

# **ПЛАНАР**

## **Протокол обмена и система команд для модуля мониторинга ITM-17**

Версия документа: 3.0.3

Дата: 11.04.2018

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения.....	3
2. Режим измерения по каналному плану .....	4
3. Система команд режима измерения по каналному плану .....	5
3.1 Запрос статуса прибора [Command=1] .....	5
3.2 Чтение параметров канала [Command=2] .....	7
3.3 Запись каналного плана [Command=3].....	8
3.4 Чтение каналного плана [Command=4] .....	9
3.5 Перегрузка прибора [Command=5].....	10
3.6 Запрос информации о приборе [Command=7] .....	11
4. Режим измерения одиночного канала .....	12
5. Система команд режима измерения одиночного канала.....	13
5.1 Запрос статуса прибора [Command=1] .....	13
5.2 Запуск измерения параметров цифрового канала [Command=28].....	14
5.3 Чтение параметров модуляции цифрового канала [Command=33].....	16
5.4 Измерение параметров качества приема цифрового канала [Command=29] .....	17
5.5 Измерение параметров аналогового/цифрового канала [Command=46].....	19
5.6 Чтение сервисной информации прибора [Command=49] .....	20
5.7 Перегрузка прибора [Command=5].....	21
5.8 Запуск измерения эхо-диаграммы DVB канала [Command=70].....	22
5.9 Запрос параметров эхо-диаграммы DVB канала [Command=71] .....	23
5.10 Измерение эхо-диаграммы DVB канала [Command=72].....	24
6. Режим обновления программного обеспечения.....	25
7. Система команд режима обновления программного обеспечения.....	26
7.1 Запрос статуса прибора [Command=1] .....	26
7.2 Перегрузка прибора [Command=5].....	28
7.3 Запрос информации о приборе [Command=7] .....	29
7.4 Запуск обновления [Command=8] .....	30
7.5 Запись страницы данных программы [Command=9] .....	31
8. Приложение А.....	32
9. Версии документа.....	37

## 1. Общие сведения

Модуль выпускается в двух вариантах, с интерфейсом UART и с интерфейсом USB. Структура посылок обоих интерфейсов идентична. Модуль может работать в двух режимах: измерение одиночного канала и измерение по каналному плану. Переключение режимов работы осуществляется технологической переключкой на плате.

Инициатором обмена служит внешний контроллер, который выдает прибору команды. Прибор передает запрошенные данные внешнему контроллеру. Структура посылок для запроса и ответа идентична.

### *Физический интерфейс UART*

Уровень логической единицы 3.3В, скорость 115200 бод, 1 стоповый бит, без бита паритета, 8 бит данных в кадре.

### *Физический интерфейс USB*

Прием данных прибором осуществляется через конечную точку BULK(0x02), отправка данных осуществляется через конечную точку BULK(0x82). Максимальный размер конечной точки – 64 байта. При передаче прибором пакетов данных, он всегда округляет их размер по границе 64 байт (т.е. если, например, нужно отправить 65 байт, то прибор дополняет пакет до 128 байт).

### *Обработка коллизий*

При возникновении таймаута или ошибки контрольной суммы при передаче запроса/ответа текущий сеанс обмена игнорируется.

## 2. Режим измерения по каналному плану

### Общая структура посылок

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Start_byte	1	байт синхронизации (0x55)
1	Adr_source	1	адрес источника обмена
2	Length	2	длина команды в байтах (LSB + MSB)
4	IP	4	Адрес источника/адрес назначения
8	Port	2	Порт источника/порт назначения
10	Command	1	код команды
11	Data[0]	1	данные
12	Data[1]	1	данные
...	...	...	...
10+Length-7	Data[N]	1	данные
10+Length-6	CRC	1	контрольная сумма

### Адрес источника обмена

Adr_source	Устройство
0x10	ITM-17
0x11	TUZ19
0x01	ПК

### Длина команды

Общая длина всех последующих передающихся в посылке данных в байтах: IP+Port +Command +Data[0] + Data[1] + ... + Data[Length-7] + CRC. Длина передается в 2-х байтах в последовательности – младший байт, старший байт.

### IP и Port

Поля используются для работы в составе TUZ19.

### Код команды

Определяет запрашиваемую команду при посылке запроса, и команду, на которую производится ответ при посылке ответа. Описание всех команд приведено в главе 3.

### Контрольная сумма

Вычисляется, как сумма по модулю два всех байт, входящих в посылку, кроме синхробайта.

$$CRC = \text{Adr\_source} \wedge \text{Length} \wedge \text{IP} \wedge \text{Port} \wedge \text{Command} \wedge \text{Data}[0] \wedge \text{Data}[1] \wedge \dots \wedge \text{Data}[\text{Length}-7]$$

### 3. Система команд режима измерения по каналному плану

#### 3.1 Запрос статуса прибора [Command=1]

##### *Общие сведения*

Название команды:	Запрос статуса прибора
Код команды:	1
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17, Bootloader
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	Команда проверки состояния

##### *Запрос*

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (1)

##### *Ответ*

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (1)
1	uStatus	1	Код состояния прибора
2	NumCurrentChan	1	Номер канала, который измеряется в данный момент
3	CountChan	1	Количество каналов в каналном плане
4	wHardwareErrors	2	Флаги аппаратных ошибок
6	sTemperature	1	Температура прибора (знаковое число)
7	PageNumber	2	Номер страницы. Поле валидно только при статусах 3 и 4. (не используется)
9	PageSize	2	Размер страницы (1032) (не используется)
11	Reserved	4	Не используется

uStatus – код состояния прибора:

