

Оглавление.

Оглавление.....	1
1. Общая информация.....	2
1.1. Возможности модуля USB3000.....	4
1.1.1. Режимы работы модуля USB3000.....	5
1.1.1.1. Режим "АЦП".....	5
1.1.1.2. Режим "ЦАП".....	5
1.1.1.3. Режим "Логический Анализатор".....	6
1.1.1.4. Режим "АЦП+ЦАП".....	6
1.1.1.5. Режим "Логический анализатор + ЦАП".....	6
1.1.2. Синхронизация работы модуля USB3000.....	7
1.1.2.1. Синхронизация старта.....	7
1.1.2.2. Синхронизация сбора данных.....	7
1.2. Технические характеристики модуля USB3000.....	8
1.3. Комплект поставки модуля USB3000.....	12
2. Подключение модуля USB3000.....	13
2.1. Подготовка к работе.....	13
2.2. Подключения модуля USB3000 к компьютеру.....	15
2.3. Подключение к модулю USB3000 источников сигнала.....	16
2.3.1. Подключение источников сигнала к аналоговому разъему.....	16
2.3.2. Подключение источников сигнала к цифровому разъему.....	18

1. Общая информация.

На [Рис. 1.](#) представлен внешний вид модуля USB3000.



Рис. 1.

Модуль USB3000 - универсальный скоростной восьмиканальный АЦП.

Модуль предназначен для построения мобильных компактных систем сбора и обработки аналоговой и цифровой информации. Является универсальным измерительным устройством, может использоваться как осциллограф, регистратор и анализатор спектра. Высокое быстродействие позволяет исследовать быстропротекающие процессы и широкополосные сигналы.

В состав модуля дополнительно включены двухканальный ЦАП, а так же логические входные и выходные линии.

Применим в науке и промышленности.

Отличительные особенности:

Высокая частота дискретизации - до 3 МГц;

Внутренняя буферизация входов полностью решает проблему межканального прохождения при высоких частотах переключения каналов;

Встроенный цифровой сигнальный процессор (DSP) управляет модулем в жестком реальном времени без использования ресурсов компьютера, а также позволяет вести первичную обработку сигнала при вводе и выводе.

Скоростной интерфейс USB 2.0 позволяет вести непрерывный дуплексный ввод/вывод данных при максимальной частоте дискретизации;

Горячее подключение (подключение и отключение без выключения питания компьютера);

Поддержка распространенных пакетов прикладного ПО (LabView, ACTest, PowerGraph);

Не требует внешнего источника питания;

Применение:

Модуль USB3000 нашел широкое применение:

малогабаритные мобильные измерительные комплексы на базе notebook;

многоканальные электронные самописцы;

регистраторы быстротекущих процессов;

переносные многоканальные осциллографы и спектроанализаторы;

АСУТП;

автоматизированные стенды диагностики и настройки оборудования, машин и механизмов;

системы индикации и мониторинга связных каналов.

мобильные системы радиоконтроля;

1.1. Возможности модуля USB3000.

Модуль USB3000 обладает следующими положительными качествами:

- Использование интерфейса USB значительно упрощает процесс подключения модуля USB3000 к компьютеру и обеспечивает возможность работы с модулем в режиме реального Plug&Play. Скоростные характеристики современной шины USB 2.0 позволяют вести непрерывный дуплексный ввод/вывод данных в режиме жесткого реального времени на максимальной скорости. Кроме того, интерфейс USB позволяет использовать модуль USB3000 в составе мобильных измерительных комплексов на базе ноутбуков.
- Входные аналоговые каналы имеют внутреннюю буферизацию. Это полностью решает одну из основных проблем высокочастотных многоканальных систем сбора данных — проблему межканального прохождения при высоких частотах переключения каналов. Кроме того, внутренняя буферизация гарантирует отсутствие проникновения коммутационных шумов в линии связи с объектом.
- Входные аналоговые каналы модуля USB3000 – дифференциальные. Дифференциальное подключение источника сигнала снижает уровень синфазных помех. Помимо этого, дифференциальные входы позволяют подключать источники сигнала таким образом, чтобы токи сигнальных цепей не протекали через один общий провод, что повышает точность измерений.
- Буферизация выходов ЦАП позволяет подключать к модулю приемники сигналов с низким входным сопротивлением.
- В состав модуля входит цифровой сигнальный процессор (DSP), что обеспечивает возможность выполнения алгоритмов управления объектом в жестком реальном времени без использования ресурсов компьютера, а также позволяет вести первичную ЦОС (Цифровую Обработку Сигнала) при вводе и выводе.
- Несколько режимов внутренней и внешней синхронизации ввода и вывода данных позволяют реализовывать самые разнообразные режимы работы модуля USB3000 в составе систем сбора и обработки информации.
- Несколько модулей USB3000 могут быть объединены в систему сбора данных. При этом обеспечивается четкая синхронизация работы всех модулей от внутреннего генератора одного из них.
- В состав модуля входит энергонезависимое пользовательское ПЗУ (ППЗУ) емкостью 256 байт. Пользователь имеет возможность хранить в ППЗУ любую необходимую информацию, например, калибровочные коэффициенты АЦП и ЦАП, серийный номер, название и т.д. Чтение/запись из/в ППЗУ осуществляется программно, через шину USB, и не требует дополнительных аппаратных средств.
- При вводе данных с АЦП и выводе данных на ЦАП может производиться программная корректировка с использованием калибровочных коэффициентов, записываемых в ППЗУ модуля на этапе наладки производителем (либо с использованием пользовательских коэффициентов). Программная корректировка позволяет обойтись без подстроечных резисторов, что повышает надежность модуля и улучшает его шумовые характеристики.

