

ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА



Проект 1: инновационная среда университета в регионе и эффективное управление

Цель: развитие инноваций и инновационных образовательных программ на основе интеграции образования, науки и бизнеса для организации подготовки и переподготовки кадров по широкому спектру специальностей и направлений.

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет
Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ

Методические указания к лабораторным работам

Составитель
А.К. ФИЛИППОВ

Владимир 2008

УДК 004.031.6
ББК 32.85+32.973.2
П79

Рецензент

Доктор технических наук профессор кафедры радиотехники
и радиосистем Владимирского государственного университета

А.К. Бернюков

Печатается по решению редакционного совета
Владимирского государственного университета

Проектирование электронных систем на основе цифро-
П79 вых сигнальных процессоров : метод. указания к лаб. рабо-
там / Владим. гос. ун-т ; сост. А. К. Филиппов. – Владимир :
Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 28 с.

Представлены описания двух лабораторных работ, охватывающих основные этапы проектирования электронных систем на базе цифрового сигнального процессора фирмы Texas Instruments Incorporated TMS320DM642 (семейство C6000). При выполнении лабораторных работ предусмотрено использование различных лабораторных установок, выпускаемых фирмой Spectrum Digital Incorporated (США), например TMS320DM642 Evaluation Module (DM642EVM), а также разработанных и изготавливаемых научно-производственной фирмой «Сигма-ИС» (г. Москва).

Предназначены для студентов 5-го курса специальностей 210201 – проектирование и технология радиоэлектронных средств, 210202 – проектирование и технология электронно-вычислительных средств, а также для магистрантов 2-го курса, обучающихся по направлению 210200 – проектирование и технология электронных средств очной формы обучения.

Табл. 1. Ил. 8. Библиогр.: 5 назв.

УДК 004.031.6
ББК 32.85+32.973.2

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные занятия по дисциплинам «Сигнальные процессоры», «Основы проектирования электронных средств» и «Проектирование электронно-вычислительных средств специального назначения» имеют своей целью помочь студентам закрепить теоретические знания, полученные при изучении лекционных курсов, и приобрести необходимые практические навыки проектирования электронных цифровых систем, способных обрабатывать данные в режиме реального времени. Во многих случаях при реализации математически сложных алгоритмов применяют цифровые сигнальные процессоры (ЦСП, Digital Signal Processors, DSP) [1], которые обеспечивают высокую производительность вычислений, позволяя тем самым достичь режима реального времени при обработке даже очень больших объемов данных. Указанные вычислительные устройства с успехом используются в телекоммуникационных сетях, а также в системах цифрового телевидения и радиовещания, т. е. в тех областях, значение которых возрастает с каждым днем. Кроме того, ЦСП подходят для решения специальных задач, связанных, например, с распознаванием образов и навигацией.

В настоящее время на рынке ЦСП представлено множество фирм, но лишь четыре из них являются признанными мировыми лидерами в данной области: Texas Instruments Inc., изготовившая в 1982 г. процессор TMS320C10, который открыл эру коммерческих ЦСП; Analog Devices Inc., Motorola Inc., Lucent Technologies (AT&T), разрабатывающая и производящая ЦСП преимущественно для телекоммуникационных систем.

Наибольший сегмент рынка ЦСП как в России, так и за рубежом принадлежит продукции фирмы Texas Instruments. Именно поэтому настоящие методические указания посвящены изучению процессоров семейства TMS320C6000, которое обеспечивает наибольшую производительность среди всей линейки ЦСП фирмы Texas Instruments.

При выполнении лабораторных работ от студентов требуются навыки программирования с использованием языков низкого (ассемблер) и высокого уровня (C/C++), полученные в ходе изучения дисциплины «Информатика», а также знание основ цифровой схемотехники. Методические указания могут быть полезны студентам при курсовом и дипломном проектировании.

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Цель работы – исследование, изучение и сравнение схмотехнических, а также конструкторских решений, используемых как в лабораторных стендах, так и в серийно выпускаемых изделиях, построенных на основе ЦСП TMS320DM642 фирмы Texas Instruments.

1. Основные положения

Настоящие лабораторные работы посвящены изучению ЦСП TMS320DM642 фирмы Texas Instruments, который относится к семейству TMS320C6000 и построен по технологии DaVinci. Лабораторные работы рассчитаны на использование оборудования, выпускаемого ведущими отечественными и зарубежными фирмами, специализирующимися в области цифровой обработки сигналов:

- лабораторного стенда TMS320DM642 Evaluation Module [2] (DM642EVM, фирма «Spectrum Digital Inc.», г. Стаффорд, США, рис. 1, таблица);

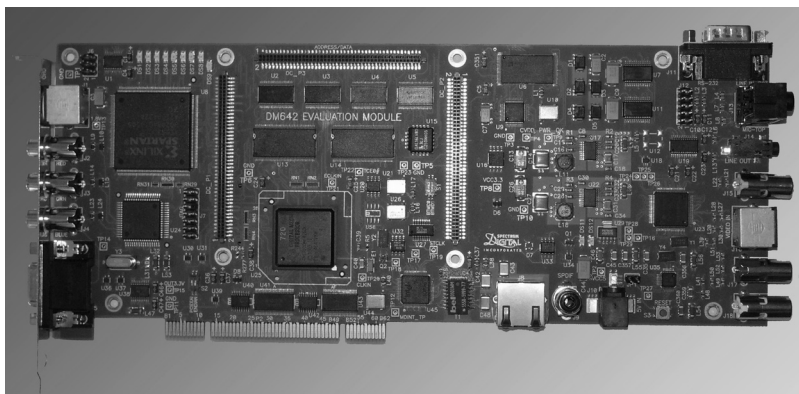


Рис. 1. Общий вид лабораторного стенда DM642EVM

- лабораторного стенда RMVideo-EVM [3] (отладочный комплект для систем цифровой обработки мультимедийных данных, разработанный и производимый фирмой «Сигма-ИС», г. Москва, рис. 2, см. таблицу);

- модулей цифровой обработки мультимедийных данных RMVideo-04-100 [3] (рис. 3, см. таблицу) или RMVideo-06-150 [3] (рис. 4, см. таблицу), серийно изготавливаемых фирмой «Сигма-ИС».

