**Протокол обмена**

Обмен ведется двумя видами пакетов:

1) ARP

2) UDP.

1. **Установление связи**

Как таковой процедуры установления связи и проверки связи не используется.

При включении устройства оно само периодически отсылает ARP запросы разрешения адреса 192.168.114.100 и прекращает их отсылку только при получении валидного ARP ответа от этого адреса. В дальнейшем ARP запросы больше не отсылаются, а MAC адрес, пришедший в ARP ответе, используется при формировании ETHERNET фреймов в качестве адреса получателя.

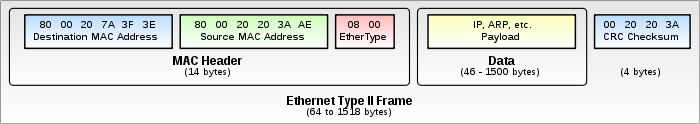
В тоже время устройство всегда готово принимать ARP запросы разрешения своего адреса 192.168.114.80. После приема ARP запроса устройство автоматически отсылает ARP ответ, содержащий MAC адрес устройства {0x00, 0x1F, 0xD0, 0x07, 0x0C, 0x10}.

После обмена ARP пакетами устройство и управляющий компьютер могут начать обмениваться информационными UDP пакетами.

1. **Формат пакетов обмена информацией**

Обмен между устройством и управляющим компьютером ведется в формате запрос-ответ. Управляющий компьютер отсылает определенный запрос (команду), который, как правило, не бывает больше одного UDP пакета, а в ответ получает один или несколько пакетов от устройства.

Формат ETHERNET фрейма:



Поскольку связь осуществляется в сетях IPv4, UDP пакет имеет псевдозаголовок IPv4.

Формат UDP фрейма:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Биты** | **0 — 7** | **8 — 15** | **16 — 23** | **24 — 31** |
| **0** | Адрес источника | | | |
| **32** | Адрес получателя | | | |
| **64** | Нули | Протокол | Длина UDP | |
| **96** | Порт источника | | Порт получателя | |
| **128** | Длина | | Контрольная сумма | |
| **160+** | Данные | | | |

**2.1 Формат заголовка (ETHERNET IP+UDP) фрейма**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Значение** | **Комментарий** |
| 0-5 | MAC\_DEST | MAC адрес назначения |
| 6-11 | MAC\_SRC | MAC адрес отправителя |
| 12 | 0x08 | Тип протокола - IP |
| 13 | 0x00 |
| 14 | 0x45 | Размер IP заголовка - 5x4 |
| 15 | 0x00 |
| 16-17 | Полезная нагрузка + 28 | Длина IP пакета в байтах |
| 18-19 | 0x0000 | Идентификатор |
| 20 | 0x00 | Флаги |
| 21 | 0x00 | Смещение |
| 22 | 0x40 | TTL |
| 23 | 0x11 | Протокол UDP |
| 24-25 | checksum | Контрольная сумма IP заголовка |
| 26-29 | IP\_SRC | IP адрес отправителя |
| 30-33 | IP\_DEST | IP адрес получателя |
| 34-35 | 0x3333 | Порт отправителя |
| 36-37 | 0x7777 | Порт получателя |
| 38-39 | Полезная нагрузка + 8 | Длина UDP пакета в байтах |
| 40-41 | 0x0000 | Контрольная сумм UDP (не рассчитывается) |

**2.2 Формат заголовка командного пакета**

Командный пакет – следующий уровень протокола обмена, расположенный в области полезной нагрузки UDP/IP пакета.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Значение** | **Комментарий** |
| 0 | 0xba | Сигнатура командного пакета |
| 1 | 0xdc |
| 2 | 0xcd |
| 3 | 0xab |
| 4 | CmdNum[0] | Номер команды |
| 5 | CmdNum[1] |
| 6 | PacketNum[0] | Порядковый номер отправляемого пакета |
| 7 | PacketNum[1] |
| 8-… |  | Параметры команды |

**2.3 Типы командных пакетов**

Возможные варианты команд отличаются способом захвата данных. Возможные опции:

- одиночный импульс или импульс с вариацией параметров

- с накоплением и без накопления

- множество пачек с определенной задержкой или одиночная пачка

- с сохранением в память устройства или без

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер команды** | **Размер параметров команды в байтах** | **Комментарий** |
| 0x0001 | 70 | Отправка основных параметров конфигурации аппаратуры |
| 0x0002 | 4 | Запрос  - одного импульса |
| 0x0004 | 12 | Запрос  - одного импульса  - с вариацией параметров  - без задержки  - с сохранением в память  (не более 512 МБ) |
| 0x0008 | 4 | Запрос  - одного импульса  - с усреднением по пачке  - с сохранением в память  (не более 512 МБ) |
| 0x0009 | 12 | Запрос  - одного импульса  - с вариацией параметров  - с усреднением по пачке  - с сохранением в память  (не более 512 МБ) |
| 0x0003 | 12 | Запрос  - множества одиночных импульсов  - с задержкой между импульсами  - без промежуточного сохранения в память  (мгновенная отправка, не упираемся в размер данных) |
| 0x0005 | 16 | Запрос  - множества одиночных импульсов  - с вариацией параметров  - с задержкой между импульсами  - с сохранением в память  (не более 512 МБ) |
| 0x000A | 12 | Запрос  - множества одиночных импульсов  - с задержкой между импульсами  - с усреднением по пачке  - с сохранением в память отдельной вариации  (не более 512 МБ) |
| 0x000B | 16 | Запрос  - множества импульсов  - с вариацией параметров  - с усреднением по пачке  - с задержкой между пачками  - с сохранением в память  (не более 512 МБ) |
| 0x0006 | 16 | Запрос  - множества одиночных импульсов  - с вариацией параметров  - с задержкой между импульсами  - без промежуточного сохранения в память  (мгновенная отправка, не упираемся в размер данных) |
| 0x0007 | 16 | Запрос  - множества одиночных импульсов  - с вариацией параметров  - с накоплением по пачке  - с задержкой между импульсами  - с сохранением в память отдельной вариации  (не более 512 МБ) |

**2.4 Детальный формат команд**

**2.4.1 Команда № 0x0001**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-7 | double | Центральная частота сигнала, МГц | Пределы 1500-2400 |
| 8-15 | double | Амплитуда сигнала | Пределы 0-65525 |
| 16-23 | double | Период следования импульсов в пачке, мкс | Должен быть больше длительности импульса |
| 24-31 | double | Длительность импульса, мкс | Мин. 0.033 мкс |
| 32-35 | int | Количество импульсов в пачке, шт | Пределы 1-65536 |
| 36-43 | double | Полоса ЛЧМ модуляции, МГц | Пределы 0-1200 |
| 44-51 | double | Задержка строба дальности относительно излучаемого импульса, м | Можно отрезать ненужные шумы, если мы знаем где находится отраженный импульс. Работает, только если включить стробирование. |
| 52-59 | double | Длительность строба дальности, мкс |
| 60-63 | int | 0 – включение импульсной модуляции  1 – включение ЛЧМ модуляции  2 – включение стробирования  4 – включение аппаратного режима непрерывного излучения (если хочется пооблучаться)  6 – активировать сброс DDS  23-24 – режим сброса DDS (см комм.) | Режимы сброса DDS:  00 – один сброс в начале пачки  01 – сброс в начале каждого импульса  10 – режим хитрой модуляции |
| 64-65 | short | Настройка аттеньюатора в передатчике, дБ/2 | Значение в дБ нужно умножить на 2 |
| 66-67 | short | Настройка аттеньюатора в приемнике, дБ/2 | Значение в дБ нужно умножить на 2 |
| 68-69 | short | Настройка переключателей  0-1 – поляризация передающих антенн  2-3 – поляризация приемных антенн  4 – переключатель приемных антенн | Поляризация:  00 – XX  01 – XY  10 – YX  11 - YY |

**2.4.2 Команда № 0x0002**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Размер одной осциллограммы, байт/1024 | Размер осциллограммы кратен 1024 байтам. В одной выборке 1 байт. |

