30. Структура сообщения представлена на рис. 18.



Октеты:1	1	1	1
Порт назначения ( 0x00 )	Порт источника	Тип сообщения ( 0x30 )	Длина сообщения ( 0x00 )

Рис. 18. Сообщение-запрос информации об объектах

## 4.8 Информация об объектах узлах

В ответ на запрос с типом 0x30 диспетчер узла отправляет сообщение с типом 0x31, тело которого содержит множество пар <номер объекта>:<номер порта>. Формат сообщения представлен на рис. 19.

Октеты:1	1	1	1	2	2	...	2	2
Порт назначения	Порт источника ( 0x00 )	Тип сообщения ( 0x31 )	Длина сообщения ( -  - )	Номер объекта A	Номер порта объекта A	...	Номер объекта Z	Номер порта объекта Z

Рис. 19. Информация об объектах узла

Описание полей сообщения:

- 1). Порт назначения. Номер порта объекта, запросившего информацию об объектах данного узла.
- 2). Порт источника. Поле должно содержать значение 0x00.
- 3). Тип сообщения. Поле содержит значение 0x31.
- 4). Длина тела сообщения. Длина должна быть равна числу объектов на узле, умноженному на 4.

# Библиография

- [1] IEEE 802.15.4 *Standard Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)* // IEEE Standard for Information Technology, IEEE-SA Standards Board, 2006.
  
- [2] ZigBee Alliance *ZigBee specification* // December, 2006.