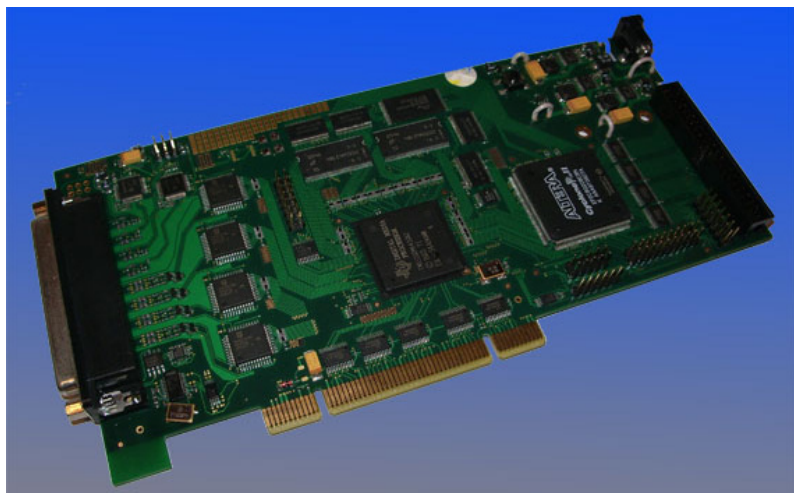


Рис. 2. Общий вид лабораторного стенда RMVideo-EVM

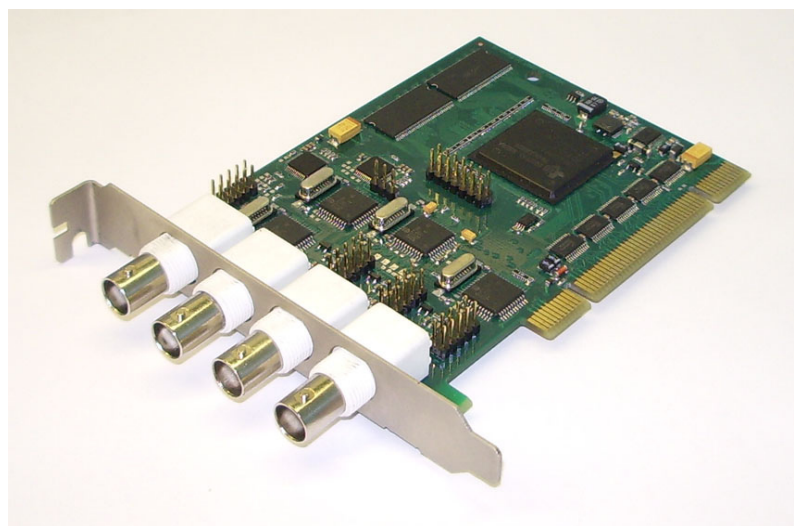


Рис. 3. Общий вид модуля RMVideo-04-100

Сравнение технических характеристик плат DM642EVM,
RMVideo-EVM, RMVideo-04-100 и RMVideo-06-150

| Характеристика | Название лабораторной установки | | | |
|--------------------------------|---|---|-------------------------------|-------------------------------|
| | DM642EVM | RMVideo-EVM | RMVideo-04-100 | RMVideo-06-150 |
| Тактовая частота ЦСП, МГц | 720 | 600 / 720 | 600 | 720 |
| ПЛИС | XC2S300 (Spartan) | EP2C8 (Cyclone II) | - | - |
| ОЗУ | 32 Мбайта (256 Мбит, 2Мx32x4) | 32 Мбайта (256 Мбит, 2Мx32x4) | 32 Мбайта (256 Мбит, 2Мx32x4) | 64 Мбайта (512 Мбит, 4Мx32x4) |
| АЦП видеоданных | TVP5416, TVP5150A | 4xSAA7113 | 4xSAA7113 / TVP5154 | 6xSAA7113 / TVP5154 |
| ЦАП видеоданных | SAA7105 | SAA7121 | - | - |
| Энерго-независимая флэш-память | AM29LV033C (4 Мбайта) | AT45DB081B (4 Мбайта) | - | - |
| Коммуникационные интерфейсы | PCI 33/66 МГц, Ethernet 10/100 Мбит, RS-232 | PCI 33/66 МГц, Ethernet 10/100 Мбит, IDE (PATA) | PCI 33/66 МГц | PCI 33/66 МГц |

Лабораторные установки DM642EVM и RMVideo-EVM представляют собой интегрированную платформу для оценки технических характеристик и возможностей ЦСП TMS320DM642 фирмы Texas Instruments, а также других электронных узлов и компонентов, расположенных на платах (например ПЛИС, АЦП и ЦАП видео- и аудиоданных).

Модули цифровой обработки мультимедийных данных RMVideo-04-100 и RMVideo-06-150 – серийно выпускаемые изделия, которые применяются в системах охранного телевидения, передачи видео- и аудиоданных по локальным и глобальным сетям,

а также во многих других приложениях. Данные модули в отличие от лабораторных стендов DM642EVM и RMVideo-EVM содержат минимальный набор периферийных устройств, что, безусловно, сказывается на схемотехнических и конструктивных особенностях данных плат. Модули RMVideo-04-100 и RMVideo-06-150 используются с целью демонстрации студентам различия между макетными устройствами и серийно изготавливаемой продукцией.