- 0 – прибор в режиме основной программы, идет измерение канала NumCurrentChan
- 1 – прибор в режиме основной программы, сбой потока измерений. Требуется перезагрузка.
- 2 – прибор в режиме загрузчика, ожидает начало обновления.
- 3 – прибор в режиме загрузчика и ожидает страницы программы с номером PageNumber и размером PageSize
- 4 – прибор в режиме загрузчика, производится запись страницы PageNumber размером PageSize
- 5 – прибор в режиме загрузчика, обновление ПО успешно завершено.
- 6 – ошибка обновления ПО, прибор в режиме загрузчика. Необходимо перезапустить прибор.
- 7 – основная программа повреждена, прибор в режиме обновления ПО. Необходимо обновление ПО.
- 8 – ошибка обработки команды, требуется перезапуск прибора.
- 9 – прибор в режиме основной программы, идет запись каналного плана.
- 10 – прибор в режиме измерения одиночного канала.

sTemperature – температура внутри прибора. Знаковое, целое число.

wHardwareErrors – флаги аппаратных ошибок прибора:

Биты 8...15: резервное поле;

Бит 7: 1 – температура прибора вне допустимых границ;

Бит 6: 1 – ошибка калибровки;

Бит 5: 1 – ошибка внутренней шины;

Бит 4: 1 – ошибка температурного датчика

Бит 3: 1 – ошибка энергонезависимой памяти

Бит 2: 1 – программная ошибка демодулятора

Бит 1: 1 – аппаратная ошибка демодулятора

Бит 0: 1 – ошибка тюнера.

### 3.2 Чтение параметров канала [Command=2]

#### Общие сведения

Название команды:	Чтение параметров канала
Код команды:	2
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится чтение результатов измерений и параметров каналов

#### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (2)
1	NumFirstChan	1	Порядковый номер первого запрашиваемого канала (0-199)
2	CountChan	1	Количество каналов (1-200)
3	Reserved	3	Не используется

#### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (2)
1	uStatus	1	Статус 0 – без ошибок 1 – ошибка выполнения команды
2	NumFirstChan	1	Порядковый номер первого запрашиваемого канала (0-199)
3	CountChan	1	Количество каналов (1-200)
4	TchanInfo [NumFirstChan]	28	Параметры канала номер NumFirstChan
....	....	....	....
4+28* NumCount	TchanInfo [NumFirstChan+ NumCount-1]	28	Параметры канала номер NumFirstChan+ NumCount-1

TchanInfo – структура параметров канала. Описание структуры приведено в приложении А.

### 3.3 Запись канального плана [Command=3]

#### Общие сведения

Название команды:	Запись канального плана
Код команды:	3
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится запись канального плана.

#### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (3)
1	CountChan	1	Количество каналов
2	NumFirstChan	1	Порядковый номер первого записываемого канала (0-199)
3	Status	1	Состояние записи канального плана: 0 – план записывается целиком. После записи запускаются измерения. 1 – идет запись куска начиная с номера NumFirstChan. Измерения останавливаются до получения статуса 2 или 0. 2 – окончание записи канального плана. После записи запускаются измерения. 3 – редактирование части канального плана, начиная с номера NumFirstChan. После редактирования запускаются измерения.
4	TchanSetting [NumFirstChan]	14	Параметры настройки канала номер NumFirstChan
....	....	....	....
4+n*14	TchanSetting [NumFirstChan +CountChan-1]	14	Параметры настройки канала номер NumFirstChan + CountChan - 1

TchanSetting – структура параметров настройки канала. Описание структуры приведено в приложении А.

#### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (3)
1	uStatus	1	Статус 0 – без ошибок 1 – ошибка выполнения команды



### 3.4 Чтение канального плана [Command=4]

#### Общие сведения

Название команды:	Чтение канального плана
Код команды:	4
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится чтение канального плана

#### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (4)
1	NumFirstChan	1	Порядковый номер первого запрашиваемого канала (0-199)
2	CountChan	1	Количество каналов (1-200)
3	Reserved	3	Не используется

#### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (4)
1	uStatus	1	Статус 0 – без ошибок 1 – ошибка выполнения команды
2	NumFirstChan	1	Порядковый номер первого запрашиваемого канала (0-199)
3	CountChan	1	Количество каналов (1-200)
4	TchanSetting [NumFirstChan]	14	Параметры настройки канала номер NumFirstChan
....	....	....	....
4+13*Num Count	TchanSetting [NumFirstChan+ NumCount-1]	14	Параметры настройки канала номер NumFirstChan+NumCount-1

TchanSetting – структура параметров настройки канала. Описание структуры приведено в приложении А.

### 3.5 Перегрузка прибора [Command=5]

#### Общие сведения

Название команды:	Перезагрузка прибора
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17, Bootloader
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	С помощью этой команды плата мониторинга переводится в режим обновления ПО (загрузчик) либо перезагружает основную программу.

#### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (5)
1	MainProgram	1	Флаг загрузки основной программы 0 – переход в программу загрузчика 1 – перезагрузка в основную программу
1	Reserved	2	Не используется

#### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (5)
1	Status	1	Статус 0 – принята успешно 1 – ошибка

### 3.6 Запрос информации о приборе [Command=7]

#### Общие сведения

Название команды:	Запрос информации о приборе
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17, Bootloader
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	С помощью этой команды производится чтение информации о приборе

#### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (7)

#### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (7)
1	Status	1	Статус программы: 0 – без ошибок; 1 – ошибка идентификации программы; 2 – ошибка идентификации версии прибора; 3 – ошибка идентификации и программы и версии прибора.
2	TsoftVersion	4	Версия программного обеспечения
6	ThardVersion	4	Аппаратная версия прибора
10	SerialNum	12	Строка (ASCII) с серийным номером прибора, конец строки – 00h
20	Reserved	4	Не используется

TsoftVersion – структура версии программного обеспечения прибора. Описание структуры приведено в приложении А.

