

Датчик угловой скорости ТГ-18

**ПРОТОКОЛ**  
информационного взаимодействия с изделием  
ЛМАП.402131.010Д1

Разработал

\_\_\_\_\_ А.В. Михеев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Проверил

\_\_\_\_\_ А.М. Каменский  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_ Н.А. Соломкина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

## Содержание

Содержание .....	2
1 Введение.....	3
2 Назначение .....	3
3 Интерфейс обмена .....	3
4 Представление данных.....	3
5 Способ передачи.....	3
6 Структура информационных пакетов .....	4
7 Формат пакетов.....	5
7.1 Проверка соединения.....	5
7.2 Данные об изделии.....	5
7.3 Настройка изделия .....	7
7.4 Параметры наборного пакета данных ТГ-18.....	11
7.5 Запрос данных .....	11
7.6 Наборы данных ТГ-18.....	12
7.6.1 Выдача кодов АЦП .....	12
7.6.2 Выдача калиброванных данных с датчиков .....	12
7.6.3 Наборный пакет данных .....	13
7.7 Компенсация смещения гироскопов .....	13
7.7.1 Получение коэффициентов смещения ДУС .....	13
7.7.2 Запись коэффициентов смещения гироскопов.....	15
7.7.3 Накопление и вычисление коэффициентов смещения гироскопов. ....	15
7.8 Настройка фильтра.....	16
8 Приложение (справочное) Пример расчета контрольной суммы на языке С .....	17
9 Лист регистрации изменений .....	19

## 1 Введение

Настоящий протокол информационного взаимодействия устанавливает характеристики связи с датчиком угловых скоростей ТГ-18.

## 2 Назначение

Протокол предназначен для однозначного регламентирования скорости обмена, последовательности и типов данных, следующих в информационном обмене.

## 3 Интерфейс обмена

Информационное взаимодействие с изделием ТГ-18 обеспечивается посредством цифрового последовательного дифференциального асинхронного полнодуплексного интерфейса RS-485. Параметры передачи данных: 8 бит данных, без бита четности, 1 стоп-бит и настраиваемая скорость из ряда (115200, 230400, 460800, 921600 бит/с, 1, 2, 3 Мбит/с). Скорость обмена данными, устанавливаемая при производстве 921600 бит/с.

Уровни сигналов не более 6 В, причем логическая единица:  $(A-B) > +200$  мВ, логический ноль:  $(A-B) < -200$  мВ.

## 4 Представление данных

Порядок передачи данных от младшего к старшему. Используется little-endian порядок байт. Структуры упакованные. Типы данных:

uint8 – 8 бит целое беззнаковое число

uint16 – 16 бит целое беззнаковое число

uint32 – 32 бит целое беззнаковое число

float32 – 32 бит число с плавающей точкой одинарной точности в формате IEEE 754

## 5 Способ передачи

Передачи по интерфейсу производятся непрерывными массивами байт – пакетами. Логически передачи соответствуют принципам «запрос-ответ» и «ведущий-ведомый» (кроме режима непрерывной передачи данных). Устройство является ведомым, и производит непрерывное прослушивание канала данных. Ведущее устройство посылает пакет-запрос, а ведомое, в течение фиксированного интервала, должно послать пакет-ответ. Выбор устройства производится с помощью поля адреса.

Исключением является режим непрерывной выдачи измеренных данных. В данном режиме устройство в соответствии с настроенной частотой выдачи данных посылает соответствующие типы пакетов. В остальном взаимодействие аналогично принципам «запрос-ответ» и «ведущий-ведомый».

## 6 Структура информационных пакетов

Передача данных осуществляется по пакетно. Структура пакета: заголовок фиксированной длины, поле данных переменной длины и контрольная сумма (см. рисунок 1).

Заголовок содержит служебную информацию: преамбула (8 бит, имеет значение 0xFF), адрес устройства (8 бит), типа пакета (8 бит), длину поля данных (8 бит).