Рис. 4. Общий вид модуля RMVideo-06-150

Для выполнения данных лабораторных работ был разработан аппаратно-программный комплекс (АПК), состоящий из трех базовых компонентов (рис. 5):

- *персонального компьютера (ПК);*
- *лабораторного стенда (ЛС), в качестве которого могут использоваться DM642EVM, RMVideo-EVM, RMVideo-04-100 и RMVideo-06-150 и который может функционировать в одном из двух режимов – в режиме PCI-карты (при этом ЛС устанавливается в PCI-слот, расположенный на системной плате ПК) или автономном режиме (в этом случае ЛС размещается непосредственно на столе, рядом с системным блоком ПК);*

– эмулятора-программатора (ЭП), подключаемого с одной стороны к ПК по одному из стандартных интерфейсов (например USB или PCI), а с другой – к ЛС через интерфейс JTAG.

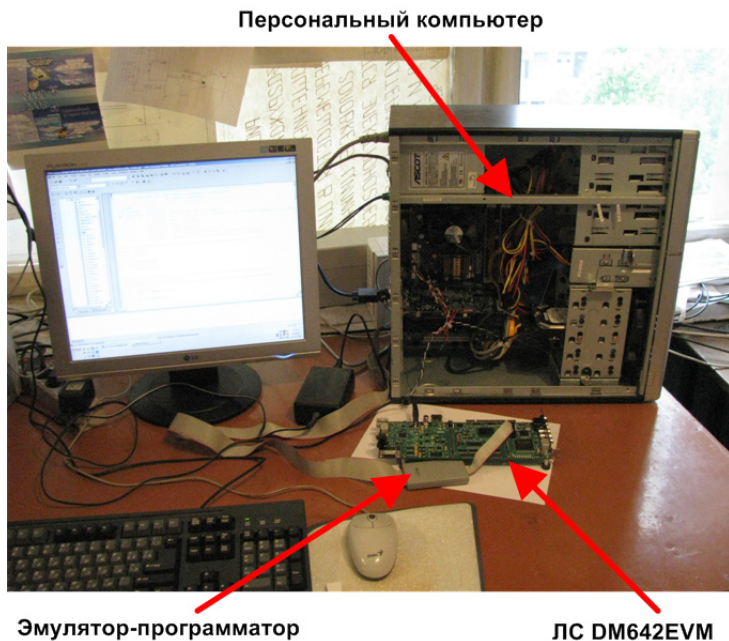


Рис. 5. Общий вид АПК для исследования ЦСП TMS320DM642

В качестве ПК может использоваться любой IBM PC AT/XT совместимый компьютер с установленной операционной системой WINDOWS 2000, WINDOWS XP или выше. Как эмулятор-программатор для вышеперечисленных ЛС может выступать любой эмулятор, реализующий спецификацию XDS510 или XDS560, разработанную фирмой Texas Instruments. Данный АПК предназначен:

- для изучения типовых схмотехнических и конструкторских решений, в основе которых лежат ЦСП TMS320DM642 и ряд периферийных узлов (таких как ПЛИС, АПЦ/ЦАП видео- и аудиоданных);
- разработки встраиваемого программного обеспечения (ВПО) под указанный процессор и конфигурационных файлов для ПЛИС.

При выполнении лабораторных работ ЛС DM642EVM используется как базовый, поскольку он обладает расширенным набором перифе-

рийных модулей различного типа. В этой связи необходимо подробно рассмотреть состав и структуру DM642EVM. Как видно из табл. 1 и рис. 6, данный ЛС состоит из следующих базовых узлов [2]:

- модуля ЦСП («DM642»);
- модуля ПЛИС («OSD FPGA»);
- модуля 64-разрядного ОЗУ, включающего в себя две микросхемы 32-разрядной синхронной динамической памяти («SDRAM»);
- модуля энергонезависимой флэш-памяти общего назначения («Flash»); в ней могут, например, храниться конфигурационные файлы для ЦСП;
- двухпортового модуля универсального асинхронного приемника/передатчика («Dual UART»); первый порт – «RS-232 Port A», второй порт – «RS-232 Port B»;
- модуля Ethernet PHY («ENET PHY»), который выполняет функции физического уровня в соответствии с моделью OSI (EMAC-контроллер встроен непосредственно в ЦСП TMS320DM642);
- модуля АЦП/ЦАП аудиоданных («AIC23 Codec»), позволяющего преобразовывать аналоговый сигнал в цифровую форму и обратно, а также выполнять другие функции (например при работе с телефонной линией); для ввода сигнала в модуль АЦП/ЦАП аудиоданных используются интерфейсы «MIC IN», «LINE IN», а для вывода – «LINE OUT» и «S/PDIF»;
- модуля АЦП видеоданных № 1 («Video Decoder 1»), позволяющего декодировать телевизионные сигналы, соответствующие стандартам PAL/NTSC/SECAM (т. е. производить преобразование аналогового видеосигнала в цифровой формат) [4]; для ввода сигнала в модуль АЦП видеоданных № 1 используются интерфейсы «Comp IN 1» и «SVHS IN 1»;
- модуля АЦП видеоданных № 2 («Video Decoder 2»), который в целом функционирует аналогично модулю АЦП видеоданных № 1, однако имеются отличия в технических характеристиках (см. [4]); для ввода сигнала в модуль АЦП видеоданных № 2 используются интерфейсы «Comp IN 1» и «Comp IN 2»;
- модуля ЦАП видеоданных («Video Encoder»), который позволяет формировать видеосигналы различных форматов (например VGA и композитный сигнал стандартов PAL/NTSC/SECAM) и выводить их с использованием различных интерфейсов («SVHS OUT», «Red Output», «Green Output», «Blue Output», «VGA / RGB Output») [5];