ThardVersion – структура аппаратной версии прибора. Описание структуры приведено в приложении А.

## 4. Режим измерения одиночного канала

### *Общая структура посылок*

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Start_byte	1	байт синхронизации (0x55)
1	Adr_source	1	адрес источника обмена
2	Length	2	длина команды в байтах (LSB + MSB)
4	Command	1	код команды
5	Data[0]	1	данные
6	Data[1]	1	данные
...	...	...	...
5+Length-3	Data[Length-3]	1	данные
5+Length-2	CRC	1	контрольная сумма

### *Адресация устройств*

Adr_source	Устройство
0x01	компьютер
0xB5	прибор ITM-17

### *Длина команды*

Общая длина всех последующих передающихся в посылке данных в байтах: Command + Data[0] + Data[1] + ... + Data[Length-3] + CRC. Длина передается в 2-х байтах в последовательности – младший байт, старший байт.

### *Код команды*

Определяет запрашиваемую команду при посылке запроса, и команду, на которую производится ответ при посылке ответа. Описание всех команд приведено в главе 5.

### *Контрольная сумма*

Вычисляется, как сумма по модулю два всех байт, входящих в посылку, кроме синхробайта.

$$\text{CRC} = \text{Adr\_source} \wedge \text{Length} \wedge \text{Command} \wedge \text{Data}[0] \wedge \text{Data}[1] \wedge \dots \wedge \text{Data}[\text{Length}-3].$$

## 5. Система команд режима измерения одиночного канала

### 5.1 Запрос статуса прибора [Command=1]

#### Общие сведения

Название команды:	Запрос статуса прибора
Код команды:	1
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	Команда для периодической проверки связи с прибором и проверки его состояния

#### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (1)

#### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (1)
1	uStatus	1	Код состояния прибора
2	NumCurrentChan	1	Номер канала, который измеряется в данный момент (не используется)
3	CountChan	1	Количество каналов в канальном плане (не используется)
4	wHardwareErrors	2	Флаги аппаратных ошибок
6	sTemperature	1	Температура прибора (знаковое число)
7	PageNumber	2	Номер страницы. Поле валидно только при статусах 3 и 4. (не используется)
9	PageSize	2	Размер страницы (1032) (не используется)
11	Reserved	4	Резервное поле

uStatus – код состояния прибора:

- 0 – прибор в режиме основной программы, идет измерение канала NumCurrentChan
- 1 – прибор в режиме основной программы, сбой потока измерений. Требуется перезагрузка.
- 2 – прибор в режиме загрузчика, ожидает начало обновления.
- 3 – прибор в режиме загрузчика и ожидает страницы программы с номером PageNumber и размером PageSize
- 4 – прибор в режиме загрузчика, производится запись страницы PageNumber размером PageSize
- 5 – прибор в режиме загрузчика, обновление ПО успешно завершено.
- 6 – ошибка обновления ПО, прибор в режиме загрузчика. Необходимо перезапустить прибор.
- 7 – основная программа повреждена, прибор в режиме обновления ПО. Необходимо обновление ПО.
- 8 – ошибка обработки команды, требуется перезапуск прибора.
- 9 – прибор в режиме основной программы, идет запись канального плана.

10 – прибор в режиме измерения одиночного канала.

sTemperature – температура внутри прибора. Знаковое, целое число.

wHardwareErrors – флаги аппаратных ошибок прибора:

Биты 8...15: резервное поле;  
Бит 7: 1 – температура прибора вне допустимых границ;  
Бит 6: 1 – ошибка калибровки;  
Бит 5: 1 – ошибка внутренней шины;  
Бит 4: 1 – ошибка температурного датчика  
Бит 3: 1 – ошибка энергонезависимой памяти  
Бит 2: 1 – программная ошибка демодулятора  
Бит 1: 1 – аппаратная ошибка демодулятора  
Бит 0: 1 – ошибка тюнера.

## 5.2 Запуск измерения параметров цифрового канала [Command=28]

### Общие сведения

Название команды:	Запуск измерения параметров цифрового канала
Код команды:	28
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится запуск измерения параметров цифрового канала с модуляцией DVB

### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (28)
1	Reserved	1	(не используется)
2	Frequency	2	частота настройки (LSB + MSB)
4	TDgPlanData	3	параметры настройки на канал
7	Reserved	1	(не используется)
8	Width	1	Ширина канала 0 – 6 МГц, 1 – 7 МГц, 2 – 8 МГц
9	Reserved	2	(не используется)

Frequency – код частоты настройки на канал:

Биты 15...13 резервное поле;  
Биты 12...10 частота kHz / 125.  
Биты 9...0 частота MHz;

TDgPlanData – параметры настройки на канал. Описание формата приведено в приложении А.

### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (28)
1	Status	1	статус выполнения команды

Status – статус выполнения запроса:

Биты 7...1      резервное поле;  
Бит 0            0 – успешное выполнение, 1 – ошибка выполнения команды.

*Примечание*

Если поле Status[бит 0] = 1, то демодулятор работает некорректно и дальнейшая работа с цифровыми каналами невозможна.

*Порядок измерения цифровых параметров канала:*

**1. Команда 28.** Запуск измерения. Прибор настраивается на канал в соответствии с переданными в команде 28 параметрами канала.

**2. Команда 33.** Ожидание синхронизации с каналом. Прибор производит попытку синхронизироваться с каналом, параметры которого были указаны в последней команде 28. Состояние синхронизации определяется по статусу в ответе на 33-ю команду. Для дальнейших измерений необходимо дождаться окончания синхронизации.