- Питание модуля может осуществляться как непосредственно от шины USB, так и от внешнего источника питания, входящего в комплект поставки. Низкая потребляемая мощность модуля USB3000 позволяет обойтись без внешнего источника. Внешний источник можно использовать при работе с ноутбуком, в целях экономии энергии аккумулятора ноутбука.

1.1.1. Режимы работы модуля USB3000

Схемотехническое решение модуля и штатное программное обеспечение позволяют реализовывать следующие режимы работы:

1.1.1.1. Режим "АЦП"

В режиме «АЦП» модуль USB3000 осуществляет многоканальный ввод аналоговых сигналов с частотой преобразования АЦП до 3 МГц и с частотой переключения каналов до 3 МГц.

Данные, считываемые с АЦП модуля, представляют собой целые знаковые двухбайтовые числа от -8000 (соответствует напряжению -5В на входе канала) до +8000 (соответствует напряжению +5В на входе канала). При вводе данных в ПК имеется возможность программной корректировки получаемых с АЦП значений с использованием калибровочных коэффициентов, записываемых в ППЗУ модуля на этапе наладки производителем. Пользователь имеет возможность в случае необходимости использовать для программной корректировки собственные калибровочные коэффициенты.

Модуль имеет 8 дифференциальных буферизированных входов. Пользователь задает частоту работы АЦП и т.н. "управляющую таблицу" – массив номеров каналов, в соответствии с которой модуль будет осуществлять циклический сбор данных. Например, пользователь задал частоту АЦП 3 МГц и управляющую таблицу, содержащую номера: 0, 1, 2, 0, 8, 2. В этом случае модуль будет оцифровывать каналы 0, 1, 2, 0, 8, 2, 0, 1, 2, 0, 8, 2... и т.д., переключая их со скоростью 3 МГц. Если в таблице задан только один канал, то модуль будет оцифровывать только этот канал с заданной частотой.

Сбор данных может быть запущен как по команде с ПК, так и по внешнему сигналу – цифровому импульсу на линии "SYN" аналогового разъема модуля.

Полученные с АЦП данные могут непрерывно записываться в ОЗУ ПК в реальном времени. Полученные данные могут быть также записаны на жесткий диск ПК, при этом максимальная скорость непрерывной записи на диск определяется только производительностью ПК.

1.1.1.2. Режим "ЦАП"

В режиме «ЦАП» модуль USB3000 осуществляет двухканальный вывод аналоговых сигналов с частотой преобразования ЦАП до 100 кГц и с частотой переключения каналов до 100 кГц.

При выводе данных из ПК имеется возможность программной корректировки выдаваемых на ЦАП значений с использованием калибровочных коэффициентов, записываемых в ППЗУ модуля на этапе наладки производителем. Пользователь имеет возможность в случае необходимости использовать для программной корректировки собственные калибровочные коэффициенты.

Номер канала ЦАП зашифрован непосредственно в самих данных, поэтому для работы с ЦАП пользователю необходимо задать только скорость работы ЦАП и подготовить в памяти ПК буфер с данными для передачи.

Данные могут непрерывно передаваться на ЦАП из ОЗУ ПК (или с жесткого диска) в реальном времени.

1.1.1.3. Режим "Логический Анализатор"

В режиме «Логический анализатор» модуль USB3000 осуществляет ввод в ПК цифровых сигналов с 10 входных цифровых линий с частотой опроса до 6 МГц.

Данные поступают в ПК в виде двухбайтовых слов, младшие 10 разрядов которых соответствуют логическим состояниям на 10 входных цифровых линиях модуля («1» - соответствует высокому уровню на входе). Старшие 6 разрядов всегда равны «0».

С точки зрения пользователя этот режим аналогичен режиму «АЦП». Пользователь задает скорость опроса, а в управляющей таблице задает только один канал, соответствующий вводу данных не с АЦП, а с цифровых линий.

Сбор данных может быть запущен как по команде с ПК, так и по внешнему сигналу – цифровому импульсу на линии **"SYN"** аналогового разъема модуля.

Полученные с цифровых линий данные могут непрерывно записываться в ОЗУ ПК в реальном времени. Полученные данные могут быть также записаны на жесткий диск ПК, при этом максимальная скорость непрерывной записи на диск определяется только производительностью ПК.

Указанные режимы работы могут сочетаться следующим образом:

1.1.1.4. Режим "АЦП+ЦАП"

В этом режиме модуль USB3000 осуществляет полностью дуплексный ввод/вывод информации. Ввод данных с 8 входных каналов АЦП с частотой преобразования до 3 МГц происходит параллельно с выводом данных на 2-х канальный ЦАП с частотой преобразования до 100 кГц.

Дуплексный обмен информацией между ПК и модулем может осуществляться непрерывно в реальном времени.

1.1.1.5. Режим "Логический анализатор + ЦАП"

В этом режиме модуль USB3000 осуществляет полностью дуплексный ввод/вывод информации. Ввод данных с 10 входных цифровых линий с частотой опроса до 3 МГц происходит параллельно с выводом данных на 2-х канальный ЦАП с частотой преобразования до 100 кГц.

Дуплексный обмен информацией между ПК и модулем может осуществляться непрерывно в реальном времени.

Во всех описанных выше пяти режимах работы возможен асинхронный доступ со стороны ПК к 10 входным и 8 выходным цифровым линиям модуля. Например, модуль работает в режиме «АЦП» - собирает данные с 8 входных аналоговых каналов и передает в ПК. Не прерывая сбора данных с АЦП, пользователь имеет возможность считать состояние 10 цифровых входов и установить 8 выходных цифровых линий в нужное логическое состояние.