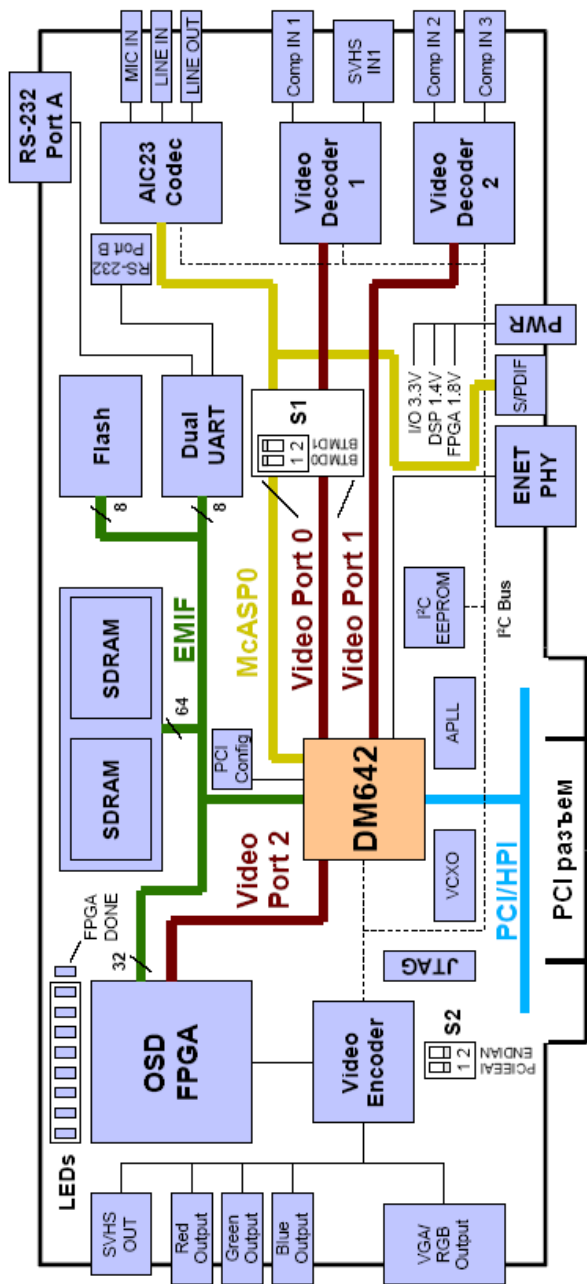


Рис. 6. Структурная схема лабораторного стенда DM642EVM [2]

- модуля энергонезависимой EEPROM-памяти общего назначения («I²C EEPROM»); в качестве интерфейса взаимодействия с ЦСП используется шина I²C, что обуславливает низкую скорость обмена данными;

- модуля энергонезависимой памяти («PCI Config»), в которой хранятся настройки PCI-контроллера, встроенного в ЦСП TMS320DM642;

- светодиодов общего назначения («LEDs»); их функции могут быть запрограммированы пользователем;

- модуля JTAG («JTAG»), предназначенного для программирования и тестирования ЦСП;

- модуля PCI («PCI/HPI»), включающего в себя PCI-разъем, двунаправленные буферы и PCI-контроллер, встроенный в ЦСП;

- модуля питания («PWR»), генерирующего три номинала стабилизированных напряжений питания (1,4; 1,8 и 3,3 В).

Примечание. При начале работы с АПК следует быть внимательным и соблюдать особую осторожность, поскольку неверный порядок подключения и запуска может привести к повреждению одного или нескольких компонентов комплекса.

При включении АПК необходимо придерживаться следующего порядка действий:

- 1) выключить ПК, если он был включен;
- 2) подключить ЭП с одной стороны к ПК, а с другой – к соответствующему разъему JTAG ЛС (разъемы J6 или J7 ЛС DM642EVM);
- 3) подключить блок питания к ЛС (приложение);
- 4) включить ПК.

Порядок подключения ЭП к ПК определяется типом интерфейса данного устройства (PCI или USB). Подробную информацию о подключении ЭП можно найти в технической документации на него. Основные сведения о ЛС DM642EVM представлены в приложении. Подробную информацию о ЛС DM642EVM, а также его схему электрическую принципиальную и перечень элементов можно найти в [2] и на компакт-диске, поставляемом вместе с данным ЛС.

2. Выполнение работы

Задание на подготовку к работе

Перед выполнением лабораторной работы студент должен:

- 1) изучить технические характеристики ЦСП семейства TMS320C6000, в частности процессоры, построенные по технологии DaVinci, включая ЦСП TMS320DM642;
- 2) ознакомиться с техническими характеристиками ЛС DM642EVM, RMVideo-EVM, RMVideo-04-100 и RMVideo-06-150;
- 3) изучить требования по технике безопасности при работе с ПК, а также порядок включения и запуска АПК.

Используемое оборудование

1. ПК с установленной на него операционной системой Windows 2000 или Windows XP.
2. ЛС DM642EVM, RMVideo-EVM, RMVideo-04-100 и RMVideo-06-150.
3. ЭП и компакт-диск с программным обеспечением.

Лабораторное задание

1. Подготовить АПК к работе.
2. Описать работу одного из узлов ЛС, указанного преподавателем.
3. Провести сравнение схмотехнических и конструкторских решений, применяемых в четырех рассматриваемых ЛС.

Порядок выполнения работы

1. Проверить работоспособность ПК.
2. Подключить все элементы АПК друг к другу и включить его.
3. Установить среду программирования Code Composer Studio 3.3.
4. Установить драйверы для обеспечения работы ЭП.
5. Настроить среду программирования Code Composer Studio 3.3 для работы с установленным эмулятором-программатором.

3. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Описание лабораторных стендов DM642EVM, RMVideo-EVM, RMVideo-04-100 и RMVideo-06-150.

3. Схемы электрическая структурная и электрическая функциональная лабораторных стендов DM642EVM, RMVideo-EVM, RMVideo-04-100 и RMVideo-06-150, выполненные в соответствии с ЕСКД.

4. Лабораторное задание, выданное преподавателем.

5. Порядок выполнения лабораторного задания.

6. Описание методики установки ЭП и его драйверов на ПК под операционную систему Windows 2000 или Windows XP.

7. Порядок настройки среды программирования Code Composer Studio 3.3 для работы с установленным эмулятором-программатором.

8. Описание одного из узлов ЛС, указанного в лабораторном задании.

9. Выводы по лабораторной работе.

4. Контрольные вопросы

1. Какие стенды используются при выполнении лабораторных работ? Чем они отличаются друг от друга? Проведите сравнение лабораторных стендов по их техническим характеристикам.

