

Neil Scope 3

формат данных и протокол обмена (data format and interface protocol)

Протокол обмена цифрового запоминающего осциллографа NeilScope v3 является полудуплексным сетевым протоколом. Обмен строится по принципу Master/Slave. Осциллограф всегда работает в режиме «Slave», отвечая на запросы программы. Запросы программы и ответы осциллографа передаются кадрами. Очередной кадр передается только после приема подтверждения на передачу предыдущего кадра.

Структура передаваемого кадра

Передаваемый кадр имеет следующую структуру:

Признак начала кадра	Код команды	Размер кадра(*)	Данные, макс. длина пакета Nmax = 255	CRC8
0x5B	8 бит	8 бит	N * (8 бит)	8 бит

Размер кадра включает только размер данных без кода команды и без байта контрольной суммы (CRC). Каждый посылаемый и принимаемый кадр начинается с 0x5B. Содержимое кадра представляет собой последовательность байт от 0x00 до 0xFF. Контрольная сумма представляет собой однобайтовый циклический избыточный код (CRC).

В ответ на команды программы осциллограф посылает пакет, с результатом выполнения команды:

Тип ответа	Признак начала кадра	Код ответа	Размер кадра(*)	Данные, Nmax = 256(*)	CRC8
Успешно	0x5B	код команды + 0x40	8 бит	N x (8 бит)	8 бит
Ошибка	0x5B	0x7F	8 бит	8 бит – Код ошибки	8бит

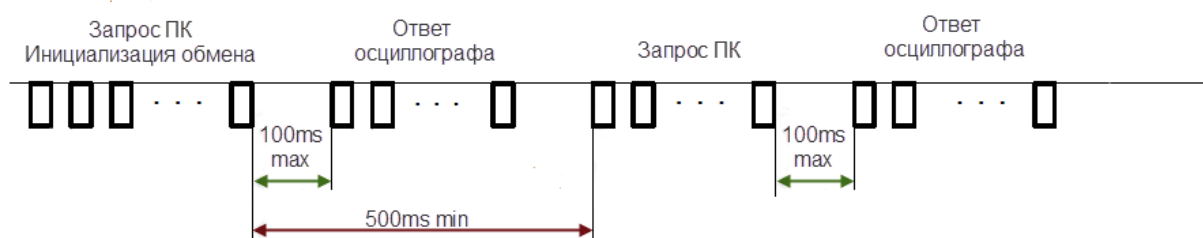
(*) для команды запроса данных с осциллографа размер кадра состоит из 3 байт и Nmax = 262144.

Пример запроса программой 32125 точек – **0x5B 0x30 0x1F 0x5F 0x40 0x01 CRC8**, где **0x30** это команда запрос данных, **0x1F 0x5F 0x40** три байта размера кадра с левым выравниванием, **0x01** – канал В.

Коды ошибок:

0x01	—	ошибка CRC
0x02	—	ошибка данных
0x03	—	команда правильная, занят, повтори

Тайминги обмена



После запроса на инициализацию обмена хост должен выдержать паузу не менее чем 500мс перед следующим запросом, эта задержка нужна для процедуры инициализации осциллографа и перехода его к работе с ПК, в дальнейшем, перед последующими запросами выдерживать эту паузу не нужно. Ответ осциллографа на любые запросы должен прийти не позже чем через 100мс, исключение — ответ на запрос данных(см. команду **Запрос данных с осциллографа**), запрос перехода в режим загрузчика. После команды завершения обмена с осциллографом следующая команда с ПК, например на повторную инициализацию, не должна прийти ранее чем через 7сек.

Расчет CRC

В расчет CRC включается содержимое кадра (байты 1...N). Кроме этого передатчик в расчет CRC включает дополнительно один нулевой байт. Приемник включает в подсчет CRC кроме содержимого кадра один байт контрольной суммы (байт N+1). При правильном приеме кадра результирующее CRC должно быть равно 0.

Алгоритм расчета CRC:

1. Значение переменной CRC приравнивается к **0x00**.
2. Циклически для каждого байта, участвующего в расчете CRC, вызывается функция CRC8.
3. На вход функции CRC8 подается значение очередного байта и текущее значение CRC. Функция возвращает пересчитанное значение CRC, с учетом поданного на вход байта.
4. После вызова функции CRC8 для всех байтов на вход функции посылаем **0x00** в качестве очередного байта и текущее значение CRC
5. Получаем результирующее значение CRC.

