

# Малоизвестные демонстрационные наборы фирмы Actel

Евгений Котельников (Санкт-Петербург)

В статье рассмотрены демонстрационные наборы фирмы Actel, которые предназначены для управления двигателями или обработки видеoinформации.

Корпорация Actel ([www.actel.com](http://www.actel.com)) – один из ведущих мировых производителей программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Корпорация производит широкий спектр ПЛИС, от недорогих малопотребляющих схем до радиационно-стойких, выдерживающих дальние космические полеты.

В статье мы ограничимся обзором некоторых демонстрационных плат, которые позволяют ознакомиться с возможностями применения ПЛИС

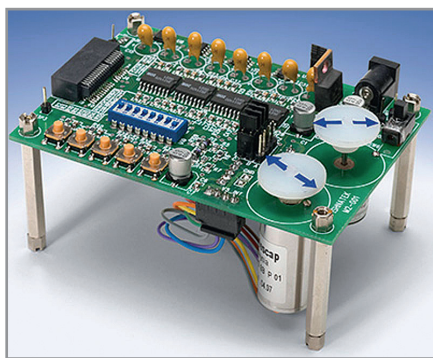


Рис. 1. Демонстрационный набор (Miniature Motor Control Daughter Card)

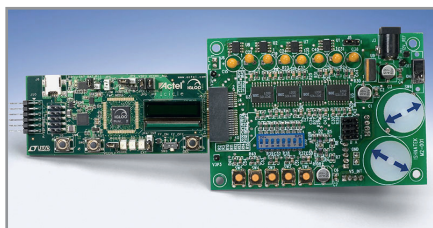


Рис. 2. Демонстрационный набор, подключенный к плате управления Icicle Kit

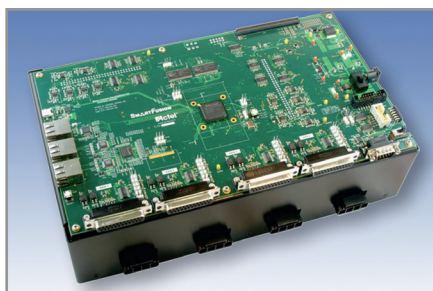


Рис. 3. Внешний вид набора разработчика для управления двигателями

корпорации Actel. На самом деле корпорация Actel выпускает значительное число стартовых и демонстрационных наборов. Для каждого семейства флэш-ПЛИС есть как минимум один стартовый набор – это плата, программное обеспечение, а также кабели и источник питания, которые позволяют сразу начать работу.

## ДОЧЕРНЯЯ ПЛАТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ

Этот набор является дочерней платой к стартовой плате IGLOO® Icicle Evaluation Kit (см. рис. 1), построенной на базе сверхмалопотребляющей микросхемы IGLOO. Набор может питаться от встроенного литиевого аккумулятора, USB-кабеля или внешнего источника питания. Внешний вид дочерней платы, подключенной к Icicle Kit, показан на рисунке 2.

На дочерней плате установлены миниатюрные двигатели двух разных видов – бесколлекторный (BLDC) и шаговый (SM). На плате имеются все необходимые элементы для управления и питания двигателей. Для управления платой фирма Actel поставляет программу для персонального компьютера (ПК), которая связывается с ней через USB-кабель при помощи моста USB в UART. Микросхема моста позволяет контроллеру UART, прошитому в микросхему IGLOO, обмениваться данными с ПК.

С интернет-страницы компании Actel можно бесплатно скачать два проекта для этой платы, один – для управления бесколлекторным двигателем с датчиком Холла для определения положения ротора, а второй – для управления шаговым двигателем. Проект управления шаговым двигателем позволяет работать с двигателем, включенным по четырёхпроводной схеме, и поддерживает режимы полного шага, половинного шага или микрошага (с разбивкой полного шага на 8 или 16 микрошагов).

Для тех, кому возможности дочерней платы для управления двигателями покажутся недостаточными, фирма Actel готовит расширенный демонстрационный комплект на базе микросхем семейства SmartFusion.

## НАБОР РАЗРАБОТЧИКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ НА БАЗЕ МИКРОСХЕМ СЕМЕЙСТВА SMARTFUSION

Внешний вид этого набора показан на рисунке 3. Он собран на базе микросхемы семейства SmartFusion. В это семейство входят микросхемы, которые представляют собой аналогово-цифровые системы на кристалле. Внутри такой микросхемы находятся: ARM-совместимый микроконтроллер CortexM3, энергонезависимая флэш-память, оперативная память (ОЗУ), развитая система ввода-вывода, программируемая логическая матрица, до трёх аналогово-цифровых преобразователей (АЦП) и цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП), набор компараторов, операционных и измерительных усилителей с программируемым коэффициентом передачи для подготовки аналогового сигнала на входах АЦП и блок цифровой обработки сигналов после АЦП, который позволяет освободить процессор от рутинной обработки оцифрованных сигналов.

В систему ввода-вывода микроконтроллера входят контроллеры интерфейсов Ethernet 10/100, SPI, I<sup>2</sup>C, UART, 32-разрядные таймеры, контроллеры прямого доступа в память (ПДП) и внешней памяти, Watch Dog и часы реального времени, которые можно запитать от батарейки на плате. АЦП последовательного приближения могут работать в режимах 8, 10 и 12 бит с частотой преобразования до 600 Кс/с в 8-разрядном режиме, цифроаналоговые преобразователи поддерживают скорость до 200 Кс/с.

Набор предназначен для управления синхронными двигателями с постоянным магнитом (PMSM) или brushless DC (BLDC) – бесколлекторными двигателями постоянного тока.

Приобретая этот набор, вы получаете:

- три печатные платы, смонтированные в общем корпусе: плату управления, плату силовых ключей и плату блока питания;
- один бесколлекторный двигатель;
- сетевой кабель питания (120...240 В);
- сетевой адаптер для питания платы управления;
- программатор для программирования и отладки ПЛИС и микроконтроллера;
- программу управления двигателями с ПК (PC Motor Control software GUI);
- кабель Ethernet для связи между ПК и платой управления;
- доступ к демонстрационным проектам и их обновлениям.

Набор в том виде, в котором он поставляется, может управлять работой одного бесколлекторного двигателя, однако плата управления поддерживает до четырёх двигателей и плата силовых ключей разведена для работы с четырьмя двигателями. Если установить на неё недостающие элементы – вы получите устройство для управления четырьмя электромоторами. На-

бор поддерживает различные схемы питания двигателей и содержит все необходимые программные и аппаратные драйверы. Программное обеспечение для ПК, поставляемое вместе с набором, позволяет собирать, анализировать и отображать данные о скорости вращения ротора, напряжении и токе питания, используя интерактивный графический интерфейс пользователя.

Как уже было сказано выше, внутри корпуса устройства расположены три платы:

- управляющая плата;
- плата силовых ключей;
- блок питания в защитном корпусе.

Управляющая плата собрана на аналогово-цифровой микросхеме SmartFusion A2F200, которая может работать с аналоговыми напряжениями в диапазоне  $\pm 12$  В, в задачи платы входит формирование управляющих последовательностей для управления платой силовых ключей; кроме того, встроенные АЦП микросхемы A2F200 используются для получения данных о положении ротора и токах обмоток. Плата допускает два вида датчи-

ков положения: либо внешний преобразователь положения в код, либо датчик положения, возбуждаемый сигналом с выхода встроенного ЦАП микросхемы SmartFusion. На управляющей плате расположены также светодиодные индикаторы, отображающие работу двигателей (раздельно по каждому каналу), и схема обнаружения перегрузок и защиты от них.

На плате силовых ключей смонтированы высоковольтные драйверы для управления двигателем. Плата блока питания, построенная по схеме импульсного преобразователя, предназначена для выработки стабилизированного напряжения питания для платы силовых ключей; она работает при входном напряжении в диапазоне от 120 до 240 В и обеспечивает активную коррекцию  $\cos\phi$ .

