Устройства для мобильных систем

E20-10

Руководство пользователя

USB 2.0 модуль АЦП, 4 канала

Непрерывный сбор данных АЦП (до 10 МГц, 14 бит)

Возможность внешней и многомодульной синхронизации

Асинхронный цифровой ввод-вывод

Асинхронный 2-канальный ЦАП (опция)

L-Card

Москва. Октябрь 2006

Ревизия 1.00.05

Автор руководства:
Гарманов А.В.

ЗАО "Л-КАРД"
117105, г. Москва, Варшавское ш., д. 5, корп. 4, стр. 2

тел.: (495) 785-95-25
факс: (495) 785-95-14

Адреса в Интернет:
http://www.lcard.ru
ftp://ftp.lcard.ru/pub

E-Mail:
Отдел продаж: sale@lcard.ru
Техническая поддержка: support@lcard.ru
Отдел кадров: job@lcard.ru
Общие вопросы: lcard@lcard.ru

Представители в регионах:
Украина: ХОЛИТ Дэйта Системс, http://www.holit.com.ua, (044) 241-6754
Санкт-Петербург: Autex Spb Ltd., http://www.autex.spb.ru, (812) 567-7202
Новосибирск: Сектор-Т, http://www.sector-t.ru, (383-2) 396-592
Екатеринбург: Аск, http://www.ask.ru, 71-4444
Казань: ООО 'Шатл', shuttle@kai.ru, (8432) 38-1600

Модуль ***E20-10***

© Copyright 2005—2006, ЗАО Л-Кард. Все права защищены.

Таблица 1: История ревизий настоящего документа

Ревизия	**Дата**	**Примечания по внесённым изменениям**
1.00.01	04-2006	Первая доступная для пользователей ревизия
1.00.02	05-2006	Исправл. табл. в прил. A.1; изменено прил. A.6; добавлен п. 6.3.5, стр. 23
1.00.03	06-2006	Скорректированы параметры в табл. прил. A.1 по результатам метрологической проверки
1.00.04	10-2006	Внесены изменения п. 4.2
1.00.05	10-2006	Дополнены описания сигналов SYNC и START

На CD-ROM, входящий в комплект поставки (3.2.1, стр. 5), всегда записывается последняя ревизия данного документа. Кроме того, последнюю ревизию Вы сможете найти в *библиотеке файлов* на нашем сайте *http://www.lcard.ru/download*.

L-Card оставляет за собой право обновлять документацию без уведомления пользователей об изменениях.

Глава 1

О чем этот документ

Настоящий документ — это *Руководство пользователя*, написанное, по возможности, в максимально дружественной к пользователю форме [1]. Здесь описываются технические свойства программно-аппаратного модуля **E20-10**, разъясняются правила эксплуатации, принципы функционирования, содержатся технические характеристики и комплектность поставки.

В настоящем документе не рассматриваются какие-либо вопросы, касающиеся программирования и программного обеспечения. Эти вопросы изложены в документе *Модуль* **E20-10** *. Руководство программиста* [1].

Итак, для практической работы с **E20-10** Вам, скорее всего, понадобятся два документа: руководство пользователя и руководство программиста.

1.1 Как читать это руководство?

В *главе 2* приведена сжатая информация об основных потребительских свойствах **E20-10**. Эта глава предназначена для широкого круга заинтересованных лиц.

В *главах 3, 4, 6* приведены сведения, относящиеся к чисто практической работе с **E20-10**. Рассмотренные здесь вопросы актуальны для специалистов и эксплуатационщиков.

Главу 5 при ознакомительном чтении рекомендуется пропустить, поскольку в ней находится описание внутренней архитектуры модуля **E20-10**, которая важна при более детальном ознакомлении.

В *приложении A* приведены спецификации на **E20-10**. Приведённый здесь перечень характеристик **E20-10** адресован специалистам.

В *приложении B* приведены практические сведения по решению вопросов в нештатных ситуациях.

1.2 Ссылки на дополнительную документацию

Для работы с **E20-10** могут быть полезны следующие документы:

E20-10 *. Руководство программиста* [1]
Электросовместимость и помехозащита [2]
Рекомендации по обеспечению помехозащищённости цифровых устройств [3]
A Practical Guide To Cable Selection [4]
Filed Wiring and Noise Considerations for Analog Signals [5]
Signal Conditioning Fundamentals [6]

[1] но не по ГОСТу

Глава 2

Основные потребительские свойства

E20-10 — это модуль быстродействующего аналого-цифрового преобразования для *USB 2.0* интерфейса. Ниже кратко, в тезистной форме перечислены основные потребительские свойства изделия.

- Обеспечивается непрерывный сбор 16-битных данных с частотой до 10 МГц по интерфейсу USB 2.0[1].
- 4-канальная архитектура с одним *14-разрядным АЦП*, коммутатором, входными буферными усилителями, фильтрами в каждом канале. *Эффект коммутационных помех полностью исключён*.
- Каждый из каналов имеет возможность программной установки следующих поддиапазонов входного сигнала независимо для каждого канала: ±3.0В, ±1.0В, ±0.3В. Эта программная асинхронная настройка может быть произведена до начала сбора данных или во время него.
- *Каждый канал имеет ФНЧ* 3-го порядка с частотой среза 1.25 МГц (оптимальная полоса пропускания для 4-канального режима и частоты АЦП 10 МГц), улучшающий соотношение сигнал-шум.
- *Частота АЦП* F_{ADC} может быть задана в диапазоне *от 1,00 до 10,0 МГц*. Частота АЦП может быть либо внутренней, установленной программно, сетка частот в мегагерцах определяется по формуле $F_{ADC} = 30/k$, где $k = \{3, 4, 5, ..., 30\}$, либо внешней с любой частотой от 1,00 до 10,0 МГц (меньшая частота может быть достигнута путём задания межкадровой задержки).
- Максимальная частота сбора данных по каждому каналу равна F_{ADC}/n, где $n = \{1, 2, 3, 4\}$ — количество опрашиваемых каналов.
- В управляющей таблице модуля может быть запрограммирован *кадр* — это *произвольная последовательность опроса каналов* длиной от 1 до 256. Номера опрашиваемых каналов будут циклически выбираться из таблицы установленного размера, и порядок выходных отсчётов данных **E20-10** будет соответствовать установленной последовательности опроса каналов.
- *Межкадровая задержка выборки АЦП может быть запрограммирована от 0 до 255 периодов частоты АЦП*. Это позволяет реализовать более низкие частоты выборки по каждому каналу — от 3,9 кГц и выше.
- Имеются следующие режимы синхронизации старта сбора данных и/или частоты АЦП в многомодульной системе.
  Режимы синхронизации старта сбора данных:

[1] в режиме full-speed (USB1.1) максимально достижимая частота составит 500 кГц

— внешний старт от фронта (спада) внешнего TTL-сигнала;
— внутренний программный старт;
— внутренний программный старт с трансляцией сигнала "СТАРТ"наружу.
Режимы синхронизации запуска АЦП:
— внешний запуск от фронта (спада) внешнего TTL-сигнала с частотой до 10,0 МГц;
— внутренняя синхронизаци АЦП;
— внутренняя синхронизаци АЦП с трансляцией сигнала "Синхронизация АЦП"наружу.

Например, соединив модули **E20-10** по схеме один *задатчик – много приёмников*, можно получить синхронную многомодульую систему сбора данных!

- Полностью *загружаемая извне архитектура*: загружается ПЛИС, может быть обновлена прошивка контроллера. Это даёт возможность пользователю самостоятельно обновлять прошивки последними версиями.

- *Внутренний буфер FIFO данных размером 8 MB* буферизирует данные, исключая их потерю в случае, когда операционная система компьютера "задумалась"[2] (до 400 мс при частоте сбора 10 МГц, до 4 с при частоте сбора 1 МГц).

- *Цифровой ввод-вывод* представлен в виде 16 входных и 16 выходных цифровых ТТЛ-совместимых линий. Цифровые выводы по желанию пользователя могут быть переведены в *третье состояние*.

- *Двухканальный 12-ти разрядный ЦАП* (опция) позволяет выставлять в асинхронном режиме постоянное напряжение ±5V.

- *Питание от внешнего нестабилизированного источника +9В...+27В* (цепь питания от USB не используется). Это может быть сетевой адаптер ~220V/=12V (входит в комплект поставки). В автономных условиях **E20-10** может быть запитан от внешнего источника питания +9...+27V. Потребляемая мощность — до 5 Вт.

- Габариты корпуса модуля (без учёта выступающих разъёмов) — 140x110x35 мм. Масса — не более 350 г.

[2] например, в Windows – в системе НЕ реального времени

Глава 3

Общее знакомство

В этой главе пользователь может ознакомиться с назначением устройства **E20-10** , узнать о необходимом и опциональном оборудовании, содержании поставки ПО на CD-ROM, а также получить сведения о том, что нужно для начала работы.

