

Блок электроники для датчика тока для канала Сибирь1 – Сибирь2 (Курчатовский институт).

1. Общее описание.

Блок “Beam Current Monitor” (или блок датчика тока) выполнен в корпусе 1 U евромеханики шириной 19 дюймов и глубиной 280 мм. Блок располагается рядом с датчиком тока и соединяется с ним 16-ю короткими 50-омными кабелями. Запуск блока возможен как электрическим импульсом “Перепуск” амплитудой 2-5 В, длительностью более 40 нс, так и световым сигналом, поступающим через оптический кабель. Второй вариант более устойчив к помехам, поэтому является более предпочтительным. Блок “Beam Current Monitor” подключается к сети Ethernet 100 Mb/sec. Питается он от сети 220В 50 Гц.



Рис.1. Блок “Beam Current Monitor” – вид спереди.

На передней панели находятся 1 разъем типа SMA, 1 световой разъем, 3 светодиода (2 красных и 1 зеленый), гнездо для подключения кабеля Ethernet и выключатель питания (Рис.1). SMA разъем и световой разъем с надписью “START” предназначен для подачи синхроимпульса “Перепуск”, привязанный по времени с перепуском пучка из Сибири-1 в Сибирь-2. Гнездо Ethernet через кабель соединяется с локальной сетью, частота работы 100 Мбит/сек. Назначение светодиодов:

- зеленый светодиод “Р” горит при включении питания и правильном конфигурировании FPGA;
- левый красный светодиод “L” загорается, когда появляется связь блока с Ethernet сетью (наличие “Link”);
- правый красный светодиод “С” загорается во время цикла измерения.

На задней панели находятся 16 разъемов типа SMA для соединения с датчиком тока и гнездо сетевого питания 220В.



Рис.2. Блок “Beam Current Monitor” – вид сзади.

2. Принцип действия блока “Beam Current Monitor”.

Блок-схема блока “Beam Current Monitor” (блока датчика тока) представлена на Рис.3.

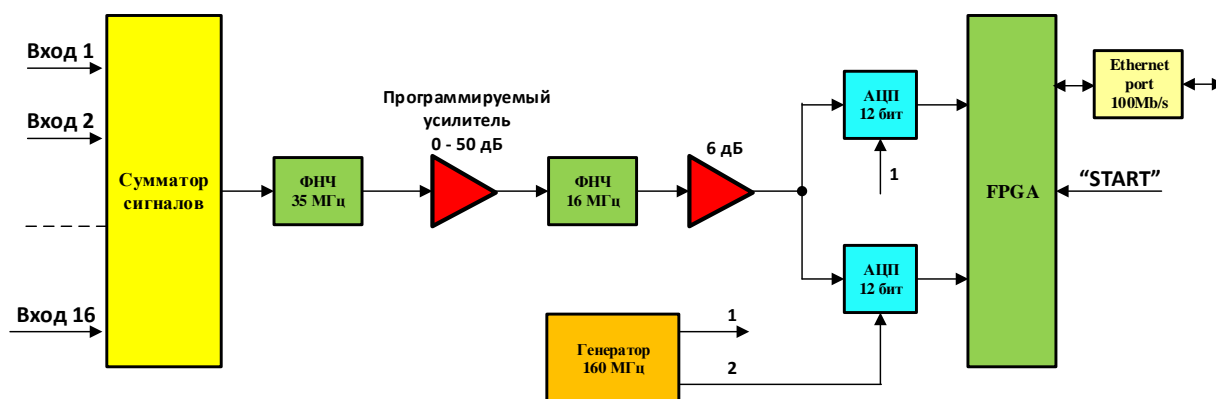


Рис.3. Блок-схема блока “Beam Current Monitor”.

С 16 выходов датчика тока сигналы поступают на 16 входов блока “Beam Current Monitor”. Затем эти сигналы суммируются в аналоговом сумматоре, проходят через ФНЧ с полосой 35 МГц и далее поступают на Усилитель с регулируемым усилением (УРУ), имеющим диапазон регулировки усиления 50 дБ, шаг регулировки усиления 2 дБ. Затем сигнал поступает на ФНЧ с полосой 16 МГц, который окончательно формирует длительность сигнала около 50 нс (Рис.2). Данный сигнал затем преобразуется в цифровой вид с помощью 12-разрядного АЦП, работающего с частотой 320 МГц. Реально данный АЦП состоит из 2-х АЦП, каждый из которых работает с частотой выборок 160 МГц. Сигналы с частотой выборок 160 МГц (выходы 1, 2 Генератора) поступает на эти АЦП в противофазе.