1.1.2. Синхронизация работы модуля USB3000

1.1.2.1. Синхронизация старта

По умолчанию модуль начинает сбор данных (с АЦП или с цифровых входов) сразу после подачи команды "Старт" с ПК.

Эта команда может выполняться несколько миллисекунд, причем точное время выполнения этой команды под ОС Windows (которая не является ОС реального времени) заранее "угадать" невозможно.

Поэтому для случаев, когда необходимо привязать старт сбора данных к некоторому событию с высокой точностью, можно использовать режим внешней синхронизации старта сбора данных. В этом режиме для начала сбора данных после подачи команды "Старт" с ПК необходимо подать отрицательный цифровой импульс на линию ["SYN"](#) аналогового разъема модуля. Сбор данных начинается строго через 430 14 наносекунд после прихода этого импульса.

Переключение между режимами синхронизации старта сбора данных происходит программно.

1.1.2.2. Синхронизация сбора данных

Модуль USB3000 имеет встроенный тактовый генератор, работающий на частоте 36 МГц. По умолчанию АЦП модуля работает на частоте, получаемой от деления частоты этого тактового генератора. Также и в режиме "Логический анализатор" чтение цифровых входов происходит с частотой, получаемой от деления частоты тактового генератора модуля.

В некоторых случаях это может оказаться неудобным. Например, если в составе одной системы работают несколько модулей USB3000. Поскольку на каждом модуле установлен свой тактовый генератор, через некоторое время после старта сбора данных данные с каждого модуля начнут "расползаться" по времени, т.к. тактовые генераторы неидеальны и имеют некоторую погрешность по частоте.

Для подобных случаев предусмотрен режим, в котором сбор данных (срабатывание АЦП или считывание цифровых входов) тактируется от внешнего источника. Внешние импульсы требуемой частоты должны подаваться на контакт [ADC_EXT Аналогового разъема](#) модуля. Источником этих импульсов может быть любой внешний генератор, либо внутренний тактовый генератор одного из модулей USB3000, входящих в систему. В этом случае требуемая последовательность импульсов снимается с контакта [ADC_CONV Цифрового разъема](#) этого модуля и подается на контакт [ADC_EXT Аналоговых разъемов](#) других модулей. Таким образом срабатывание АЦП (чтение цифровых входов) на всех модулях происходит строго одновременно.

Переключение между режимами синхронизации сбора данных происходит программно.

1.2. Технические характеристики модуля USB3000.

Аналого-цифровой преобразователь	
Количество каналов	8 дифференциальных буферизированных каналов
Максимальная частота Дискретизации	3 МГц
Максимальная частота переключения каналов	3 МГц
Разрядность АЦП	14 бит
Диапазон входного сигнала	± 5 В
Входное сопротивление	Не менее 10 МОм для любого режима работы
Подавление синфазной составляющей (для входного сигнала 4В, 10 кГц)	-75 дБ (тип)
Подавление межканального прохождения (для входного сигнала 10 кГц при частоте переключения каналов 2 МГц)	-89 дБ (тип)
Динамический диапазон	81 дБ (тип)
Тип используемого АЦП	AD9243
Смещение нуля (с использованием калибровочных коэффициентов)	0.03 % (макс)
Смещение полной шкалы (+ 5 В, с использованием калибровочных коэфф.)	0.03 % (макс)
Интегральная нелинейность преобразования	± 2.5 МЗР (тип)
Дифференциальная нелинейность преобразования	± 0.6 МЗР (тип)
Температурный уход нуля	20 ppm/ °C (тип)
Температурный уход полной шкалы	20 ppm/ °C (тип)
Синхронизация ввода	Внутренняя, внешняя (ТТЛ)
Защита входов от перенапряжения:	
Постоянное напряжение (10 секунд)	± 25 В
Импульс (1 мс)	± 250 В
Цифро-аналоговый преобразователь	
Тип используемого ЦАП	AD5322
Количество каналов	2 буферизированных канала
Максимальное время установления выходного сигнала	10 мкс
Разрядность ЦАП	12
Выходной диапазон	± 5 В
Буферизация выходов ЦАП	Буфера типа AD8032AR
Допустимый выходной ток ЦАП	До 15 мА на канал
Логический анализатор (цифровые входы)	
Количество входов	10
Входное напряжение высокого уровня	1.7 ... 5.75 В
Входное напряжение низкого уровня	- 0.5 ... + 0.8 В

Входной ток ($V_I = 3.3 \text{ В}$)	10 мкА
Максимальная частота опроса	6 МГц
Синхронизация опроса	Внутренняя, внешняя (ТТЛ)
Цифровые выходы	
Количество выходов (ТТЛ)	8
Минимальное напряжение высокого уровня, ($I_O = -8 \text{ мА}$)	2.4 В
Максимальное напряжение низкого уровня ($I_O = 8 \text{ мА}$)	0.4 В
Цифровой сигнальный процессор	
Тип процессора	ADSP-2185M
Тактовая частота	72 МГц
Внутренняя память программ	16 кСлов
Внутренняя память данных	16 кСлов
Общие характеристики	
Интерфейс	USB 2.0, USB 1.1 ¹
Питание	От шины USB либо от внешнего источника ²
Потребляемый ток	До 480 мА
Габариты	140 x 110 x 35 мм
Условия эксплуатации и хранения	
Условия эксплуатации	от +5 С до +55 С при относительной влажности от 5% до 90%
Температура хранения	от -10 С до +70 С

На рисунках ниже представлены типичные характеристики канала АЦП модуля USB3000: нелинейные искажения аналогового тракта, шум в полосе $\frac{1}{2} f_{\text{АЦП}}$, разброс значений, полученных с АЦП при постоянном напряжении на входе модуля, а также график зависимости межканального прохождения от частоты переключения каналов.