2. Дайте краткую характеристику семейству ЦСП TMS320C6000 фирмы Texas Instruments. Каковы области его применения? В чем его преимущества по сравнению с близкими семействами других фирм-производителей? В чем заключаются его недостатки?

3. Дайте краткую характеристику ЦСП TMS320DM642 фирмы Texas Instruments? Для решения какого класса задач был разработан данный ЦСП? Сравните его с другими ЦСП фирмы Texas Instruments, построенными по технологии DaVinci.

4. Из каких основных элементов состоит АПК? Каково их функциональное назначение? Кратко опишите каждый из элементов. В каких режимах может функционировать ЛС? Чем они отличаются друг от друга?

5. Опишите порядок включения АПК и подачи питания на ЛС DM642EVM. Какие меры предосторожности должны соблюдаться при подключении элементов АПК? Как можно перезагрузить ЛС DM642EVM?

6. Какими встроенными устройствами ввода-вывода обладает ЛС DM642EVM? Какие интерфейсы могут использоваться для связи ЛС с ПК? В чем преимущества и недостатки каждого варианта?

7. Какое программное обеспечение необходимо для функционирования АПК? Опишите порядок его установки на ПК.

8. Опишите функциональное назначение узла ЛС, указанного преподавателем. Объясните по схеме электрической принципиальной ЛС его работу.

Лабораторная работа № 2 ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СРЕДЕ CODE COMPOSER STUDIO 3.3

Цель работы – исследование функциональных возможностей среды программирования Code Composer Studio 3.3, изучение основных этапов разработки программного обеспечения под операционную систему реального времени DSP/BIOS и получение практических навыков работы с ЦСП TMS320DM642 фирмы Texas Instruments.

1. Основные положения

Использование ЦСП тесно связано с разработкой системного и прикладного программного обеспечения, поэтому опыт и практические навыки работы в среде программирования ЦСП во многом определяют длительность проекта в целом. В качестве среды программирования ЦСП фирмы Texas Instruments используется интегрированная среда разработки (Integrated Development Environment, IDE) Code Composer Studio 3.3 (CCS3.3). Она обладает полным набором инструментов для разработки и отладки программного обеспечения для ЦСП фирмы Texas Instruments. В рамках настоящей лабораторной работы студенты должны изучить базовые функциональные модули, входящие в состав данной среды программирования, а также освоить методику разработки программного обеспечения под операционную систему реального времени DSP/BIOS, применяемую в ЦСП фирмы Texas Instruments. Первый шаг при разработке программного обеспечения – создание проекта в CCS3.3 (рис. 7), для этого необходимо выполнить следующую последовательность действий [4].

1. Нажмите на кнопку **Пуск** и зайдите в пункт меню **Все программы**→**Texas Instruments**→**Code Composer Studio 3.3**→**Code Composer Studio** или дважды щелкните на ярлычке **CCStudio v.3.3**, который создается на рабочем столе автоматически при установке Code Composer Studio 3.3.

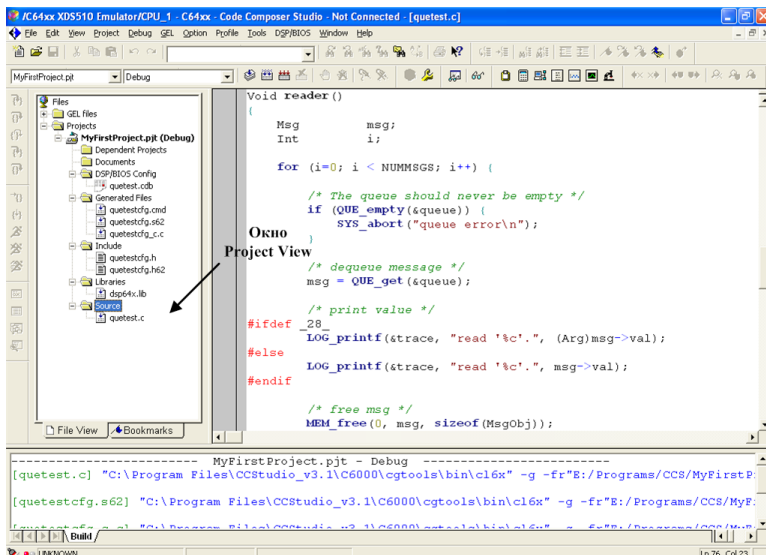


Рис. 7. Общий вид среды программирования CCS3.3

2. Зайдите в меню **Project** и выберите пункт **New...**, откроется диалоговое окно **Project Creation** (рис. 8).

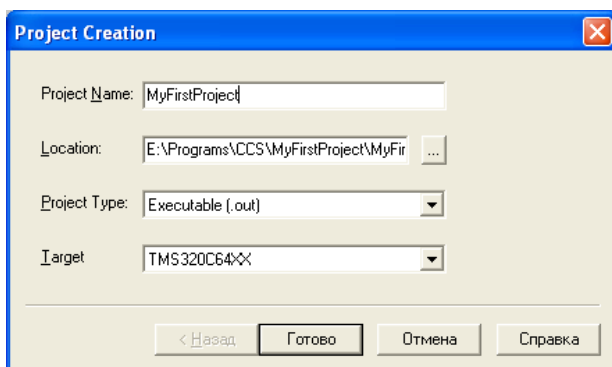


Рис. 8. Диалоговое окно Project Creation

3. В поле **Project Name** напишите название проекта (например **MyFirstProject**).

4. В поле **Location** укажите свой рабочий каталог (по умолчанию **C:\CCStudio_v3.3\myprojects**).

5. В поле **Project Type** выберите **Executable (.out)**.

6. В поле **Target** выберите семейство, к которому относится ЦСП, используемый в проекте (в случае ЦСП TMS320DM642 выбираем семейство TMS320C64XX).

7. После того как все поля в диалоговом окне **Project Creation** (см. рис. 8) будут заполнены, нажмите на кнопку **Finish**.

