

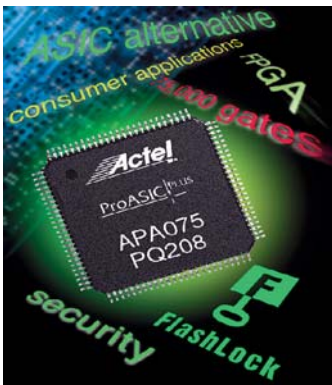
Микросхемы FPGA

фирмы Actel

Данная статья посвящена выходу на российский рынок нового поставщика микросхем для устройств повышенной надежности — фирме Actel, ее продукции и технологиям. В первой части статьи коротко освещены общие свойства микросхем, выпускаемых данной фирмой, и их преимущества по сравнению с классическими FPGA. Во второй части статьи приводится более подробное описание микросхем Flash-FPGA ProASICPlus. В следующих статьях будут описаны вопросы программирования (конфигурирования) FPGA, уникальные по своим характеристикам радиационно-стойкие FPGA, а также методики проведения разработки проектов для микросхем фирмы Actel.

Иосиф Каршенбойм

iosifk@actel.ru



Корпорация Actel — поставщик инновационных программируемых логических решений, включая программируемые в условиях эксплуатации вентильные матрицы (FPGA), основанные на технологии antifuse с однократным программированием, а также на технологии Flash с перепрограммируемой конфигурацией, высокоэффективные IP-ядра, инструментальные средства разработки программного обеспечения и услуги дизайна. Компания Actel основана в 1985 году и имеет приблизительно 500 служащих во всем мире. Ее сайт в Интернете — www.actel.com. Первое изделие было выпущено компанией в 1988 году, а в 2001-м было осуществлено продаж на сумму \$146 млн. Из полученной прибыли 29% направляются на исследования и разработку новых микросхем. Сейчас компания Actel уверенно занимает третье место в мире по продажам FPGA, следуя непосредственно за Xilinx и Altera. Однако до недавнего времени об этой компании и о ее продукции в нашей стране было известно довольно мало. И сейчас будет ясно, почему так происходило. На рис. 1 приведена диаграмма потребления микросхем по различным отраслям рынка и по различным регионам.

На диаграмме потребления микросхем по различным регионам видно, что Юго-Восточная Азия, где обычно делаются недорогие товары массового спроса, потребляет только 12% продукции. Большая часть продукции — 65% находит применение

в Северной Америке. На долю Европы приходится в три раза меньше — только 23%. Таким образом, можно сделать вывод о том, что продукция фирмы Actel используется только для высокотехнологичных секторов рынка, где первую роль играет не цена изделия, а его качество. Подтверждение этому тезису находим на диаграмме потребления микросхем по областям рынка. Как можно увидеть, большая часть микросхем, почти половина объема выпуска продукции, — 42% находит применение в тех областях рынка, которые у нас принято было называть «оборонка», то есть военный, авиационный и космический секторы рынка. Оставшуюся половину занимают телекоммуникации — 24% и промышленное оборудование — 15% рынка.

Поскольку основными потребителями продукции фирмы Actel являются фирмы, создающие надежную и высоконадежную технику, то и подход фирмы Actel к клиентам должен соответствовать требованиям такого рынка. Рассмотрим эту ситуацию более подробно. Как известно, многие российские фирмы, переходя на продукцию западных фирм-производителей, сталкиваются, в первую очередь, с двумя большими проблемами. Первая проблема состоит в том, что, разрабатывая продукцию по российским стандартам, фирмы-разработчики должны производить расчет надежности выпускаемой продукции. Для расчета надежности необходимо иметь цифры, соответствующие показателям надежности для конкретного изделия. И если для комплектующих отечественного производства параметры надежности всегда можно было получить от предприятия-изготовителя, или найти значения показателей в соответствующем справочнике, то для комплектующих зарубежного производства параметры надежности получить в подавляющем большинстве случаев невозможно. Эти параметры фирмы-изготовители либо совсем не предоставляют, либо эта информация закрыта от обычных потребителей. Совсем иначе обстоит дело с продукцией фирмы Actel. Отрадно отметить такой факт, что фирма Actel ежеквартально публикует отчеты о надежности выпускаемой продукции. Причем предоставляемый