3.1 Назначение устройства

E20-10 является малогабаритным многофункциональным измерительным модулем, подсоединяемым к ПК через USB2.0-интерфейс. Базовые функции **E20-10** :

- *многоканальное АЦП 10 МГц с мультиплексированием каналов, с развитыми функциями внутренней, внешней, многомодульной синхронизации*
- *цифровой асинхронный ввод-вывод*
- *двухканальный асинхронный ЦАП (опция)*

Модуль **E20-10** создан в качестве альтернативы более медленным модулям **E14-140**, **E14-440** и предназначен для построения многоканальных измерительных систем сбора аналоговых данных, а также цифрового управления и контроля состояния внешних устройств.

3.2 Комплектация модуля

3.2.1 Базовый комплект поставки

- собственно модуль **E20-10** (1 шт.)
- кабель связи по USB2.0 (1 шт.) — *тип A-B, длиной 1.8...2.0 м*
- сетевой адаптер для питания **E20-10** от сети переменного тока 220V, 50Гц
- кабельная часть разъема (1 шт.) — *DB37M* с кожухом DP-37P — для изготовления кабеля подключения цифровых сигналов
- кабельная часть разъема (1 шт.) — *DJK-10A* — для изготовления кабеля подключения внешней цепи питания, если требуется запитать **E20-10** не от сети 220V через прилагаемый сетевой адаптер, а от другого источника +9...+27V
- кабельная часть разъема (1 шт.) — *MDN-9P* — для изготовления кабеля подключения к выходам питания внешнего устройства $\pm 12V$ или к выходам ЦАП.
- CD-ROM с документацией и ПО.

Внимание: ЦАП в базовый комплект поставки не входит (см. п. 3.2.2).

При необходимости использовать хабы, блоки питания к ним, и дополнительные USB-кабели при работе с **E20-10** пользователь должен приобретать это оборудование самостоятельно у сторонних фирм-производителей. То же справедливо по отношению к соединительным проводам, не входящим в комплект, дополнительным кабелям, разъемам и соединителям для подключения источников сигналов и организации сетевых интерфейсных связей.

3.2.2 Опции

В **E20-10** возможны следующие опции:

- В **E20-10** возможна опциональная установка *двухканального ЦАП*, если это оговорено в заказе.
- Возможна другая частота среза ФНЧ по согласованию с **L-Card** .

3.2.3 Дополнительные устройства

По запросу в **L-Card** в комплект поставки может войти:

- Одноканальный переходник **CP-50-74/CP-50-74** с синфазным фильтром.
- Кольцевой сердечник **AMF 15x12x4,5** для самостоятельного изготовления синфазного фильтра.

3.3 Поставка ПО

L-Card для работы с E20-10 поставляет:

- USB-драйвер[1] + inf-файл
- DLL-библиотеку[2], содержащую исполняемый код API-функций
- Библиотеки импорта и модули объявлений
- Многочисленные примеры программирования

Ниже приводятся имена директорий и файлов ПО для E20-10 , пути даны относительно базовой директории под названием *USB/Lusbapi* в корне **CD-ROM L-Card**.

Таблица 3.1: Состав поставки ПО на CD-ROM

Директория\Файл	**Назначение**
DLL	Библиотека Lusbapi.dll **для работы с модулями E14-140, E14-440 и** E20-10 с исходными текстами
DRV	Драйвер USB-устройства для Windows и inf-файл
E20-10\EXAMPLES	Тексты и проекты примеров работы с модулем для различных сред программирования
E20-10\DOC	Документация

[1] общий для всех USB-устройств, выпускаемых фирмой. Исходные тексты не поставляются
[2] в т.ч. в исходных текстах

Глава 4

Инсталляция и настройка

В этой главе приводится информация о том, как подключить E20-10 к PC, сконфигурировать его и добиться работоспособности.

4.1 Аппаратная настройка

E20-10 не потребует специальной аппаратной настройки со стороны пользователя.
Возможна опциональная установка ЦАП, если это оговорено в заказе — см. 3.2.2, стр. 5.
Назначение и подключение сигналов описаны в гл. 6, стр. 15.

4.1.1 Подключение к компьютеру

Спецификация USB [7] разрешает как горячее подключение устройств к шине USB, с их автоматическим распознаванием, так и включение PC с уже подключенным внешним модулем (без поданного извне питания на модуль E20-10 он не будет работать и распознаваться в системе):

- соедините интерфейсный разъем USB модуля и свободный USB-порт PC с помощью USB-кабеля, входящего в комплект поставки
- подключите адаптер питания к E20-10
- включите PC и загрузите одну из операционных систем, поддерживающих работу с USB-устройствами

При подаче питания на E20-10 должен засветиться индикатор на корпусе устройства. Цвет свечения индикатора свидетельствует о следующих состояниях E20-10 :

- Оранжевый цвет — E20-10 в начальном состоянии, отсутствует связь по USB.
- Красный цвет — связь по USB на скорости *full speed*, устройство готово работать на скорости сбора данных до 500 килосэмлов в секунду.
- Зелёный цвет — связь по USB на скорости *high speed*, устройство готово работать на скорости 10 мегасэмлов в секунду.
- Индикатор мигает — сбор данных E20-10 прекращён по факту переполения внутреннего буфера (компьютер по какой-либо причине не успел откачать данные из E20-10).
- Индикатор не светиться — напряжение питания на E20-10 не подано или контроллер AVR внутри E20-10 не стартовал по какой-либо причине.

4.2 Установка программного обеспечения

Для обеспечения работоспособности модуля **E20-10** в операционной системе Win2000/XP необходимо установить соответствующий драйвер.

4.2.1 Драйвер

Шина USB предоставляет пользователям возможность работать с периферийными устройствами в режиме *Plug & Play*. Инициализация программных драйверов шины осуществляется операционной системой после распознавания нового устройства.

При *самом первом подсоединении* модуля **E20-10** к PC операционная система запросит файлы драйвера для подключенного модуля. Пользователю необходимо указать расположение файла *ldevusb.inf*[1]. В случае успешной инициализации информация о драйвере будет занесена в реестр Windows, и при повторных сеансах работы устройство будет инициализироваться автоматически. В случае необходимости[2] следует произвести перезагрузку PC. Проконтролировать правильность распознавания операционной системой подключенного модуля **E20-10** можно в системной папке *Device Manager (Диспетчер Устройств)*:

4.2.2 DLL библиотека

Для обеспечения надлежащей работы с модулем **E20-10** средствами штатного пакета программного обеспечения рекомендуется скопировать файл штатной DLL библиотеки из

\USB\Lusbapi\DLL\ Bin\Lusbapi.dll

в системную директорию

%SystemRoot%\system32,

что можно реализовать воспользовавшись готовым командным файлом

\USB\Lusbapi\ DLL\CopyLusbapi.bat.

Это полезно потому, что Windows'98/2000/XP при необходимости автоматически производит поиск необходимых файлов в указанной системной директории. Хотя, в принципе, штатная DLL библиотека может находиться в директории Вашего приложения или в одной из директорий, указанных в переменной окружения PATH.

4.2.3 Прочие компоненты

Штатное ПО (заголовочные файлы, примеры, ...) переносится на компьютер пользователя простым копированием необходимых директорий и файлов с поставляемого CD-ROM (см. 3.1, стр. 6). Необходимо учесть, что все файлы на CD-ROM имеют атрибут Read-Only и сделанные Вами копии файлов возможно унаследуют этот атрибут. В этом случае Read-Only необходимо снять штатными средствами Windows.

[1] см. CD-ROM L-Card и табл. 3.1, стр. 6

[2] зависит от ОС

4.3 Диагностика работоспособности

Для проверки работоспособности E20-10 Вы можете использовать демонстрационную программу *L-Graph*, либо примеры программирования, поставляемые L-Card .

Для установки *L-Graph* запустите на выполнение *DLL/LCOMP/lcomp.exe* с CD-ROM (см. 3.1, стр. 6) или с локального диска, если предварительно ПО было скопировано на него.

L-Graph позволяет производить визуализацию исследуемых сигналов, что может быть использовано для первоначальной наладки, проверки датчиков и в прочих пуско-наладочных работах, перед созданием своего собственного ПО на базе поставляемых библиотек и примеров.

Вопросы подключения сигналов рассмотрены в разд. 6, стр. 15.

Обратите внимание, что на неподключенных входах может наблюдаться перегрузка, см. п. 6.3.5, 23.

4.4 Организация сети USB

Организация сети, построенной на USB-интерфейсе, требует применения хабов с автономным питанием[3] и, соответственно, USB-кабелей в необходимом количестве. Частным случаем является подсоединение к раздельным USB-портам отдельных модулей E20-10 .

Следует иметь ввиду следующие особенности USB:

- Скорость 10 МГц 16-битных слов приближается к максимальной практической скорости *high-speed* USB 2.0 интерфейса. Это в частности означает, что два E20-10 , подключенных к одному USB-хабу, смогут работать только до 5 МГц каждый.
- При смешанном подключении *high-speed* и *full-speed* USB устройств к одному и тому же USB-хабу скорость USB будет выставляться по самому медленному устройству, т.е. только *full-speed* (USB 1.1).
- При скорости *full-speed* (USB 1.1) максимально достижимая частота E20-10 — 500 кГц, она может быть выставлена путём соответствующей настройки межкадровой задержки.
- Максимальная длина кабеля USB по стандарту — 5 м.

