

АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ А2011 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

Двухканальный аналого-цифровой преобразователь А2011 (далее – устройство А2011) предназначен для оцифровки внешних аналоговых сигналов в реальном времени с частотой до 60 Мвыборок/сек и передачи оцифрованных данных по сети Ethernet со скоростью 1Гбит/сек¹.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Основные технические характеристики	2
описание внешних элементов устройства	3
Настройки сетевой передачи данных	4
Форматы передачи данных	6
Формат заголовка пакета	6
Формат упаковки отсчётов сигналов	7
Работа в режиме квадратурных детекторов	8
Типовые применения устройства.....	9
Применение устройства А2011 в системах заказчика	10
Гарантийные обязательства	10
Информация для заказа	11

¹ Основная версия микропрограммного обеспечения (МПО) не поддерживает работу на скорости 100Мбит/сек («Fast Ethernet»). Опционально возможна комплектация устройства А2011 МПО, которое поддерживает автоматический выбор скорости. Однако, в этом случае скорости, указанные в вышеприведённой таблице, не гарантируются.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметр	Значение	Примечания
Количество каналов	½	Настраивается пользователем, см. далее раздел «Настройки сетевой передачи данных»
Тип входов	Открытые/3 акрытые	В зависимости от заказанного варианта
Максимальная частота оцифровки F_{max}	60МГц	Во всех режимах, при одном включённом канале и 16-битном режиме, либо при двух включённых каналах в 8-битных режимах (см. далее раздел «Формат упаковки отсчётов сигналов»)
Максимальный размах входного напряжения в рабочем диапазоне	±1В	
Разрядность АЦП	14	
Входной ток, не более	1мкА	
Максимально допустимое входное напряжение на аналоговых входах, не менее	±5В	
Допускаемая относительная погрешность частоты преобразований АЦП, не более	±0,01%	
Межканальное прохождение, не более	-65дБ	При условии 50-омного выходного сопротивления источников аналоговых сигналов во всём частотном диапазоне
Максимально допустимое напряжение на входе «Sync»	+7В	

ОПИСАНИЕ ВНЕШНИХ ЭЛЕМЕНТОВ УСТРОЙСТВА

Внешний вид и элементы, находящиеся на передней и задней панели устройства А2011 показаны на рис. 1 и 2, соответственно.

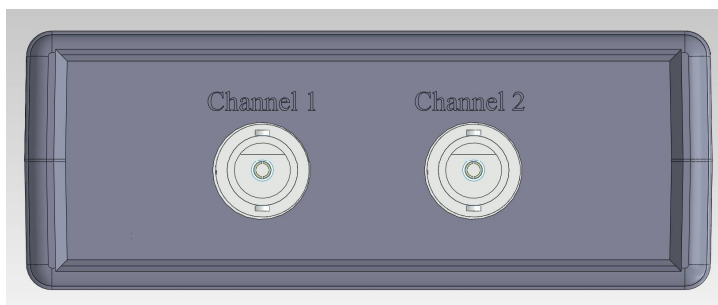


Рис. 1. Эскиз передней панели

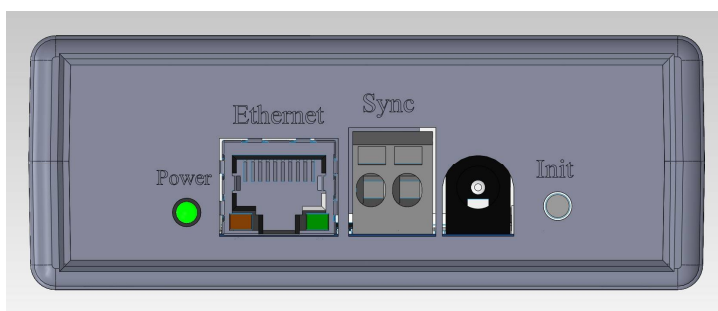


Рис. 2. Эскиз задней панели

На передней панели (рис. 1) размещены два коаксиальных разъёма типа «BNC» для подключения внешних сигналов. Левый по рисунку разъём («Channel 1») подключён к постоянно включённому каналу. Разъём «Channel 2» подключён к каналу, который может быть выключен с помощью настроек устройства (см. далее раздел «Настройки сетевой передачи данных»).

На задней панели (рис. 2) размещён светодиод «Power», разъём для подключения сети Ethernet, разъём внешней синхронизации «Sync», разъём питания и кнопка «Init».

Кнопка «INIT»: используется для сброса настроек устройства в заводское (исходное) состояние. Кнопка утоплена в корпус с целью защиты от случайных нажатий.

ВНИМАНИЕ! Для нажатия кнопки во избежание случайного выхода устройства из строя, запрещается использовать проводящие предметы (скрепки, отвёртки и т.д.).