Программа для ПК, входящая в поставку демонстрационного набора, позволяет независимо управлять каждым из четырёх двигателей, подключенных к устройству, отображать в графическом виде данные о температуре, токе, скорости вращения и моменте на валу каждого двигателя. Собранные

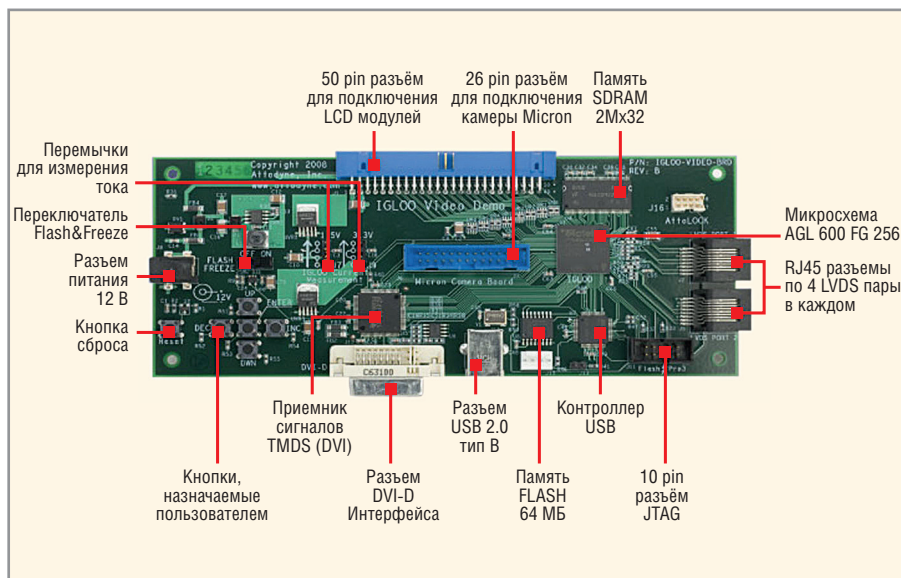


Рис. 4. Плата видеобработки на базе микросхемы семейства IGLOO

данные могут быть экспортированы в текстовые файлы для дальнейшей обработки. Из графического интерфейса пользователя можно сконфигурировать работу системы. В частности, можно задать количество полюсов ротора подключенного двигателя, коэффициенты ПИД-регулятора, положение и ускорение ротора.

Вместе с набором поставляются исходные файлы (на языках C и RTL) для пяти готовых проектов:

- трапецидальное возбуждение, с использованием датчика Холла для обратной связи, в котором возбуждение двигателя осуществляется сигналами трапецидальной формы;
- синусоидальное возбуждение с использованием датчика Холла для обратной связи. В этом проекте разгон двигателя начинается с трапецидальным возбуждением, которое меняется на синусоидальное после достижения пороговой скорости вращения;
- синусоидальное возбуждение с использованием датчика положения для обратной связи. В этом проекте

двигатель стартует с трапецидальным возбуждением, а после прихода первого фронта с датчика положения тип возбуждения меняется на синусоидальный;

- трапецидальное возбуждение без датчиков обратной связи. Плата управления позволяет получать информацию о положении ротора по величине наведённой электродвижущей силы. На основании этой информации формируется шести-фазная трапецидальная коммутационная последовательность;
- интерактивное устройство управления двигателями по сети Ethernet для удалённого управления движением объекта по четырём координатам.

Демонстрационные наборы для управления двигателями позволяют разрабатывать системы контроля движения на базе готового программного обеспечения и готовых IP-модулей для программирования ПЛИС.

### ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ НАБОР IGLOO для работы с ЖК-панелями

Ещё одной актуальной задачей, которую приходится решать производителям электроники в наши дни, является задача получения, обработки, хранения и отображения видеoinформации.

Демонстрационный набор IGLOO является на сегодняшний день единственным набором на рынке, в котором можно выбирать тип дисплея. Он состоит из платы IGLOO video demo board (см. рис. 4) и платы с ЖК-дисплеем по вашему выбору.