¹ При использовании шины USB 1.1. скорость передачи данных между модулем и ПК падает до 1 Мбайт/с.

² Низкая потребляемая мощность модуля USB3000 позволяет обойтись без внешнего источника. Внешний источник можно использовать при работе с ноутбуком, в целях экономии энергии аккумулятора ноутбука.

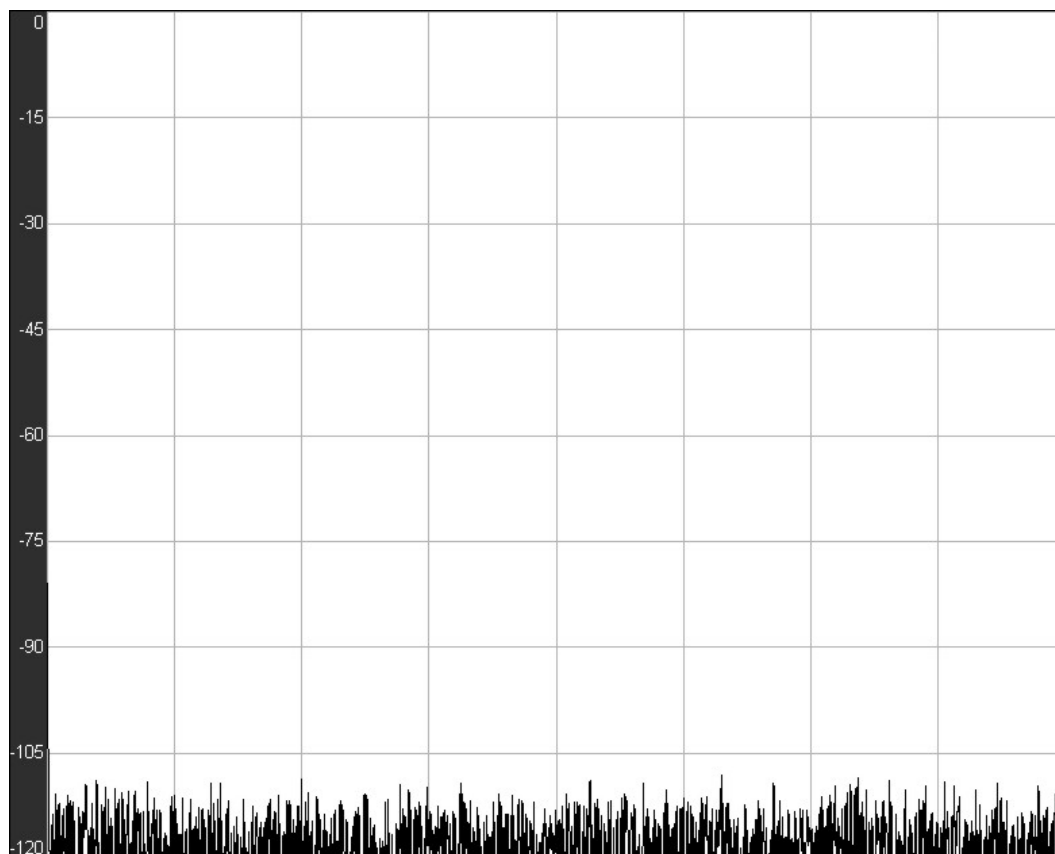


Рис. 2. Шум в полосе $\frac{1}{2} f_{\text{АЦП}}$ при частоте работы АЦП 3 МГц.