[3] как правило, от внешнего индивидуального для каждого из хабов источника питания

Глава 5

Обзор аппаратной части и принципы работы

В этой главе сначала приводится краткое описание аппаратной части, которое дает общее представление о принципах работы E20-10, затем приводится детализация функциональных особенностей. Описание не включает низкоуровневое описание аппаратуры, но вполне достаточно для понимания существенных эксплуатационных свойств изделия.

Режимы работы аналогового тракта, диапазоны измерения АЦП, количество опрашиваемых каналов и последовательность их опроса, тип и источник синхронизации, источник тактовых импульсов АЦП, а также частота дискретизации являются программно-конфигурируемыми [1].

5.1 Функциональная схема

Модуль E20-10 содержит следующие функциональные узлы (рис. 5.1):

1. **Четыре идентичных аналоговых тракта**, состоящих из входного коммутатора (обеспечивает статический режим измерения собственного нуля независимо для каждого канала), управляемого усилителя (3 коэффициента передачи, программируются независимо для каждого канала), активного ФНЧ 3-го порядка (в базовом варианте исполнения частота среза 1,25 МГц)

2. **Динамический коммутатор**, выполняющий коммутацию сигналов с частотой до 10 МГц с выходов четырёх аналоговых трактов на вход АЦП. Последовательность коммутации каналов гибко программируется в **управляющей таблице**.

3. АЦП — 14-битный высокочастотный АЦП типа LTC2245 с внутренней конвейерной архитектурой. С выхода АЦП также аппаратно анализируется признак переполнения разрядной сетки преобразователя. Этот признак подмешивается специальным образом в 16-битный выходной формат данных E20-10, что позволяет программно (на верхнем уровне) обнаруживать признак переполнения по каждому сэмплу.

4. Микроконтроллер **AVR AtMega162** — этот контроллер осуществляет внутреннее управление модулем, поддержание обмена информацией по USB, хранение калибровочных коэффициентов и серийного номера изделия.

5. USB-контроллер ISP1581 – **низкоуровневый контроллер USB** – управляется от AVR.

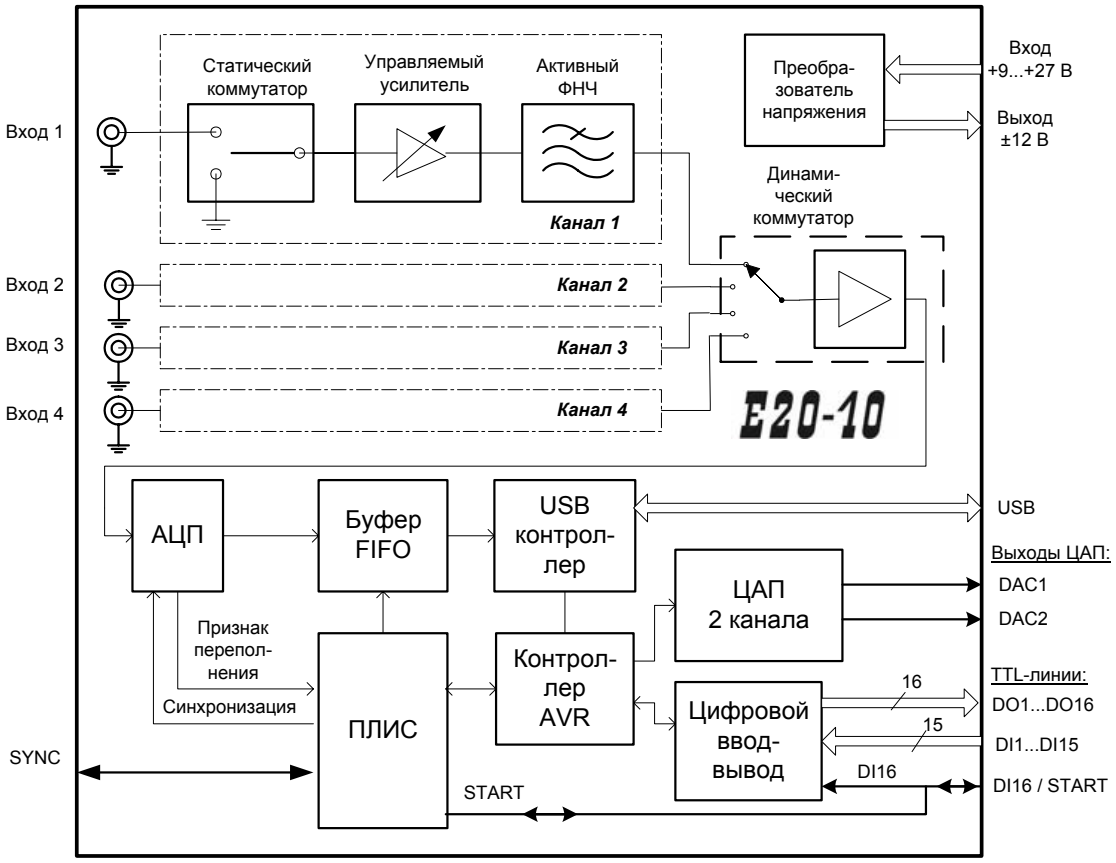

Рис. 5.1: Функциональная схема

6. **Буфер FIFO** 8 MB на основе SDRAM используется для буферизации потока данных АЦП.

7. **ПЛИС** с загружаемой архитектурой, программируется от AVR. Прошивка ПЛИС загружается с компьютера через USB при каждой программной инициализации **E20-10**. ПЛИС осуществляет аппаратное управление **E20-10**, в частности, она содержит управляющую таблицу на 256 отсчётов АЦП.

8. Двухканальный асинхронный **ЦАП** (опция), управляемый от AVR.

9. Регистр **цифрового входа DI1...DI16**, строго параллельно стробирует 16 TTL-линий данных с цифровых входов, содержимое регистра считывает AVR. Линия DI16 имеет программируемую альтернативную функцию двунаправленного сигнала START сбора данных.

10. Регистр **цифрового выхода DO1...DO16**, строго параллельно выставляет 16 бит данных на TTL-выходах с Z-состоянием. Регистр записывается от AVR. Если на входе EN_OE присутствует логическая единица, либо вход EN_OE не подключен, то разрешением выхода линий DO управляет AVR по команде верхнего уровня. Если вход EN_OE подан логический ноль, то выходы DO принудительно устанавливаются в активное состояние *на выход* уже при включении питания, в этом случае, состояние *на выход* не может быть программно изменено.

11. **Преобразователь напряжения**. Преобразует возможно нестабильное входное напряжение +9В...+27В в стабильные напряжения питания внутренних узлов **E20-10**. С выхода преобразователя на разъём аналоговых выходов модуля **E20-10** выводится вспомогательное напряжение $\pm 12B$ для питания внешнего устройства. Преобразователь имеет защиту от превышения суммарной мощности нагрузки.

> **!** **Внимание**: В отличие от своих предшественников — модулей **E14-440**, **E14-140** — модуль **E20-10** не имеет входной коммутационный помехи благодаря входным буферным усилителям. Это снимает проблемы подключения модуля, связанные с коммутационной помехой.

Калибровочные коэффициенты, хранящиеся в Flash-памяти контроллера AVR, позволяют учесть[1] смещение и ошибки шкалы (коэффициента усиления) аналогового тракта на каждом диапазоне.

Количество опрашиваемых входных каналов может быть гибко настроено от 1 до 4. Соответственно, установленная *частота запуска АЦП (1...10 МГц) делится между опрашиваемыми каналами* в соответствии с их количеством и порядком (кратностью) опроса. Требуемый порядок опроса каналов, образующих **кадр**, записывается в **управляющую таблицу** с устанавливаемым размером от 1 до 256 тактов АЦП. В процессе сбора данных номера каналов циклически считываются из управляющей таблицы с установленной частотой АЦП (1...10 МГц) и подаются в качестве сигнала управления на динамический коммутатор. Для получения более низких частот сбора данных программируется межкадровая задержка от 0 до 255 тактов АЦП, которая позволяет получить более низкие частоты сбора данных – от 3,9 кГц и выше в расчёте на один канал. При установленной ненулевой **межкадровой задержке** по окончании цикла выборки управляющей таблицы (при окончании кадра) вставляется соответствующее число *холостых* тактов АЦП, данные в которых откидываются на аппаратном уровне, и, таким образом, **трафик на USB не перегружатся ненужными данными**.

Важно отметить, что индивидуальные установки каждого канала на требуемый входной диапазон напряжений, а также на режим измерения собственного нуля, не управляются в динамике (синхронно) согласно управляющей таблице[2], а управляются статически и асинхронно от AVR.