По приходу синхроимпульса “START” через программируемое время задержки T_{DEL0} в блоке запускается цикл измерения, в процессе которого заполняется массив размером 64К (65536) точек. Полная длительность “осциллограммы” – около 205 мкс. Для того, чтобы попасть точно на сигнал, в блоке предусмотрена начальная задержка $Del0$, которая может регулироваться в пределах от 0 до 65535 периодов частоты выборок АЦП (примерно 0-205 мкс) кодом в регистре 1. Таким образом, заполнение буфера АЦП начнется через $Ndel0$ периодов частоты выборок АЦП после прихода синхроимпульса “START”, где $Ndel0$ – содержимое регистра 1. По окончании цикла измерения в блоке

будет заполнен буфер АЦП – массив из 65536 чисел типа *unsigned short int* (диапазон 0-4095). Для получения реальных знаковых чисел нужно из исходных чисел вычесть 2048.

Помимо работы от внешнего запуска в пикап-станции предусмотрен режим работы от внутреннего запуска (бит 1 регистра 0 установлен в “1”). Запуская цикл измерения в режиме внутреннего запуска, можно измерить сдвиги нулей обоих АЦП. В полученном массиве данных нечетные номера чисел будут соответствовать АЦП 1, четные – АЦП 2. Соответственно, вычитать сдвиги нуля нужно отдельно для четных и нечетных номеров чисел массива.

Обработка сигнала включает в себя нахождение вольт-секундной площади сигнала, представленного на Рис.4, и выполняется в компьютере.

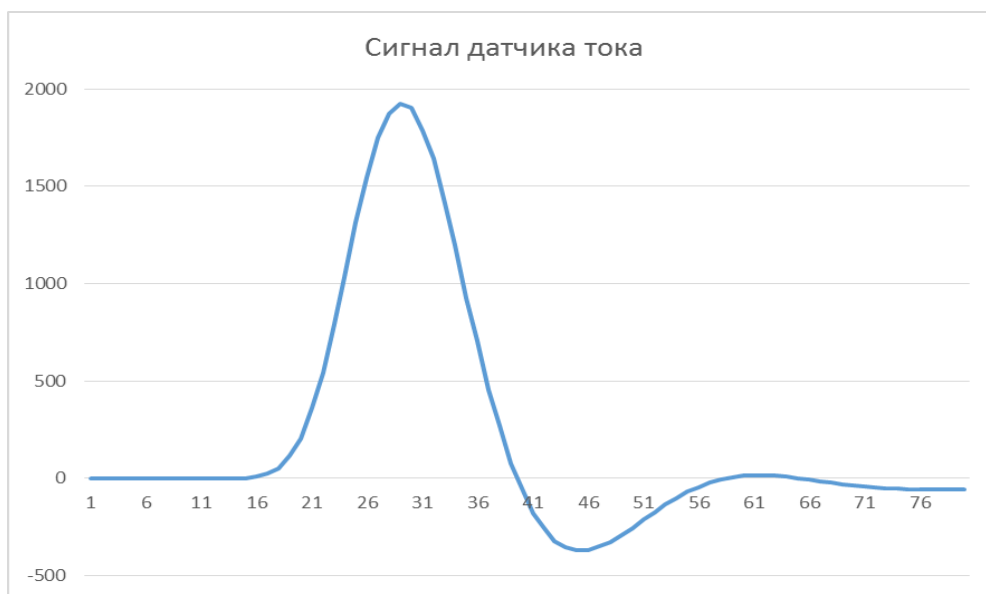


Рис.4. Сигнал датчика тока в цифровом виде (приведен в кодах АЦП).

Интегрирование осуществляется для всего сигнала, начиная с точки 15 на Рис.2, заканчивая точкой 75. При этом отрицательный выброс сигнала инвертируется, то есть, интегрирование осуществляется для модуля сигнала. Для того, чтобы привести в соответствие измеренный интеграл сигнала U с реальной вольт-секундной площадью сигнала на входе блока S , экспериментальным путем проводилась калибровка блока для разных коэффициентов усиления. В результате получена следующая формула для вычисления вольт-секундной площади сигнала на входе:

$$S = K_0 \times U / \text{Gain_abs} [\text{B} \times \text{нс}],$$

где $K_0 = 0.0076$ – коэффициент, найденный для усиления 0 дБ (код усиления 0),
 Gain_abs – абсолютное значение усиления блока.

3. Программирование блока “Beam Current Monitor”.

Для приема-передачи данных в блок датчика тока реализован UDP сервер. Сервер получает параметры, которые записывает в соответствующие регистры, а также команды на выполнение/остановку измерений и получение результатов измерений.

Все блоки датчика тока имеют фиксированный номер порта 2195. Номер порта компьютера, с которого происходит обращение к блоку датчика тока, может быть произвольным. Именно на этот порт и придет ответ блока датчика тока.

Из всех ICMP пакетов блок датчика тока отвечает только на PING. Другие ICMP пакеты игнорируются.

По окончании цикла измерения в блоке находится “осциллограмма” сигнала датчика тока – массив из 65536 чисел типа *unsigned short int* (диапазон 0-4095).