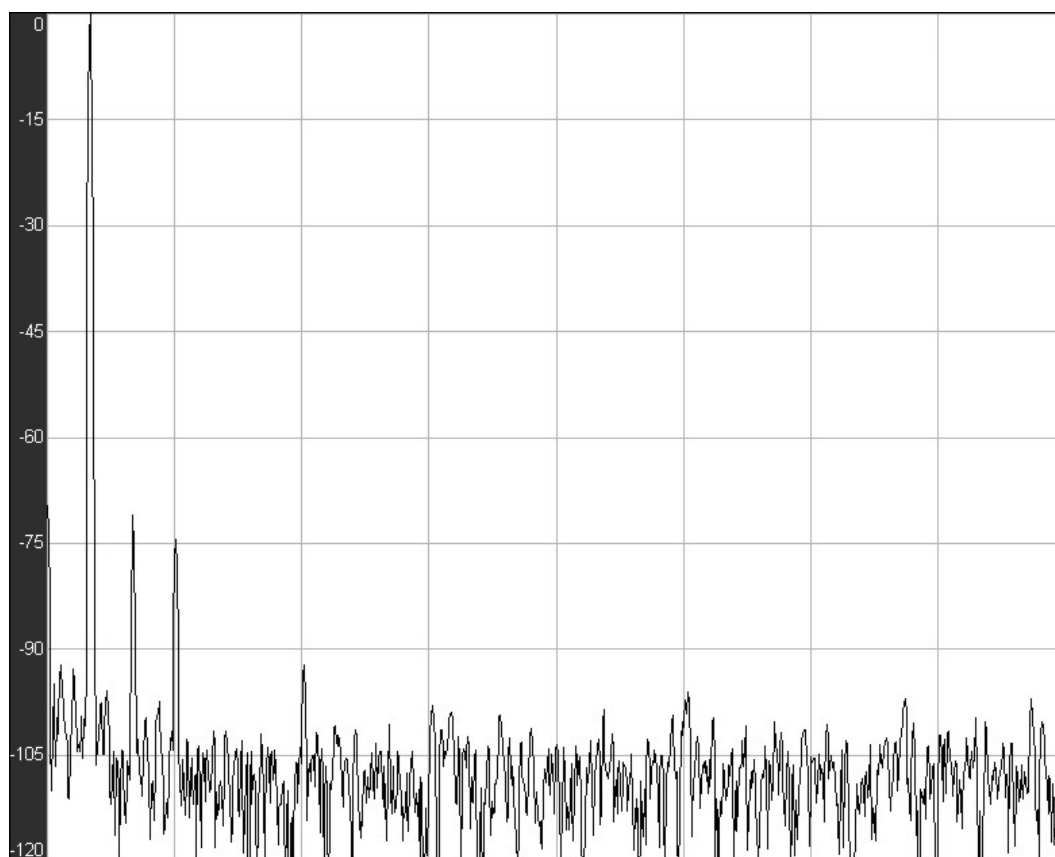
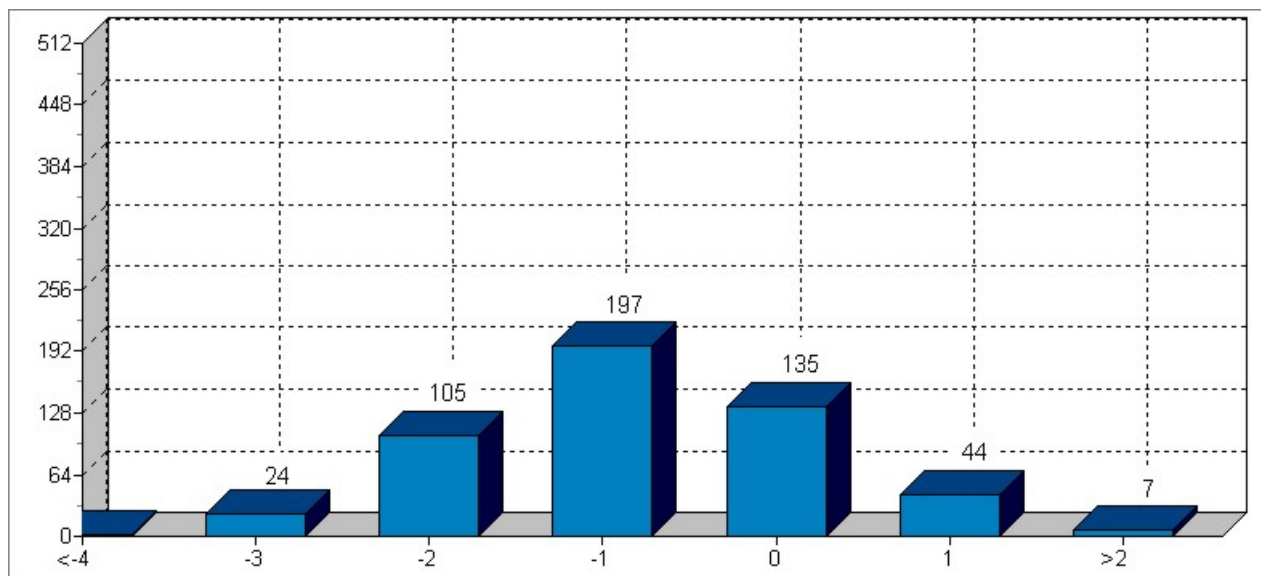


Рис. 3. Нелинейные искажения. Сигнал – синус 10 кГц амплитудой 5В. Частота работы АЦП - 3 МГц.



**Рис. 4. Разброс значений, полученных с АЦП. Напряжение на входе модуля - 0 В.
Частота работы АЦП - 3 МГц. Выборка - 512 значений.**