5.1.1 Корректировка показаний (калибровка)

Модуль **E20-10** поставляется с калибровками, записанными в L-Card. Соответствующие калибровочные коэффициенты (а также серийный номер изделия и другая дополнительная информация) записаны в Flash-памяти контроллера AVR.

> **!** **Внимание**: Штатное ПО модуля **E20-10** *не производит* коррекцию данных АЦП, поэтому вся работа по корректировке должна выполняться в компьютере. Соответствующие библиотечные функции поставляются.

[1] в пользовательской программе PC, соответствующие функции предоставляются

[2] это важное отличие от **E14-440** и **E14-440**

5.1.2 Сигналы запуска сбора данных и синхронизации АЦП

E20-10 имеет два функционально независимых синхронизирующих сигнала: START — старт сбора данных (сигнализирует сбор данных АЦП) и SYNC — синхронизация АЦП (вырабатывается импульс по каждому сэмплу АЦП). Каждый из этих сигналов может быть независимо настроен на четыре режима: *внутренний*, *внутренний с трансляцией на выход*, *внешний по фронту*, *внешний по спаду*.

Внутренний — это значит, что источник этого синхрособытия находится внутри **E20-10** и соответствующая линия синхронизации не используется (по умолчанию настроена на вход)

Внутренний с трансляцией на выход — это значит, что источник этого синхрособытия находится внутри **E20-10** , а соответствующая линия синхронизации используется для его трасляции на выход (соответствующая линия включается на выход), при этом синхрособытие передаётся *фронтом*[3] сигнала. Этот режим используется тогда, когда **E20-10** является *ведущим* по данному синхрособытию и когда необходимо синхронизировать по этому событию другие внешние приборы, а, в частности, и другие *ведомые* **E20-10** .

Внешний по фронту или *внешний по спаду* — это значит, что **E20-10** будет ждать фронт (спад) этого сигнала извне и модуль будет являться *ведомым* по данному синхрособытию.

Естественно, в соединениях **E20-10** по принципу *ведущий-ведомый* пользователь должен осмысленно настраивать управляющие таблицы и межкадровые задержки этих модулей для того, чтобы разобраться в относительных временны́х привязках между потоками сэмплов, полученных от этих модулей.

Также естественно, что при настройке линии SYNC на *внешний по фронту* или *внешний по спаду* недопустимо подавать извне импульсы чаще, чем через 100 нс (10 MHz), в противном случае поток данных может сбиться. Эта ситуация возможна, например, в случае помехи на синхронизирующей линии.

В табл. 5.1 описано **поведение сигнала START** в соответствующих режимах, а в табл. 5.2 — **поведение сигнала SYNC**.

Временны́е параметры синхронизирующих сигналов см. в прилож. А.1, стр. 27.

[3] перепадом из низкого логического уровня в высокий

Таблица 5.1: Характер сигнала START

START – внутренний	**START – внутренний с трансляцией на выход**	**START – внешний**
Линия START включена на вход с резисторной подтяжкой к +5V. Поведение *E20-10* не зависит от состояния линии START.	Линия START настроена на выход и имеет исходное состояние – логический ноль. Момент перехода линии START в единицу соответствует моменту внутреннего запуска сбора данных в *E20-10* . Линия START остаётся в логической единице до тех пор, пока сбор данных запущен и возвращается в исходное состояние логического нуля, когда сбор программно остановлен.	Линия START включена на вход с резисторной подтяжкой к +5V. В зависимости от программной настройки "по фронту" или по "спаду", *E20-10* ожидает запуска сбора данных по первому пришедшему фронту или спаду внешнего синхросигнала (при этом, последующие перепады синхросигнала влияния не оказывают). Запущенный таким образом сбор данных может быть остановлен только программно

Таблица 5.2: Характер сигнала SYNC

SYNC – внутренний	**SYNC – внутренний с трансляцией на выход**	**SYNC – внешний**
Линия SYNC включена на вход и не оказывает какого-либо влияния на поведение *E20-10*	Вне зависимости от того, запущен сбор данных или нет, когда сконфигурирован этот режим, линия SYNC переходит на выход и по ней сразу начинает выводиться логический сигнал синхронизации АЦП, по форме близкий к меандру, по частоте – от 1 до 10 МГц, – соответствующий установленной частоте АЦП.	Линия SYNC включена на вход. Резисторной подтяжки нет! Подразумевается, что в перед настройкой на этот режим на линию SYNC должен быть от внешнего устройства подан сигнал меандр с частотой от 1 до 10 МГц. При настройке на этот режим: сигнал с линии SYNC непосредственно транслируется на внутренний синхровход АЦП, и только, **предварительно сконфигурировав SYNC**, можно запускать сбор данных (по сигналу START или внутренний).

Глава 6

Подключение сигналов

Эта глава разъясняет назначение сигналов на разъемах E20-10, а также предельно допустимые характеристики и способы подключения сигналов.

6.1 Общие сведения

Подключение сигналов и распайка разъемов возлагаются на пользователя системы. Кабельные части разъемов для подключения сигналов (кроме кабельных BNC) содержатся в комплекте поставки — см. 3.2.1, стр. 5.

Монтаж сигнальных цепей с подключением источников сигнала, датчиков и т.п. к модулю E20-10 должен осуществлять специалист соответствующей квалификации.

Пользовательские подключения, влекущие за собой превышение предельно допустимых значений напряжений и токов, могут вызвать ухудшение параметров E20-10 или выход из строя E20-10, компьютера и другого подсоединенного оборудования. L-Card **не несет ответственности за ущерб, причиненный неграмотным подключением сигналов**.

Полезную информацию о способах подведения сигналов к измерительной системе и борьбы с помехами вы найдете в специальной статье: *Решение вопросов электросовместимости и помехозащиты при подключении измерительных приборов на примере продукции фирмы L-Card* [2]. Обратите также ваше внимание на следующие литературные источники: [3, 4, 5, 6, 9] и [10, 11, 12, 13, 14].

6.2 Специфика модуля

В этот раздел вынесены отдельные важные особенности подключения к модулю E20-10 внешних цепей.

6.2.1 Нагрузочная способность

Не рекомендуется снимать с E20-10 более 0.7...1 Вт суммарной мощности по всем выходным цепям E20-10.

6.2.2 Многомодульные соединения

В многомодульных конфигурациях, собранных из **E20-10** [1] должны соблюдаться следующие правила:

1. Если модули между собой соединяются по цифровым линиям (в том числе и по линиям синхронизации, прерывания), то цепи GND модулей также должны быть соединены между собой.

2. Если разные модули гальванически связаны по каким-либо цепям, но используют разные PC или разные USB-хабы от индивидуальных источников питания, то эти PC или UDB-хабы должны иметь общее заземление (если цепь заземления предусмотрена), а цепи GND модулей должны быть соединены между собой.

3. При соединении двунаправленных линий разных модулей между собой следует исключать противоречивое состояние *выход на выход*, которое может привести к перегрузке линий **E20-10** .

Вопросы подключения модулей к USB рассмотрены в п. 4.4, стр. 9.

О правильном использовании цепей GND, GND* и AGND см. при соединении устройств см. в п. 6.3.3, стр. 21

[1] из E14-140, E14-440... – аналогично

6.3 Внешние разъемы

В настоящем разделе приводятся подробные описания разъемов **E20-10** с точки зрения внешних подключений.

Диапазоны напряжений, присутствующие в таблицах при описании сигналов, выведенных на контакты разъемов, *всегда приводятся относительно контакта AGND для аналоговых сигналов и относительно контакта GND - для цифровых.*

Концепция компоновки разъёмов в **E20-10** следующая: спереди находятся разъёмы аналоговых сигналов, сзади — цифровых.

6.3.1 Разъёмы аналоговых сигналов

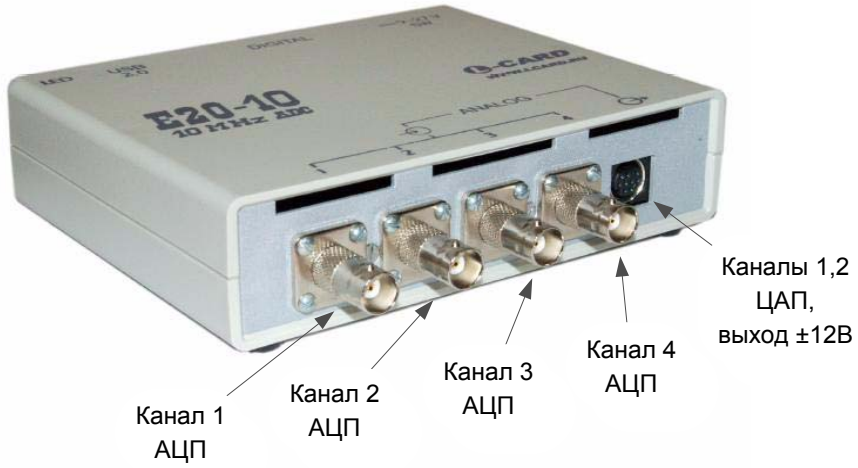

Рис. 6.1: Вид спереди

Тип разъемов четырёх аналоговых входов модуля **E20-10** — блочная розетка BNC, ей соответствует кабельный разъём — кабельная вилка BNC. Соответствие каналов показано на рис. 6.1, также на корпусе **E20-10** соответствие показано графически.