Запуск измерения может быть внутренним – сразу после прихода соответствующей команды, или внешним – по приходу внешнего синхроимпульса “START”, привязанного к моменту перепуска пучка.

Порядок байт, используемый при передаче данных из компьютера в блок и обратно – big endian (от старшего байта к младшему). Все пакеты, посылаемые блоком датчика тока, содержат байт идентификации (байт 0), по которому можно однозначно определить тип пакета.

3.1. Описание регистров параметров.

В Таблицах 1-22 приведено описание регистров параметров. Всего регистров 32 (номера 0-31). Длина каждого регистра – 2 байта.

Таблица 1. Описание регистра 0 (адрес 0x00).

Номера битов	0, 2-15	1
Описание	Не используются	Внешний (0) или внутренний запуск (1) измерений

Если бит 1 регистра 0 равен “1”, то измеряется только сдвиг нулей АЦП.

Таблица 2. Описание регистра 1 (адрес 0x01).

Номера битов	0-15
Описание	$Ndel0$ – задержка начала записи “осциллограммы” после прихода синхроимпульса “START” (в периодах частоты выборок АЦП)

Реальная величина начальной задержки: $Del0 = Ndel0 \times 3.125$ нс.

Таблица 3. Описание регистра 2 (адрес 0x02).

Номера битов	8-15	0-4
Описание	Не используются	Код усиления K_gain (0-24)

Код усиления K_gain лежит в диапазоне от 0 до 24.

Установленная величина усиления $Gain = 2 \times K_gain$ [дБ].

Таблица 4. Описание регистра 3 (адрес 0x03).

Номера битов	1-15	0
Описание	Не используются	Порядок следования массивов 2-х АЦП (должен быть 0)

Бит 0 регистра 3 определяет порядок следования двух массивов АЦП. Должен быть всегда установлен в 0. Два АЦП работают с частотой 160 МГц со сдвигом фазы между ними в полпериода.

Таблица 4. Описание регистра 8 (адрес 0x08).

Номера битов	0-15
Описание	Код измеренного значения опорной частоты

Регистр 8 работает только на чтение. При подаче команды на чтение этого регистра читается код измеренного значения опорной частоты $code$, который связан с самой измеренной опорной частотой следующей формулой: $F_{оп} = (50 \times code) / 8192$ МГц. Опорная частота $F_{оп}$ является частотой выборок АЦП и должна быть примерно равна 160 МГц.

Таблица 4. Описание регистра 9 (адрес 0x09).

Номера битов	1-15	0
Описание	Не используются	Бит разрешения записи сетевых параметров во FLASH память, а также перезаписи из буферов сетевых параметров в рабочие регистры сетевых параметров с помощью команды 0x0a

Регистры 14-31 используются для записи/чтения сетевых настроек.

Таблица 5. Описание регистра 14 (адрес 0x0e).

Номера битов	0-15
Описание	Старшие 2 байта IP адреса для записи во FLASH память

Таблица 6. Описание регистра 15 (адрес 0x0f).

Номера битов	0-15
Описание	Младшие 2 байта IP адреса для записи во FLASH память

Таблица 7. Описание регистра 16 (адрес 0x10).

Номера битов	0-15
Описание	Старшие 2 байта маски подсети для записи во FLASH память

Таблица 8. Описание регистра 17 (адрес 0x11).

Номера битов	0-15
Описание	Младшие 2 байта маски подсети для записи во FLASH память

Таблица 9. Описание регистра 18 (адрес 0x12).

Номера битов	0-15
Описание	Старшие 2 байта адреса шлюза для записи во FLASH память

Таблица 10. Описание регистра 19 (адрес 0x13).

Номера битов	0-15
Описание	Младшие 2 байта адреса шлюза для записи во FLASH память

Регистры 22-27 работают только на чтение. При подаче команд на чтение этих регистров читаются буферы сетевых параметров. В данные буферы записываются сетевые параметры из FLASH памяти после включения питания блока, либо после подачи команды 0x0f.

Таблица 11. Описание регистра 22 (адрес 0x16).

Номера битов	0-15
Описание	Младшие 2 байта буфера IP адреса

Таблица 12. Описание регистра 23 (адрес 0x17).

Номера битов	0-15
Описание	Старшие 2 байта буфера IP адреса

Таблица 13. Описание регистра 24 (адрес 0x18).

Номера битов	0-15
Описание	Младшие 2 байта буфера маски подсети

Таблица 14. Описание регистра 25 (адрес 0x19).

Номера битов	0-15
Описание	Старшие 2 байта буфера маски подсети

Таблица 15. Описание регистра 26 (адрес 0x1a).

Номера битов	0-15
Описание	Младшие 2 байта буфера адреса шлюза

Таблица 16. Описание регистра 27 (адрес 0x1b).