**2.4.3 Команда № 0x0004**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Размер одной осциллограммы, байт/1024 | Размер осциллограммы кратен 1024 байтам. В одной выборке 1 байт. |
| 4-7 | int | Количество вариаций параметров для одного импульса, шт | Всего положений различных переключателей составляет на сегодняшний день 32 шт. |
| 8-11 | int | Количество осциллограмм, шт | 1 |

**2.4.4 Команда № 0x0008**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Размер одной осциллограммы, байт/1024 | Размер осциллограммы кратен 1024 байтам. В одной выборке 4 байта. |

**2.4.5 Команда № 0x0009**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Размер одной осциллограммы, байт/1024 | Размер осциллограммы кратен 1024 байтам. В одной выборке 4 байта. |
| 4-7 | int | Количество вариаций параметров для одного импульса, шт | Всего положений различных переключателей составляет на сегодняшний день 32 шт. |
| 8-11 | int | Количество осциллограмм, шт | 1 |

**2.4.6 Команда № 0x0003**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Размер одной осциллограммы, байт/1024 | Размер осциллограммы кратен 1024 байтам. В одной выборке 1 байт. |
| 4-7 | int | Количество осциллограмм, шт |  |
| 8-11 | int | Задержка между импульсами, мс |  |

**2.4.7 Команда № 0x000A**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Размер одной осциллограммы, байт/1024 | Размер осциллограммы кратен 1024 байтам. В одной выборке 4 байта. |
| 4-7 | int | Количество осциллограмм, шт |  |
| 8-11 | int | Задержка между импульсами, мс |  |

**2.4.8 Команда № 0x0005**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Размер одной осциллограммы, байт/1024 | Размер осциллограммы кратен 1024 байтам. В одной выборке 1 байт. |
| 4-7 | int | Количество вариаций параметров для одного импульса, шт | Всего положений различных переключателей составляет на сегодняшний день 32 шт. |
| 8-11 | int | Количество осциллограмм, шт |  |
| 12-15 | int | Задержка между импульсами, мс |  |

**2.4.9 Команда № 0x000B**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Размер одной осциллограммы, байт/1024 | Размер осциллограммы кратен 1024 байтам. В одной выборке 4 байта. |
| 4-7 | int | Количество вариаций параметров для одного импульса, шт | Всего положений различных переключателей составляет на сегодняшний день 32 шт. |
| 8-11 | int | Количество осциллограмм, шт |  |
| 12-15 | int | Задержка между импульсами, мс |  |

**2.4.10 Команда № 0x0006**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Размер одной осциллограммы, байт/1024 | Размер осциллограммы кратен 1024 байтам. В одной выборке 1 байт. |
| 4-7 | int | Количество вариаций параметров для одного импульса, шт | Всего положений различных переключателей составляет на сегодняшний день 32 шт. |
| 8-11 | int | Количество осциллограмм, шт |  |
| 12-15 | int | Задержка между импульсами, мс |  |

**2.4.11 Команда № 0x0007**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Размер одной осциллограммы, байт/1024 | Размер осциллограммы кратен 1024 байтам. В одной выборке 4 байта. |
| 4-7 | int | Количество вариаций параметров для одного импульса, шт | Всего положений различных переключателей составляет на сегодняшний день 32 шт. |
| 8-11 | int | Количество осциллограмм, шт |  |
| 12-15 | int | Задержка между импульсами, мс |  |

**3. Формат ответных пакетов**

Установка может излучать одиночные импульсы и одиночные импульсы с вариацией конфигурации аппаратной части (ключи поляризации и приемной антенны). Каждый импульс может расщепиться в пачку, по длине которой происходит аппаратное накопление.

Ответные пакеты формируются по такому же принципу как и формирование командных пакетов (см. пп 2.1 и 2.2).

В ответном пакете, номер команды соответствует номеру команды, которой были запрошены данные. Соответственно количество вариантов ответных пакетов соответствует количеству вариантов командных пакетов. Ответ на одну команду по объему может состоять из нескольких пакетов. Внутри пакета ведется нумерация, по которой можно определить какая часть данных от общего объема пришла в ответ. Механизма перезапроса потерянных пакетов не существует в текущей реализации.