Когда проект будет создан, скопируйте в каталог проекта содержание директории **MyFirstProject**, расположенной в корневом каталоге компакт-диска, выданного преподавателем. Затем необходимо добавить скопированные файлы в состав проекта. Для этого выполните следующую последовательность действий [4].

1. Зайдите в меню **Project** и выберите пункт **Add Files to Project...**, откроется диалоговое окно **Add Files to Project**. Открыть это же диалоговое окно можно нажав правой клавишей мыши на значке созданного вами проекта в окне **Project View** и выбрав пункт **Add Files to Project...** из выпадающего меню.

2. Выберите пункт **Asm Source Files (*.a*)** в выпадающем списке с названием **Тип файлов (Files of type)**, затем выделите файлы **vectors.asm** и **load.asm**, нажмите на кнопку **Открыть (Open)**.

3. Снова откройте диалоговое окно **Add Files to Project**, как сказано в п. 1. Выберите пункт **Linker Command File (*.cmd, *.lcf)** в выпадающем списке с названием **Тип файлов (Files of type)**, затем выделите файл **volume.cmd**, нажмите на кнопку **Открыть (Open)**.

4. Выберите **Project**→**Add Files to Project** и пункт **Object and Library Files (*.o*, *.l)** в выпадающем списке с названием **Тип файлов (Files of type)**, затем в поле **Имя файла (File Name)** введите строку **C:\CCStudio_v3.3\c6000\cgtools\lib\rts6400.lib** и нажмите на кнопку **Открыть (Open)**.

Чтобы увидеть содержимое созданного вами проекта, необходимо нажать на значок «+» рядом с пунктом **Projects** в окне **Project View** – вы увидите перечень всех открытых проектов. Затем нажмите на значок «+» рядом с названием соответствующего проекта (на-

пример **MyFirstProject.pjt**) – раскроется структура проекта, состоящая из набора папок:

- **Dependent Projects** – перечень связанных проектов;
- **Documents** – перечень документов, относящихся к данному проекту;
- **DSP/BIOS** – перечень файлов, в которых содержатся настройки операционной системы DSP/BIOS, используемой в ЦСП фирмы Texas Instruments Inc.;
- **Generated Files** – файлы, полученные в процессе компиляции;
- **Include** – заголовочные файлы (так называемые h-файлы, или header-файлы);
- **Libraries** – перечень подключенных библиотек;
- **Source** – перечень исходных файлов (с-, сpp-, asm-файлы).

Раскрыть каждую из папок можно нажав на значке «+» рядом с названием соответствующей папки.

После того как все необходимые файлы будут добавлены, наведите указатель мыши на название проекта (например **MyFirstProject**) в окне **Project View**. В выпадающем меню выберите пункт **Scan All File Dependencies** для того, чтобы обновить дерево зависимостей (dependency tree). Следующий шаг – компиляция проекта, которую можно осуществить несколькими способами:

1) компилировать каждый файл отдельно (используя пункт меню **Project**→**Compile File** или соответствующий значок), а затем делать их сборку (linking) для получения одного out-файла;

2) компилировать проект целиком (используя пункт меню **Project**→**Rebuild All** или соответствующий значок);

3) если проект был скопирован ранее, но в него затем были внесены изменения, то можно использовать процедуру инкрементной компиляции (выбрав пункт меню **Project**→**Build** или соответствующий значок).

Следующий после компиляции шаг – загрузка сгенерированного out-файла в оперативную память ЦСП. Для этого нужно выбрать пункт меню **File**→**Load Program...** или воспользоваться сочетанием клавиш **Ctrl+L**. В открывшемся диалоговом окне выберите соответствующий out-файл и нажмите на кнопку **Открыть (Open)** – начнется процесс загрузки. Для того чтобы начать процесс отладки проекта с функции **main**, выберите пункт меню **Debug**→**Go Main**

или воспользуйтесь сочетанием клавиш **Ctrl+M**. Точка, с которой начнется выполнение программы, будет указана стрелкой желтого цвета. Запуск программы осуществляется путем выбора пункта меню **Debug→Run**, нажатия на клавишу **F5** или соответствующий значок на панели инструментов. Для остановки программы следует выбрать пункта меню **Debug→Halt**, нажать на клавиши **Shift+F5** или соответствующий значок на панели инструментов.

Интегрированная среда разработки Code Composer Studio 3.3 поддерживает все типовые средства отладки, такие как точки прерывания (Breakpoint), окна просмотра значений переменных (Watch), пошаговую трассировку программы и пр. Другой важный инструмент, входящий в состав пакета CCS3.3 и существенно облегчающий работу программиста над проектом, – операционная система реального времени DSP/BIOS. Она обладает масштабируемым ядром и разработана специально для приложений, требующих синхронизации и диспетчеризации задач в реальном времени, а также для взаимодействия ЦСП с другими процессорами (например соединений типа «host-to-target») [4]. Операционная система DSP/BIOS поддерживает многозадачные приложения (каждая из задач обладает разным приоритетом, который может изменяться в процессе ее выполнения) и способна проводить анализ данных в режиме реального времени (например Real-Time Data eXchange RTDX) [4]. DSP/BIOS построена как набор модулей, которые могут использоваться отдельно, т. е. в приложение включаются только те модули операционной системы DSP/BIOS, которые были явным или неявным образом в нем указаны [4]. Это позволяет оптимизировать размер кода и время его выполнения посредством разрешения или запрещения включать в него отдельные модули DSP/BIOS [4]. Операционная система реального времени DSP/BIOS состоит из компонентов [4]:

- *DSP/BIOS Configuration Tool* (конфигуратор DSP/BIOS), который позволяет создавать объекты DSP/BIOS и менять их свойства;
- *DSP/BIOS Real-time Analysis Tools* (анализатор реального времени), необходимый для анализа процессов, происходящих в программе;
- *DSP/BIOS API* (набор функций DSP/BIOS), который включает в себя более 150 функций.