Можно выбрать один из двух готовых дисплеев размером 5,5 или 7 дюймов с разрешением 320×240 или 800×480 соответственно или изготовить собственную дочернюю плату с дисплеем. Внешний вид демонстрационной платы с подключенным 7-дюймовым экраном показан на рисунке 5.

Демонстрационная плата имеет несколько входов для подключения к источникам видеосигнала, интерфейсы DVI и КМОП-камеры. На плате установлена дополнительная внешняя память для организации буфера изображения. Купив этот демонстрационный пакет, вы получаете возможность начать работу с уже готовых проектов видеобработки, список которых приведён в таблице.

Для экономии времени разработчиков фирма Actel разработала программу Actel's Solution Partner, в рамках которой, благодаря сотрудничеству Actel и независимых компаний, разработано большое число готовых IP-модулей. В настоящий момент доступно 28 IP-модулей для видеобработки, ниже приведены характеристики некоторых из них.

### LVDS-ПЕРЕДАТЧИК (SINGLE CHANNEL 18-BIT LVDS TX CORE)

Разработан компанией Attodyne. Занимает 264 логические ячейки. IP-модуль Single Channel 18-Bit LVDS TX Core позволяет значительно сэкономить место на плате и уменьшить цену устройства за счёт того, что вместо внешнего LVDS-передатчика используются ресурсы ПЛИС. Этот IP-модуль предназначен для 18-разрядных LVDS дисплеев, которые используют один LVDS-канал (четыре LVDS-TX пары) по спецификации PSWG. Существуют модификации данного IP-модуля, поддерживающие 24-разрядный интерфейс и двухканальный 18- или 24-разрядный интерфейсы.

Компания Attodyne – участник программы Actel's Solution Partner – создала IP-модуль, который может поддерживать скорость передачи данных до 455 Мбит/с на микросхемах Actel, работающих со стандартной скоростью. Это означает, что ЖК-панель с разрешением 1024×768 может быть подключена непосредственно к выводам ПЛИС. Возможно увеличение скорости передачи данных до 600 Мбит/с за счёт использования более быстрых микросхем.



Рис. 5. Плата видеобработки с подключенным модулем ЖК-дисплея

## Готовые проекты для платы IGL00 video demo board

Название проекта	Поддержка модулей экрана		Возможности проекта	IP-модули, используемые в проекте
	5.5" (320 × 240)	7" (800 × 480)		
DVI Input to LCD	Да	Да	Отображает видеосигнал, полученный с DVI-D-интерфейса на LCD-дисплее	DVI Frame Grabber (захват кадров с интерфейса DVI) Video Timing Generator (генератор видеосинхронизации) Frame Buffer Controller (контроллер буфера кадра)
Upscaling	Да	Да	Удваивает разрешение полученного изображения за счёт интерполяции ближайших точек (на входе изображение 400 × 240 точек – на дисплее 800 × 480)	DVI Frame Grabber (захват кадров с интерфейса DVI) Video Timing Generator (генератор видеосинхронизации) Frame Buffer Controller (контроллер буфера кадра) 2X Pixel Weighted Scaling Engine (удвоение разрешения изображений)
Digital Photo Viewer	Да	Да	Позволяет отображать изображения на мониторе и осуществлять их скроллинг	Video Timing Generator (генератор видеосинхронизации) Frame Buffer Controller (контроллер буфера кадра) SPI Flash Reader (контроллер SPI для чтения флэш-памяти)
Video and Still-Shot Camera	Да	Да	Отображает видеосигнал, полученный с видеокамеры, на дисплее	Camera Interface (Интерфейс камеры) I2C (контроллер I <sup>2</sup> C) Bayer to RGB Color Converter (преобразователь формата для камер) Video Timing Generator (генератор видеосинхронизации) Frame Buffer Controller (контроллер буфера кадра)
Video MUXing	Да	Нет	Позволяет переключаться между тремя источниками видеоизображения и отображать результирующую картинку на дисплее	DVI Frame Grabber (захват кадров с интерфейса DVI) SPI Flash Reader (контроллер SPI для чтения флэш-памяти) Camera Interface (интерфейс камеры) I2C (контроллер I <sup>2</sup> C) Bayer to RGB Color Converter (преобразователь формата для камер) Video Timing Generator (генератор видеосинхронизации) Frame Buffer Controller (контроллер буфера кадра)