**3. Команда 29.** Ожидание измерения параметров и получения результатов измерений. Прибор производит измерение цифровых параметров, и периодическое и обновление. Текущее состояние измерений закодировано в статусе ответа на 29-ю команду.

### 5.3 Чтение параметров модуляции цифрового канала [Command=33]

#### Общие сведения

Название команды:	Чтение параметров модуляции цифрового канала
Код команды:	33
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится чтение параметров модуляции цифрового канала, а также состояния демодулятора

#### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (33)

#### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (33)
1	Status	1	статус демодулятора
2	Reserved	1	(не используется)
3	TDgPlanData	3	параметры канала
6	Reserved	4	(не используется)

Status – статус демодулятора:

Биты 7...5 резервное поле;

Бит 1 0 – низкий уровень сигнала, 1 – нормальный уровень сигнала;

Бит 0 0 – канал не захвачен, 1 – канал захвачен.

TDgPlanData – параметры канала. Описание формата приведено в приложении А.

#### Примечание

Значения поля TDgPlanData действительно, только если установлены флаги Status[Бит 1] и Status[Бит 0].



## 5.4 Измерение параметров качества приема цифрового канала [Command=29]

### Общие сведения

Название команды:	Измерение параметров качества приема цифрового канала
Код команды:	29
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится измерение параметров качества приема цифрового канала, а также контроль состояния демодулятора

### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (29)

### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (29)
1	Status	1	статус демодулятора
2	MER	2	значение MER (LSB + MSB)
4	BER1	2	счетчик ошибок 1 (LSB + MSB)
6	BER2	2	счетчик ошибок 2 (LSB + MSB)
8	BER3	2	счетчик ошибок 3 (LSB + MSB)
10	Reserved	2	(не используется)

Status – статус демодулятора:

- Бит 7            резервное поле;
- Бит 6            0 – поле BER3 обновлено, 1 – поле BER3 не обновлено;
- Бит 5            0 – поле BER2 обновлено, 1 – поле BER2 не обновлено;
- Бит 4            0 – поле BER1 обновлено, 1 – поле BER1 не обновлено;
- Бит 3            0 – поле MER обновлено, 1 – поле MER не обновлено;
- Бит 2            не используется;
- Бит 1            0 – низкий уровень сигнала, 1 – нормальный уровень сигнала;
- Бит 0            0 – канал не захвачен, 1 – канал захвачен.

MER – значение MER (Value = MER / 10 dB);

BER1 – значение BER:

- Биты 15...8    экспонента числа формата float;
- Биты 7...0     старшие 8 бит мантиссы числа формата float.

В зависимости от типа модуляции поле трактуется следующим образом:

- DVB-C        BER до декодера Рида-Соломона (preBER)
- DVB-T        BER до декодера Витерби (preV-BER)
- DVB-T2      BER до декодера LDPC (preLDPC-BER)

BER2 – значение BER:

- Биты 15...8    экспонента числа формата float;
- Биты 7...0     старшие 8 бит мантиссы числа формата float.

В зависимости от типа модуляции поле трактуется следующим образом:

DVB-C	BER после декодера Рида-Соломона (postBER)
DVB-T	BER после декодера Витерби (postV-BER)
DVB-T2	BER до декодера BCH (preBCH-BER)

BER3 – значение BER:

Биты 15...8	экспонента числа формата float;
Биты 7...0	старшие 8 бит мантииссы числа формата float.

Также может использоваться как счетчик ошибок (LSB+MSB).

В зависимости от типа модуляции поле трактуется следующим образом:

DVB-C	BER после декодера Рида-Соломона (postBER)
DVB-T	BER после декодера Рида-Соломона (postRS-BER)
DVB-T2	BER после декодера BCH (postBCH-BER)

#### *Примечание*

Значения полей MER, BER1, BER2, BER3 действительны, только если установлены флаги Status[Бит 1] и Status[Бит 0].

Измерение показателей качества приема цифрового канала занимает длительное время, поэтому необходимо некоторое время на измерение первых значений сразу после захвата канала. Установлены следующие правила:

- 1) Если поле MER=0, то значения MER еще не измерены;
- 2) Если поле BER1=0, то значение BER1 еще не измерено.
- 3) Если поле BER2=0, то значение BER1 еще не измерено.
- 4) Если поле BER3=0, то значение BER3 еще не измерено.

Поля Status[Биты 3...5] необходимы для определения того, обновилась ли параметры с момента прошлого вызова команды 29. Эти биты устанавливаются в 1 автоматически, после выполнения команды 29.

## 5.5 Измерение параметров аналогового/цифрового канала [Command=46]

### Общие сведения

Название команды:	Измерение уровня аналогового/цифрового канала
Код команды:	46
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится измерение параметров аналогового или цифрового канала.

### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (46)
1	Reserved	1	(не используется)
2	TChPlanData	11	параметры канала

TChPlanData – параметры измеряемого канала. Описание формата приведено в приложении А.

### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (46)
1	Reserved	2	(не используется)
3	LevVideo	2	уровень видео (LBS + MSB)
5	Reserved	4	(не используется)

LevVideo – уровень несущей для аналогового канала или мощность канала для цифрового канала:

- Бит 15                    тип канала (0 – аналоговый, 1 – цифровой);
- Биты 14...0            для аналоговых каналов – уровень несущей, для цифровых – мощность в канале ( $Value = LevelVideo[\text{биты } 14...0] / 10 \text{ dB}$ ).