Поле данных имеет переменную длину и содержит параметры настройки изделия ТГ-18, параметры данных с датчиков или их производные.

Контрольная сумма (32 бит) служит для проверки целостности переданного пакета данных. Расчет производится над массивом заголовков плюс поле данных. Значение добавляется к пакету в формате little-endian. Полином 32-й степени для расчета контрольной суммы имеет вид:  $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + x^0$  (используется в Ethernet, Gzip, и т.д.). Пример расчета контрольной суммы CRC32 на языке программирования C приведен в приложении.

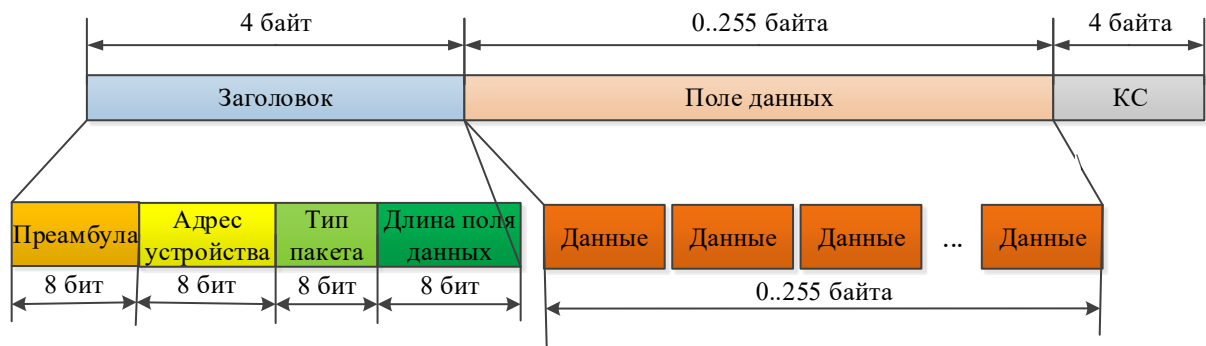


Рисунок 1 – Структура пакета

Пример структуры на языке C:

```
#define MAX_LENGTH 255
struct
{
    uint8 preamble;
    uint8 address;
    uint8 packet_type;
    uint8 length;
    uint8 data[MAX_LENGTH + 4]; // data + CRC32
};
```

## 7 Формат пакетов

В разделе описаны:

- тип пакета;
- длина поля данных;
- поле данных;

### 7.1 Проверка соединения

Используется для определения подключения изделия к интерфейсу.

**Запрос:**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x00
Длина поля данных	0

**Ответ:**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x00
Длина поля данных	0

***Внимание!** Ответ с типом пакета 0x00, так же возвращается в качестве подтверждения на все пакеты (включая с не поддерживаемым типом), которые не подразумевают ответа специфического типа.*

### 7.2 Данные об изделии

Используется для получения данных об изделии и его работоспособности

**Запрос:**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x04
Длина поля данных	0

**Ответ:**

Назначение	Заполнение	Примечание
Тип пакета	0x05	
Длина поля данных	0x2B	
Резерв	uint16	
Версия прошивки	uint16	Номер версии в кодировке производителя
Резерв	uint32	
Серийный номер	char[16]	Серийный номер в кодировке производителя в формате ASCII
Название изделия	char[16]	Код изделия в формате ASCII
Режим работы изделия	uint8	Используется на этапе производства
Статус данных	uint16	Битовое поле

***Режим работы изделия***

Значение регистра	Описание
0	Резерв
1	Резерв
2	Режим, рабочая программа
3	Резерв

***Статус данных (битовое поле)***

Биты	Описание	
15...10	Резерв	
9	Отказ акселерометра (не используется в ТГ-18)	Z
8		Y
7		X
6	Отказ датчика угловой скорости	Z
5		Y
4		X
3	Отказ АЦП	
2	Пропуск данных АЦП	
1	Переполнение очереди отправки данных	
0	Значение входа внешней синхронизации	