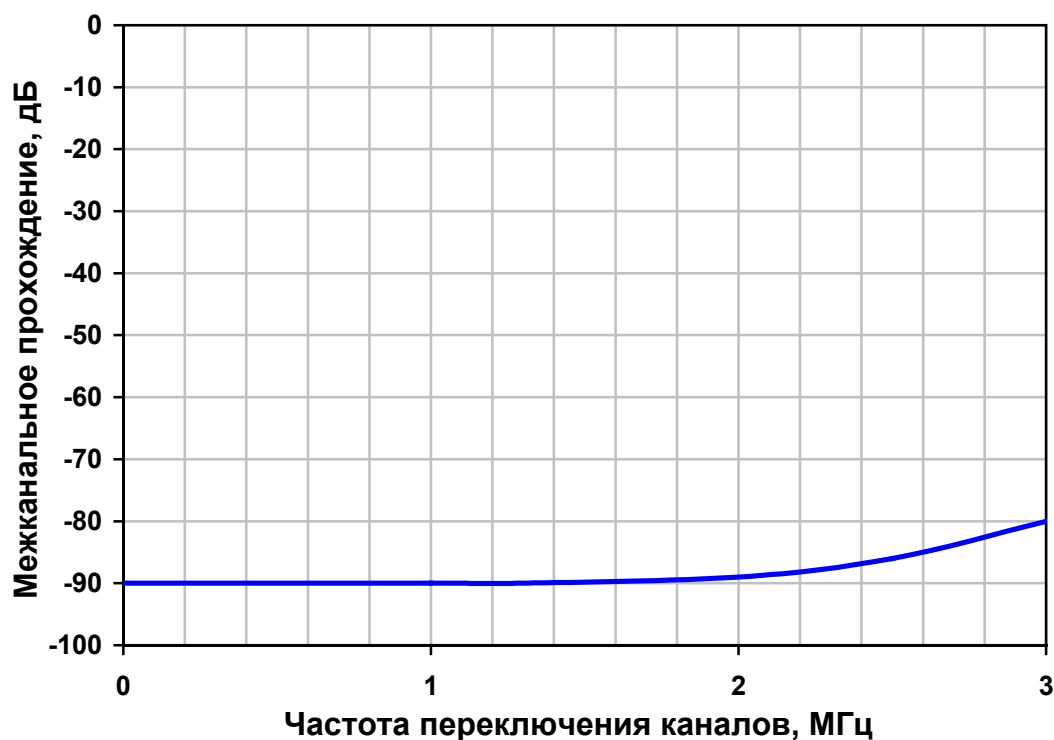


Рис. 5. Зависимость межканального прохождения от частоты переключения каналов.

1.3. Комплект поставки модуля USB3000.

Изделие поставляется в следующей комплектации:

Модуль USB3000;

Кабель USB длиной 1,5 м;

Ответные разъемы для подключения аналоговых и цифровых сигналов (тип DB37);

Внешний источник питания (можно использовать при работе с ноутбуком в целях экономии энергии аккумулятора ноутбука);

CD диск:

- Руководство пользователя;
- Руководство по программированию;
- Драйвер для Windows 2000/XP;
- Программа RT-Viewer: осциллограф-регистратор;
- Демонстрационная версия программного пакета PowerGraph;
- Библиотека функций (DLL) для работы с USB3000;
- Ряд законченных примеров программирования.

2. Подключение модуля USB3000.

2.1. Подготовка к работе

На [Рис. 6](#) представлен вид лицевой панели модуля USB3000:

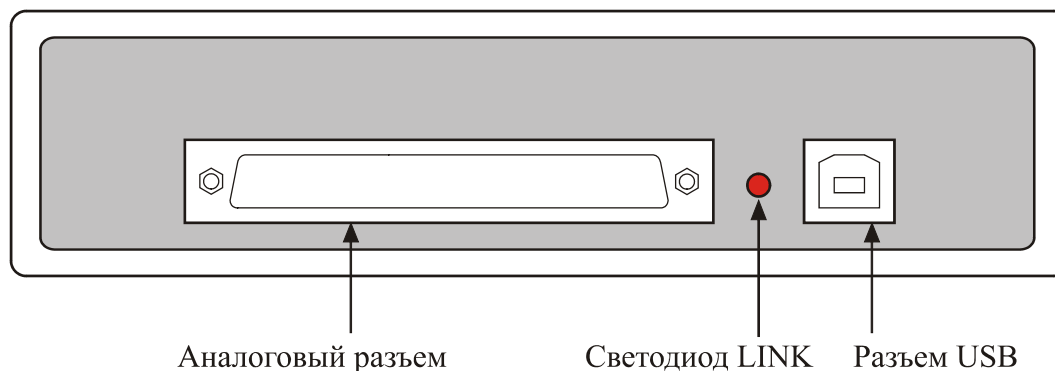


Рис. 6.

Светодиод LINK – загорается при подключении модуля к шине USB после успешной нумерации устройства. Сигнализирует о том, что USB-порт компьютера правильно распознал модуль USB3000.

Разъем USB – тип Б. Стандартный разъем для подключения устройства к ПК по шине USB кабелем типа А-Б (кабель входит в комплект поставки изделия USB3000).

Аналоговый разъем – тип DRB-37M. Служит для подключения аналоговых сигналов к модулю USB3000. В штатный комплект поставки входит ответная часть для этого разъема – разъем типа DB-37F.

На [Рис. 7](#) представлен вид задней панели модуля USB3000:

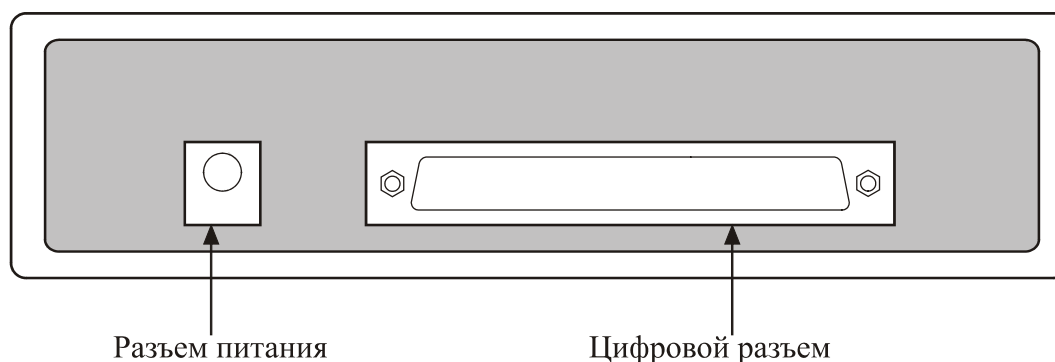


Рис. 7.

Цифровой разъем – тип DRB-37F. Служит для подключения цифровых сигналов к модулю USB3000. В штатный комплект поставки входит ответная часть для этого разъема – разъем типа DB-37M.

Разъем питания – предназначен для подачи внешнего питания на модуль USB3000 от внешнего источника питания. Низкая потребляемая мощность модуля USB3000 позволяет обойтись без внешнего источника. Внешний источник можно использовать при работе с ноутбуком, в целях экономии энергии аккумулятора ноутбука.