## 5.6 Чтение сервисной информации прибора [Command=49]

### Общие сведения

Название команды:	Чтение сервисной информации прибора
Код команды:	49
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится чтение информации о приборе

### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (49)
1	Reserved	4	Не используется

### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (49)
1	FactorySN[12]	12	Строка (ASCII) с серийным номером прибора
13	TSoftVersion	4	Версия программного обеспечения
17	THardVersion	4	Аппаратная версия прибора
21	calibr_errors	4	флаги ошибок калибровки

TSoftVersion – версия программного обеспечения прибора. Описание формата данных приведено в приложении А.

THardVersion – аппаратная версия прибора. Описание формата данных приведено в приложении А.

calibr\_errors – информация об ошибках калибровок:

Биты 31...1      резервное поле;  
 Бит 0            1 – ошибка калибровки

## 5.7 Перегрузка прибора [Command=5]

### Общие сведения

Название команды:	Перезагрузка прибора
Код команды:	5
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	С помощью этой команды плата мониторинга переводится в режим обновления ПО (загрузчик) либо перезагружает основную программу.

### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (5)
1	MainProgram	1	Флаг загрузки основной программы 0 – переход в программу загрузчика 1 – перезагрузка в основную программу
1	Reserved	2	Не используется

### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (5)
1	Status	1	Статус 0 – принята успешно 1 – ошибка

## 5.8 Запуск измерения эхо-диаграммы DVB канала [Command=70]

### Общие сведения

Название команды:	Запуск измерения эхо-диаграммы DVB
Код команды:	70
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится запуск и остановка измерения эхо-диаграммы DVB канала

### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (70)
1	Frequency	2	частота настройки (LSB + MSB)
3	TDgPlanData	3	параметры настройки на канал
6	Width	1	Ширина канала 0 – 6 МГц, 1 – 7 МГц, 2 – 8 МГц
7	Mode	4	режим работы измерителя

Frequency – код частоты настройки на канал:

- Биты 15...13 резервное поле;
- Биты 12...10 частота kHz / 125.
- Биты 9...0 частота MHz;

TDgPlanData – параметры настройки на канал. Описание формата приведено в приложении А.

Mode – режим работы измерителя (флаги, объединяемые по ИЛИ):

- Биты 31...2 резервное поле;
- Бит 1
  - 1 – работа в режиме повышенного разрешения задержки,
  - 0 – работа в режиме обычного разрешения задержки
- Бит 0
  - 1 – включение измерителя,
  - 0 – выключение измерителя

### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (70)
1	Errors	1	Ошибки при выполнении команды: 0 – команда выполнена успешно; 1 – ошибка при выполнении команды

## 5.9 Запрос параметров эхо-диаграммы DVB канала [Command=71]

### Общие сведения

Название команды:	Запрос параметров эхо-диаграммы DVB
Код команды:	71
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится получение параметров эхо-диаграммы DVB канала

### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (71)

### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (71)
1	Status	1	статус демодулятора
2	DelayMin	4	минимальная задержка эхо-диаграммы, нс (знаковое)
6	DelayMax	4	максимальная задержка эхо-диаграммы, нс (знаковое)
10	PointsCount	2	число точек эхо-диаграммы

Status – статус демодулятора:

- Биты 7...2      резервное поле;
- Бит 1            0 – низкий уровень сигнала,  
                    1 – нормальный уровень сигнала;
- Бит 0            0 – канал не захвачен,  
                    1 – канал захвачен.

### Примечание

Если канал не захвачен или измеритель эхо-диаграммы не запущен, значения DelayMin, DelayMax и PointsCount равны 0.

## 5.10 Измерение эхо-диаграммы DVB канала [Command=72]

### Общие сведения

Название команды:	Измерение эхо-диаграммы DVB
Код команды:	72
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	с помощью этой команды производится измерение эхо-диаграммы DVB канала

### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (72)
1	start_index	2	индекс начальной точки для измерения (точка включается)
3	stop_index	2	индекс конечной точки для измерения (точка включается)

### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (72)
1	status	1	статус демодулятора
2	amp[0]	4	амплитуда 0-й точки эхо (знаковое)
6	amp[1]	4	амплитуда 1-й точки эхо (знаковое)
...	...	..	...
2 + (stop_index - start_index) * 4	amp[stop_index - start_index]	4	амплитуда последней точки эхо (знаковое)

status – статус демодулятора:

- Биты 7...2      резервное поле;
- Бит 1            0 – низкий уровень сигнала,  
                    1 – нормальный уровень сигнала;
- Бит 0            0 – канал не захвачен,  
                    1 – канал захвачен.

amp[i] – амплитуда i-й точки эхо-диаграммы (dB \* 1000, знаковое)

### Примечание

Максимальное допустимое число точек в запросе – 128, и должно быть кратно 8. Если канал не захвачен или измеритель эхо-диаграммы не запущен, значение всех точек будет равно минус 50000. Если запрошено недопустимое число точек, оно будет ограничено максимальным допустимым размером.



## 6. Режим обновления программного обеспечения

### *Общая структура посылок*

Общая структура посылок в режиме обновления программного обеспечения соответствует общей структуре посылок в режиме измерения по каналному плану.

### *Процедура обновления программы*

Для обновления программного обеспечения ИТМ-17 необходимо файл с программой прибора (имеет расширение bsk, например «**Firmware\_ITM17\_v1\_0\_0\_0.bsk**») разбить с начала файла последовательно на части размером 1032 (далее страницы) и в процессе обновления программы прибора отправить их. Первая часть файла, размером 1032, принимается за нулевую страницу, следующая за первую и т. д. до конца файла. В случае если размер файла не кратен 1032, последняя часть (размером <1032) отбрасывается.