**7.3 Настройка изделия**

Используется для настройки режимов работы изделия

**Запрос**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x06
Длина поля данных	0

**Запись/Ответ**

Назначение	Заполнение	Примечание
Тип пакета	0x07	
Длина поля данных	0x39	
Маска изменения формата данных	uint32	Маска предназначена для выборочного изменения параметров. 1 – бит может меняться, 0 – бит не может изменяться.
Формат данных	uint32	
Маска изменения параметров выдачи данных	uint32	Маска предназначена для выборочного изменения параметров. 1 – бит может меняться, 0 – бит не может изменяться
Скорость первичного последовательного интерфейса RS-485	uint8	
Адрес изделия в протоколе последовательного интерфейса	uint8	Адрес изделия может быть задан от 1 до 255. При производстве адрес равен 1. При послылке пакета с адресом равным 0, ответят все изделия на линии (широковещательная послылка).
Частота выдачи данных	uint16	
Алгоритм расчётов	uint8	
Диапазон измерения датчиков угловой скорости	uint8	Диапазон измерения устанавливается аппаратно ( $\pm 900$ °/с или $\pm 2700$ °/с). Значение регистра = 0.
Диапазон измерения акселерометров	uint8	Не используется в ТГ-18
Резерв	uint16	
DCM (1,1)	float32	Матрица поворота (3x3) измеренных данных. По умолчанию единичная.
DCM (1,2)	float32	
DCM (1,3)	float32	
DCM (2,1)	float32	
DCM (2,2)	float32	
DCM (2,3)	float32	
DCM (3,1)	float32	
DCM (3,2)	float32	
DCM (3,3)	float32	
Резерв	uint8	

## Протокол информационного обмена с изделием ТГ-18

Пропуск выходных пакетов данных	uint8	При использовании алгоритмов ориентации и навигации уменьшение частоты выдачи данных необходимо регулировать пропуском пакетов.
---------------------------------	-------	---

### *Формат данных (битовое поле)*

Биты	Описание
31...12	Резерв (заполнить 0)
12	Посылка пакета с данными по готовности, а не синхронизируясь с получением следующего сэмпла
11	Номинальная частота выдачи данных $F_{АИП}$ 0 = частота равна 1 кГц 1 = частота равна 24 кГц
10	Посылка наборного пакета данных 0 = посылка пакетов данных, в соответствии с алгоритмом 1 = посылка наборного пакета данных
9	Резерв
8	Инверсия оси Z после преобразования СК 0 = без инверсии 1 = инверсия
7	Инверсия оси Y после преобразования СК 0 = без инверсии 1 = инверсия
6	Инверсия оси X после преобразования СК 0 = без инверсии 1 = инверсия
5...3	Преобразование системы координат 0 = XYZ->XYZ; 1 = XYZ->YZX 2 = XYZ->ZXY 3 = XYZ->XZY 4 = XYZ->YXZ 5 = XYZ->ZYX
2	Ед. изм. Углов 0 = °, 1 = рад
1	Ед. изм. Угловой скорости 0 = °/с, 1 = рад/с
0	Ед. изм. Кажущегося ускорения 0 = g; 1 = м/с <sup>2</sup>

**Примечание:**

**Внимание!** При установке бита 11 необходимо учитывать следующие моменты:

## Протокол информационного обмена с изделием ТГ-18

- номинальная частота выдачи данных ( $F_{АЦП}$ ) равна 1 кГц;
- максимальная частота выдачи равна 8 кГц при скорости интерфейса 3 Мбит/с и установкой одного или двух параметров в наборном пакете;
- максимально возможная частота выдачи ограничивается вычислительными ресурсами и может отличаться для различных алгоритмов расчетов
- максимально возможная частота выдачи ограничивается пропускной способностью последовательного интерфейса, для увеличения частота выдачи рекомендуется использовать наборный пакет данных с минимальным набором параметров

*Маска изменения параметров выдачи данных – предназначена для выборочного (побитового) изменения регистра параметров выдачи данных*