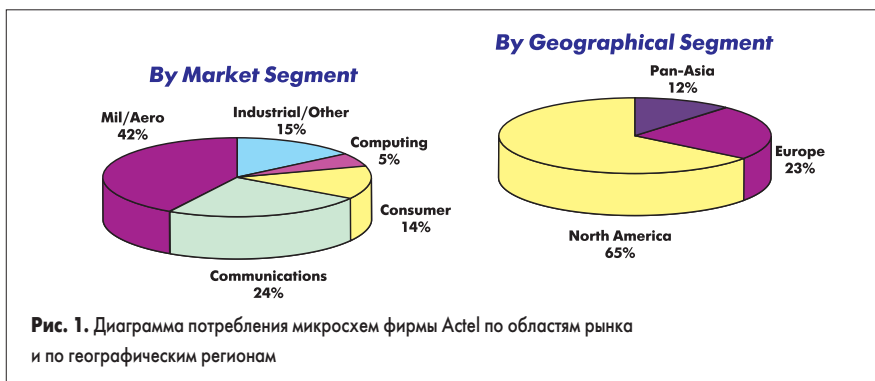


Таблица 1. Надежность: число отказов за время (FIT rate)

Семейство	# отказов	Отработанные часы	Tj, °C	Ea, эВ	Вероятность	FIT	MTTF
ProAsic	0	2,37E+07	55	0,7	60%	38,68	2,59E+07

отчет не имеет вид статьи «К вопросу о надежности...», где не приводятся никакие конкретные цифры. К сожалению, именно такую информацию можно увидеть на большинстве сайтов фирм-производителей. Отчет о надежности изделий фирмы Actel публикуется с предоставлением конкретных цифр по каждой (!) серии выпускаемых микросхем и по каждому (!) технологическому процессу. Пример строки рапорта о параметрах надежности для микросхем серии ProAsic приведен в таблице 1.

К сожалению, автор не может привести для сравнения аналогичные цифры для микросхем других производителей, но он будет благодарен тем читателям, которые смогут поделиться с ним соответствующей информацией.

Вторая проблема состоит в том, что фирмы-поставщики комплектующих изделий снимают с производства те изделия, спрос на которые падает. Это обычно происходит при выпуске на рынок новых изделий фирмы или изделий конкурентов. В такой ситуации российские фирмы-разработчики находятся в совершенно бесправном состоянии, ибо доля продажи микросхем на российском рынке пока еще ничтожно мала и российский рынок не представляет доминирующего интереса для западных фирм-поставщиков комплектующих изделий. В лучшем случае фирма-поставщик комплектующих изделий размещает на своем сайте или на сайте ее регионального дилера информацию о том, что некоторые из ее изделий будут сняты с производства. Если снятое с изготовления комплектующее изделие можно заменить более новым изделием того же поставщика или аналогичным изделием других поставщиков, то тогда проблема будет решена. А если такой замены нет, то в большинстве случаев фирма-разработчик вынуждена производить пере выпуск конструкторской документации и начинать выпуск модернизированного изделия. Для «крутых» проектов типа аэрогрии, новое, модернизированное изделие вскоре выходит в продажу под шумную рекламную кампанию. А для обычных проектов, например, для блока теленаблюдения для спутника дело обстоит куда как сложнее. При замене конструкторской документации необходимо