Номера битов	0-15
Описание	Старшие 2 байта буфера адреса шлюза

Регистры 20-21, 28-31 работают также только на чтение. При подаче команд на чтение этих регистров читаются рабочие регистры сетевых параметров. В данные рабочие регистры записываются сетевые параметры из FLASH памяти после включения питания блока, либо после подачи команды 0x0f.

Таблица 17. Описание регистра 28 (адрес 0x16).

Номера битов	0-15
Описание	Младшие 2 байта рабочего регистра IP адреса

Таблица 18. Описание регистра 29 (адрес 0x17).

Номера битов	0-15
Описание	Старшие 2 байта рабочего регистра IP адреса

Таблица 19. Описание регистра 30 (адрес 0x18).

Номера битов	0-15
Описание	Младшие 2 байта рабочего регистра маски подсети

Таблица 20. Описание регистра 31 (адрес 0x19).

Номера битов	0-15
Описание	Старшие 2 байта рабочего регистра маски подсети

Таблица 21. Описание регистра 20 (адрес 0x1a).

Номера битов	0-15
Описание	Младшие 2 байта рабочего регистра адреса шлюза

Таблица 22. Описание регистра 21 (адрес 0x1b).

Номера битов	0-15
Описание	Старшие 2 байта рабочего регистра адреса шлюза

Регистры 10-12 – служебные. Регистры 4-7 и 13 не используются, хотя в них можно записывать коды, и из них можно читать коды.

3.2. Структура команд.

Команды, посылаемые из компьютера в блок датчика тока, содержат 6 байт. На Рис.5 показана структура команды.



Рис.5. Структура команды.

Байт 0 содержит код команды. Байт 1 для команд записи в рабочие регистры и чтения из рабочих регистров содержит номер регистра, для остальных команд может быть произвольным. Байты 2,3 для команды записи в рабочий регистр содержат данные, которые нужно записать в регистр, для команд запроса чтения буфера АЦП (основного или калибровочного сигналов) определяют номер начальной страницы буфера АЦП, для остальных команд не имеют значения. Байты 4,5 для команды запроса чтения буфера АЦП определяют номер конечной страницы буфера АЦП, для остальных команд не имеют значения.

После получения команды блок датчика тока сразу же посылает пакет подтверждения получения команды “АСК” (Acknowledgement) – 4 байта, показанные на Рис.6.



Рис.6. Ответ “АСК” на полученную команду.

Байт 0 – тип пакета (0x10). Байт 1 – код команды, байт 2 – номер регистра, байт 3 – статус. Если команда правильная, то есть, это существующая команда, и номер регистра лежит в диапазоне 0-31, то статус равен 0x0F. Если поступает несуществующая команда, то статус равен 0x10. Если номер регистра лежит за диапазоном 0-31, то статус равен 0x20.

В блоке датчика тока реализован двухуровневый стек команд. Имеется буфер команд и рабочий регистр команд. Первоначально, поступающая команда записывается в буфер. Если блок датчика тока в момент прихода какой-либо команды свободен (не занят выполнением предыдущей команды), то сразу же произойдет перезапись из буфера команд в рабочий регистр команд, и команда начнет выполняться. Если блок датчика тока в момент прихода какой-либо команды занята выполнением предыдущей команды, то перезапись из буфера команд в рабочий регистр команд (с последующим выполнением команды) произойдет только после выполнения предыдущей команды. Если в момент ожидания выполнения команды поступит еще одна команда, то она перезапишет команду, находившуюся в буфере. Если запущен цикл измерения, то все команды кроме команды

“Reset” (0x05) выполняются после окончания цикла. Подробнее об этом будет сказано ниже.

3.3. Описание типов команд.

1) **Команда 0x00** - запись в регистры параметров. Номер регистра содержится в байте 1 команды, записываемые данные – в байтах 2,3. В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “АСК”. Если команда 0x00 подается в момент, когда запущен цикл измерения, запись в регистр начнется только после окончания цикла измерения. В промежутке времени между приходом команды 0x03 и приходом внешнего импульса запуска “START” (в режиме работы с внешним запуском) команда 0x00 выполняться может.

2) **Команда 0x03** – запуск цикла измерения.

В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “АСК”. Затем, если блок датчика тока работает в режиме с внутренним запуском (бит 1 регистра 0 равен 1), сразу же запустится цикл измерения. Если же блок датчика тока работает в режиме с внешним запуском (бит 1 регистра 0 равен 0), цикл измерения запустится только после прихода внешнего импульса “START”. По окончании цикла измерения блок датчика тока посылает пакет из 2-х байт “CONF” (“Confirmation”), показанный на Рис.7. Данный пакет сигнализирует о том, что цикл измерения успешно завершился, можно читать данные.



Рис.7. Пакет “CONF”, посылаемый после окончания цикла измерения.