Биты	Описание
31...7	Резерв
7	Установка матрицы поворота DCM (направляющих косинусов)
6	Установка предделителя выходного синхросигнала
5	Установка диапазона акселерометров
4	Установка диапазона датчиков угловой скорости
3	Установка выходных данных (алгоритма расчётов)
2	Установка частоты выдачи данных
1	Установка адреса последовательного интерфейса
0	Установка скорости последовательного интерфейса

*Скорость полнодуплексного последовательного интерфейса RS-485:*

Значение регистра	Скорость, бит/с
0	921600
1	460800
2	230400
3	115200
4	100000
5	200000
6	300000

### *Частота выдачи данных*

Частота выдачи данных устанавливается по формуле:

$$F_{вых} = \frac{F_{АЦП}}{ДЕЛ},$$

где ДЕЛ – значение регистра Частота выдачи данных, причем если ДЕЛ = 0, то данные выдаются по запросу.

## Протокол информационного обмена с изделием ТГ-18

### Алгоритм расчетов

Значение регистра	Набор данных
0	Выдача кодов АЦП (см. п.7.6.1)
1	Выдача калиброванных данных с датчиков (см. п. 7.6.2, 7.6.1)
2	Резерв
4	Резерв
5	Резерв
6	Резерв

### Диапазон измерения гироскопов (битовое поле)

5..4	3..2	1..0
Ось Z	Ось Y	Ось X
0 – 900 °/с	0 – 900 °/с	0 – 900 °/с
1 – 300 °/с	1 – 300 °/с	1 – 300 °/с
2 – 150 °/с	2 – 150 °/с	2 – 150 °/с
3 – 75 °/с	3 – 75 °/с	3 – 75 °/с

### Пропуск выходных пакетов данных

Задание пропуска выходных пакетов данных. Частота выдачи данных алгоритма устанавливается по формуле:

$$F_{\text{вых}} = F_{\text{алг}} / (\text{ПРОПУСК} + 1).$$

где ПРОПУСК – значение регистра *Пропуск выходных пакетов данных*.

**Внимание!** При установке пропуска пакетов, *счетчик пакетов* будет выдаваться с учетом значения «ПРОПУСК».

**Внимание!** При получении пакета типа 0x07 (запись параметров), производится запись настраиваемых параметров в энергонезависимую память. Таким образом, настроенное устройство сохраняет параметры после сброса питания. Ответ 0x00 посылается после записи. Время записи может достигать 1000 мс, в это время устройство не производит измерения, не отвечает по запросы и не выдает данные.

**7.4 Параметры наборного пакета данных ТГ-18**

**Запрос**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x26
Длина поля данных	0

**Запись/Ответ**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x27
Длина поля данных	0x1A
Количество параметров в наборном пакете Диапазон [1, 25]	uint8
Тип параметра 1	uint8
***	***
Тип параметра 25	uint8

Типы параметров представлены в таблице ниже:

Идентификатор типа параметра	Название переменной	Описание
1	sample_cnt	счетчик сэмплов
5	nwx	угловая скорость оси X в кодах АЦП
6	nwy	угловая скорость оси Y в кодах АЦП
7	nwz	угловая скорость оси Z в кодах АЦП
8	nt	температура в кодах АЦП
21	wx	угловая скорость оси X после калибровки в °/с
22	wy	угловая скорость оси Y после калибровки в °/с
23	wz	угловая скорость оси Z после калибровки в °/с
24	t	температура после калибровки в °С

Внимание! Выбор параметра для посылки не приводит к его расчету алгоритмом. То есть, например, при выборе параметров, связанных с ориентацией, необходимо также, чтобы был выбран алгоритм, подразумевающий вычисление углов ориентации.

**7.5 Запрос данных**

Если в регистре параметров ДЕЛ = 0 – выдача данных по запросу – получение данных производится посылкой следующего запроса:

**Запрос**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x17
Длина поля данных	0

Ответом является тип данных, заданный в параметрах.