провести наземные испытания, а затем и летные испытания. При этом стоимость повторных испытаний может превосходить стоимость самого изделия на много порядков. Как же обстоят дела в подобных случаях с продукцией фирмы Actel? Еще до недавнего времени подобный вопрос мог бы показаться чисто риторическим, потому что микросхемы, выпускаемые этой фирмой, находились в списке изделий, запрещенных к поставке в нашу страну. Сейчас ситуация изменилась в лучшую сторону. Открыто представительство фирмы Actel в России — фирма Actel.ru. По заявлению технического директора фирмы Actel.ru, г-на М. Косткина, «фирма Actel никогда не снимала и не будет снимать с производства свои изделия. Такой стиль работы позволит нашим клиентам поддерживать работоспособность своей аппаратуры в течение 25–30 лет. Кроме того, на сайте www.actel.ru можно найти всю необходимую документацию по самим микросхемам, получить консультацию по их применению». Несколько слов об Actel.ru. Фирма будет поставлять микросхемы, программаторы, программные средства, предоставлять клиентам различную информацию и оказывать услуги по разработке проектов. Дополнительный сервис по FPGA-дизайну осуществляется авторизованным техническим центром Actel в России — компанией ASICdesign.ru (www ASICdesign.ru). Среди первых шагов фирмы Actel.ru отрядно отметить, подписание договора с кафедрой микроэлектроники Санкт-Петербургского электротехнического университета (ЛЭТИ). По этому договору в России начинает работать программа поддержки университетов и будет создана учебно-научная лаборатория по технологиям FPGA и ASIC, где фирма Actel обязуется оснастить 6 рабочих мест, на которых студенты и аспиранты смогут проводить разработку и отладку проектов.

Однако вернемся к продукции, выпускаемой фирмой Actel. Основными направлениями для применения микросхем, как говорилось выше, являются направления военно-космического назначения, высокоскоростной связи, замена интегральным микросхемам ASIC в специфических приложениях, а также

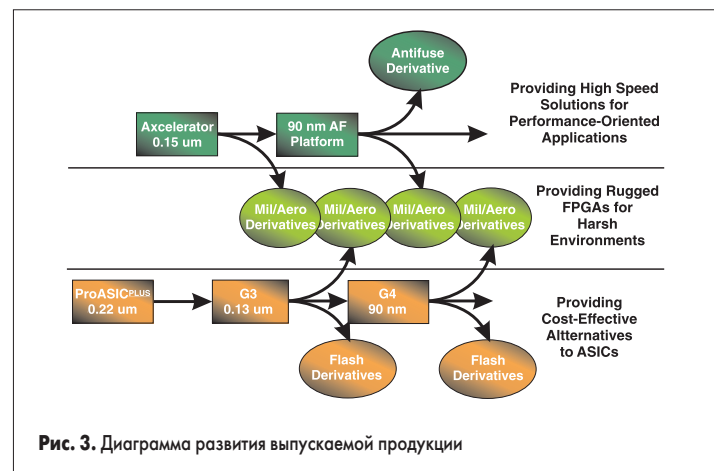
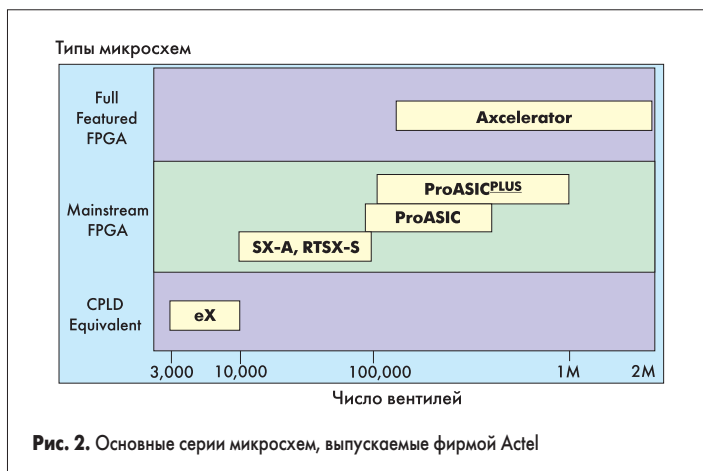
секторы рынка, связанные с работой при радиационном облучении.