Практически, в случае аккуратного обращения с **E20-10** с Вашей стороны, не запрещается в качестве кабельного разъёма использовать отечественный разъём серии СР-50, но при этом возможны затруднения при соединении-разъединении, например, СР-50-74 с BNC[2].

Тип разъемов двух аналоговых выходов ЦАП и выходов питания **E20-10** — 9-контактное гнездо MiniDIN. Назначение контактов показано на рис. 6.2. Соответствующий кабельный разъём — это 9-контактная кабельная вилка MiniDIN.

Таблица 6.1: Назначение аналоговых сигналов на разъемах

Обозначение сигнала	**Общая точка**	**Направление**	**Описание**
Канал 1 АЦП	AGND	вход	однофазный (с общей землёй) вход канала 1 АЦП, экран разъёма соединён AGND

продолжение на следующей странице...

[2]история этой проблемы общеизвестна: неполное соответствие метрических стандартов в СССР дюймовым Западным стандартам

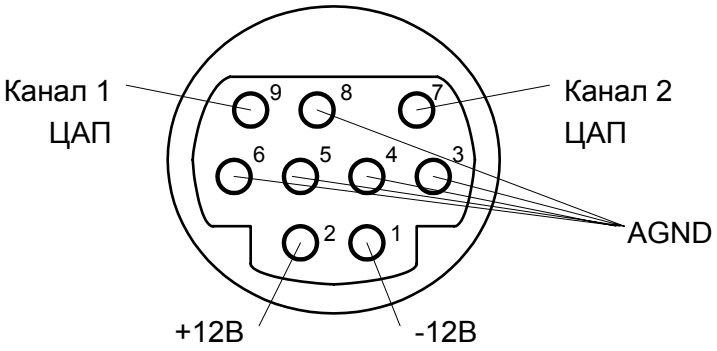

Рис. 6.2: Разъём ЦАП и выходов питания

продолжение таблицы 6.1

Обозначение сигнала	**Общая точка**	**Направление**	**Описание**
Канал 2 АЦП	AGND	вход	однофазный (с общей землёй) вход канала 2 АЦП, экран разъёма соединён AGND
Канал 3 АЦП	AGND	вход	однофазный (с общей землёй) вход канала 3 АЦП, экран разъёма соединён AGND
Канал 4 АЦП	AGND	вход	однофазный (с общей землёй) вход канала 4 АЦП, экран разъёма соединён AGND
Канал 1 ЦАП	AGND	выход	однофазный (с общей землёй) выход канала 1 ЦАП
Канал 2 ЦАП	AGND	выход	однофазный (с общей землёй) выход канала 2 ЦАП
+12В, -12В	AGND	Выходы	Двуполярный (относительно AGND) выход питания внешнего устройства
AGND	–	–	Аналоговая земля **E20-10**

6.3.2 Разъёмы цифровых сигналов и внешнего питания

Тип разъема цифровых сигналов ввода-вывода в E20-10: DRB-37F, соответствующая кабельная часть разъема — DB-37M.

Внимание: Металлическая окантовка (корпус) кабельного разъёма DB-37M не должна быть соединена с какой-либо цепью.

Тип разъёма внешнего питания: DJK-02A, соответствующая ему кабельная часть DJK-10A.

Таблица 6.2: Сигналы разъёма DIGITAL I/O

Обозначение сигнала	Общая точка	Направление	Состояние после включения	Описание
DI<16...1>	GND	Вход	–	16-битный цифровой вход: DI1-младший бит, DI16-старший бит, линии START и DI16 совмещены
DO<16...1>	GND	Выход	Z-состояние	16-битный цифровой выход: DO16-старший бит, DO1-младший бит
GND	–	–	–	Цифровая земля E20-10
+5 V	GND	Выход	+4.75...+5.0V	Выход +5V питания внешних цепей
SYNC	GND	Вход-выход		Вход-выход сигнала синхронизации АЦП
START	GND	Вход-выход		Вход-выход сигнала старта сбора данных, линии START и DI16 совмещены. Имеется подтяжка резистором 4,7 кОм к цепи +5 V
+9...+27V	GND*	Вход		Вход напряжения +9...+27V от внешнего источника питания 5W. О цепи GND* см. 6.3.3, стр. 21
EN_OE	GND	Вход		Вход управления режимом принудительной установки линий DO<16...1> на активный выход сразу после подачи питания на модуль, в этом случае, функция программнного управления разрешением выхода игнорируется. Для включения режима необходимо замкнуть цепи EN_OE и GND на кáбельной части разъёма цифровых сигналов. При неподключенном входе EN_OE устанавливается режим программного управления разрешением выхода

Рис. 6.3: Вид сзади

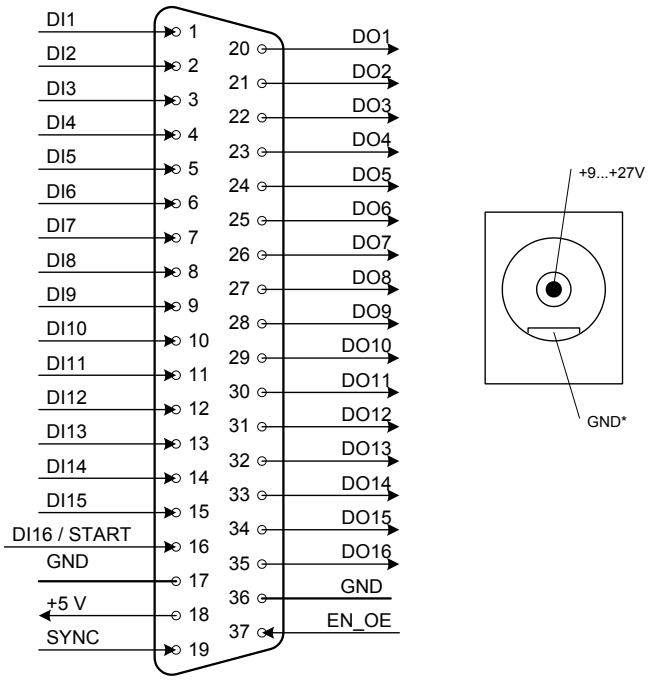

Рис. 6.4: Разъемы DIGITAL I/O и внешнего питания

6.3.3 Цепи GND, GND* и AGND

При проектировании внешних цепей модуля **E20-10** следует исходить из его внутренней схемы соединения общих проводов от разных разъёмов.

Модуль **E20-10** не имеет внутренних гальваноразвязок и, следовательно, цепи GND, GND* и AGND имеют внутреннюю связь (рис. 6.5): общий провод цифровых цепей GND в одной точке внутри **E20-10** соединяется с общим проводом аналоговых AGND. К этой же точке через *синфазный помехоподавляющий фильтр* подсоединён общий провод внешнего источника питания.

Принципиально, что общий провод интерфейса USB от компьютера (соединённый с корпусом компьютера) также подсоединён в точку соединения общих проводов внутри **E20-10** .

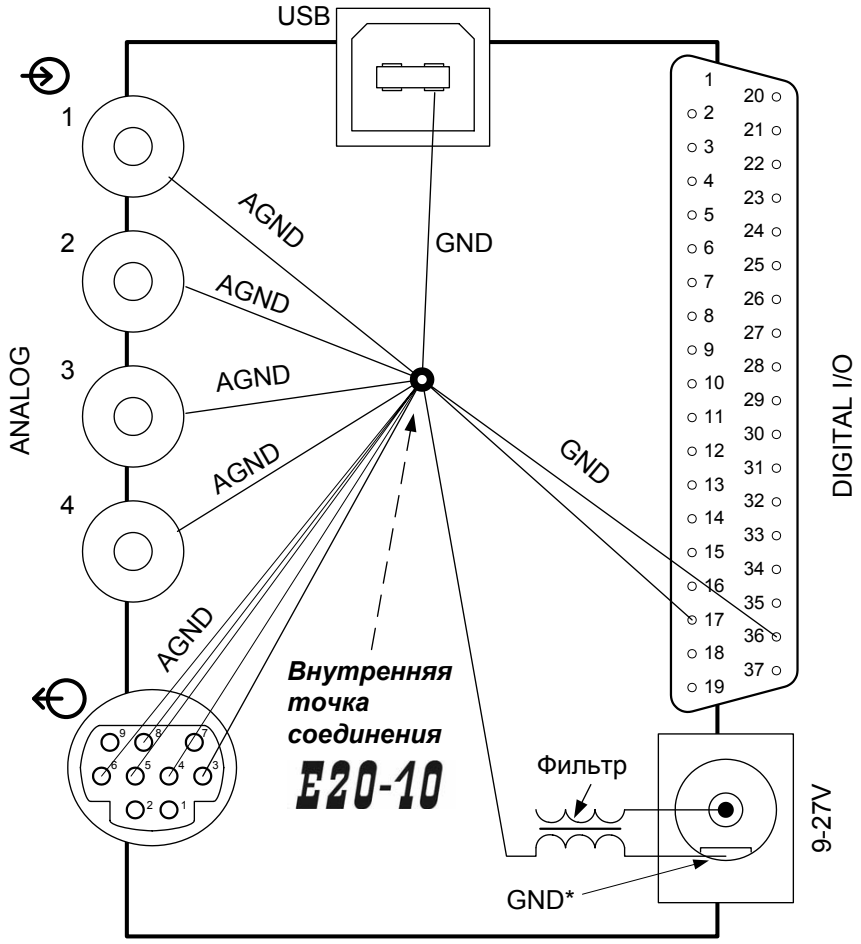

Рис. 6.5: Внутренняя точка соединения цепей GND, GND*, AGND

При подключении E20-10 к внешним цепям следует помнить, что наиболее правильное подключение E20-10 - это то, которое не приводит к протеканию сквозных токов по цепям **GND–AGND**, **GND–корпус PC** или **AGND–GND–корпус PC**.