3) **Команда 0x04** – чтение регистра параметров.

Номер регистра, чтение которого запрашивается, содержится в байте 2 команды. В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “АСК”. Затем сразу же посылает 4-х байтовый пакет данных, показанный на Рис.8.



Рис.8. Структура получаемого пакета в ответ на команду 0x04.

Байт 0 – тип пакета (0xF4), по нему идентифицируется полученный компьютером пакет. Байт 1 – номер регистра, из которого читается содержимое. Байты 2,3 – само содержимое прочитанного регистра – 2 байта. Если команда 0x04 подается в момент, когда запущен цикл измерения, отправка пакета данных начнется только после окончания цикла измерения. В промежутке времени между приходом команды 0x03 и приходом

внешнего импульса запуска “START” (в режиме работы с внешним запуском) команда 0x04 выполняться может.

4) **Команда 0x05** – команда остановки цикла измерения (“Reset”).

В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “АСК”. Затем сразу же выполняет данную команду, то есть останавливает цикл измерения. Вообще, полезно перед каждым новым запуском измерения подавать данную команду.

5) **Команда 0x07** – обнуление счетчика номера измерения.

В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “АСК”. Затем сразу же выполняет данную команду, то есть обнуляет номер измерения.

6) **Команда 0x0C** – запись в регистр параметров с последующим чтением.

Данная команда объединяет команды 0x00 и 0x04. Номер регистра содержится в байте 1 команды, записываемые данные – в байтах 2,3. В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “АСК”. Момент выполнения записи в регистры зависит от того, запущен в момент прихода команды цикл измерения или нет. Если цикл измерения запущен, то процесс записи в регистр осуществится только после его окончания. Затем, после записи в регистр сразу же осуществляется его чтение. Блок датчика тока посылает 4-байтовый пакет, показанный на Рис.8.

7) **Команда 0x08** – чтение буфера данных АЦП из блока датчика тока.

В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “АСК”. Затем, в зависимости от того, запущен цикл измерения или нет, он, либо сразу же посылает данные (если цикл измерения не запущен), либо ожидает окончания цикла измерения, и только затем посылает данные.

Осциллограмма содержит 65536 точек по времени (выборки АЦП). Значения лежат в диапазоне 0-4095, для получения реальных напряжений нужно вычесть 2048.

Каждая точка (выборка АЦП) представляет собой 2-байтовое число типа *unsigned short int* в кодах АЦП (диапазон – 0-4095). Логически весь объем буфера разбит на 128 страниц, каждая страница содержит 512 выборок АЦП (Рис.9).

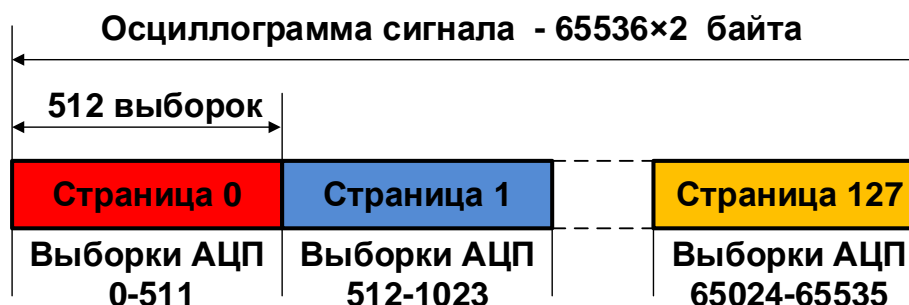


Рис.9. Структура буфера АЦП сигнала с пикапа.

С помощью команды 0x08 можно прочитать любую порцию страниц. Диапазон читаемых страниц задается самой командой (см. Рис.5). Начальная страница N_{p1} содержится в байтах 2,3 команды. Конечная страница N_{p2} содержится в байтах 4,5 команды. В ответ на команду посылается N_p страниц в диапазоне от N_{p1} до N_{p2}

включительно ($N_p = N_{p1} - N_{p2} + 1$). Каждая страница посылается отдельным пакетом со своей 10-байтовой “шапкой” (Рис.10).

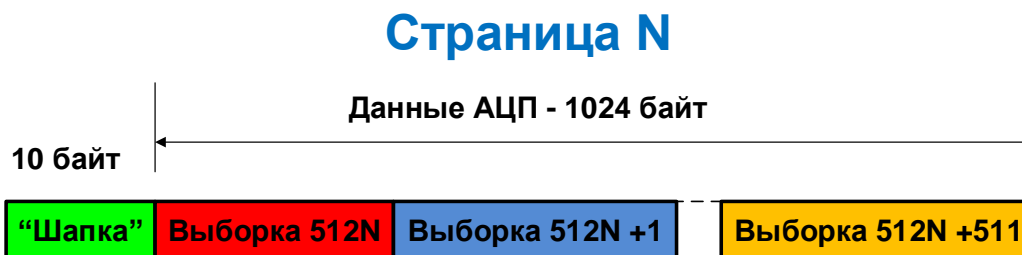


Рис.10. Структура одного из пакетов, содержащего страницу N.