2. Выполнение работы

Задание на подготовку к работе

Перед выполнением лабораторной работы студент должен:

- 1) изучить основные функциональные возможности среды программирования Code Composer Studio 3.3;
- 2) ознакомиться с техническими характеристиками операционной системы реального времени DSP/BIOS;
- 3) изучить методику разработки программного обеспечения для ЦСП в среде CCS3.3 под операционную систему реального времени DSP/BIOS.

Используемое оборудование

1. ПК с заранее установленными на него операционной системой Windows 2000 или Windows XP, а также средой программирования CCS3.3.
2. Лабораторный стенд DM642EVM.
3. XDS510- или XDS560-совместимый эмулятор-программатор.

Лабораторное задание

1. Подготовить АПК к работе.
2. Реализовать на базе ЛС DM642EVM указанный преподавателем алгоритм цифровой обработки видео- или аудиосигнала, используя языки верхнего (C/C++) и низкого (ассемблер) уровней, а также средства операционной системы DSP/BIOS (в частности семафоры и очереди).
3. Продемонстрировать результаты работы реализованного алгоритма, используя интегрированные на ЛС DM642EVM устройства вывода данных.

Порядок выполнения работы

1. Проверить работоспособность АПК.
2. Загрузить ПК и среду программирования Code Composer Studio 3.3.
3. Разработать и скомпилировать проект в соответствии с заданием, полученным от преподавателя.
4. Отладить проект на базе ЛС DM642EVM, используя для этого ЭП.
5. Продемонстрировать результаты работы проекта преподавателю.

3. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Описание методики разработки программного обеспечения в среде CCS3.3 с использованием операционной системы DSP/BIOS.
3. Схема электрическая структурная АПК.
4. Лабораторное задание, выданное преподавателем.
5. Порядок выполнения лабораторного задания.
6. Блок-схема алгоритма, выданного преподавателем.
7. Описание структуры проекта и результатов работы.
8. Выводы по лабораторной работе.
9. Листинг всех файлов, входящих в проект.

4. Контрольные вопросы

1. Перечислите основные функциональные возможности среды программирования Code Composer Studio 3.3. Проведите сравнение данной среды программирования с другими вам известными средами.
2. Опишите процедуры создания, компиляции, загрузки и отладки нового проекта в среде CCS3.3. Как можно добавить новые файлы в проект?
3. Дайте краткую характеристику и опишите архитектуру операционной системы реального времени DSP/BIOS. Из каких базовых элементов она состоит? Для чего она предназначена?
4. Из каких модулей состоит операционная система реального времени DSP/BIOS? Опишите их функциональное назначение.
5. Что такое «многозадачность» и «многопоточность»? Как реализуются эти режимы в операционной системе реального времени DSP/BIOS?
6. Перечислите и опишите инструменты анализа процессов. Для чего они предназначены и чем отличаются друг от друга?
7. Что такое семафоры и очереди? Для чего они нужны и в каких случаях применяются? Какие функции операционной системы DSP/BIOS требуются при их программной реализации?
8. Что такое RTDX? Для каких целей он используется?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее издание посвящено перспективной элементной базе, широко используемой в современной электронике и вычислительной технике, – цифровым сигнальным процессорам. Оно предназначено для получения базовых знаний по ЦСП семейства C6000 фирмы Texas Instruments, поэтому навыки, полученные в ходе выполнения лабораторных работ, можно считать лишь начальным уровнем подготовки в области проектирования электронных систем на основе ЦСП.

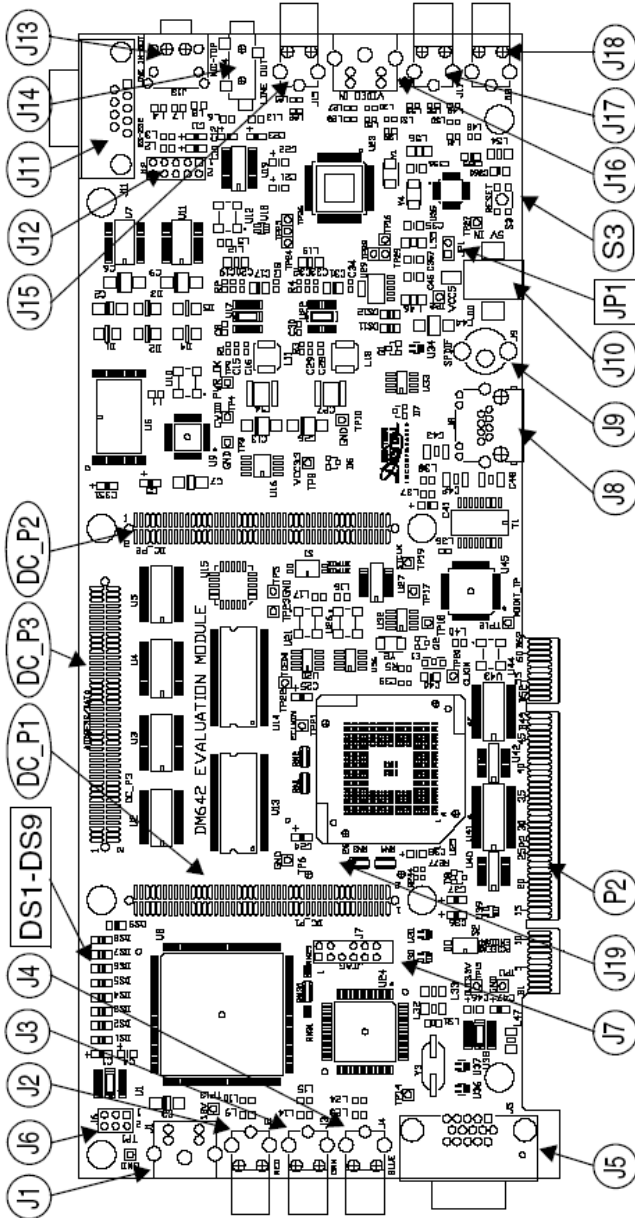
Центральная идея данных методических указаний – последовательное изучение студентами основных этапов проектирования электронных систем на основе ЦСП, начиная с анализа схемы электрической принципиальной и конструкции устройства и заканчивая разработкой встраиваемого программного обеспечения под ЦСП. Такой подход к построению занятий помогает студентам лучше понять процесс проектирования – они смогут его оценить как последовательность тесно взаимосвязанных этапов, а не как набор разрозненных процедур.