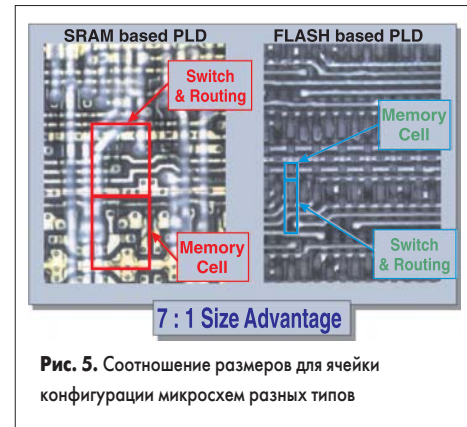
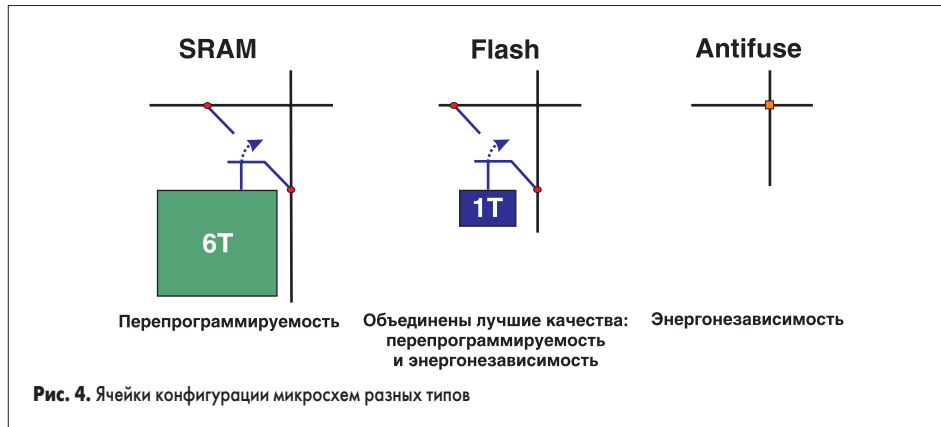
На рис. 2. показаны основные серии микросхем, выпускаемые фирмой Actel, и максимальное число вентилях для каждой серии.

На рис. 3 приведена диаграмма развития выпускаемой продукции. Остановимся на двух сериях микросхем: ProAsic и ProAsicPlus [1, 2]. Микросхемы данных серий выпускаются по технологии, занимающей промежуточное положение между классическими FPGA, основанными на SRAM-технологии, и ASIC.

Классические FPGA, основанные на SRAM-технологии, имеют в своем составе быстродействующие блоки памяти, но при включении питания эти микросхемы нужно инициализировать, так как данные о конфигурации находятся в специальных ячейках конфигурации, выполненных по технологии статической памяти. Основным достоинством классических FPGA является то, что при проведении разработки и в процессе отладки у разработчика имеется возможность многократно загружать проект в микросхему и проверять результаты своей работы непосредственно на «живом» изделии. При этом стоимость отладки любого этапа проекта невелика. Недостатком работы классических FPGA является сама система загрузки данных в микросхему. Во-первых, для работы таких FPGA необходимо внешнее устройство, в котором хранится файл инициализации. Во-вторых, информация, загружаемая в FPGA, может быть скопирована и использована для получения пиратских копий разрабатываемого изделия. Защититься от такого копирования принципиально невозможно, поскольку информация о конфигурации передается от одной микросхемы к другой через внешние выводы микросхем по линиям связи, расположенным на печатной плате. Есть и еще один существенный недостаток у классических FPGA, правда, он не так часто бросается в глаза. Во время работы, особенно в такой аппаратуре, которая работает в долговременном непрерывном режиме без перезагрузки, могут происходить частичные сбои конфигурации. Определить такой сбой не всегда возможно. Исправить частичные сбои конфигурации можно только полной перезагрузкой конфигурации, так как частичная загрузка конфигурации в классических FPGA невозможна.