Размер каждого пакета равен 1034 байт. Вначале идет 10-байтовая “шапка”, затем массив из 512 точек, нечетные номера точек соответствуют АЦП 1, четные номера точек соответствуют АЦП 2. Структура “шапки” показана на Рис.11.



Рис.11. Содержимое “шапки” при посылке пакета расширенного буфера АЦП.

Байт 0 – тип пакета (0xF1), по нему идентифицируется полученный компьютером пакет. Байт 1 – код команды (0x08). Байт 2 – номер “кадра” (0-255), он эквивалентен байту 1 команды (“Номер регистра”), то есть задается запрашиваемым устройством. Байты 3, 4 – номер пакета (равный номеру страницы). Байты 5, 6 – начальная страница N_{p1} запрашиваемой порции страниц. Байты 7, 8 – конечная страница N_{p2} запрашиваемой порции страниц. Байт 9 – номер измерения. В случае, если какой-либо пакет из запрашиваемой порции окажется испорченным, его можно будет получить еще раз, запросив данную страницу.

8) **Команда 0x06** – инициализация генератора опорной частоты – частоты выборок АЦП (~160 МГц).

В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “АСК”. Затем сразу же выполняет данную команду, то есть инициализирует генератор опорной частоты. Процесс инициализации занимает по времени около 1 сек. По окончании инициализации блок датчика тока посылает пакет из 2-х байт “CONF”, показанный на Рис.12.



Рис.12. Пакет “CONF”, посылаемый после окончания инициализации генератора опорной частоты.

Данную процедуру необходимо выполнять каждый раз после включения блока датчика тока. Измерить опорную частоту можно, прочитав регистр 8. Связь между опорной частотой $F_{оп}$ и прочитанным кодом $code$: $F_{оп} = (50 \times code) / 8192$ МГц. Контроль за опорной частотой позволяет отследить просадки (кратковременные выключения) питания. В отсутствие инициализации опорная частота лежит за пределами диапазона 160 ± 1 МГц. Таким образом, критерием правильности установки опорной частоты является нахождение этой частоты в диапазоне 159 – 161 МГц.

Следующие 3 команды относятся к записи сетевых параметров во FLASH память и чтению этих параметров из FLASH памяти.

9) **Команда 0x09** – запись сетевых параметров во FLASH память.

В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “ACK”. Если перед подачей данной команды бит 0 регистра 9 установлен в “1”, то далее начнется процесс перезаписи сетевых параметров из регистров 14-19 во FLASH память. По времени этот процесс будет занимать около 6 сек. Если перед подачей данной команды бит 0 регистра 9 установлен в “0”, то никакой записи во FLASH память не будет, команда будет просто проигнорирована.

10) **Команда 0x0f** – чтение сетевых параметров из FLASH памяти.

В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “ACK”. Далее начнется процесс чтения сетевых параметров из FLASH памяти в буферы IP адреса, маски подсети и адреса шлюза. По времени этот процесс будет занимать около 10 мс. Прочитать содержимое буферов можно, читая регистры 22-27.

11) **Команда 0x0a** – перезапись сетевых параметров из буферов в рабочие регистры IP адреса, маски подсети и адреса шлюза.

В ответ на эту команду блок датчика тока сразу же посылает 4 байта “ACK”. Далее произойдет перезапись сетевых параметров из буферов IP адреса, маски подсети и адреса шлюза в соответствующие рабочие регистры. Сразу после этого блок датчика тока будет отвечать в соответствии с новым IP адресом, новой маской подсети и новым адресом шлюза. Для выполнения данной команды бит 0 регистра 9 должен быть установлен в “1”, иначе команда будет проигнорирована.

3.4. Сводная таблица типов пакетов от блока датчика тока.

Байт идентификации (байт 0)	Длина пакета (байт)	Тип пакета
0x10	4	Пакет подтверждения получения команды – “ACK”
0x11	2	Пакет, сигнализирующий о завершении либо цикла измерения, либо цикла инициализации генератора опорной частоты – “CONF”
0xF1	1034	Массив данных АЦП (осциллограммы)
0xF4	4	Содержимое рабочего регистра

3.5. Изменение сетевых параметров.

