

# Высокопроизводительные платформы DSTni

## компании Lantronix

**В настоящее время в связи с непрекращающимся увеличением объема передаваемых данных по цифровым сетям непрерывно растут требования к коммуникационным платформам. Существующее и разрабатываемое оборудование промышленной автоматки имеет различные интерфейсы связи и протоколы управления. Как правило, задача объединения всех устройств в одну сеть с управлением в режиме реального времени достаточно тяжело реализуема. Для этого нужен коммуникационный процессор, имеющий высокую производительность и большое число поддерживаемых интерфейсов связи, такой, например, как сетевые платформы DSTni компании Lantronix.**

**Александр Зайцев**

alex-uc@narod.ru

Компания Lantronix, основанная в 1989 году, является мировым лидером в производстве программно-аппаратных комплексов дистанционного управления технологическим оборудованием. В большинстве случаев в основе оборудования Lantronix лежит высокопроизводительная коммуникационная платформа DSTni-LX или DSTni-EX.

Платформы DSTni включают все необходимые аппаратные и программные компоненты приложений типа Device Networking. Интегрированные контроллеры интерфейсов, такие, как Ethernet, USB, CAN, SCi, Profibus и др., позволяют применять DSTni как ведущее устройство системы, выполнен-

ное на одном кристалле. Реализация платформы DSTni по принципу «все в одном» дает возможность значительно уменьшить размеры устройства, а также снизить энергопотребление и стоимость системы. Основные характеристики платформ DSTni представлены в таблице.

В состав программного пакета поддержки платформ DSTni входит операционная система реального времени (RTOS) для быстрого сбора и обработки данных с внешних устройств; стек протокола TCP/IP для работы по сети Ethernet и организации веб-сервера с графическим управлением системой через веб-браузер; проверенные C-библиотеки для работы со всеми периферийными контроллерами DSTni.

Рассмотрим более подробно некоторые основные узлы коммуникационных платформ DSTni.

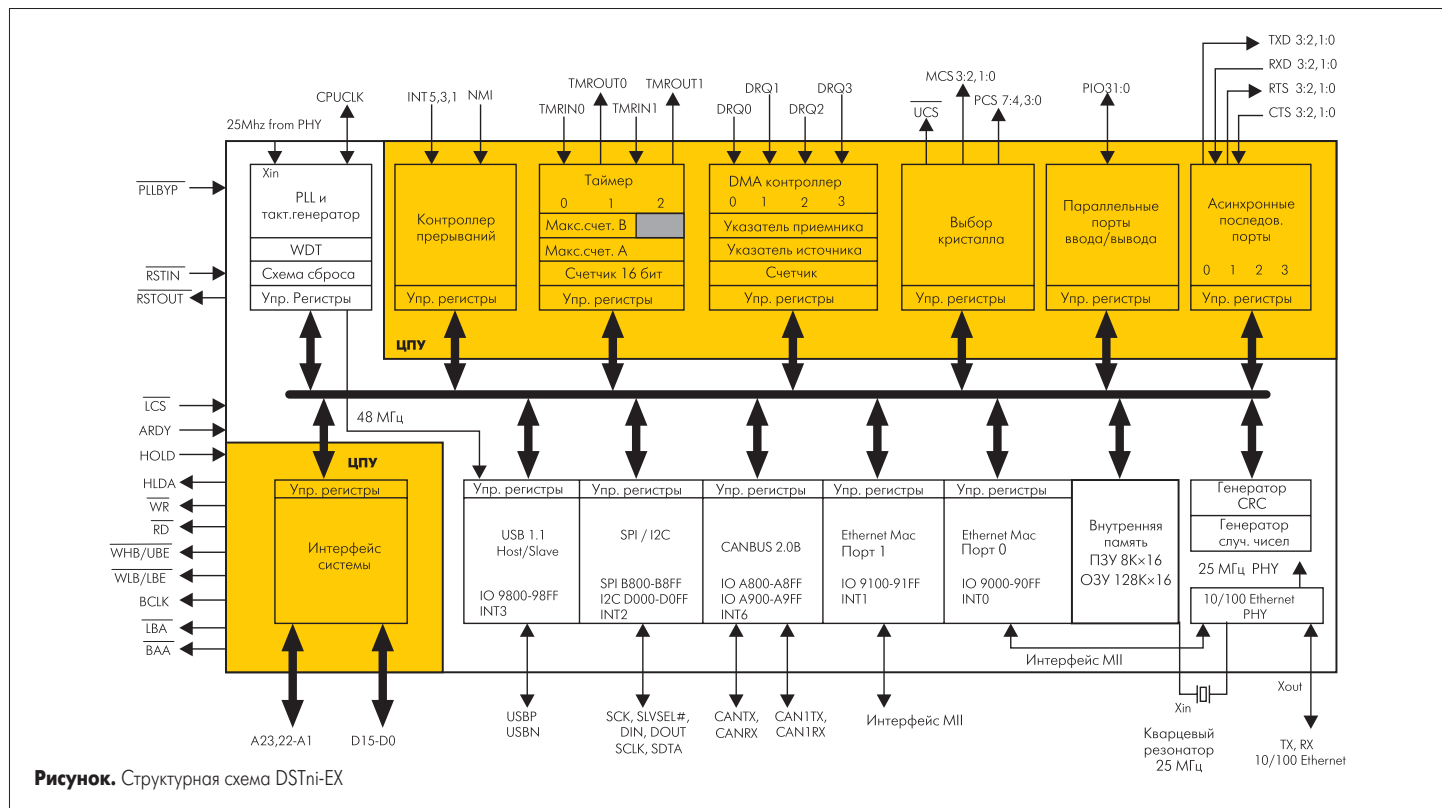
**Таблица.** Основные характеристики DSTni-LX и DSTni-EX