! **Внимание**: Наличие вышеуказанных сквозных токов может ухудшить соотношение сигнал-шум в каналах E20-10 , вызвать неустойчивую работу USB, или USB-хаба, а при превышении предельно допустимых сквозных токов (табл. 6.5, стр. 25) вывести из строя E20-10 и присоединённое оборудование.

Если же такие токи в Вашей системе по какой-либо причине неизбежны, то следует принять меры по его минимизации (п. 6.3.4.2, стр. 22).

Общие рекомендации по подключению измерительных приборов Вы можете найти в [2].

6.3.4 Подключение входа АЦП

E20-10 по классификации[3] имеет двуполярный, однофазный вход напряжения без гальваноразвязки.

Если Вы намереваетесь получить наилучшее соотношение сигнал-шум при соединении входа АЦП E20-10 с внешним прибором (источником сигнала), следует обеспечить нулевой ток (во всей полосе частот), текущий по экрану коаксиального кабеля входной цепи АЦП, поскольку падение напряжения на сквозном импедансе цепи экрана кабеля непосредстаенно суммируется с напряжением полезного сигнала на входе АЦП, что приводит к ухудшению сигнал-шум.

6.3.4.1 Как обнаружить, что сквозные токи ухудшают сигнал-шум в Вашей схеме соединения?

Допустим, Вы соединили вход АЦП E20-10 с внешним прибором и обнаружили в спектре оцифрованного сигнала помехи, которых нет на выходе внешнего прибора. Локализация проблемы:

- Отсоедините разъём коаксиального кабеля от прибора (второй конец кабеля остаётся подключенным к E20-10) и замкните центральный контакт отсоединённого разъёма на его корпус. Если помеха в оцифрованном сигнала исчезла, значит она рождается не в E20-10 и не в кабеле по причине его неисправности.
- Оставляя замкнутый центральный контакт разъёма соедините корпус разъёма с корпусом выходного разъёма прибора. Если момеха появилась, то это означает, что её вызвали сквозные токи. Если же помеха не появилась, то это свидетельствует, что помеха присутствует в самом сигнале на выходе прибора.

6.3.4.2 Как решить проблему, если сквозные токи обнаружены?

Существуют следующие технические пути решения:

- *Электрически близко* заземлять соединяемые приборы, укорачивать соединительные провода.
- Применять дополнительные устройства гальваноразвязки в системе, разрывающие контура сквозных токов по общим проводам.
- Подключать сигнал к входу АЦП E20-10 через синфазный фильтр [4] (см. п. 3.2.1, стр. 5), который скомпенсирует переменный сквозной ток и помеха не будет присутствовать в сигнале.

[3] приведена в статье [2]

[4] кабель, несколько раз пропущенный через кольцо с высокой магнитной проницаемостью

6.3.5 О неподключенных входах АЦП

! **Внимание**: Неподключенные входы АЦП рекомендуется программно установить в режим измерения собственного нуля, или их не следует опрашивать!

Собственный ток входа АЦП (см. прил. A.1, стр. 27) на неподключенных входах АЦП может создать входное напряжение, превышающее установленный поддиапазон входного сигнала. Если в режиме перегрузки входа опрашивать соответствующий канал в процессе сбора данных, то это может вызвать увеличение межканального прохождения. Поэтому, неподключенный вход следует либо настроить на режим измерения собственного нуля – это устранит перегрузку, либо не опрашивать (т.е. в управляющей таблице не должен присутствовать код канала, соответствующий неподключенному входу).

6.4 Характеристики входов и выходов сигнальных линий

! **Внимание**: Перед подключением модуля E20-10 к Вашей системе необходимо строго учитывать параметры, приведенные в таблицах настоящего раздела.

Фирма-изготовитель не несет гарантийной ответственности при выходе E20-10 из строя по причине превышения предельно допустимых режимов эксплуатации.

В таблицах настоящего раздела приняты следующие обозначения:
- **AI** - аналоговый вход
- **DI** - цифровой вход
- **DOZ** - цифровой выход с возможностью перехода в Z-состояние
- **DIO** - цифровой вход-выход
- **AIO** - аналоговый вход-выход

6.4.1 Рабочий режим

Модуль E20-10 , подключенный к внешнему источнику питания +9...+27В, имеет следующие характеристики входных и выходных сигнальных линий:

Таблица 6.3: Характеристики входов и выходов сигнальных линий, рабочий режим

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе	Предельно допустимые условия на выходе	Резисторная подтяжка
Входы каналов АЦП	AI	не менее 5 МОм	±10 В	–	–
Выходы каналов ЦАП	AO	–	–	Короткое замыкание выхода относительно AGND допускается	–
INT, DI1... DI15	DI	более 100 кОм	-0.2В...+5.2В относительно GND	–	–

продолжение на следующей странице...

продолжение таблицы 6.3

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимые условия на входе	Предельно допустимые условия на выходе	Резисторная подтяжка
DI16/ START	DIO	4.7 кОм при настройке на вход	-0.2В...+5.2В относительно GND	–	4.7 кОм относительно +5V
DO1... DO16	DOZ	–	–	±20 мА	–
SYNC	DIO	Не менее 100 кОм при настройке на вход	-0.2...+5.2В относительно GND	±20 мА при настройке на выход	–

6.4.2 Выключенный режим

Модуль E20-10, отключенный от внешнего источника питания, имеет следующие характеристики входных и выходных сигнальных линий:

Таблица 6.4: Характеристики входов и выходов сигнальных линий, выключенный режим

Сигнал	Тип	Входное сопротивление	Предельно допустимое напряжение на входе	Предельно допустимые условия на выходе
Входы каналов АЦП	AI	не менее 1 кОм	±10В	–
Выходы каналов ЦАП	AO	–	–	–
DI1...DI15	DI	не менее 600 Ом	-0.2В...+5.2В относительно GND	–
DI16/START	DIO	не менее 600 Ом	-0.2В...+5.2В относительно GND	-0.2В...+5.2В относительно GND
DO<1...16>	DOZ	–	–	-0.2В...+5.2В относительно GND
SYNC	DIO	не менее 600 Ом	-0.2В...+5.2В относительно GND	

6.4.3 Предельные сквозные токи

В E20-10 цепи AGND, GND, GND* связаны между собой (п. 6.3.3, стр. 21). Это накладывает ограничения по предельно допустимым сквозным токам по цепям AGND-GND-GND*.

Внимание: Превышение предельно допустимых сквозных токов ведёт к выходу из строя E20-10.

Таблица 6.5: Предельно допустимые сквозные токи

Цепь	Предельно допустимый сквозной ток
AGND-GND	0,1А
AGND-GND*	0,1А
GND-GND*	0,7А

6.5 Характеристика выходов внешнего питания

При снятии с **E20-10** токов для питания внешних устройств следует учитывать характеристики выходов внешнего питания.

Таблица 6.6: Характеристики выходов внешнего питания

Источник питания внешних цепей	**±12V**	**+5V**
Максимальный выходной ток†	2 · 35 мА	35 мА
Защита по току	тепловая защита стабилизатора	тепловая защита стабилизатора

Приложение А

Спецификации

Данное приложение представляет собой перечень характеристик модуля **E20-10**, приводимых при нормальных условиях (прил. А.6, стр. 30). Прочие условия внешней среды оговариваются особо. Если модуль **E20-10** находился в предельных климатических условиях, то перед включением его необходимо выдержать в нормальных условиях не менее 3 часов.

Все приводимые ниже характеристики **E20-10** соответствуют подключению к стандартному *USB 2.0* порту компьютера.

В приводимых ниже спецификациях указаны основные параметры **E20-10** по назначению для рабочего режима работы.

! **Внимание**: Предельные характеристики модуля **E20-10**, а также дополнительные характеристики сигнальных линий приводятся в главе 6.4, стр. 23.