## 7.6 Наборы данных ТГ-18

Наборы задаются в регистре «*Настройка изделия*» в поле «*Наборы данных*».

### 7.6.1 Выдача кодов АЦП

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0A
Длина поля данных		0x1E
Счетчик пакетов		uint16
Статус данных		uint16
Сигнал акселерометров в кодах АЦП (не используется в ТГ-18)	X	uint32
	Y	uint32
	Z	uint32
Сигнал угловой скорости в кодах АЦП	X	uint32
	Y	uint32
	Z	uint32
Сигнал температуры в кодах АЦП		uint16

### 7.6.2 Выдача калиброванных данных с датчиков

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0B
Длина поля данных		0x20
Счетчик пакетов		uint16
Статус данных		uint16
Сигналы акселерометров, приведенные к g или м/с <sup>2</sup> (не используется в ТГ-18)	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы датчиков угловой скорости, приведенные к град./с или рад./с	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы датчиков температуры, приведенные к °С		float32

### 7.6.3 Наборный пакет данных

При условии установленного алгоритма «Выдача калиброванных данных с датчиков» (в демонстрационном ПО соответствует названию Данные с датчиков, то

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x13
Длина поля данных	0x4 – 0x64
Параметр 1	float32
***	***
Параметр 25	float32

Набор и количество параметров задается пакетом «Параметры наборного пакета данных ТГ-18».

### 7.7 Компенсация смещения гироскопов

Имеется возможность компенсации нулей гироскопов. Каждый сэмпл АЦП гироскопов изменяется на величину коэффициента смещения. Имеется 12 коэффициентов, по 3 на каждую ось и диапазон. Они по умолчанию равны 0 и хранятся в флэш-памяти.

#### 7.7.1 Получение коэффициентов смещения ДУС

##### Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x1D
Длина поля данных	0

##### Ответ

Назначение		Заполнение	
Тип пакета		0x1E	
Длина поля данных		48	
ДУС	±900 °/с	x_900	int32_t
		y_900	int32_t
		z_900	int32_t
	±300 °/с	x_300	int32_t
		y_300	int32_t
		z_300	int32_t
	±150 °/с	x_150	int32_t
		y_150	int32_t
		z_150	int32_t
	±75 °/с	x_75	int32_t
		y_75	int32_t
		z_75	int32_t



**7.7.2 Запись коэффициентов смещения гироскопов.**

**Запрос**

Назначение			Заполнение
Тип пакета			0x1E
Длина поля данных			48
ДУС	±900 °/с	x_900	int32_t
		y_900	int32_t
		z_900	int32_t
	±300 °/с	x_300	int32_t
		y_300	int32_t
		z_300	int32_t
	±150 °/с	x_150	int32_t
		y_150	int32_t
		z_150	int32_t
	±75 °/с	x_75	int32_t
		y_75	int32_t
		z_75	int32_t

**Ответ**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x00
Длина поля данных	0

Коэффициенты записываются в флэш-память. Внимание! Коэффициенты применяются до калибровки.

**7.7.3 Накопление и вычисление коэффициентов смещения гироскопов.**

**Запрос**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x1C
Длина поля данных	4
samples	uint32_t

**Ответ**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x00
Длина поля данных	0

При получении данной команды устройство последовательно для каждого диапазона накапливает по samples значений угловых скоростей гироскопов. Затем производится усреднение полученных значений, вычисление значения смещения исходя из калибровки, расчет

## Протокол информационного обмена с изделием ТГ-18

значения смещения в кодах АЦП, запись во флэш-память. Алгоритм работает таким образом, чтобы из значения угловой скорости после калибровки исключить постоянную составляющую. Во время работы алгоритма устройство не посылает данные.