Для обновления необходимо реализовать следующую процедуру:

1. Для начала обновления переведите прибор в режим загрузки программы, для этого необходимо отправить команду 5 (перезагрузка прибора) с флагом перехода в программу загрузчика. Дальнейшим процессом обновления управляет прибор, путем установки статуса в команде 1.
2. После перевода прибора в режим загрузки программы, необходимо производить постоянный контроль текущего состояния командой 1 (запрос статуса прибора) и в зависимости от установленного статуса (см. ответ команды 1) производить следующие действия:
  - 2.1. Статусы 0, 1, 8, 9: Повторить перезагрузку прибора (см. п 1);
  - 2.2. Статус 2 (прибор ожидает запуска обновления): необходимо произвести запуск обновления, отправить команду 8.
  - 2.3. Статус 3 (прибор ожидает страницу): необходимо отправить страницу с номером PageNumber (номер получаем из команды 1). Отправка страницы на запись производится командой 9, в ответе получаем статус (см. команду 9).
  - 2.4. Статус 4 (прибор производит запись страницы): ожидаем изменения статуса.
  - 2.5. Статус 5 (обновление успешно завершено): Обновление завершено. Основная программа будет запущена автоматически.
  - 2.6. Статус 6 (ошибка обновления ПО): Произошла ошибка. Необходимо произвести повторное обновление.

### ***ВНИМАНИЕ!***

*Не прерывайте процесс обновления программы. Если запись программы не была завершена корректно, необходимо полностью повторить обновление.*

## 7. Система команд режима обновления программного обеспечения

### 7.1 Запрос статуса прибора [Command=1]

#### Общие сведения

Название команды:	Запрос статуса прибора
Код команды:	1
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17, Bootloader
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	Команда для периодической проверки связи с прибором и проверки его состояния

#### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (1)

#### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	uCommand	1	Код команды (1)
1	uStatus	1	Код состояния прибора
2	NumCurrentChan	1	Номер канала, который измеряется в данный момент (не используется)
3	CountChan	1	Количество каналов в канальном плане (не используется)
4	wHardwareErrors	2	Флаги аппаратных ошибок (не используется)
6	sTemperature	1	Температура прибора (знаковое число) (не используется)
7	PageNumber	2	Номер страницы. Поле валидно только при статусах 3 и 4.
9	PageSize	2	Размер страницы (1032)
11	Reserved	4	Не используется

uStatus – код состояния прибора:

- 0 – прибор в режиме основной программы, идет измерение канала NumCurrentChan
- 1 – прибор в режиме основной программы, сбой потока измерений. Требуется перезагрузка.
- 2 – прибор в режиме загрузчика, ожидает начало обновления.
- 3 – прибор в режиме загрузчика и ожидает страницы программы с номером PageNumber и размером PageSize
- 4 – прибор в режиме загрузчика, производится запись страницы PageNumber размером PageSize
- 5 – прибор в режиме загрузчика, обновление ПО успешно завершено.
- 6 – ошибка обновления ПО, прибор в режиме загрузчика. Необходимо перезапустить прибор.

- 7 – основная программа повреждена, прибор в режиме обновления ПО. Необходимо обновление ПО.
- 8 – ошибка обработки команды, требуется перезапуск прибора.
- 9 – прибор в режиме основной программы, идет запись канального плана.
- 10 – прибор в режиме измерения одиночного канала.

## 7.2 Перегрузка прибора [Command=5]

### Общие сведения

Название команды:	Перезагрузка прибора
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17, Bootloader
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	С помощью этой команды плата мониторинга переводится в режим обновления ПО (загрузчик) либо перезагружает основную программу.

### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (5)
1	MainProgram	1	Флаг загрузки основной программы 0 – переход в программу загрузчика 1 – перезагрузка в основную программу
1	Reserved	2	Не используется

### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (5)
1	Status	1	Статус 0 – принята успешно 1 – ошибка

### 7.3 Запрос информации о приборе [Command=7]

#### Общие сведения

Название команды:	Запрос информации о приборе
Поддерживаемые ПО устройств:	ITM-17, Bootloader
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	С помощью этой команды производится чтение информации о приборе

#### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (7)

#### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (7)
1	Status	1	Статус программы: 0 – без ошибок; 1 – ошибка идентификации программы; 2 – ошибка идентификации версии прибора; 3 – ошибка идентификации и программы и версии прибора.
2	TsoftVersion	4	Версия программного обеспечения
6	ThardVersion	4	Аппаратная версия прибора
10	SerialNum	12	Строка (ASCII) с серийным номером прибора
20	Reserved	4	Не используется

TsoftVersion – структура версии программного обеспечения прибора. Описание структуры приведено в приложении А.

ThardVersion – структура аппаратной версии прибора. Описание структуры приведено в приложении А.

## 7.4 Запуск обновления [Command=8]

### *Общие сведения*

Название команды:	Запуск обновления программы
Поддерживаемые ПО устройств:	Bootloader
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	С помощью этой команды производится запуск обновления программы

### *Запрос*

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (8)

### *Ответ*

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (8)
1	Status	1	Статус 0 – принята успешно 1 – ошибка

## 7.5 Запись страницы данных программы [Command=9]

### Общие сведения

Название команды:	Запись страницы данных программы
Поддерживаемые ПО устройств:	Bootloader
Поддерживаемые ПО ПК:	
Описание:	С помощью этой команды производится запись страницы программы

### Запрос

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (9)
1	NumberData	2	Порядковый номер страницы данных (0 – 65535)
3	SizeData	2	Размер данных (всегда 1032)
5	Data	1032	Данные