Код используемой функции расчета CRC8

```
unsigned char CRC8(unsigned char byte, unsigned char crc)
{
    int i ;
    for ( i = 0; i < 8 ; i++)
    {
        if (crc & 0x80) {
            crc<<=1;
            if (byte & 0x80) crc = crc | 0x01;
            else crc = crc & 0xfe;

            crc = crc ^ 0x85;
        }
        else {
            crc<<=1;
            if (byte & 0x80) crc = crc | 0x01;
            else crc = crc & 0xfe;
        }
        byte <<=1;
    }
    return (crc);
}
```

Инициализация/завершение обмена

Для инициализации режима работы осциллографа совместно с программой, программа посылает на осциллограф код команды инициализации обмена и VID устройства. Получив команду, осциллограф переключается в режим управления от программы и посылает подтверждение. (см. **Тайминги обмена**)

После успешной инициализации программа должна сконфигурировать осциллограф - установить делители, уровень развертки, триггеров и т.д. При получении команды на завершение обмена осциллограф переключается в автономный режим работы и возвращает все параметры которые были установлены ранее в автономном режиме.

Список управляющих команд

Значение HEX	Комментарий
0x81	Инициализации обмена
0xFC	Завершения обмена
0x09	Переключение режима осциллограф / логический анализатор
0x10	Включение/отключение аналоговых каналов и управление открыт/закрыт вход (только осциллограф)
0x11	Управление аналоговыми делителями вертикальной развертки (только осциллограф)
0x12	Запрос на калибровку нуля аналоговых каналов (только осциллограф)
0x14	Режим синхронизации (только осциллограф)
0x15	Источник триггера
0x16	Управление типом триггера
0x17	Уровень «UP» триггера
0x18	Уровень «DOWN» триггера
0x19	Управление курсором триггера по X
0x20	Битовая маска “перепада” триггера ЛА
0x21	Битовая маска “состояния” триггера ЛА
0x25	Управление горизонтальной разверткой
0x27	Переключение режима записи - DEFAULT , MIN/MAX (только ОСЦ), INTERLIVE (только ОСЦ), RLE (только ЛА)
0x30	Запрос данных каналов
0x0A	Запрос напряжения аккумулятора
0xEE	Запрос на сохранение всех настроек в EEPROM
0xB0	Запрос на переход к загрузчику
0x00	Запрос версии прошивки

Примеры команд

0x81 - Запрос на инициализацию обмена

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x81	Код команды
2	0x02	Размер кадра в байтах
3,4	0x86, 0x93	Данные - Старший байт VID, Младший байт VID
5		Контрольная сумма (CRC8)

0xFC - Запрос на завершение обмена

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0xFC	Код команды
2	0x02	Размер кадра в байтах
3,4	0x86, 0x93	Данные - Старший байт VID, Младший байт VID
5		Контрольная сумма (CRC8)

0x09 - Переключение режима осциллограф / логический анализатор

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x09	Код команды
2	0x01	Размер кадра в байтах
3	0x01(ЛА)	0x00 – Осциллограф 0x01 – Логический анализатор
4		Контрольная сумма (CRC8)

0x10 - Включение/отключение аналоговых каналов и управление открытым/закрытым вход (только OSCI)

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x10	Код команды
2	0x02	Размер кадра в байтах
3,4	0x01(канал A), 0x01(канал B),	0x00 – Канал отключен 0x01 – Открытый вход 0x02 – Закрытый вход 0x03 – Канал без изменений
5		Контрольная сумма (CRC8)

0x11 - Управление делителями вертикальной развертки (только OSCI)

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x11	Код команды
2	0x02	Размер кадра в байтах
3,4	0x06(канал A — 1V/Div), 0x00(канал B — 10mV/Div)	0x00 – 10mV/Div 0x01 – 20 mV/Div 0x02 – 50 mV/Div 0x03 – 100 mV/Div 0x04 – 200 mV/Div 0x05 – 500 mV/Div 0x06 – 1 V/Div 0x07 – 2 V/Div 0x08 – 5 V/Div 0x09 – 10 V/Div 0x0A – 20 V/Div 0x0B – 50 V/Div 0x0C — канал без изменений 0xAA — авторызвертка
5		Контрольная сумма (CRC8)