Платформа	DSTni-LX	DSTni-EX
Тип процессора	16-разрядный микропроцессор Turbo 186	
Максимальная тактовая частота/производительность	48 МГц/12,5 MIPS	125 МГц/30 MIPS
Программируемая схема PLL	Нет	1-115 МГц
Интегрированное статическое ОЗУ	256 кбайт	
Максимальный объем внешней памяти	16 Мбайт (шина данных 16 бит, шина адреса 24 бит)	
Интегрированное загрузочное ПЗУ	2 кбайт	16 кбайт
Двухпортовое ОЗУ с интерфейсом IDT	8 кбайт	Нет
Контроллеры интерфейсов связи	Один 10/100 Мбит Ethernet Два 1 Мбит CAN V.0B Два RS232/422/485 с RTS/CTS SPI	Два 10/100 Мбит Ethernet Два 1 Мбит CAN V.0B Четыре RS232/422/485 с RTS/CTS USB 1.1, SPI, I <sup>2</sup> C
Контроллер Profibus	Интегрированный контроллер Profibus Siemens ASPC 12 Мбит	Нет
Каналов DMA	3	4
Интегрированная периферия	3 таймера, контроллер прерываний, 32 порта ввода-вывода, логика выборки внешней памяти, сторожевой таймер	
Интерфейс JTAG	Поддержка внутрисхемного эмулятора с точками останова и буфера трассировки	
Напряжение питания	Ядро – 2,5 В Периферия – 3,3 В	Ядро – 1,8 В Периферия – 2,5 В
Диапазон рабочих температур	От –40 до +105 °С	
Корпус	160-выводный LQFP 180-выводный BGA 12x12 мм	184-выводный BGA 12x12 мм

### Центральный процессор

В DSTni-LX и DSTni-EX интегрирован 16-разрядный высокопроизводительный процессор промышленного стандарта 80186, который полностью заново разработан с применением последних достижений в микроэлектронике, позволяющих значительно эффективнее использовать высокую тактовую частоту по сравнению со стандартными процессорами. Многократно проведены разнообразные тесты, подтверждающие полную программную совместимость нового процессора с семейством процессоров 8086, широко применяемых в системах промышленной автоматки.

Процессор Turbo 186 обеспечивает выигрыш в производительности примерно в 2,5 раза по сравнению с процессорами 80186 компаний Intel и AMD для той же тактовой частоты. Приложения, приоритетом в которых является пониженное энергопотребление, могут работать на тактовой частоте в два раза ниже обычного и сохранять требуемую производительность.



Применение передовых технологий в изготовлении процессора Turbo 186 позволило более чем в пять раз повысить его максимальную производительность, а стандартные элементы могут работать на частоте в два-три раза выше обычного. В результате процессор Turbo 186 имеет более подходящие характеристики для приложений, работающих в режиме реального времени, чем процессоры 386SX.