Следует отметить, что проектирование электронных систем на основе ЦСП требует большого объема теоретических знаний и серьезной практической подготовки как в области схемотехники и конструирования электронных средств, так и в области программирования. В этой связи целесообразно перечислить тематики, знание которых необходимо при проектировании сложных систем на базе ЦСП и которые требуют отдельного глубокого изучения:

- архитектура цифровых сигнальных процессоров;
- архитектура современных операционных систем реального времени;
- разработка многопоточных и многозадачных приложений;
- схемотехника смешанных (цифроаналоговых) схем, включая знания по сетям (в первую очередь Ethernet, FastEthernet, GigabitEthernet) и локальным шинам (PCI, PCI-Express, I²C и т. д.);
- современные сетевые протоколы.

Знания, полученные студентами в ходе выполнения лабораторных работ, могут быть использованы ими при курсовом и дипломном проектировании.

Приложение



Устройства ввода-вывода, расположенные на JС DM642EVM [2]

Таблица III

Разъемы, размещенные на ЛС DM642EVM [2]

| Условное обозначение (см. рисунок) | Количество выводов | Описание |
|------------------------------------|--------------------|--|
| J1 | 4 | S-Video-выход |
| J2 | 2 | Видеовыход – красная компонента |
| J3 | 2 | Видеовыход – зеленая компонента |
| J4 | 2 | Видеовыход – синяя компонента |
| J5 | 15 | VGA-видеовыход |
| J6 | 6 | JTAG-разъем для ПЛИС XC2S300E |
| J7 | 13 | JTAG-разъем для ЦСП TMS320DM642 |
| J8 | 8 | RJ-45-разъем для сети Fast Ethernet |
| J9 | 3 | SPDIF-аудиовыход (RCA-разъем) |
| J10 | 2 | Разъем питания (+5 В) |
| J11 | 9 | DB-9-разъем для интерфейса RS-232 |
| J12 | 10 | PLD-10-разъем для интерфейса RS-232 |
| J13 | 2 | Микрофонный или линейный аудиовход |
| J14 | 2 | Линейный аудиовыход |
| J15 | 2 | Композитный видеовход |
| J16 | 4 | S-Video-вход |
| J17 | 2 | Композитный видеовход |
| J18 | 2 | Композитный видеовход |
| J19 | 60 | 60-выводный разъем для подключения эмулятора (размещается на нижней стороне стенда) |
| DC_P1 | 90 | 90-контактный разъем, на который выведены сигналы с порта 2 для приема/передачи цифровых видеоданных и ряд других сигналов (например выходы общего назначения и входы и выходы таймеров ЦСП TMS320DM642) |
| DC_P2 | 90 | 90-контактный разъем, на который выведены сигналы с портов 0 и 1 для приема/передачи цифровых видеоданных |
| DC_P3 | 90 | 90-контактный разъем, на который выведены сигналы интерфейса EMIF (External Memory InterFace, интерфейс для подключения внешних запоминающих устройств) |
| P2 | 124 | PCI-разъем |

Светодиоды, размещенные на ЛС DM642EVM [2]

| Условное обозначение (см. рисунок) | Цвет свечения | Назначение |
|------------------------------------|---------------|--|
| DS1-DS8 | Зеленый | Задается пользователем при разработке конфигурационного файла для ПЛИС |
| DS9 | Желтый | Используется для индикации завершения процесса конфигурирования ПЛИС |
| DS10 | Зеленый | Применяется для индикации состояния блокировки у АЦП видеоданных 1 |
| DS11 | Желтый | Состояние сброса (RESET) |
| DS12 | Зеленый | Используется для индикации того, что напряжение питания подано на ЛС |
| DS13 | Зеленый | Применяется для индикации состояния блокировки у АЦП видеоданных 2 |

СВЕДЕНИЯ О ПОДКЛЮЧЕНИИ ПИТАНИЯ И ПЕРЕЗАГРУЗКЕ ЛС DM642EVM

Подача питания на ЛС DM642EVM осуществляется в следующем порядке:

- 1) разъем «+5 В» блока питания подключается к разъему J10;
- 2) разъем «~220 В» блока питания включается в сеть ~220 В.

Существует три варианта перезагрузки ЛС DM642EVM [2]:

- 1) отключить питание макета вынув кабель из разъема J10;
- 2) нажать на кнопку S3, которая обозначена на печатной плате ЛС как «RESET»;
- 3) замкнуть переключателем (типа «jump») JP1, который включен параллельно с кнопкой S3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК*

1. Солонина, А. И. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, Д. А. Яковлев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2001. – 464 с. – ISBN 5-94157-065-1.
2. Internet-портал фирмы Spectrum Digital Inc. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.spectrumdigital.com>.
3. Internet-портал научно-производственной фирмы «Сигма-ИС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sigma-is.ru>.
4. Internet-портал фирмы Texas Instruments Inc. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ti.com>.
5. Internet-портал фирмы NXP Semiconductors [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nxp.com>.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| <i>Лабораторная работа № 1. Исследование и сравнительный анализ лабораторных установок.....</i> | 4 |
| <i>Лабораторная работа № 2. Изучение методики разработки программного обеспечения в среде Code Composer Studio 3.3</i> | 14 |
| Заключение | 21 |
| Приложение | 22 |
| Библиографический список | 25 |

* Приводится в авторской редакции.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ
НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ

Методические указания к лабораторным работам

Составитель
ФИЛИППОВ Алексей Константинович

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой профессор М.В. Руфицкий

Подписано в печать 14.10.08.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100 экз.

Заказ
Издательство
Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.