А.1 АЦП

Параметр	Значение
Число каналов	4 с общей землёй (однофазных)
Диапазон входного сигнала	±3V
Поддиапазоны входного сигнала	±3V, ±1V, ±0.3V – независимая настройка для каждого канала
Разрядность АЦП	14 бит
Пределы допускаемой систематической составляющей основной приведённой **погрешности измерения напряжения постоянного тока**	±0,25%
Предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей основной приведённой **погрешности измерения напряжения постоянного тока**	0,1%
Пределы допускаемой основной приведённой **погрешности измерения среднеквадратического значения напряжения переменного тока**:	

продолжение на следующей странице...

продолжение таблицы A.1

Параметр	Значение
– в диапазоне частот входного напряжения от 0,00002 до 0,5 МГц	±0,2%
– в диапазоне частот входного напряжения от 0,5 МГц до 1 МГц	±1%
Типичное отношение сигнал-шум	70 дБ
Максимальная частота преобразования АЦП	10.0 MHz
Сетка частот преобразования АЦП при внутренней синхронизации	$F_{ADC} = 30/k$ [МГц], где $k = \{3, 4, 5, ..., 30\}$
Относительная погрешность частоты преобразования АЦП:	не более 0.005% в рабочих условиях (прил. A.6, стр. 30)
Диапазон частот преобразования АЦП при внешней синхронизации от сигнала SYNC формы *меандр*	1,00 – 10,00 МГц.
Входное сопротивление, не менее	5 МОм
Входной ток†	-15...+5 мкА
Верхняя частота полосы пропускания входного аналогового тракта АЦП (в базовом варианте поставки) по уровню -3 дБ	1.25 МГц
Спад АЧХ на частотах:	
– 2.4 МГц	не менее 12 дБ
– 5 МГц	не менее 30 дБ
– 10 МГц	не менее 40 дБ
Межканальное прохождение в поддиапазонах измерений‡**:**	
– на постоянном напряжении	не более -50 дБ
– на частоте 1 кГц	не более -70 дБ
– на частоте 1 МГц	не более -60 дБ
Защита входов	$\pm 10V$
Возможность коррекции (использование калибровочных коэффициентов)	есть (в PC, в пользовательской программе)
Параметры сигналов синхронизации АЦП:	
Время задержки распространения сигналов на выход:	
— сигнал START, не более	один период частоты запуска АЦП
— сигнал SYNC, не более	20 нс
Время задержки распространения сигналов со входа:	
— сигнал START, не более	один период частоты запуска АЦП
— сигнал SYNC, не более	20 нс
Разброс времени задержки сигналов синхронизации у разных модулей **E20-10** :	
— сигналов SYNC	±8 нс
— сигналов START	±один период частоты запуска АЦП
Частота входного или выходного сигнала SYNC	1.0...10.0 МГц
Скважность входного или выходного сигнала SYNC	1.90...2.10
Параметры кадра отсчётов АЦП:	
–Размер кадра	от 1 до 256 отсчётов АЦП

продолжение на следующей странице...

продолжение таблицы А.1

Параметр	Значение
—Последовательность опроса каналов внутри кадра	произвольная (программируется)
—Межкадровая зажержка	от 0 до 255 периодов частоты АЦП (програмируется)

†это типичный диапазон собственного входного тока АЦП
‡ типичные значения межканального прохождения для заданных настроек будут приведены в следующей редакции настоящего руководства

А.2 ЦАП

Параметр	Значение
Количество каналов	2
Разрядность	12 бит
Время установления	8 мкс
Выходной диапазон	±5V
Выходной ток	2 мА
Устойчивость к короткому замыканю выхода	имеется
Режим работы	асинхронный

А.3 Цифровые линии

Параметр	Значение
Количество цифровых линий	
— ввода общего назначения†	16
— вывода общего назначения†	16
— входов синхронизации старта сбора данных†	1 (альтернативная функция одной линии цифрового ввода)
— входов синхронизации запуска АЦП†	1
Ток выходных линий	8 мА
Суммарный выходной ток нагрузки, подключенной относительно цепи GND, выходов, находящихся в состоянии логической единицы	до 40 мА

†совместимо с TTL/CMOS

Предельные характеристики цифровых линий см. п. 6.4, стр. 23.

А.4 Питание

В этом приложении приводятся характеристики входов-выходов питания **E20-10** . Параметры сетевого адаптера здесь не рассматриваются.

Параметр	Значение
Параметры входа внешнего источника питания *E20-10*:	
— напряжение	+9...+27V
— потребляемая мощность	до 5 Вт
— гальваноотвязка от других цепей *E20-10*	отсутствует
— входной синфазный фильтр помех	имеется
— устойчивость в режиме ошибочного подключению отрицательной полярности напряжения питания‡	имеется до -30V
Параметры выхода 5V питания внешних устройств *E20-10*:	
— выходное напряжение	+5V±5%
— выходной ток	35 мА
— тип защита по току	теплозащита стабилизатора напряжения†
Параметры выхода $\pm 12V$ питания внешних устройств *E20-10*:	
— выходное напряжение	$\pm 12V \pm 5\%$
— выходной ток	35 мА
— тип защита по току	теплозащита стабилизатора напряжения†

†при срабатывании теплозащиты работоспособность *E20-10* не обеспечивается
‡реальная ситуация: у сторонних поставщиков встречаются сетевые адаптеры с отрицательным полюсом питания на центральном контакте разъёма; при случайном подключеии такого адаптера к *E20-10* модуль не выйдет из строя, но работать от такого адаптера он не будет.

A.5 Физические свойства

Параметр	Значение
Габаритные размеры корпуса (без выступающих частей разъемов)	140x110x35 мм.
Масса	до 350 г
Тип разъема *Digital I/O*	DB-37F
Тип разъема *USB*	DUSB-BRA42-T11
Тип разъема ⎓*9-27V*	DJK-02A
Тип разъема *Analog* ⊖→	MDNR-9J
Тип разъёмов *Analog* ⊖	BNC – приборное гнездо с фланцем
Наработка на отказ	Не менее 40000 часов
Срок службы	10 лет

A.6 Условия окружающей среды

Модуль *E20-10* предназначен для использования в условиях в соответствии с требованиями ГОСТ 22261 (группа 3, с расширенным диапазоном температур).

Модуль не должен подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков. Модуль не должен располагаться вблизи источников сильных электромагнитных помех, а также в помещениях, насыщенных взрывоопасными и едкими химическими соединениями.

Параметр	Значение
Нормальные условия	
Температура окружающего воздуха	$+20 \pm 5^oC$
Относительная влажность воздуха	30...80%
Атмосферное давление	630...795 мм рт. ст.
Рабочие условия	
Температура окружающего воздуха	$+5... + 55^oC$
Относительная влажность воздуха	До 90% при температуре $+25^oC$
Условия хранения	
Температура окружающего воздуха	$0... + 40^oC$
Относительная влажность воздуха	До 80% при температуре $+35^oC$ без конденсации влаги
Прочие	Отсутствие в воздухе пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию
Условия транспортирования	
Температура окружающего воздуха	$-20... + 55^oC$
Относительная влажность воздуха	Не более 95% при температуре $+25^oC$
Прочие	Все виды транспорта при условии защиты от прямого попадания атмосферных осадков

Приложение B

Решение вопросов в нештатных ситуациях

В настоящем приложении предпринята попытка классифицировать возможные нештатные ситуации, которые могут возникнуть в реальных условиях, а также даны рекомендации пользователю по их преодолению.

Таблица B.1: Нештатные ситуации

Внешнее проявление нештатной ситуации	**Возможные причины**	**Меры по преодолению**
Во время работы операционная система компьютера фиксирует неожиданное пропадание связи по интерфейсу USB. Индикатор *USB 2.0* кратковременно или постоянно становиться жёлтым или мигает	1) Пропал контакт с кабелем USB или кабель USB неисправен	Восстановить контакт, заменить кабель
	2) В Вашей схеме подключения сквозные токи через общие провода подключенных к E20-10 устройств столь велики, что вызывают неустойчивую работу интерфейса USB.	Сначала обнаружить контур протекания сквозного тока в Вашей схеме подключения. Для этого последовательно отключайте разъёмы источников сигналов и нагрузок (кроме входа питания и USB) и, если после очередного отключения интерфейс USB стал работать устойчиво, значит Вы обнаружили внешнее устройство, создающее контур протекания большого сквозного тока через USB. Далее остаётся либо лучше заземлить общий провод обнаруженного устройства относительно корпуса компьютера, либо гальванически развязать это устройство тем или иным способом. Рекомендации см. в гл. 6.