На другом «полюсе» — ASIC, микросхемы, разрабатываемые под конкретную задачу





пользователя. Микросхемы ASIC дешевле, чем FPGA. Они не нуждаются в загрузке и поэтому скопировать содержимое микросхемы ASIC невозможно. Поскольку микросхемы ASIC представляют собой «одночиповое решение», то надежность всего устройства в целом будет выше, чем в случае применения FPGA. Микросхемы ASIC, так же как и FPGA, могут иметь встроенные быстродействующие блоки памяти. Для микросхемы ASIC частичный сбой конфигурации, такой, как в FPGA, невозможен, так как связи внутри такой микросхемы фиксированные. Что касается недостатков, то, к сожалению, они и тут имеют место. Применение микросхем ASIC становится экономически целесообразным начиная с некоторого довольно большого объема выпуска продукции, так как затраты на разработку и отладку проекта пользователя велики. Так же и сроки, необходимые на разработку и отладку проекта пользователя в ASIC, во много раз больше, чем при отладке проекта в FPGA. Микросхемы ASIC не могут быть перепрограммированы, поэтому модернизация изделия, содержащего такую микросхему, сопряжена с определенными трудностями.

Микросхемы ProAsic и ProAsicPlus выпускаются по технологии, в которой ячейки конфигурации выполнены по Flash-технологии, а остальная структура микросхемы подобна классическим FPGA, основанным на SRAM-технологии. Если рассмотреть ячейку конфигурации, выполненную по SRAM-технологии, то она содержит 6 транзисторов и может многократно переконфигурироваться, но такая ячейка не является энергонезависимой. Ячейка конфигурации микросхемы, выполненной по antifuse-технологии, не содержит транзис-

торов, она энергонезависима, но не может быть переконфигурирована. Ячейка конфигурации микросхем ProAsic и ProAsicPlus содержит 1 транзистор и является энергонезависимой. На рис. 4 представлены ячейки конфигурации разных типов микросхем.

На рис. 6. представлены геометрические соотношения конфигурационных ячеек для SRAM и Flash-технологии. За счет того, что во Flash-ячейке используется только один транзистор, размеры ячейки уменьшаются в 7 раз. Как следствие этого, увеличивается быстродействие и снижается энергопотребление. Микросхемы могут многократно перепрограммироваться, и в том числе непосредственно в изделии, что упрощает процесс отладки проекта и позволяет производить модернизацию готовых изделий. Эти микросхемы ProAsic и ProAsicPlus близки к классическим FPGA. Микросхемы также содержат быстродействующие блоки памяти и блоки обработки синхросигналов с цепями PLL. С другой стороны, микросхема начинает функционировать непосредственно при включении питания. Flash-ячейка конфигурации не может сбиться во время работы, как SRAM-ячейка. Поэтому данные микросхемы подобны микросхемам ASIC.

Кроме данных преимуществ необходимо отметить и некоторые другие отличительные особенности, которыми обладают ProAsic и ProAsicPlus. На рис. 6 показаны осциллограммы процесса включения микросхем. Слева приведена осциллограмма включения микросхемы Spartan 2 при нормальной температуре, а справа — осциллограмма включения микросхемы ProAsicPlus. На левой диаграмме видно, что в момент включения микросхемы, выполненной по SRAM-технологии,

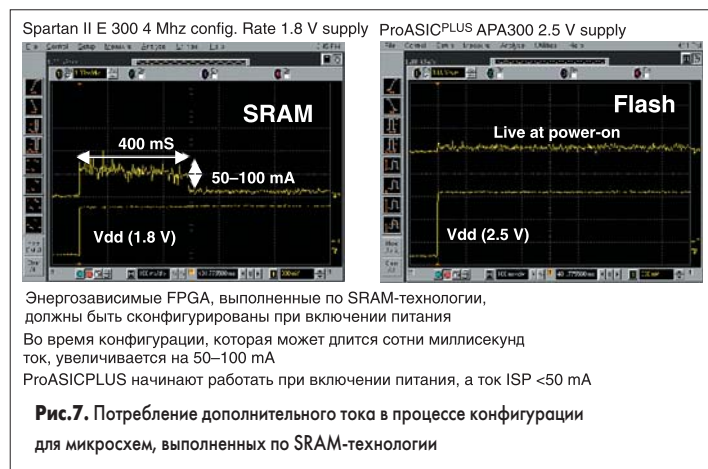
имеет бросок тока, значительно превосходящий по амплитуде рабочий ток. Микросхема, выполненная по Flash-технологии, такого броска тока не имеет. Такой пусковой ток необходимо учитывать при разработке тех изделий, где блок питания имеет ограниченную мощность, например для бортовых или батарейных блоков питания.