**3.1 Ответ №0x0001**

Ответа на команду №0x0001 нет.

**3.1 Ответ №0x0002**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Номер осциллограммы | Равен 0 |
| 4-7 | int | Номер подбуфера | Равен текущему номеру подбуфера. Размер подбуфера 1024 байта. |
| 8-1031 | int | Выборки осциллограммы | В одной выборке 1 байт |

**3.2 Ответ №0x0003**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Номер осциллограммы | Равен текущему номеру осциллограммы |
| 4-7 | int | Номер подбуфера | Равен текущему номеру подбуфера. Размер подбуфера 1024 байта. |
| 8-1031 | int | Выборки осциллограммы | В одной выборке 1 байт |

**3.3 Ответ №0x0004**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Номер осциллограммы | Равен текущему номеру осциллограммы |
| 4-7 | int | Номер вариации импульса | Равен текущему номеру вариации импульса |
| 4-7 | int | Номер подбуфера | Равен текущему номеру подбуфера. Размер подбуфера 1024 байта. |
| 8-1031 | int | Выборки осциллограммы | В одной выборке 1 байт |

**3.4 Ответ №0x0005**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Номер осциллограммы | Равен текущему номеру осциллограммы |
| 4-7 | int | Номер вариации импульса | Равен текущему номеру вариации импульса |
| 4-7 | int | Номер подбуфера | Равен текущему номеру подбуфера. Размер подбуфера 1024 байта. |
| 8-1031 | int | Выборки осциллограммы | В одной выборке 1 байт |

**3.5 Ответ №0x0006**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Номер осциллограммы | Равен 0 |
| 4-7 | int | Номер вариации импульса | Равен текущему номеру вариации импульса |
| 4-7 | int | Номер подбуфера | Равен текущему номеру подбуфера. Размер подбуфера 1024 байта. |
| 8-1031 | int | Выборки осциллограммы | В одной выборке 1 байт |

**3.6 Ответ №0x0007**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Номер осциллограммы | Равен текущему номеру осциллограммы |
| 4-7 | int | Номер вариации импульса | Равен текущему номеру вариации импульса |
| 4-7 | int | Номер подбуфера | Равен текущему номеру подбуфера. Размер подбуфера 1024 байта. |
| 8-1031 | int | Выборки осциллограммы | В одной выборке 4 байта |

**3.7 Ответ №0x0008**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Номер осциллограммы | Равен 0 |
| 4-7 | int | Номер подбуфера | Равен текущему номеру подбуфера. Размер подбуфера 1024 байта. |
| 8-1031 | int | Выборки осциллограммы | В одной выборке 4 байта |

**3.8 Ответ №0x0009**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Номер осциллограммы | Равен текущему номеру осциллограммы |
| 4-7 | int | Номер вариации импульса | Равен текущему номеру вариации импульса |
| 4-7 | int | Номер подбуфера | Равен текущему номеру подбуфера. Размер подбуфера 1024 байта. |
| 8-1031 | int | Выборки осциллограммы | В одной выборке 4 байта |

**3.9 Ответ №0x000A**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Номер осциллограммы | Равен 0 |
| 4-7 | int | Номер подбуфера | Равен текущему номеру подбуфера. Размер подбуфера 1024 байта. |
| 8-1031 | int | Выборки осциллограммы | В одной выборке 4 байта |

**3.10 Ответ №0x000B**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Тип параметра** | **Назначение** | **Комментарий** |
| 0-3 | int | Номер осциллограммы | Равен текущему номеру осциллограммы |
| 4-7 | int | Номер вариации импульса | Равен текущему номеру вариации импульса |
| 4-7 | int | Номер подбуфера | Равен текущему номеру подбуфера. Размер подбуфера 1024 байта. |
| 8-1031 | int | Выборки осциллограммы | В одной выборке 4 байта |

Жилаю удачи :)