### Ответ

смещение	идентификатор	размер поля	комментарии
0	Command	1	код команды (9)
1	Status	1	Статус 0 – принята успешно

Status – статус и флаги совместимости

Биты 3...7: резервное поле;

Бит 2: 1 – ошибка программной совместимости

Бит 1: 1 – ошибка аппаратной совместимости

Бит 0: 1 – ошибка целостности страницы

## 8. Приложение А

### 1. Версия программного обеспечения прибора

<b>TsoftVersion</b>		
<b>unsigned __int8</b>	SwVersion1	версия программного обеспечения #1 (0...255)
<b>unsigned __int8</b>	SwVersion2	версия программного обеспечения #2 (0...255)
<b>unsigned __int8</b>	SwVersion3	версия программного обеспечения #3 (0...255)
<b>unsigned __int8</b>	SwVersion4	версия программного обеспечения #4 (0...255)

Строка версии имеет вид: *SwVersion1.SwVersion2.SwVersion3.SwVersion4*

### 2. Аппаратная версия прибора

<b>ThardVersion</b>		
<b>unsigned short int</b>	wDevType	Тип прибора (18 – ИТМ-17)
<b>unsigned __int8</b>	uDevModification	Модификация прибора (1...255)
<b>unsigned __int8</b>	uDevClass	Класс прибора (2 – измерительные приборы)

Строка версии имеет вид: *wDevType.uDevClass.uDevModification*

### 3. Параметры канала

<b>TchanInfo</b>		
<b>TchanSetting</b>	Settings	Параметры настройки канала
<b>TchanMeasurements</b>	Measurements	Результаты измерения канала
<b>TchanParameters</b>	Parameters	Параметры модуляции канала

### 4. Параметры настройки канала

<b>TchanSetting (14 байт)</b>		
<b>unsigned __int8</b>	NumChan	Номер канала
<b>char[8]</b>	Name	Название канала, 8 символов
<b>__int16</b>	Frequency	частота канала, МГц/125
<b>unsigned __int8:2</b>	Type	Тип канала: 0 – аналоговый канал, 1 – DVB-C, 2 – DVB-T, 3 – DVB-T2
<b>unsigned __int8:2</b>	BandWidth	ширина канала: 0 – 6 МГц, 1 – 7 МГц, 2 – 8 МГц
<b>unsigned __int8:4</b>	Reserved	Не используется
<b>unsigned __int8</b>	PLP_ID	Номер PLP, используется только для DVB-T2 каналов
<b>unsigned __int8</b>	Reserved	Не используется

### 5. Результаты измерения канала

<b>TchanMeasurements (12 байт)</b>		
<b>unsigned __int16</b>	TimeStamp	Временной интервал прошедший после измерения канала, секунд



<b>unsigned __int16</b>	Level	уровень сигнала (для аналогового канала), мощность канала (для цифрового канала), dBuV * 10 0 – не измерено
<b>unsigned __int16</b>	MER	MER, dB*10 0x0000 – не измерено 0xffff – канал не захвачен
<b>__int16</b>	BER1	BER1, $man * 10^{exp}$ : man – значение мантиссы, старший байт exp - значение экспоненты, младший байт 0x0000 – не измерено 0xffff – канал не захвачен
<b>__int16</b>	BER2	BER2, $man * 10^{exp}$ : man – значение мантиссы, старший байт exp - значение экспоненты, младший байт 0x0000 – не измерено 0xffff – канал не захвачен
<b>__int16</b>	BER3	BER3, $man * 10^{exp}$ : man – значение мантиссы, старший байт exp - значение экспоненты, младший байт 0x0000 – не измерено 0xffff – канал не захвачен

## 6. Параметры модуляции канала

<b>TchanParameters</b>			
<b>union</b>	<b>TDgPlanDataQAM</b>	dg_param_dvbc	параметры модуляции DVB-C канала
	<b>TDgPlanDataCOFDM</b>	dg_param_dvbt	параметры модуляции DVB-T канала
	<b>TDgPlanDataDVBT2</b>	dg_param_dvbt2	параметры модуляции DVB-T2 канала

## 7. Параметры модуляции DVB-C канала

<b>TDgPlanDataQAM</b>		
<b>unsigned __int8</b>	Modulation	тип модуляции (0 – неизвестная, 1 – QAM16, 2 – QAM32, 3 – QAM64, 4 – QAM128, 5 – QAM256)
<b>unsigned __int16</b>	SR	символьная скорость в ksp/s

## 8. Параметры модуляции DVB-T канала

<b>TDgPlanDataCOFDM</b>		
<b>unsigned __int8</b>	Modulation	тип модуляции (0 – неизвестная, 6 – COFDM/QPSK, 7 – COFDM/QAM16, 8 – COFDM/QAM64)
<b>unsigned __int16 :2</b>	CarriersNum	число поднесущих канала (0 – 2k, 1 – 8k, 2 – 4k)
<b>unsigned __int16 :2</b>	GuardInt	защитный интервал (0 – 1/32, 1 – 1/16, 2 – 1/8, 3 – 1/4)
<b>unsigned __int16 :2</b>	Hierarchion	режим иерархии (0 – без иерархии, 1 – $\alpha=1$ , 2 – $\alpha=2$ , 3 – $\alpha=4$ )
<b>unsigned __int16 :1</b>	Spectrum	спектр (0 – прямой, 1 – инверсный)
<b>unsigned __int16 :3</b>	CodeRate_LPS	скорость кода потока низкого приоритета (0 – 1/2, 1 – 2/3, 2 – 3/4, 3 – 5/6, 4 – 7/8)
<b>unsigned __int16 :3</b>	CodeRate_HPS	скорость кода потока высокого приоритета (0 – 1/2, 1 – 2/3, 2 – 3/4, 3 – 5/6, 4 – 7/8)
<b>unsigned __int16 :2</b>	Bandwidth	ширина канала (0 – 6MHz, 1 – 7MHz, 2 – 8MHz)