ВНИМАНИЕ!!! Производитель гарантирует нормальную работу модуля USB3000 только с источником питания, входящим в комплект поставки! Изделие не подлежит гарантийному ремонту, если оно использовалось совместно с источником питания, не входящим в комплект поставки изделия USB3000.

Порядок включения модуля USB3000 таков:

1. Если Вы собираетесь использовать внешний источник питания, подключите источник питания, входящий в комплект поставки модуля USB3000, к сети переменного тока 220В и к [Разъему питания](#) модуля USB3000.
2. Включите компьютер, если он был выключен, и загрузите операционную систему Windows 2000/XP.
3. Подключите модуль USB3000 к компьютеру, как описано в главе [Подключения модуля USB3000 к компьютеру](#).
4. Подключите к модулю USB3000 источники сигналов, как описано в главе [Подключение к модулю USB3000 источников сигнала](#).

Порядок отключения модуля USB3000 таков:

1. Отключите от модуля USB3000 источники сигналов.
2. Отключите модуль USB3000 от компьютера.
3. Отсоедините от модуля USB3000 внешний источник питания, если он использовался.

2.2. Подключения модуля USB3000 к компьютеру.

Сама процедура аппаратного подключения модуля USB3000 к компьютеру достаточно тривиальна: необходимо просто соединить [Разъем USB](#) модуля с любым свободным USB-портом компьютера при помощи кабеля, входящего в комплект поставки. При этом подразумевается, что на компьютере уже установлена операционная система, способная корректно поддерживать функционирование шины USB: Windows 2000/XP. Спецификацией USB предусматривается как "горячее" подключение или отключение устройств к/от шины USB (при работающем ПК), так и включение компьютера с уже подключенными устройствами USB.

Если Вы собираетесь использовать внешний источник питания, то для корректной работы нужно сначала подать питание с внешнего источника на модуль USB3000, а потом подключать модуль к компьютеру.

Шина USB предоставляет пользователям реальную возможность работать с периферийными устройствами в режиме Plug & Play. Это означает, что стандартом USB предусмотрено подключение устройства к работающему компьютеру, автоматическое его распознавание немедленно после подключения и последующая загрузка операционной системой соответствующих данному устройству драйверов.

При самом первом подсоединении модуля USB3000 к компьютеру операционная система должна запросить файлы драйвера для впервые подключаемого устройства. Тогда ей необходимо указать *inf*-файл с CD-ROM: \DRV\RtecUsb.inf. При этом операционная система сама скопирует файл драйвера в нужное ей место и сделает необходимые записи в своём реестре. После чего операционная система должна произвести так называемую операцию *нумерации* (enumeration, 'переписи'), т.е. проинициализировать подключенное устройство. Процедура нумерации устройств, подключенных к шине USB, осуществляется динамически по мере их подключения или отключения без какого-либо вмешательства пользователя или клиентского программного обеспечения. По окончании нумерации должен загореться [светодиод LINK](#). Это будет говорить о том, что подключенное устройство корректно опознано операционной системой и полностью готово к дальнейшей работе. Дополнительно проконтролировать правильность распознавания операционной системой подключенного модуля можно в "Device Manager" ("Диспетчер устройств"). Там должен появиться раздел "R-Technology Devices", а в этом разделе должно появиться устройство "RT USB-3000 Unit (USB 2.0)", как это отображено на рисунке ниже:



При дальнейшей работе с изделием USB3000 операционная система уже будет знать, где находятся драйвера для данного типа устройства, и будет подгружать их автоматически по мере необходимости.

2.3. Подключение к модулю USB3000 источников сигнала.

2.3.1. Подключение источников сигнала к аналоговому разъему.

[Аналоговый разъем](#) модуля описан в [Табл.1](#), где X_n — не инвертирующий, а Y_n — инвертирующий входы дифференциального канала n ; NC — вывод разъема зарезервирован.

Таблица 1

N линии	Назначение	N линии	Назначение
1	вход X1	20	вход Y1
2	вход X2	21	вход Y2
3	вход X3	22	вход Y3
4	вход X4	23	вход Y4
5	вход X5	24	вход Y5
6	вход X6	25	вход Y6
7	вход X7	26	вход Y7
8	вход X8	27	вход Y8
9	AGND – аналоговая земля	28	AGND – аналоговая земля
10	SYN – вход внешней синхронизации ¹	29	NC
11	DAC1 – выход первого канала ЦАП	30	DAC2 – выход второго канала ЦАП
12	выход – 6 В (аналоговое питание)	31	NC
13	выход + 6 В (аналоговое питание)	32	NC
14	выход + 3.3 В (цифровое питание)	33	выход + 3.3 В (цифровое питание)
15	выход + 5 В (цифровое питание)	34	выход + 5 В (цифровое питание)
16	NC	35	NC
17	NC	36	DACGND – земля ЦАП
18	NC	37	DACGND – земля ЦАП
19	ADC_EXT – вход внешнего тактирования сбора данных ²		

¹ Допустимое напряжение на входе SYN – 0... 3,5 В относительно земли модуля (контакты 9, 28)

² Может использоваться для синхронизации работы нескольких модулей USB3000, см п. [Синхронизация сбора данных](#). Допустимое напряжение на входе ADC_EXT – 0... 5,5 В относительно земли модуля (контакты 9, 28)

Входные аналоговые каналы модуля USB3000 – дифференциальные. Дифференциальное подключение источника сигнала снижает уровень синфазных помех. Помимо этого, дифференциальные входы позволяют подключать источники сигнала таким образом, чтобы токи сигнальных цепей не протекали через один общий провод, что повышает точность измерений.