Разъём питания: не обозначается надписью; является стандартным разъёмом штыревого типа с положительным центральным контактом. Предназначен для подачи напряжения питания 12В, 0,5А от блока питания, прилагаемого в комплекте с устройством А2011.

Разъём «Sync»: вход стробов внешней синхронизации. Он предназначен для подачи полярных сигналов TTL/TTLV-уровней, оснащён защитой от перенапряжений. Разъём нажимного типа («под шлиц»). Левый по рисунку контакт – общий провод устройства, правый контакт – положительный вход сигнала.

Разъём “Ethernet”: стандартный экранированный разъём типа RJ-45 со светодиодной индикацией наличия соединения и передачи данных. Для соединения устройства с сетевыми коммутаторами, или хост-машинами рекомендуется использовать изготовленные промышленным способом кабели с экранированными разъёмами категории не ниже 5е и длиной не более 50м. При использовании иных кабелей производитель не гарантирует бесперебойную работу устройства.

Светодиод «Power»: является индикатором исправности устройства. Светодиод загорается после установления внутренних напряжений питания в заданных пределах и окончания процедуры самопроверки устройства.

НАСТРОЙКИ СЕТЕВОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Устройство осуществляет передачу всех данных с использованием UDP/IP-пакетов Интернет-версии 4 (IPv4) стандартной длины MTU². Настройка и управление устройством также осуществляется с помощью управляющих и ответных UDP/IP-пакетов, т.е. для настройки устройства не требуется никаких дополнительных интерфейсов.

Кроме того, устройство отвечает на ICMP-запросы («ping»), если устройство не находится в режиме передачи оцифрованных данных.

Общий формат управляющего пакета:

Байты ->	1	2	3	4	5
Назначение ->	Данные для записи в регистр				Проверочная сумма

Данные для записи в регистр всегда имеют разрядность 32, старший байт размещается в первом байте UDP-пакета, младший байт – в четвёртом, соответственно. Проверочная сумма есть 8 младших разрядов беззнаковой суммы предыдущих четырёх байт.

Настройка устройства производится путём записи значений в соответствующие управляющие регистры (см. далее раздел «Формат управляющих регистров») с помощью управляющих UDP-пакетов (далее – управляющие пакеты). Значения управляющих регистров могут быть считаны

² Опционально возможна комплектация устройства МПО, которое позволяет посылать Jumbo-пакеты длиной до 9000 байт, см. раздел «Информация для заказа»

путём отправки специального управляющего пакета. При этом В ответ устройство отправит ответный UDP-пакет (далее – ответный пакет) с данными из соответствующего регистра при условии, что устройство не находится в режиме передачи оцифрованных данных.

Обращение к регистру означает отсылку UDP-пакета на соответствующий порт устройства, номер которого однозначно связан с номером регистра по формуле

$$Nport = 50000 + Nreg, \text{ где } Nreg - \text{ номер регистра.}$$

Пользователь может настраивать устройство с помощью следующих групп регистров-портов:

- регистр запроса данных (после отправки управляющего пакета на этот регистр, устройство отвечает пакетом с содержимым выбранного пользователем регистра);
- настройка управляемого генератора тактовой частоты АЦП типа SI514 (два регистра делителей частоты и регистр множителя частоты);
- регистры настройки сетевой конфигурации (IP-адреса устройства, IP-адреса и UDP-порта хост-машины);
- регистр управления АЦП и режимами упаковки данных (см. далее раздел «Форматы передачи данных»);
- регистры настройки квадратурного преобразователя (только для А2011-С2, группа регистров коэффициентов НЧ-фильтров, регистр делителя частоты гетеродина и регистр настройки разрядности выхода фильтров);
- регистр настройки режима входа «Sync» (непрерывная работа/управление от входа «SYNC»; запуск по фронту/спаду/уровню).

ФОРМАТЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Устройство передаёт отсчёты сигналов с помощью UDP/IP – пакетов.

Устройство позволяет пользователю выбрать способы укладки оцифрованных данных в UDP/IP-пакеты.

Общий вид UDP/IP-пакета для всех режимов следующий

Байты ->	1	2	3	4	...	N-1	N
Назначение ->	Заголовок пакета			Отсчёты сигналов			

Параметр длины пакета N задаётся регистром LENGTH_PACK и выбирается в кол-ве отсчётов (пар отсчётов, если работают оба канала) в пределах, допускаемых для соответствующего режима (см. далее раздел «Формат упаковки отсчётов сигналов»).

В случае если включены оба канала, то отсчёты с канала I и канала II идут поочерёдно, при этом первый отсчёт в UDP-пакете всегда идёт из первого канала.