### 7.8 Настройка фильтра

#### Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x1F
Длина поля данных	4

#### Ответ

Назначение	Заполнение	Примечание
Тип пакета	0x20	
Длина поля данных	0x4 – 0x64	
Тип	uint8_t	Типы фильтров: 0 – фильтр отключен, 1,3,4 – зарезервировано 2 – усреднение до частоты выдачи 5 – разряжающий КИХ фильтр частотой среза 1 кГц 6 – разряжающий КИХ фильтр частотой среза 2 кГц 7 – разряжающий КИХ фильтр частотой среза 4 кГц 8 – разряжающий КИХ фильтр частотой среза 8 кГц
Резерв	uint16_t	
Скользящее среднее	uint16_t	Длина (окно) скользящего среднего: 0 – скользящее среднее выключено 1..65535 – длина скользящего среднего.

#### Примечание:

1 При использовании разряжающего КИХ фильтра с частотой среза большей частоты выдачи данных далее данные усредняются до частоты выдачи данных

2 Фильтра скользящего среднего может быть включен одновременно с КИХ фильтром, в этом случае сначала данные проходят КИХ фильтр, а дальше попадают на вход фильтра скользящего среднего.

## 8 Приложение

(справочное)

### Пример расчета контрольной суммы на языке C

```
static uint32_t crc32_tab[] = {
    0x00000000, 0x77073096, 0xee0e612c, 0x990951ba, 0x076dc419, 0x706af48f,
    0xe963a535, 0x9e6495a3, 0x0edb8832, 0x79dcb8a4, 0xe0d5e91e, 0x97d2d988,
    0x09b64c2b, 0x7eb17cbd, 0xe7b82d07, 0x90bf1d91, 0x1db71064, 0x6ab020f2,
    0xf3b97148, 0x84be41de, 0x1adad47d, 0x6ddde4eb, 0xf4d4b551, 0x83d385c7,
    0x136c9856, 0x646ba8c0, 0xfd62f97a, 0x8a65c9ec, 0x14015c4f, 0x63066cd9,
    0xfa0f3d63, 0x8d080df5, 0x3b6e20c8, 0x4c69105e, 0xd56041e4, 0xa2677172,
    0x3c03e4d1, 0x4b04d447, 0xd20d85fd, 0xa50ab56b, 0x35b5a8fa, 0x42b2986c,
    0xdbbb9d6, 0xacbcf940, 0x32d86ce3, 0x45df5c75, 0xdcd60dcf, 0xabd13d59,
    0x26d930ac, 0x51de003a, 0xc8d77518, 0xbfd06116, 0x21b4f4b5, 0x56b3c423,
    0xcfba9599, 0xb8bda50f, 0x2802b89e, 0x5f058808, 0xc60cd9b2, 0xb10be924,
    0x2f6f7c87, 0x58684c11, 0xc1611dab, 0xb6662d3d, 0x76dc4190, 0x01db7106,
    0x98d220bc, 0xefd5102a, 0x71b18589, 0x06b6b51f, 0x9fbfe4a5, 0xe8b8d433,
    0x7807c9a2, 0x0f00f934, 0x9609a88e, 0xe10e9818, 0x7f6a0dbb, 0x086d3d2d,
    0x91646c97, 0xe6635c01, 0x6b6b51f4, 0x1c6c6162, 0x856530d8, 0xf262004e,
    0x6c0695ed, 0x1b01a57b, 0x8208f4c1, 0xf50fc457, 0x65b0d9c6, 0x12b7e950,
    0x8bbeb8ea, 0xfcb9887c, 0x62dd1ddf, 0x15da2d49, 0x8cd37cf3, 0xfbd44c65,