<b>unsigned __int16 :1</b>	Reserved	Не используется
----------------------------	----------	-----------------

### 9. Параметры модуляции DVB-T2 канала

<b>TDgPlanDataDVBT2</b>		
<b>unsigned __int8</b>	Modulation	тип модуляции (0 – неизвестная, 9 – DVB-T2)
<b>unsigned __int8</b>	plp_id	идентификатор PLP-потока
<b>unsigned __int8:4</b>	qam_id	тип QAM PLP-потока (0 – QPSK, 1 – QAM16, 2 – QAM64, 3 – QAM256)
<b>unsigned __int8:2</b>	t2_reserved	Не используется
<b>unsigned __int8:2</b>	t2_bw	ширина канала (0 – 6MHz, 1 – 7MHz, 2 – 8MHz)

### 10. Параметры канала

<b>TChPlanData</b>		
<b>unsigned int</b>	freq	частота канала: бит 15 – тип канала (0 – аналоговый, 1 – цифровой) биты 14...13 – резервное поле биты 12...10 – kHz / 125 биты 9...0 - MHz
<b>unsigned __int8</b>	delta_fr	относительная частота измерения шума (не используется)
<b>unsigned __int8</b>	width_fr	ширина канала с цифровой модуляцией: биты 7...3 – MHz биты 2...0 – kHz / 125
<b>char</b>	comment[7]	имя канала (строка ASCII) (не используется)

#### *Примечание*

Для аналоговых каналов поле width\_fr всегда равно 0. Для цифровых каналов поле width\_fr может принимать значение 6, 7 или 8 МГц.

## 11. Дополнительные параметры цифрового канала

			TDgPlanData
<b>unsigned __int8</b>	modulation	тип модуляции: 0 – неизвестная, 3 – DVB-C/QAM64, 4 – DVB-C/QAM128, 5 – DVB-C/QAM256, 6 – DVB-T/QPSK, 7 – DVB-T /QAM16, 8 – DVB-T /QAM64, 9 – DVB-T2	
<b>union</b>			
<b>struct (DVB-C)</b>	<b>unsigned short int</b>	sr	символьная скорость канала kSps (5000...7000)
	<b>struct (DVB-C)</b>		
<b>struct (DVB-C)</b>	<b>unsigned short int :2</b>	fft	число поднесущих канала (0 – 2k, 1 – 8k)
	<b>unsigned short int :2</b>	gui	защитный интервал (0 – 1/32, 1 – 1/16, 2 – 1/8, 3 – 1/4)
	<b>unsigned short int :2</b>	hierarch	режим иерархии (0 – без иерархии, 1 – $\alpha=1$ , 2 – $\alpha=2$ , 3 – $\alpha=4$ )
	<b>unsigned short int :1</b>	spectrum	спектр (0 – прямой, 1 – инверсный)
	<b>unsigned short int :3</b>	fec_lp	скорость кода потока низкого приоритета (0 – 1/2, 1 – 2/3, 2 – 3/4, 3 – 5/6, 4 – 7/8)
	<b>unsigned short int :3</b>	fec_hp	скорость кода потока высокого приоритета (0 – 1/2, 1 – 2/3, 2 – 3/4, 3 – 5/6, 4 – 7/8)
	<b>unsigned short int :2</b>	bw	ширина канала (0 – 6MHz, 1 – 7MHz, 2 – 8MHz)
	<b>unsigned short int :1</b>	t_reserved	Не используется
<b>struct (DVB-T2)</b>	<b>unsigned __int8</b>	plp_id	идентификатор PLP для работы в режиме MER/BER
	<b>unsigned __int8:4</b>	qam_id	тип QAM PLP-потока (0 – QPSK, 1 – QAM16, 2 – QAM64, 3 – QAM256)
	<b>unsigned __int8:2</b>	t2_reserved	Не используется
	<b>unsigned __int8:2</b>	t2_bw	ширина канала (0 – 6MHz, 1 – 7MHz, 2 – 8MHz)

### Примечание

Для захвата канала в режиме DVB-C достаточно только установить в поле modulation любое из значений - 3,4,5. Остальные поля не используются.

Для захвата канала в режиме DVB-T достаточно только установить в поле modulation любое из значений 6,7,8. Остальные поля не используются.

Для захвата канала в режиме DVB-T2 достаточно только установить в поле modulation значение 9, а также задать поле plp\_id. Остальные поля не используются.

Для захваченного канала все поля структуры являются действительными.

## 12. Идентификационные данные Planar

<b>TIdPlanar</b>		
<b>unsigned __int8</b>	ModuleType	код модуля в протоколе обмена (0xB5 – ITM17)
<b>unsigned __int8</b>	HwModification	модификация модуля (1...255)
<b>char</b>	SerialNum[12]	серийный номер Planar (строка ASCII)
<b>TSoftVersion</b>	SoftVer	версия программного обеспечения
<b>unsigned char</b>	Reserved[7]	Не используется

## 9. Версии документа

<b>Версия</b>	<b>Дата</b>	<b>Комментарии</b>
3.0.0	26.11.2013	- первая редакция документа.
3.0.1	29.11.2013	- удалены неиспользуемые команды
3.0.2	4.12.2013	- добавлен статус 10 в команду 1 – прибор в режиме измерения одиночного канала.
3.0.3	11.04.2018	- добавлено описание команд 70, 71, 72 для измерения эхо-диаграммы.