ФОРМАТ ЗАГОЛОВКА ПАКЕТА

Первые два байта (16-разрядное заголовочное слово) содержат в своём составе:

- 1) 4 информационных бита, которые сообщают о текущем режиме работы;
- 2) 12-битный счётчик, увеличивающийся на единицу в каждом очередном UDP-пакете для проверки на потерянные UDP-пакеты.

Назначение битов в заголовочном слове

Бит	Назначение
15	Количество включенных каналов (0 – 2 канала, 1 – 1 канал)
14-13	Способ упаковки данных
12	Не используется
11-0	12-битный циклический счётчик

ФОРМАТ УПАКОВКИ ОТСЧЁТОВ СИГНАЛОВ

Устройство позволяет упаковывать отсчёты сигналов в UDP/IP-пакеты четырьмя различными способами

- 16-битная укладка (отсчёты АЦП занимают по два байта)
- 12-битная укладка (отсчёты АЦП занимают по полтора байта, положение младшего бита (МЗБ, LSB) задаётся в соответствующем регистре)
- 8-битная укладка (отсчёты АЦП занимают один байт, положение младшего бита (МЗБ, LSB) задаётся в том же регистре, что и для 12-битной укладки)
- 8-битная с амплитудным сжатием («компадированием»; исходный 14-битный знаковый отсчёт пересчитывается в 8-битный знаковый отсчёт с помощью псевдо-логарифмирования по так называемому «А-закону»).

Режим с компадированием производит кусочно-линейную аппроксимацию логарифмически-подобного А-закона в соответствии с нижеследующей таблицей:

Исходный код с АЦП	Выходной код
s0000000abcdxx	s000abcd
s0000001abcdxx	s001abcd
s000001abcdxxx	s010abcd
s00001abcdxxxx	s011abcd
s0001abcdxxxxx	s100abcd
s001abcdxxxxxx	s101abcd
s01abcdxxxxxxx	s110abcd
s1abcdxxxxxxxx	s111abcd

где s – знаковый разряд, a , b , c и d – сохраняемые разряды, x – игнорируемые разряды.

Режим с компадированием, в частности, находит применение при оцифровке данных с видеовыхода радиолокационных приёмников для отображения «сырой» радиолокационной информации на индикаторах кругового обзора (ИКО).

Максимальные частоты оцифровки в зависимости от выбранного режима при двух включенных каналах:

Режим передачи	Максимальная частота оцифровки, F_{\max}
16-битная укладка	30,1МГц
12-битная укладка	40,2МГц
8-битная укладка	60МГц
8-битная укладка с компадированием	60МГц

РАБОТА В РЕЖИМЕ КВАДРАТУРНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

Для использования устройства в системах, в которых требуется оптимальный приём сигналов при неизвестной начальной фазе сигнала, предназначена возможность включения одного, или обоих каналов в режим квадратурного детектора. Возможность использования квадратурных детекторов предусмотрена в модификации устройства А2011-С2.

Квадратурный режим предназначен для работы в режиме части полноценного квадратурного канала, т.к. использует фильтры низкой частоты невысокого порядка (16 коэффициентов). Кроме того, гетеродин позволяет генерировать опорную частоту только как целое кратное от частоты оцифровки АЦП в диапазоне от $F_{\text{ацп}}/2$ до $F_{\text{ацп}}/16$.

Таким образом, квадратурный канал полезно использовать для предварительного понижения частоты оцифровки (и, соответственно, скорости передачи данных) узкополосных входных сигналов.

Интерфейс устройства позволяет:

- загружать/считывать коэффициенты квадратурных фильтров;
- выбирать делитель частоты гетеродина.

ТИПОВЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВА

Устройство успешно используется в радиолокации, радиосвязи, видеообработке и других областях, где требуется высокоскоростная запись/обработка сигналов в реальном времени.

В частности, устройство позволяет осуществлять запись внешних квадратур сигналов, полученных с использованием аналогового квадратурного приёмника (рис. 3).

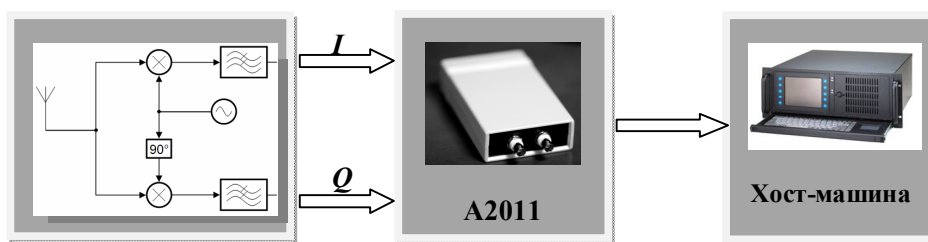


Рис. 3

Это позволяет проводить анализ уровней и распределений шумов и помех, иметь средство объективного контроля работы разрабатываемой/проверяемой/сторонней радиосистемы и т.д.