Процессор Turbo 186 содержит все периферийные модули процессоров семейства 186, обеспечивающие полную совместимость с процессорами Intel 80C186 и AMD Am186ES, которые являются промышленным стандартом.

Обмен с периферийными модулями, размещенными на кристалле, производится по высокоскоростной 16-разрядной шине.

Процессором Turbo 186 поддерживается два режима адресации:

- Совместимый режим — максимальный объем адресуемой памяти 1 Мбайт;
- Расширенный режим — максимальный объем адресуемой памяти 16 Мбайт.

Вся адресуемая память разделена на непрерывные сегменты размером до 64 К × 8 бит. Для обращения к любому участку памяти суммируются два 16-разрядных указателя, один из которых в совместимом режиме сдвигается влево на 4 бит, а в расширенном режиме — на 8 бит. В обоих режимах адресации поддерживаются все восемь методов обращения к памяти, реализованных в 8086-совместимых процессорах.

### Прямой доступ к памяти (DMA)

Во многих приложениях требуется быстро передать объемные блоки данных между периферийными устройствами и памятью, например, чтение-запись блоков данных на карту памяти. Если процессор должен будет обра-

батывать каждый байт даже с использованием прерываний, это приведет к значительной потере системной производительности. Контроллер DMA предоставляет возможность передавать данные между периферийными устройствами и памятью без вмешательства процессора. В DSTni-LX реализовано три канала DMA, а в DSTni-EX — четыре.

Все каналы DMA идентичны и могут работать с асинхронными устройствами. Инициализировать прямой доступ к памяти могут:

- активный уровень сигнала на выводе запроса DMA;
- таймер 2;
- последовательный порт;
- команды процессора.

Для каждого из каналов DMA настраивается приоритетность работы, разрешающей конфликты доступа к памяти при одновременном запросе от нескольких каналов, а также источник и приемник данных.

### Контроллер 10/100 Мбит Ethernet

Контроллер Ethernet является мостом между платформами DSTni и локальными сетями стандарта IEEE 802.3 Ethernet. Реализованный в DSTni контроллер Ethernet программно совместим с контроллерами AM79C960 PCnet-ISA и AM7990 LANCE компании AMD.

Контроллер Ethernet подключен к внутренней системной шине DSTni с высоким приоритетом доступа, обеспечивающим «нулевое» время ожидания. Контроллер Ethernet имеет один сигнал прерывания и собственный контроллер DMA, что позволяет значительно уменьшить размер буферов FIFO приемника и передатчика. Однако применение буферов FIFO малого размера требует применение дополнительных мер по предотвращению переполнения и исчерпания буфера.

Контроллер Ethernet имеет следующие характеристики:

- поддержка стандарта IEEE802.3-1998/ANSI 8802-3 Ethernet;
- поддержка скоростей обмена 10/100 Мбит в полу- и полнодуплексном режиме;
- индивидуальные буферы FIFO приемника и передатчика для поддержки дуплексного режима;
- автоматическая повторная передача;
- автоматическое дополнение коротких фреймов;
- автоматическое удаление фреймов с коллизиями;
- менеджер буфера DMA для минимизации загрузки процессора.

В платформы DSTni-LX и DSTni-EX интегрирован законченный Ethernet PHY приемопередатчик физического уровня с сигналами аналогового Ethernet-совместимого интерфейса MAC-уровня. Контроллер PHY поддерживает связь с MAC-уровнем или контроллером в соответствии со стандартом IEEE 802.3u Media Independent Interface (MII).

Контроллер PHY рассчитан для работы со следующими физическими средами передачи данных:

- 10Base-T — IEEE 802.3 спецификация физического уровня Ethernet 10 Мбит;
- 100Base-TX — IEEE спецификация физического уровня CSMA/CD 100 Мбит для кабеля UTP или STP;
- 100Base-TX — IEEE 802.3 спецификация физического уровня Ethernet 100 Мбит (Fast Ethernet) для оптоволоконного кабеля.

Второй контроллер Ethernet в платформе DSTni-EX не имеет контроллера PHY.

### Контроллер CAN V2.0B

Платформы DSTni содержат по два независимых контроллера интерфейса CAN2.0B,

предназначенного для гарантированной передачи данных в условиях сильных электромагнитных помех. Оба контроллера CAN2.0B обеспечивают высокоскоростной режим передачи данных до 1 Мбит/с (длина линии до 40 м) и низкоскоростной режим обмена до 5 кбит/с (длина линии до 10 км). Идеология шины CAN обеспечивает надежную схему разрешения конфликтов и обнаружения ошибок.

