

# ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРОВ В LABVIEW EMBEDDED DEVELOPMENT MODULE

А.Ю.Ивочкин, А.С.Куратов, П.М. Михеев, Ю.В. Пономарев, И.В.Якимчук.

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
физический факультет и международный учебно-научный лазерный центр МГУ  
лаборатория «Современные системы автоматизации научных исследований»  
т. (495) 939-41-48, e-mail: [ivochkin@yandex.ru](mailto:ivochkin@yandex.ru), [pretorians@mail.ru](mailto:pretorians@mail.ru), [yaivan@list.ru](mailto:yaivan@list.ru)  
[mikheev@femto.phys.msu.ru](mailto:mikheev@femto.phys.msu.ru), сайт: <http://labview.ilc.edu.ru>*

## 1. Введение.

В современном мире трудно найти область техники, где не применялись бы микропроцессоры. Они применяются при вычислениях, они выполняют функции управления, они используются при обработке звука и изображения. Изначально их программирование требовало знания языка самого низкого уровня - ассемблера. Этот язык сложен для прочтения, а главным его недостатком является неуниверсальность. Программисту необходимо знать архитектуру и систему команд микропроцессора, с которым он имеет дело. Архитектура и система команд уникальна для каждого типа микропроцессора.

Затем на помощь программисту пришли языки более высокого уровня, такие как Си. Код программы в этом случае выглядит намного приятнее и понятнее. После написания программы используется компилятор для данного микропроцессора, который переводит код Си в бинарный код, понятный «железу». Таким образом, достигается универсальность написания программы. Далее появились языки более высокого уровня.

В апреле 2005 года корпорация National Instruments выпустила пакет под названием LabVIEW Embedded Development Module (LV EDM). Цель данной модификации LabVIEW заключается в возможности писать программы графическими методами языка LabVIEW под любой 32-битный микропроцессор.

## 2. Принцип работы LabVIEW Embedded Development Module.

Процесс работы в LV EDM можно разделить на несколько этапов. Сначала вы создаете программу, используя доступный и наглядный графический язык LabVIEW. Далее LabVIEW C Code Generator, который входит в состав пакета LV EDM, переводит блок-диаграмму вашей программы в обычный Си-код. Затем он проходит через кросс-компилятор и линковщик. Тем самым создается объектный код, готовый к выполнению на вашем устройстве (микропроцессоре).

---

Таким образом, для успешной работы в LV EDM необходимы следующие знания:

- о вашем оборудовании,
- о языках LabVIEW и Си,
- о компиляторе Си для вашего оборудования,
- об отладке программы извне LabVIEW.

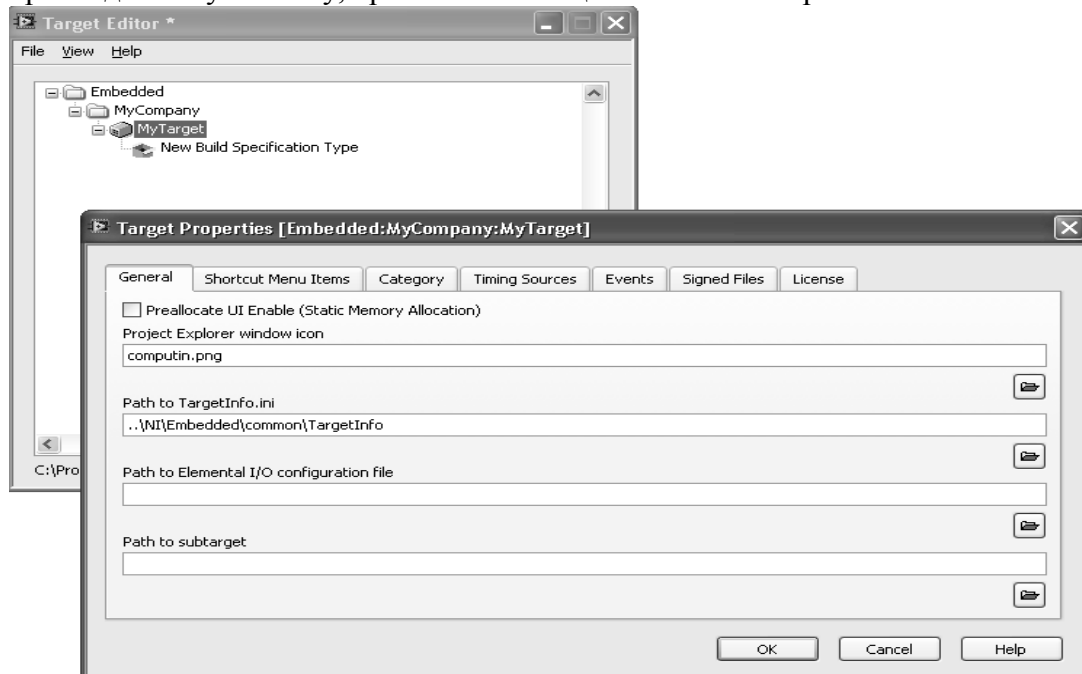
Выбор кросс-компилятора и линковщика, соответствующих данному устройству, осуществляется посредством выбора нужного объекта-исполнителя (execution target). Мы будем рассматривать вторую версию LabVIEW Embedded Development Module. Её отличие от первой состоит в основном в увеличении числа объектов-исполнителей, уже созданных работниками National Instruments. Приведем их список:

- Code Generation Only
- Axiom CMD565, eCos ROM Image
- Unix Console
- Axiom CMD565, VxWorks RAM Image
- Axiom CMD565, VxWorks ROM Image
- Axiom CMD565, VxWorks Module
- VxWorks Simulation
- Windows Console Application
- PHYTEC LPC229x, eCos
- Spectrum Digital DSK6713, DSP/BIOS

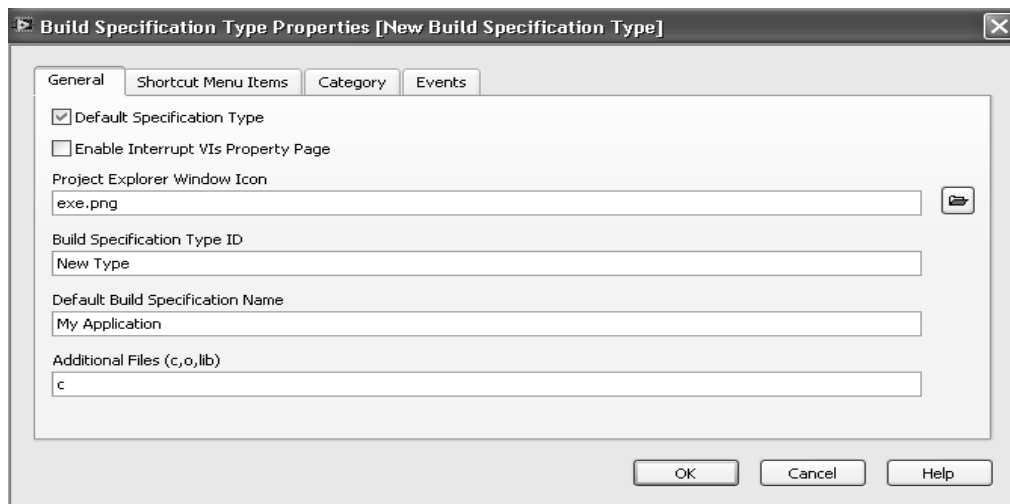
У каждого из них существуют свои требования по программному обеспечению. Например, для Unix Console необходимо иметь Cygwin 1.5.x with gcc package.

Помимо уже созданных объектов-исполнителей существует возможность добавлять свои. Возможны два варианта: создание нового объекта-исполнителя и модификация старого. В первом случае создаются необходимые файлы и каталоги, а затем с помощью редактора объектов-исполнителей (Target Editor) им приписываются определенные свойства (Target Properties, Build Specification Type Properties).

В диалоговом окне Target Properties указываются общие свойства объекта-исполнителя: пути к файлам, содержащим иконку объекта, информацию об исполнителе, конфигурацию портов ввода-вывода; набор функций и категорий, характерных данному объекту, временные и лицензионные настройки.



В другом диалоговом окне Build Specification Type Properties устанавливаются свойства условий сборки, такие как допустимые расширения добавляемых файлов, уникальные значения Build Specification Type ID, Default Build Specification Name и самое важное – поведение LV EDM в режимах сборки, запуска и отладки программы (закладка Events).



В случае редактирования объектов-исполнителей требуется всего лишь изменить нужные вам свойства и сохранить под другим именем.

### 3. Отличие LabVIEW Embedded от DSP Module.

В случае работы с цифровыми сигнальными процессорами возникает вопрос: какое преимущество имеет LV EDM над DSP модулем? Во-первых, следует отметить, что в DSP модуле отсутствует возможность добавлять свои объекты-исполнители. Список доступных устройств ограничивается тремя процессорами:

- SPEEDY-33, Hyperception,
- DSK6713, Spectrum Digital,
- DSK6711, Texas Instruments.

В LV EDM прописан лишь один цифровой сигнальный процессор - DSK6713, Spectrum Digital, однако теоретически возможно прописать и любой другой сигнальный процессор.

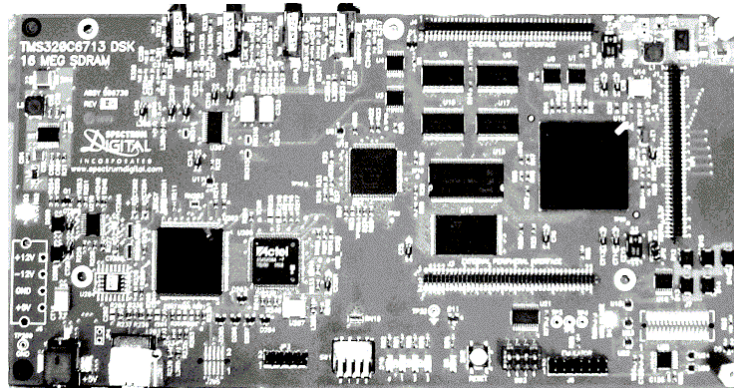
Во-вторых, в DSP модуле сильно ограничен список доступных функций (хотя существует недокументированная возможность их добавления). В LV EDM уже изначально предложен широкий круг функций, однако некоторые функции могут работать не на каждом микропроцессоре. Помимо этого в LV EDM существует структура InlineCCode, которая позволяет выполнять в вашей программе фрагменты, написанные на языке Си, что дает возможность описать практически любую функцию.