    0x4db26158, 0x3ab551ce, 0xa3bc0074, 0xd4bb30e2, 0x4adfa541, 0x3dd895d7,
    0xa4d1c46d, 0xd3d6f4fb, 0x4369e96a, 0x346ed9fc, 0xad678846, 0xda60b8d0,
    0x44042d73, 0x33031de5, 0xaa0a4c5f, 0xdd0d7cc9, 0x5005713c, 0x270241aa,
    0xbe0b1010, 0xc90c2086, 0x5768b525, 0x206f85b3, 0xb966d409, 0xce61e49f,
    0x5edef90e, 0x29d9c998, 0xb0d09822, 0xc7d7a8b4, 0x59b33d17, 0x2eb40d81,
    0xb7bd5c3b, 0xc0ba6cad, 0xedb88320, 0x9abfb3b6, 0x03b6e20c, 0x74b1d29a,
    0xeada54739, 0x9dd277af, 0x04db2615, 0x73dc1683, 0xe3630b12, 0x94643b84,
    0x0d6d6a3e, 0x7a6a5aa8, 0xe40ecf0b, 0x9309ff9d, 0x0a00ae27, 0x7d079eb1,
    0xf00f9344, 0x8708a3d2, 0x1e01f268, 0x6906c2fe, 0xf762575d, 0x806567cb,
    0x196c3671, 0x6e6b06e7, 0xfed41b76, 0x89d32be0, 0x10da7a5a, 0x67dd4acc,
    0xf9b9df6f, 0x8ebeeff9, 0x17b7be43, 0x60b08ed5, 0xd6d6a3e8, 0xa1d1937e,
    0x38d8c2c4, 0x4fdff252, 0xd1bb67f1, 0xa6bc5767, 0x3fb506dd, 0x48b2364b,
    0xd80d2bda, 0xaf0a1b4c, 0x36034af6, 0x41047a60, 0xdf60efc3, 0xa867df55,
    0x316e8eef, 0x46699e79, 0xcb61b38c, 0xbc66831a, 0x256fd2a0, 0x5268e236,
    0xcc0c7795, 0xbb0b4703, 0x220216b9, 0x5505262f, 0xc5ba3bbe, 0xb2bd0b28,
    0x2bb45a92, 0x5cb36a04, 0xc2d27ffa7, 0xb5d0cf31, 0x2cd99e8b, 0x5bdeae1d,
    0x9b64c2b0, 0xec63f226, 0x756aa39c, 0x026d930a, 0x9c0906a9, 0xeb0e363f,
    0x72076785, 0x05005713, 0x95bf4a82, 0xe2b87a14, 0x7bb12bae, 0x0cb61b38,
    0x92d28e9b, 0xe5d5be0d, 0x7cdcefb7, 0x0bdbdf21, 0x86d3d2d4, 0xf1d4e242,
    0x68ddb3f8, 0x1fda836e, 0x81be16cd, 0xf6b9265b, 0x6fb077e1, 0x18b74777,
    0x88085ae6, 0xff0f6a70, 0x66063bca, 0x11010b5c, 0x8f659eff, 0xf862ae69,
    0x616bffd3, 0x166ccf45, 0xa00ae278, 0xd70dd2ee, 0x4e048354, 0x3903b3c2,
    0xa7672661, 0xd06016f7, 0x4969474d, 0x3e6e77db, 0xaed16a4a, 0xd9d65adc,
    0x40df0b66, 0x37d83bf0, 0xa9bcae53, 0xdeb99ec5, 0x47b2cf7f, 0x30b5ffe9,
    0xbdbdf21c, 0xcabac28a, 0x53b39330, 0x24b4a3a6, 0xbad03605, 0xcdd70693,
    0x54de5729, 0x23d967bf, 0xb3667a2e, 0xc4614ab8, 0x5d681b02, 0x2a6f2b94,
    0xb40bbe37, 0xc30c8ea1, 0x5a05dflb, 0x2d02ef8d
};
```

```
uint32_t crc32(uint32_t crc, const void *buf, size_t size)
{
    const uint8_t *p;

    p = buf;
    crc = crc ^ ~0U;

    while (size--)
        crc = crc32_tab[(crc ^ *p++) & 0xFF] ^ (crc >> 8);

    return crc ^ ~0U;
}
```

**9 Лист регистрации изменений**

№ п/п	Дата	Версия	Краткое содержание изменений	№№ изменяемых листов