В состав каждого контроллера входит 3 группы регистров, обеспечивающих временное хранение сообщений, и схема «арбитр приоритетов», позволяющие реализовать:

- очередь отправки сообщений, что уменьшает нагрузку на процессор;
- отмену ждущего отправки сообщения с более низким приоритетом, которое уже находится в буфере отправки сообщений. Два независимых CAN-контроллера предоставляют уникальную возможность диагностировать шину CAN. Например, один из контроллеров настраивается для передачи сообщений по шине CAN, а другой — только для приема, чтобы анализировать все сообщения, передаваемые по шине.

Основные характеристики контроллеров CAN V2.0B:

- Интерфейс с процессором:
  - 14 источников прерываний;
  - 16-разрядный интерфейс с «нулевым» временем ожидания;
  - режим петли для самодиагностики.
- 3 настраиваемых фильтра ACR (Acceptance Code Reg.) и AMR (Acceptance Mask Reg.).
- Передатчик:
  - 3 группы регистров временного хранения данных;
  - арбитр приоритета отправки сообщений;
  - функция отмены передачи сообщений.
- Приемник:
  - 4 буфера FIFO с индикаторами состояния буфера.
- Другие характеристики:
  - режим «только прием»;
  - поддержка стандартных и расширенных сообщений;
  - проверка потери арбитража шины и счетчики ошибок.

### Контроллер USB 1.1 (только в DSTni-EX)

Высокоскоростная шина USB обеспечивает недорогой универсальный интерфейс связи Plug-and-Play с внешними периферийными устройствами. Одновременно к шине USB может быть подключено до 127 периферийных устройств. Максимальная скорость обмена по шине USB 1.1 — до 12 Мбит/с для высокоскоростных устройств и до 1,5 Мбит/с для низкоскоростных устройств.

Контроллер USB 1.1 платформы DSTni-EX поддерживает режимы работы как ведомого (Slave), так и ведущего (Host) устройства на шине. Функционально контроллер USB DSTni-EX можно разделить на три секции:

- Автомат последовательного интерфейса (SIE), который содержит:

- логику передатчика, выполняющую NRZI-кодирование, бит-наполнение, вычисление циклической контрольной суммы (CRC), добавление битов SYNC и EOF.
- логику приемника, выполняющую декодирование NZR потока данных USB, удаление бит-наполнения, проверка CRC, PID и другие проверки уровня протокола USB.

- Интерфейс процессора, обеспечивающий управление контроллером.
- Схема PLL с цифровым управлением, которая предназначена для генерации тактового сигнала 48 МГц, необходимого для выполнения транзакций по шине USB с максимальной скоростью 12 Мбит/с. Кроме того, схема PLL выполняет поиск полных одиночных нулей, строба конца пакета и декодирует NZRI-последовательность потока данных.

Необходимо отметить, что контроллер USB 1.1 — это объединение аппаратных средств и программного обеспечения. Когда SIE обрабатывает нижний уровень протокола USB, программным способом поддерживается верхний уровень протокола — управление буферизацией данных, поддержкой функций периферийного устройства и т. д.

В режиме Slave интерфейс процессора контроллера USB 1.1 содержит только блок регистров управления (CRB). В режиме Host в контроллере USB 1.1 включен контроллер DMA, опрашивающий таблицу дескрипторов (BDT) и поддерживающий транзакции данных между шиной USB и системной памятью. Применение таблицы дескрипторов позволяет эффективно управлять большим количеством устройств с минимальной нагрузкой процессора.

### Контроллер Profibus (только в DSTni-LX-002)

Контроллер Profibus полностью соответствует стандарту Siemens ASPC2 и поддерживает режимы ведомого и ведущего шины. Существует несколько стандартных сетей, поддерживаемых контроллером Profibus DSTni-LX:

- Profibus — магистральная система связи для небольших сетей с разнесенными устройствами, соответствующая европейскому стандарту EN50170 часть 2.
- Profibus-FMS (Layer 7) — сеть, предназначенная для управления системами автоматизации технологических процессов.
- Profibus-DP — стандарт, специально разработанный для быстрого циклического обмена данными между устройствами.