Таким образом, если в вашем проекте необходимо использовать особые функции, не вошедшие в базовый набор DSP модуля, то вам следует использовать LV EDM. Мы рассмотрим работу LV EDM с цифровым сигнальным процессором DSK 6713, Spectrum Digital

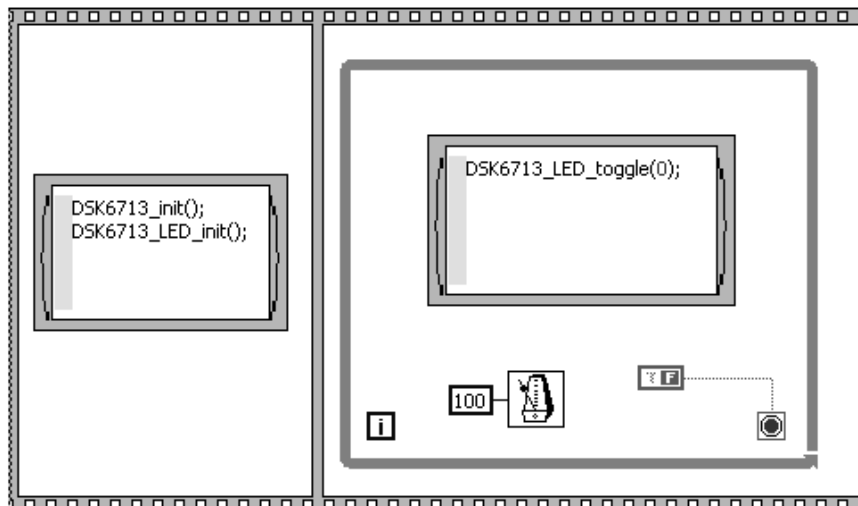
### 4. Работа с DSK6713.

Опишем вкратце технические характеристики данной платы:

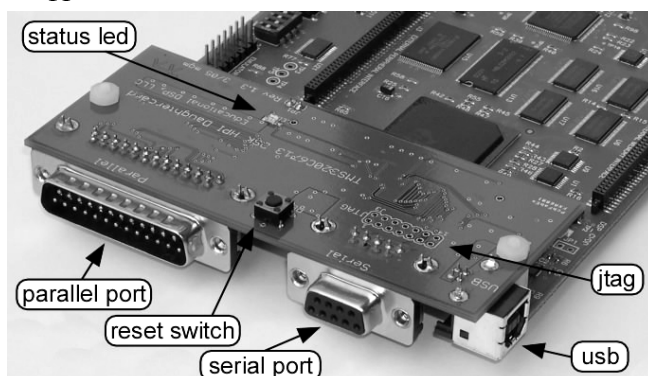
- Процессор: 225MHz
- Память: 2M x 32 SDRAM
- Flash-память: 512K bytes
- 4 светодиода и 4 DIP-переключателя
- 2 входные линии (MIC, LineIn) две выходные линии(Spiker LineOut)
- AIC23 стерео кодек (до 48KHz)
- Интерфейс: USB 1.1



Для работы с этим процессором необходимо установить драйвера для него и TI Code Composer Studio 3.1, его использует LV EDM в роли кросс-компилятора и линковщика. В качестве демонстрации работы LV EDM с DSK рассмотрим простейшую программу, периодически переключающую светодиод на плате. В этой программе используется структура InlineCCode. Сначала инициализируется работа самого процессора и светодиодов, а затем циклически происходит переключение нулевого светодиода.



Рассмотрим более интересную и полезную задачу – подключение дочерней карты к описанной выше DSK6713. Дочерняя карта DSK6713HPI предоставляет нам возможность обмена данными по COM и USB портам; также на ней имеется параллельный порт LPT, который может быть использован в качестве 16 независимых цифровых линий ввода-вывода.



Решение данной задачи в LV DSP модуле потребует использования упомянутой ранее возможности добавление новых функций, однако эта возможность является достаточно сложной и неудобной. В данном случае для “прописывания” дочерней карты необходимо выполнить тело функции StartHpiServices(), описанной на языке Си. Наличие же в LV EDM структуры InlineCCode сильно

облегчает задачу и сводит её к подключению необходимых заголовочных файлов.

Таким образом, LV EDM предлагает нам довольно интересные и богатые возможности в работе с 32-битными микропроцессорами, обладая при этом удобством и простотой программирования.