0x12 - Запрос на калибровку нуля аналоговых каналов (только ОСЦ)

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x12	Код команды
2	0x01	Размер кадра
3	0x00	Канал который будет калиброваться. 0x00 — канал А 0x01 — канал В 0xFF — прерывание калибровки.
4		Контрольная сумма (CRC8)

0x14 - Управление режимом синхронизации (только ОСЦ)

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x14	Код команды
2	0x01	Размер кадра в байтах
3	0x01	0x00 – Синхронизация выключена 0x01 – Режим NORM 0x02 – Режим AUTO 0x03 – Режим SINGL
4		Контрольная сумма (CRC8)

0x15 - Управление источником синхронизации

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x15	Код команды
2	0x01	Размер кадра в байтах
3	0x01	0x00 – Синхронизация по каналу А 0x01 – Синхронизация по каналу В 0x02 – Синхронизация по каналу ЛА
4		Контрольная сумма (CRC8)

0x16 - Управление типом синхронизации

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x14	Код команды
2	0x01	Размер кадра в байтах
3	0x01	0x00 – Фронт (только ОСЦ) 0x01 – Спад (только ОСЦ) 0x02 – По входу в «окно» (только ОСЦ) 0x03 – По выходу из «окна» (только ОСЦ) 0x04 – По состоянию (только ЛА) 0x05 – По изменению (только ЛА) 0x06 – По состоянию И изменению (только ЛА) 0x07 – По состоянию ИЛИ изменению (только ЛА)
4		Контрольная сумма (CRC8)

0x17 - Управление уровнем синхронизации курсора «UP» (данные перепада для синхр. по ЛА)

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x17	Код команды
2	0x01	Размер кадра в байтах
3	0x80	Данные курсора «UP», 0 - 255
4		Контрольная сумма (CRC8)

0x18 - Управление уровнем синхронизации курсора «DOWN» (данные состояния для синхр. по ЛА)

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x18	Код команды
2	0x01	Размер кадра в байтах
3	0x80	Данные курсора «DOWN», 0 - 255
4		Контрольная сумма (CRC8)

0x19 - Управление положением курсора синхронизации по X

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x19	Код команды
2	0x03	Размер кадра в байтах
3	0x00	Положение курсора MSB
4	0x00	
5	0x00	Положение курсора LSB
6		Контрольная сумма (CRC8)

0x20 – Битовая маска перепада синхр. ЛА

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x20	Код команды
2	0x01	Размер кадра в байтах
3	0x80	Данные маски перепада, 0 - 255
4		Контрольная сумма (CRC8)

0x21 – Битовая маска состояния синхр. ЛА

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x21	Код команды
2	0x01	Размер кадра в байтах
3	0x80	Данные маски состояния, 0 - 255
4		Контрольная сумма (CRC8)

*** Пример синхронизации для ЛА:**

Регистры	Состояние 0xAA	Состояние 0b00001101 (0x0D) старшие 4-ре бита игнорируются	Перепад 0 → 1 для 6-го бита (0x40)	Перепад 1 → 0 для 2-го бита (0x02)	Состояние 0x0F & (0 → 1) для 6-го бита (0x40)	Состояние 0x0A (1 → 0) для 2-го бита (0x02) старшие 3 бита для состояния игнорируются
0x16	0x04	0x04	0x05	0x05	0x06	0x07
0x17 (DIFF)	Dont care	Dont care	0x40	0x00	0x40	0x00
0x18(COND)	0x55	0x0D	Dont care	Dont care	0x0F	0x1F
0x20(DIFF Mask)	0x00	0x00	0x40	0x02	0x40	0x02
0x21(COND Mask)	0x55	0x0F	0x00	0x00	0xFF (all bits)	0x1F (8b00011111)