Также устройство позволяет выполнять быструю разработку SDR-приёмников.

В диапазонах КВ/УКВ при построении систем связи или радиолокационных систем можно исключить аналоговый демодулятор и использовать ЦВМ, подключённую к устройству для непосредственного программного построения квадратурного детектора и последующих операций. По-сути, устройство позволяет достаточно быстро (с использованием только стандартных программных инструментов MSVC, Delphi, Java, gnu C/C++, qt и т.д.) осуществить прототипирование, или даже мелкосерийный выпуск системы радиосвязи, или радиолокации.

Второй вход устройства можно, при этом, использовать для многочастотной («диверсити») работы, например, в радиолокационной технике (рис. 4)

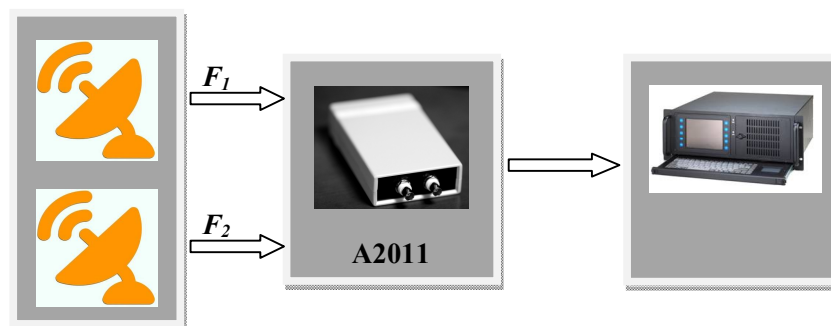


Рис. 4

Также важной особенностью устройства является то, что устройство позволяет с минимальными усилиями осуществить передачу данных непосредственно в популярный пакет математического моделирования Matlab (рис. 5)

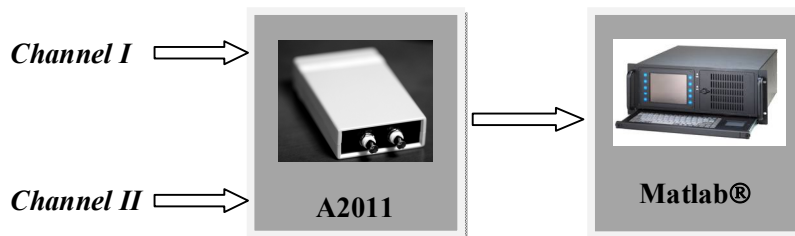


Рис. 5

В комплект поставки входит исходный код функции на языке Matlab, которая осуществляет приём заданного фрагмента данных непосредственно из устройства и настройку устройства в соответствии с пожеланиями пользователя. Также приложены примеры использования этой функцией. Для работы функции требуется Matlab версии не ниже 7.9 с установленным пакетом «Instrument Control Toolbox».

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВА A2011 В СИСТЕМАХ ЗАКАЗЧИКА

Производитель никак не ограничивает использование устройств A2011 в любых системах Заказчика, включая серийные устройства. При этом производитель устройств A2011 накладывает только требование обязательного упоминания в документации, презентациях и рекламных материалах об использовании в изделиях Заказчика устройств A2011.

Заказчику не разрешается использовать устройство без корпуса, а также осуществлять реверс-инжиниринг схемотехнических и (или) микропрограммных решений.

ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Гарантия на устройства A2011 действуют в течение 12 месяцев с момента отгрузки устройств Заказчику.

В гарантийном ремонте Заказчику может быть отказано при наличии одного из следующих событий:

- 1) заказчик использовал совместно с устройством A2011 не оригинальный (поставляемый вместе с устройством A2011) блок питания;
- 2) на внешние входы устройства A2011 подавались сигналы, выходящие за пределы допустимых уровней (см. выше раздел «Основные технические характеристики»);
- 3) корпус устройства A2011 и (или) печатная плата несут следы механических повреждений;

- 4) печатная плата и (или) внешние разъёмы несут следы пайки, замены, монтажа/демонтажа электронных компонентов, механических доработок и аналогичных действий;
- 5) устройство А2011 использовалось без корпуса.

Производитель не несёт ответственности за возможные повреждения оборудования Заказчика, подключённого к устройству А2011. Так же Производитель не несёт материальной ответственности перед Заказчиком за какие-либо материальные потери при простое оборудования Заказчика в случае выхода устройства А2011 из строя в независимости от причины.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

Устройство доступно для заказа в двух модификациях:

- А2011 – стандартная комплектация
- А2011-С2 – комплектация с квадратурными детекторами