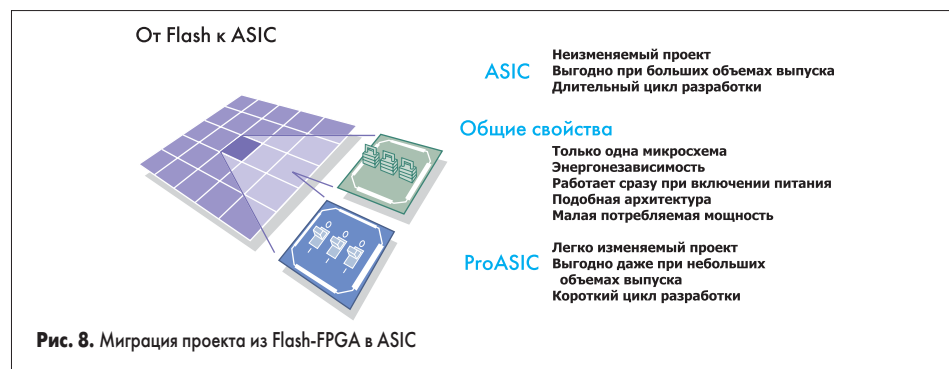
Аналогичный процесс необходимо учитывать и при конфигурации микросхем. На рис. 7 показано, что при конфигурировании микросхемы, выполненной по SRAM-технологии, имеет дополнительное потребление тока в 50–100 мА. Соответственно микросхемы, выполненной по Flash-технологии, такого дополнительного потребления тока не имеет.

И последнее, что необходимо отметить — что процесс проектирования для микросхем ProAsic и ProAsicPlus, впрочем, так же, как и для других микросхем фирмы Actel, проводится по тем же методикам, что и разработка ASIC. Краткое описание программы Libero уже публиковалось на страницах «КиТ» [3]. Поэтому, в случае необходимости увеличения объема потребления микросхем, есть возможность легко перевести уже готовый и отлаженный проект из ProAsic или ProAsicPlus в ASIC, что позволит снизить затраты на микросхемы.

Программирование (конфигурирование) микросхем производится по методикам, аналогичным программированию классических FPGA. Для программирования может быть использован либо специальный программатор, внешний вид которого показан на рис. 9, либо байт-бластер, подобный тому, что используется для программирования классических FPGA.

Вопросы программирования FPGA будут подробно описаны в следующих статьях.





Для того чтобы читатели смогли представить себе, какой из микросхем фирмы Actel можно заменить микросхему, с которой они уже имели дело, приводится таблица соответствия для микросхем разных производителей.

Литература

1. ProASIC.pdf
2. ProASICPlusDS.pdf
3. В. Стешенко. Пакет Libero фирмы Actel // Компоненты и Технологии. 2002. № 6.



Таблица 2. Соответствие микросхем Actel микросхемам других производителей

	Max I/O	Actel
Xilinx		
Virtex – 2,5 В		
XCV100	180	A500K050
XCV150	260	A500K050
XCV200	284	A500K130
XCV300	316	A500K130
XCV400	404	A500K180
XCV600	512	A500K270
Altera		
ACEX1K – 2,5 В		
EP1K50	249	A500K050
EP1K100	333	A500K050
20KE – 1,8 В		
EP20K100E	252	A500K050
EP20K160E	316	A500K130
EP20K200E	382	A500K180
EP20K300E	408	A500K180
EP20K400E	488	A500K270