Правильное подключение источников аналогового сигнала — наиболее важное условие корректной работы системы сбора данных, которое позволяет избежать множества проблем при эксплуатации системы. При подключении источников аналогового сигнала к модулю USB3000 необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

1. При дифференциальном подключении измеряется именно разность напряжений между инвертирующим и неинвертирующим входами канала, т.е. дифференциальное напряжение. Тем не менее, необходимо помнить, что **напряжение относительно аналоговой земли модуля на обоих входах (синфазное напряжение) не должно превышать допустимого диапазона входного сигнала** (см. [Технические характеристики модуля USB3000](#)).
2. Правильное подключение сигнала к дифференциальному входу — это всегда **трехпроводное соединение**. Необходимо разделять сигнальные провода, подключенные к высокоимпедансному входу, и общий провод заземления. Таким образом, исключается протекание большого тока по сигнальным проводам, снижающее точность измерений.
3. При подключении нескольких источников сигнала к модулю желательно, чтобы их общие провода соединялись **только в одной точке** — на контакте **AGND** аналогового разъема модуля. Это исключит образование «земляных петель», являющихся источником дополнительных помех.
4. **Неиспользуемые аналоговые входы** необходимо заземлить — т.е. просто соединить с контактом **AGND** аналогового разъема модуля. При этом неиспользуемые цифровые входы можно оставить неподключенными.

На [Рис. 8](#) приведены примеры корректного подключения однофазных и двухфазных (дифференциальных) источников сигнала к модулю USB3000. Обратите внимание, что подключение к дифференциальному входу даже однофазных источников сигнала должно осуществляться тремя проводами!

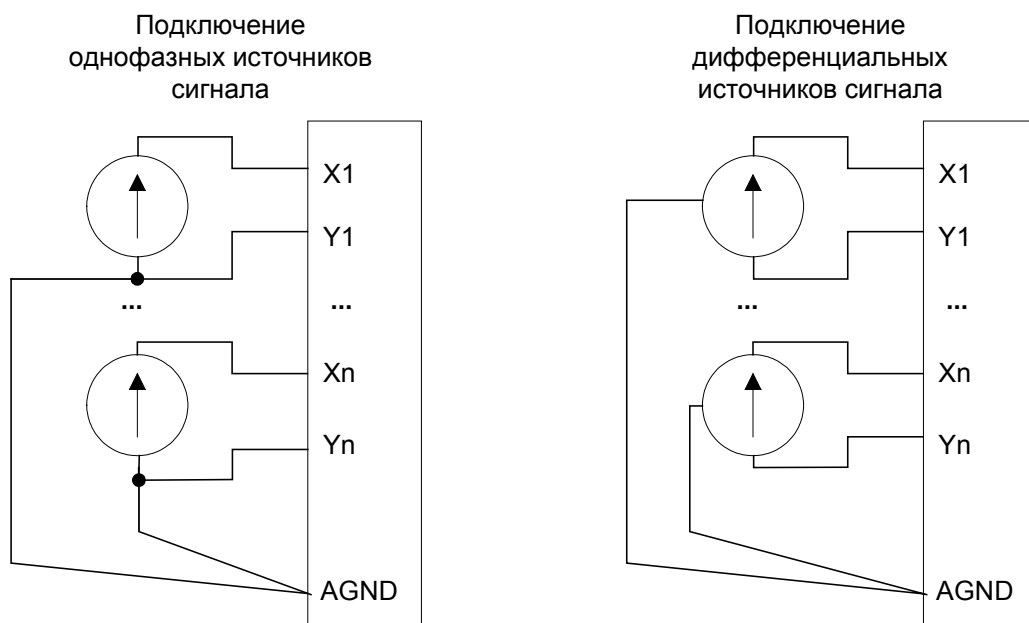


Рис. 8.

2.3.2. Подключение источников сигнала к цифровому разъему.

Цифровой разъем модуля описан в Табл. 2. NC – контакт разъема зарезервирован. Неиспользуемые цифровые входы могут оставаться неподключенными.

Таблица 2

N линии	Назначение	N линии	Назначение
1	вход DIN1	20	выход DOUT1
2	вход DIN2	21	выход DOUT2
3	вход DIN3	22	выход DOUT3
4	вход DIN4	23	выход DOUT4
5	вход DIN5	24	выход DOUT5
6	вход DIN6	25	выход DOUT6
7	вход DIN7	26	выход DOUT7
8	вход DIN8	27	выход DOUT8
9	вход DIN9	28	NC
10	вход DIN10	29	DSYN – вход, прерывание DSP (IRQ0) ¹
11	ADC_CONV - выход, запуск АЦП (считывание цифровых входов) ²	30	GND – цифровая земля
12	GND – цифровая земля	31	NC
13	NC	32	выход + 5 В (цифровое питание)
14	выход + 5 В (цифровое питание)	33	NC
15	NC	34	выход + 3.3 В (цифровое питание)
16	выход + 3.3 В (цифровое питание)	35	NC
17	NC	36	NC
18	NC	37	NC
19	NC		

¹ Штатным ПО не используется и предназначен для пользователей, пишущих свои программы для ДСП. Может оставаться неподключенным. Допустимое напряжение на входе DSYN – 0... 3,5 В относительно земли модуля (контакты 12, 30)

² На этот контакт выведен сигнал запуска АЦП (чтения цифровых линий в режиме Логического анализатора). Может использоваться для синхронизации работы нескольких модулей USB3000. См. п. [Синхронизация сбора данных](#)