0x25 - Управление делителем горизонтальной развертки

Номер байта	Значение байта	Комментарий	
0	0x5B	Признак начала кадра	
1	0x25	Код команды	
2	0x01	Размер кадра в байтах	
3	0x00	<div> <div> 0x00 - 250 ns/Div (100 Msps) 0x01 - 500 ns/Div (50 Msps) 0x02 - 1 us/Div (25 Msps) 0x03 - 2 us/Div (12.5 Msps) 0x04 - 5 us/Div (5 Msps) 0x05 - 10 us/Div (2.5 Msps) 0x06 - 20 us/Div (1.25 Msps) 0x07 - 50 us/Div (500 kpsps) 0x08 - 100 us/Div (250 kpsps) 0x09 - 200 us/Div (125 kpsps) 0x0A - 500 us/Div (50 kpsps) </div> <div> 0x0B - 1 ms/Div (25 kpsps) 0x0C - 2 ms/Div (12.5 kpsps) 0x0D - 5 ms/Div (5 kpsps) 0x0E - 10 ms/Div (2.5 kpsps) 0x0F - 20 ms/Div (1.25 kpsps) 0x10 - 50 ms/Div (500 sps) 0x11 - 100 ms/Div (250 sps) 0x12 - 200ms/Div (125 sps) 0x13 - 500ms/Div (50 sps) 0x14 - 1s/Div (25 sps) </div> </div>	
4		Контрольная сумма (CRC8) байтов 0-3 и одного нулевого байта	

0x27 - Переключение режима записи, стандарт или MIN/MAX

Номер байта	Значение байта	Комментарий	
0	0x5B	Признак начала кадра	
1	0x27	Код команды	
2	0x01	Размер кадра в байтах	
3	0x00	0x00 - стандарт 0x01 – MIN/MAX, (только в режиме осциллографа) 0x02 – Режим INTERLIVE (один канал, только в режиме осциллографа) 0x03 – Кодирование RLE (только для ЛА)	
4		Контрольная сумма (CRC8) байтов 0-3 и одного нулевого байта	

0x30 - Запрос данных с осциллографа

Номер байта	Значение байта	Комментарий	
0	0x5B	Признак начала кадра	
1	0x30	Код команды	
2	0x00	Размер кадра, старший байт	
3	0x00	Размер кадра, средний байт	
4	0x01	Размер кадра, младший байт, действительны только два старших бита этого байта, остальные игнорируются	
5	0x01	0x00 – Канал А 0x01 – Канал В 0x02 – Канал ЛА	
6		Контрольная сумма (CRC8) байтов 0-3 и одного нулевого байта	

На запрос данных осциллограф должен дать положительный ответ после сбора всех данных указанного канала. Время задержки между запросом и ответом осциллографа зависит от выбранной развертки, и количества точек для записи. Для примера:

развертка — 1мс/дел (деление 25 точек).
Количество точек для записи — 1000
расчетное время ответа — 40 мс.

развертка — 1сек/дел (деление 25 точек).
Количество точек для записи — 1000
расчетное время ответа — 40 сек.

Размер кадра имеет формат с выравниваем по старшему биту (MSB).

0xA0 - Запрос напряжения аккумулятора

Номер байта	Значение байта	Комментарий	
0	0x5B	Признак начала кадра	
1	0xA0	Код команды	
2	0x01	Размер кадра	
3	0xA0	Байт подтверждения	
4		Контрольная сумма (CRC8) байтов 0-3 и одного нулевого байта	

0xEE - Запрос на сохранение всех настроек в EEPROM

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0xEE	Код команды
2	0x01	Размер кадра
3	0xEE	Байт подтверждения
4		Контрольная сумма (CRC8) байтов 0-3 и одного нулевого байта

0xB0 - Запрос на переход к загрузчику

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0xB0	Код команды
2	0x01	Размер кадра
3	0x0B	Байт подтверждения
4		Контрольная сумма (CRC8) байтов 0-3 и одного нулевого байта

0x00 - Запрос версии прошивки осциллографа

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x00	Код команды
2	0x01	Размер кадра
3	0xFF	Байт подтверждения
4		Контрольная сумма (CRC8) байтов 0-3 и одного нулевого байта

0x01 - Запрос передачи версии и ID программы ПК

Номер байта	Значение байта	Комментарий
0	0x5B	Признак начала кадра
1	0x01	Код команды
2	0x0A	Размер кадра
3	0x04	Байт целой части версии софта
4	0x02	Байт дробной части версии софта
5	0x00	ID программы ПК
6		Контрольная сумма (CRC8) байтов 0-3 и одного нулевого байта