В зависимости от положения джампера на печатной плате (слева внизу от FPGA) блок датчика тока пользуется либо сетевыми параметрами, загружаемыми из FLASH памяти (если джампер разомкнут), либо “дефолтными” сетевыми параметрами (если джампер замкнут). “Дефолтный” IP адрес – 192.168.1.9. “Дефолтными” параметрами можно воспользоваться во время какой-либо аварийной ситуации, когда, например, пользователь зашил какой-нибудь IP адрес, а затем его забыл. Основным режимом является использование сетевых параметров, загружаемых из FLASH памяти. Рабочие сетевые параметры (которыми блок пользуется в данный момент) содержатся в рабочих регистрах IP адреса, маски подсети и адреса шлюза. После включения питания блока, сетевые параметры из FLASH памяти записываются и в буферы, и в рабочие регистры IP адреса, маски подсети и адреса шлюза. Процедура изменения сетевых параметров включает в себя следующие этапы:

- 1) Запись новых значений IP адреса, маски подсети и адреса шлюза в регистры 14-19.
- 2) Установка бита 0 регистра 9 в ‘1’.
- 3) Подача команды 0x09 – запись во FLASH память.
- 4) Подача команды 0x0f – чтение из FLASH памяти в буферы. Далее чтение буферов сетевых параметров через чтение регистров 22-27.
- 5) Если прочитанное содержимое буферов сетевых параметров правильное, то затем – подача команды 0x0a – перезапись из буферов сетевых параметров в рабочие регистры IP адреса, маски подсети и адреса шлюза. Сразу после этой команды блок датчика тока будет откликаться уже на новые параметры. Если прочитанное содержимое буферов сетевых параметров по каким-то причинам неправильное, то можно повторить процесс записи во FLASH память (пункты 1, 3).

Установка бита 0 регистра 9 в ‘0’, чтобы случайно не запустить процесс перезаписи сетевых параметров во FLASH памяти.

4. Программа для работы электроники датчика тока.

Общее описание

Для электроники датчика тока (заряда) канала Сибирь1-Сибирь2 написано демонстрационное программное обеспечение (Device Server) с использованием библиотеки Tango. Задание параметров работы блока осуществляется через «атрибуты» (attribute), выполнение функций через «команды» (commands) девайс сервера. Адрес блока задается через свойства экземпляра класса (properties).

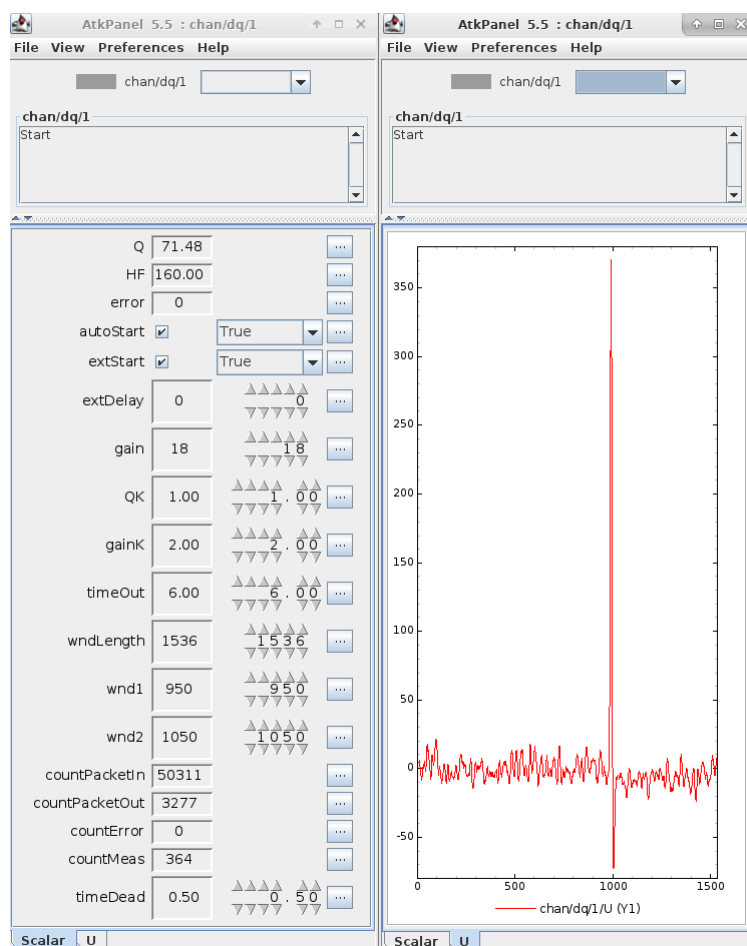


Рис 13. Внешний вид панели управления

Свойства экземпляра класса

Свойство	тип	Пример	Описание
addr	строка	192.168.1.9	IP адрес блока
port	число	2195	Номер порта

Атрибуты

Атрибуты настроек

Атрибут	тип	диапазон	Единицы	Описание
autoStart	DevBool			Автоматический запуск следующего измерения
extStart	DevBool			Запуск измерения от внешнего импульса запуска
QK	DevDouble		Q/(LSB*tick)	Весовой множитель заряда

gain		0-24	Code	Код коэффициента усиления
gainK	DevDouble		dB/code	Весовой множитель регулируемого усилителя
wndLength		0-65536	Tick	Интервал измерения в тактах АЦП
wnd1		0-65536	Tick	Начало окна интегрирования в тактах АЦП
wnd2		0-65536	Tick	Конец окна интегрирования в тактах АЦП
timeOut		1-1000	Sec	Время ожидания
timeDead		0.001-10	sec	Длительность паузы между измерениями