Сети Profibus хорошо подходят для высокоскоростной передачи данных (до 12 Мбит/с) на большие расстояния по оптическим и проводным линиям связи.

В режиме ведущего (или активной станции) контроллер Profibus может отправлять сообщения без предварительного запроса при удержании прав доступа к шине. В режиме ведомого контроллер не может управлять передачей данных, он только принимает дан-

ные или отвечает на полученные запросы. Обычно ведомой является периферия, например, устройства ввода-вывода, измерительные преобразователи, клапаны и т. д.

### Контроллер SCI (USART)

Платформы DSTni содержат несколько традиционных последовательных асинхронных портов, позволяющих легко реализовать подключение к таким интерфейсам, как RS485, RS422 и RS232. Каждый последовательный порт работает независимо. К основным достоинствам асинхронных портов можно отнести:

- отдельные буферы чтения записи для поддержки дуплексного обмена;
- программируемый генератор скорости передачи данных;
- 7-, 8- и 9-разрядный формат байтов;
- аппаратный контроль паритета;
- 1 или 2 стоповых бита;
- поддержка символов заголовка сообщения с генерацией прерываний;
- функция прямого доступа к памяти.

Дополнительной особенностью контроллера SCI является аппаратная поддержка сигналов квитирования данных RTS/CTS, а также протокола DCE/DTE.

### Контроллер I<sup>2</sup>C (только в DSTni-EX) и SPI

Интерфейсы I<sup>2</sup>C и SPI в основном применяются для внутрисхемного обмена данными между микросхемами, например, АЦП, ЦАП, датчиками температуры и т. д.

Шина I<sup>2</sup>C является 2-проводным интерфейсом с включением узлов по схеме монтажного «И». Контроллер I<sup>2</sup>C поддерживает режимы ведомого и ведущего шины с 7- и 10-разрядной адресацией, а также мультимастерный режим работы шины с контролем арбитража шины.

Контроллер SPI DSTni поддерживает все 4 режима синхронизации данных высокоскоростного интерфейса SPI с возможностью программного выбора от 1 до 8 бит в байте. В режиме ведущего SPI может программно устанавливать частоту синхронизации интерфейса SPI, все транзакции данных выполняются по инициативе ведущего. В режиме ведомого данные принимаются и передаются синхронно с внешним тактовым сигналом.

### Порты ввода-вывода

Каждый из 32 программируемых пользователем портов ввода-вывода может быть настроен для работы в режиме входа или выхода. Все 32 порта имеют встроенную подтяжку к напряжению питания или нулевому уровню в зависимости от выбранной функции.

Дополнительно в платформе DSTni-LX предусмотрено 8 кбайт 8-разрядной двухпортовой памяти, функционально совместимой с микросхемой IDT7005. Для работы двухпортовой памяти задействуется 27 из 32 портов ввода-вывода.

### Средства проектирования

Для разработки изделий на основе платформ DSTni-LX и DSTni-EX применяются инструментальные средства стандарта x86. Наиболее удобным инструментом является внутрисхемный эмулятор (ICE) VSA-8X/18X, подключаемый к DSTni по JTAG-интерфейсу IEEE 1149.1. Внутрисхемный эмулятор позволяет загружать исполняемый код, устанавливать точки останова и трассировки, просматривать содержимое памяти, регистров управления и многое другое.

Интегрированная среда проектирования (IDE) Paradigm C++ содержит все необходимые средства для разработки программного обеспечения (редактор исходного кода, компилятор C++, отладчик, контроль версий ПО и др.). IDE Paradigm C++ работает под управлением операционных систем Windows 9x, Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows ME.

Разнообразные оценочные комплекты позволяют быстро начать разработку изделия, а также оценить возможности платформ DSTni. В состав оценочных комплектов могут входить:

- плата с установленной платформой DSTni и вспомогательными микросхемами;
- внутрисхемный эмулятор-отладчик;
- интегрированная среда проектирования Paradigm C++;
- операционная система реального времени (RTOS);

- документация и примеры программ.

К сожалению, объем данной статьи не позволяет детально рассмотреть все особенности платформы DSTni. Богатый набор поддерживаемых интерфейсов и гибкость их настройки позволяют эффективно строить высокоинтеллектуальные мосты между разнородными сетями управления и передачи данных.

В следующей статье будет представлено описание готовых решений компании Lantronix на основе платформ DSTni. ■