Нештатные ситуации в LTR (продолжение)

Внешнее проявление нештатной ситуации	Возможные причины	Меры по преодолению
В спектре оцифрованного посредством E20-10 сигнала обнаруживаются составляющие, которых нет в Вашем сигнале	1) Недостаточное экранирование кабелей	Использовать более качественное экранирование
	2) В Вашей схеме подключения присутствует контур тока по общим проводам, вызвающий эту помеху Если при замыкании коаксиальных кабелей со стороны источников сигнала (без отсоединения оплётки от источника сигнала) помеха остаётся, а при полном отсоединении кабеля от источника помеха исчезает, то это подверждает синфазный характер помехи	Возможные меры: – Применить синфазный помехоподавляющий фильтр на выходе соответствующего источника сигнала. – Общие провода всех устройств сводить в одну точку заземления кратчайшим способом проводом наибольшего сечения. – Применить дополнительное устройство гальваноразвязки с наименьшей ёмкостью между гальваноразвязанными частями. Рекомендации см. в гл. 6.
При работе с E20-10 с использованием Вашего программного обеспечения возникли подозрения о неисправности аппаратуры E20-10.	Возможна некорректная работа Вашей программа с E20-10, или действительно E20-10 неисправен.	Проверить функции E20-10, попавшие под подозрения, с помощью программ, поставляемых L-Card (или непосредственно используя приводимые примеры программирования). При подтверждении неисправности обратиться в L-Card.

B.1 Как получить консультацию?

Простой телефонный звонок в L-Card и объяснение "на пальцах" — это, как правило, просто потеря времени (своего и чужого), поскольку специалисту сразу потребуются исходные данные, описывающие Вашу ситуацию. А необходимых исходных данных **очень много** (вы и сами из сразу не вспомните), поэтому их просто необходимо передать в L-CARD в письменном виде (E-mail, конференция на сайте, факс, выслать по почте или принести лично в L-CARD, адреса см. на обороте титульного листа этой книги)

Необходимы следующие исходные данные, описывающую Вашу ситуацию:

- Как Вас зовут и как с Вами связаться.
- Серийный номер E20-10 (см. на корпусе модуля или соответствующую программно доступную информацию).
- Какой компьютер (на основе какого чипсета) используете и под какой операционной системой.
- Каким ПО вы пользуетесь и каким драйвером устройства (указать версию или другие сведения, позволяющие Вас понять).
- Какие программные пользовательские настройки E20-10 используются (частота АЦП, входной поддиапазон, количество опрашиваемых каналов, величина межкадровой задержки, режим синхронизации АЦП и старта сбора данных).

- Схема внешних подключений (текстовым описанием связей или нарисовать эскиз схемы), при этом обязательно указать номера контактов разъёма и ориентировочную длину проводов.
- Какие источники сигнала используются и какие выходные электрические параметры они имеют.
- Оценка уровней сигналов, приложенных к контактам изделия, какой характер сигнала используется (укажите специфические параметры сигнала, если они известны, импульсный или синусоидальный, случайный или периодичный, ширина полосы частот).
- В каких условиях эксплуатируется изделие (лаборатория, производство).
- Описать, как выполнены цепи заземления компьютера, заземлены ли источники сигналов, если да, то каким образом.
- И, наконец, опишите наблюдаемый негативный эффект, снабдив это описание **хотя бы какими-то количественными характеристиками или оценками!**

Если Вы потрудитесь немного и предоставите эти полные исходные данные, это даст возможность специалисту в кратчайшие сроки дать Вам наиболее точный и правильный ответ, что, безусловно, в Ваших интересах!

Литература

[1] Кодоркин А. В. E20-10 . Руководство программиста. - М.: L-Card , 2006

[2] Гарманов А. В. Решение вопросов электросовместимости и помехозащиты при подключении измерительных приборов на примере продукции фирмы L-Card. - М.: L-Card , 2002

[3] Шевкопляс Б. В. Микропроцессорные структуры. Инженерные решения, гл. 4. - М.: Радио, 1990

[4] National Semiconductor[1]. A Practical Guide To Cable Selection. - Application Note 916

[5] National Instruments[2]. Field Wiring and Noise Considerations for Analog Signals. - Application Note 25

[6] National Instruments. Signal Conditioning Fundamentals for PC-Based Data Acquisition Systems. - Application Note 48

[7] Universal Serial Bus Specification. - Rev. 1.0, Jan. 1996

[8] Фролов А. В. Б-ка системного программиста. Программирование модемов, т. 4. - М.: Диалог-МИФИ, 1994

[9] Денисенко В., Халявко А. Защита от помех датчиков и соединительных проводов систем промышленной автоматизации. - М.: Журнал СТА, 1/2001, стр. 68-75

[10] Клаасон К. Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. - М.: Постмаркет, 2000

[11] Харт Х. Введение в измерительную технику. - М.: Мир, 1999

[12] Ред.- Новицкий П. В. Электрические измерения неэлектрических величин. - Ленинград: Энергия, 1975

[13] Тиль Р. Электрические измерения неэлектрических величин. - М.: Энергоатомиздат, 1987

[14] Олссон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. - Санкт-Петербург, 2001

[15] Фролов А. В., Фролов Г.В. Б-ка системного программиста, т. 26. Программирование для Windows-NT. - М.: Диалог МИФИ, 1996

[1] www.national.com

[2] www.ni.com

[16] Гордеев А. В., Молчанов А. Ю. Системное программное обеспечение. - Санкт-Петербург, 2001

[17] Джонс М. Х. Электроника - практический курс. - М.: Постмаркет, 2000

[18] Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов.- Санкт-Петербург, 2002

[19] National Instruments. Data Acquisition Specifications - a Glossary, by R. House. - Application Note 092

Список таблиц

1 История ревизий настоящего документа 3

3.1 Состав поставки ПО на CD-ROM 6

5.1 Характер сигнала START 14
5.2 Характер сигнала SYNC 14

6.1 Назначение аналоговых сигналов на разъемах 17
6.2 Сигналы разъёма DIGITAL I/O 19
6.3 Характеристики входов и выходов сигнальных линий, рабочий режим 23
6.4 Характеристики входов и выходов сигнальных линий, выключенный режим . 25
6.5 Предельно допустимые сквозные токи 25
6.6 Характеристики выходов внешнего питания 26

B.1 Нештатные ситуации 33

Список иллюстраций

5.1 Функциональная схема 11

6.1 Вид спереди 17
6.2 Разъём ЦАП и выходов питания 18
6.3 Вид сзади 20
6.4 Разъемы DIGITAL I/O и внешнего питания 20
6.5 Внутренняя точка соединения цепей GND, GND*, AGND 21

Оглавление

1 О чем этот документ **1**
1.1 Как читать это руководство? . . . 1
1.2 Ссылки на дополнительную документацию . . . 1

2 Основные потребительские свойства **2**

3 Общее знакомство **4**
3.1 Назначение устройства . . . 4
3.2 Комплектация модуля . . . 5
3.2.1 Базовый комплект поставки . . . 5
3.2.2 Опции . . . 5
3.2.3 Дополнительные устройства . . . 5
3.3 Поставка ПО . . . 6

4 Инсталляция и настройка **7**
4.1 Аппаратная настройка . . . 7
4.1.1 Подключение к компьютеру . . . 7
4.2 Установка программного обеспечения . . . 8
4.2.1 Драйвер . . . 8
4.2.2 DLL библиотека . . . 8
4.2.3 Прочие компоненты . . . 8
4.3 Диагностика работоспособности . . . 9
4.4 Организация сети USB . . . 9

5 Обзор аппаратной части и принципы работы **10**
5.1 Функциональная схема . . . 10
5.1.1 Корректировка показаний (калибровка) . . . 12
5.1.2 Сигналы запуска сбора данных и синхронизации АЦП . . . 13

6 Подключение сигналов **15**
6.1 Общие сведения . . . 15
6.2 Специфика модуля . . . 15
6.2.1 Нагрузочная способность . . . 15
6.2.2 Многомодульные соединения . . . 16
6.3 Внешние разъемы . . . 17
6.3.1 Разъёмы аналоговых сигналов . . . 17
6.3.2 Разъёмы цифровых сигналов и внешнего питания . . . 19
6.3.3 Цепи GND, GND* и AGND . . . 21
6.3.4 Подключение входа АЦП . . . 22

6.3.4.1 Как обнаружить, что сквозные токи ухудшают сигнал-шум в Вашей схеме соединения? . . . 22
6.3.4.2 Как решить проблему, если сквозные токи обнаружены? . . 22
6.3.5 О неподключенных входах АЦП . . . 23
6.4 Характеристики входов и выходов сигнальных линий . . . 23
6.4.1 Рабочий режим . . . 23
6.4.2 Выключенный режим . . . 25
6.4.3 Предельные сквозные токи . . . 25
6.5 Характеристика выходов внешнего питания . . . 26

A Спецификации **27**
A.1 АЦП . . . 27
A.2 ЦАП . . . 29
A.3 Цифровые линии . . . 29
A.4 Питание . . . 29
A.5 Физические свойства . . . 30
A.6 Условия окружающей среды . . . 30

B Решение вопросов в нештатных ситуациях **33**
B.1 Как получить консультацию? . . . 34

Литература **36**

Список таблиц **38**

Список иллюстраций **39**