Атрибуты результата

Атрибут	Тип	Единицы	Событие	Описание
Q	DevDouble	Q	Change	Заряд пучка
U	DevDouble[]	LSB	Change	Осциллограмма импульса тока
countMeas	DevLong		Change	Количество совершенных измерений

Атрибуты информационные

Атрибут	Тип	Единицы	Знач.	Описание
HF	DevDouble	МГц	160	Контроль частоты АЦП
error	DevLong		0	Счетчик ошибок после последнего успешного измерения
countError	DevLong			Суммарный счетчик ошибок
CountPacketIn	DevLong			Счетчик принятых пакетов
CountPacketOut	DevLong			Счетчик отправленных пакетов

Команды

Команда	Аргументы	Описание
Start	void - void	Запуск измерения(й)
Stop	void – void	Остановка измерения
ReadRegs	void – void	Чтение регистров блока в консоль
SetNetAddr	string - string	перепрограммирование IP адреса блока

Работа с блоком

По импульсу внешнего запуска, который подается в блок за какое-то время до прихода пучка, запускается АЦП и захватывает осциллограмму импульса тока. Интеграл импульса тока зависит только от полного заряда пучка. Для нахождения измеренного заряда считается площадь импульса и умножается на весовые коэффициенты. В результате получается заряд пролетевшего пучка. Вычисления производятся по формуле:

$$Q = QK * 10^{\frac{gain * gainK}{20}} * \int_{wnd1}^{wnd2} |U[i]| di$$

Для запуска измерения необходимо подать команду Start. Измерение завершается либо по приходу импульса запуска, либо по таймауту (атрибут timeOut). В случае прихода импульса запуска производится обработка полученных данных и генерируется событие Change. В случае таймаута попытка измерения завершается без генерации каких-либо событий. Далее, если установлен атрибут autoStart, то по истечении паузы timeDead

производится запуск следующего измерения. Команду Start можно подавать повторно в момент, когда измерение уже идет, это приводит к сбору счетчика таймаута, и может потребоваться чтобы избежать коллизии конца таймаута с ожидаемым моментом запуска. Команда Stop останавливает проведение измерения.

Смена IP адреса

Существует возможность дистанционной смены IP адреса блока. Если на плате установлена переключатель, то блок использует следующие жестко запрограммированные настройки:

- IP 192.168.1.9
- MASK 255.255.255.0
- GATEWAY 192.168.1.2

Если переключатель не установлена, используются значения из флэш памяти. Посмотреть текущие настройки можно с помощью команды ReadRegs, вывод осуществляется в консоль девайс сервера. Пример вывода:

```
7 0x0000
8 0x6666 HF 159.997559
9 0x0000 flash 0
10 0x0000
11 0x0000
12 0x0000
13 0x0000
14 0x0000 write ip 0.0.0.0
15 0x0000
16 0x0000 write m 0.0.0.0
17 0x0000
18 0x0000 write gw 0.0.0.0
19 0x0000
20 0x0102 work gw 192.168.1.2
21 0xc0a8
22 0x0109 flash ip 192.168.1.9
23 0xc0a8
24 0xff00 flash m 255.255.255.0
25 0xffff
26 0x0102 flash gw 192.168.1.2
27 0xc0a8
28 0x0109 work ip 192.168.1.9
29 0xc0a8
30 0xff00 work m 255.255.255.0
31 0xffff
```

Рис 14. Пример вывода команды ReadRegs.

Сменить IP адрес можно с помощью команды SetNetAddr. На вход команда принимает строку текста в формате:

address mask gateway [commit]

Проверить аргумент можно подав на вход команды строку без слова commit:

SetNetAddr("192.168.1.9 255.255.255.0 192.168.1.1")

В ответ команда вернет строку так как она ее распознала, и если все аргументы распознались успешно запишет их в регистры помеченные словом write на Рис 14.

Если все получилось, можно добавить слово commit, и изменения будут применены:

SetNetAddr("192.168.1.9 255.255.255.0 192.168.1.1 commit") =>

вернет "192.168.1.9 255.255.255.0 192.168.1.1 commit"

Перепрограммирование флэш памяти занимает около 15 секунд, по окончании программирования в консоли девайс сервера и строке статуса будет выдано сообщение «netaddr commit». После этого надо будет изменить свойства девайс сервера и перезапустить его. Если программирование IP адреса закончилось неудачей, верните стандартные настройки с помощью переключателя, и попробуйте снова.