## ВИДЕОМИКШЕР (ALPHA BLENDER)

Модуль разработан компанией iWave Systems Technologies. В микросхеме ProASIC3 A3P250 занимает около 2200 логических ячеек, поддерживает тактовую частоту до 48 МГц, вносит задержку 3 такта. Этот IP-модуль осуществляет микширование двух потоков видеоданных под управлением потока  $\alpha$ -канала.

Другими словами, модуль выполняет следующую операцию над тремя входными потоками байт:  $\text{Out}[7:0] = \text{VideoA}[7:0]\text{Alpha}[7:0] + \text{VideoB}[7:0](1 - \text{Alpha}[7:0])$ , где данные в  $\alpha$ -канале интерпретируются как число в диапазоне от 0 до 1. Модуль может использоваться во всех устройствах с ЖК-дисплеями, таких как видеофоны, GPS-приёмники, видеоигры и т.д. для получения таких эффектов, как картинка в картинке (PIP), экранное меню (OSD) и т.п.

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЦВЕТОВОГО ПРОСТРАНСТВА (COLOR SPACE CONVERTER)

Модуль компании iWave. В микросхеме ProASIC3 A3P250 занимает около 1100 логических ячеек, поддерживает тактовую частоту до 78 МГц, вносит задержку 4 такта. IP-модуль позволяет

осуществлять преобразование моделей представления цветов из пространства YCbCr и YUV в пространство RGB.

## ИНТЕРФЕЙС КАМЕРЫ (CAMERA INTERFACE)

Модуль компании iWave. В микросхеме ProASIC3 A3P250 занимает около 1300 логических ячеек, поддерживает тактовую частоту до 63 МГц. IP-модуль iW-Camera Interface принимает на входе синхронизированный поток в 10-рядном YCbCr- или RGB-формате и выдаёт его на выход в том же формате, но непрерывным потоком без полей синхронизации.

## КОНТРОЛЛЕР АНАЛОГОВОГО ДИСПЛЕЯ (DISPLAY-CTRL)

Модуль компании Cast. В микросхеме ProASIC3 A3P250 занимает около 5300 логических ячеек, поддерживает тактовую частоту до 64 МГц. При помощи внешнего видео ЦАП (например, ADV7120) формирует видеосигналы для аналоговых мониторов разрешением от QVGA (320 × 240) × 85 Гц, до WUXGA (1920 × 1200) × 60 Гц в соответствии со стандартом RS-343A/RS-170.

## КОДЕР JPEG (JPEGLS-E)

Модуль компании Cast. В микросхеме ProASIC3 A3P250 занимает около

18 900 логических ячеек, поддерживает тактовую частоту до 45 МГц (в микросхемах с суффиксом быстрого действия -2). Модуль обеспечивает JPEG-кодирование видеoinформации со скоростью до 161 млн. отсчётов в секунду. Способ упаковки совместим со стандартом ISO/IEC 14495-1 JPEG, что делает этот модуль идеальным решением для межплатформенных приложений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди стартовых и демонстрационных наборов компании Actel встречаются не только «простейшие», годные лишь для того, чтобы научиться программировать ту или иную микросхему, но и наборы, предоставляющие готовые решения. Такие наборы являются прототипами реальных систем и позволяют сэкономить время и средства при разработке новых устройств. Приобретая такой стартовый набор, вы получаете готовую платформу как для обучения работе с конкретным семейством ПЛИС Actel, так и для того, чтобы отладить собственные разработки. Готовая печатная плата, входящая в комплект, может быть встроена в прототип конечного устройства.

