

Высокотехнологичные микросхемы памяти компании 3D Plus

Михаил ФЕДОРОВ
m.fedorov@vital-ic.com

В настоящее время на рынке модулей памяти сложилась непростая ситуация с новыми высокотехнологичными моделями. В частности, трудности с поставкой NAND flash-памяти высокой емкости от именитых производителей испытывают практически все российские поставщики. Тяжело найти и другие новые модели, особенно это касается микросхем производства Samsung, которые заложены во многих перспективных разработках. В этих условиях актуальным становится поиск всевозможных замен, изучение альтернативной элементной базы других, часто ранее неизвестных компаний-производителей. О продукции одной из таких компаний и пойдет речь в данной статье.

Общие сведения

В данной статье мы хотим представить российским разработчикам одну из малоизвестных на нашем рынке фирм, которая производит высокотехнологичные модули памяти, используемые корпорациями с мировым именем, военными заказчиками различных стран, космическими холдингами и агентствами, включая NASA.

Компания 3D Plus была основана в 1996 году изобретателями, запатентовавшими весьма оригинальный способ внутренней комплектации элементов в создаваемой микросхеме. Впервые такая техника была применена еще в 1989 году, однако именно создатели 3D Plus — Пьер Марис (Pierre Maurice) и Кристиан Вал (Christian Val) — применили данную технологию в массовом производстве, и сейчас их компания является единственным производителем в Европе, освоившим эту технологию. В 2001 году, стремясь представить свою уникальную продукцию на главных рынках, 3D Plus открывает филиал в Техасе, а в 2002 строит производство средней мощности уже во Франции. В течение семи лет существования компания ежегодно объявляет о 100%-ном росте продаж, что весьма похоже на действительность, поскольку, по официальным данным, объем продаж за это время составил около 400 млн евро.

В настоящий момент ассортимент производимой компанией 3D Plus продукции включает в себя микросхемы памяти, модульные процессоры, сенсоры миниатюрных видеокамер, преобразователи мощности. Также компания предлагает разработку на заказ любого элемента с использованием запатентованной технологии. При этом возможно как

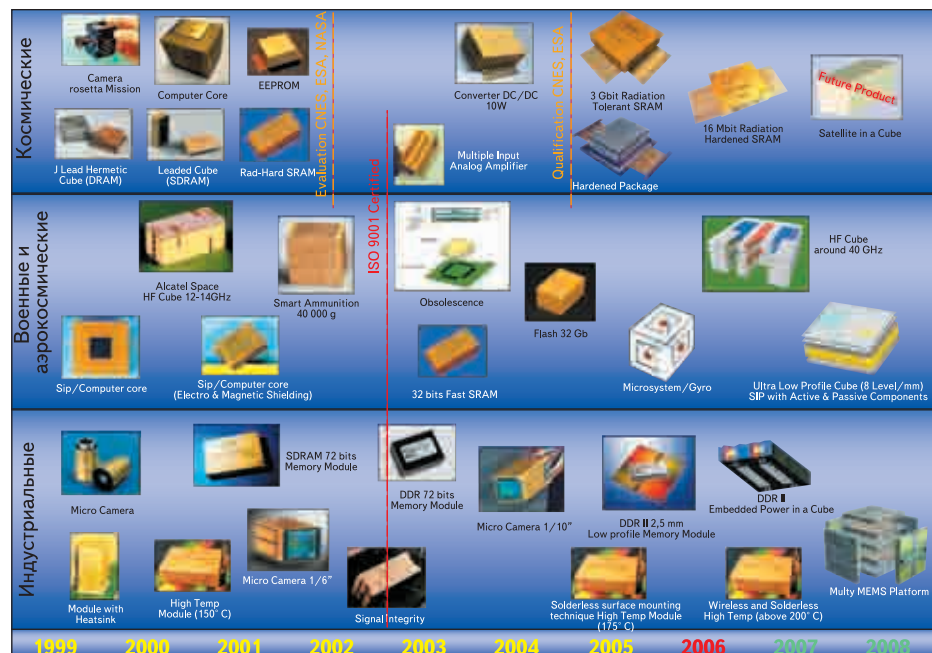


Рис. 1. Этапы развития компании 3D Plus

его производство, так и полная разработка с нуля.

Этапы развития 3D Plus, связанные с выпуском новых продуктов и основными сертификационными мероприятиями, компания разместила на рекламном буклете (рис. 1).

О технологии 3D

Оригинальная 3D технология, используемая компанией, основана на наложении электронных компонентов (чипов, микросхем в пластиковых корпусах, датчиков)

на пленку (в основном шириной 35 мм). Такого рода решение позволяет монтировать пластиковые элементы или чипы на пленку и тестировать их перед наложением друг на друга и формированием конечного модуля. Разработка 3D модулей очень похожа на широко используемую технологию MCM (Multi Chip Module) — создание многочиповых модулей. Поэтому при разработке модулей на основе 3D технологии используется обычный инструментальный и программное обеспечение. Фактически готовый 3D модуль представляет собой

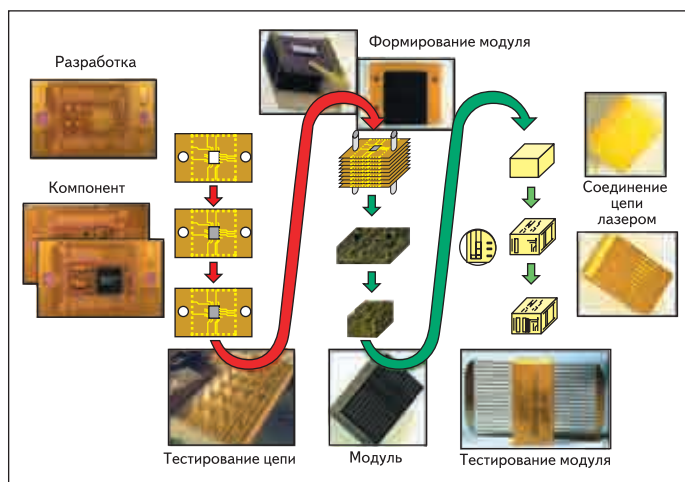


Рис. 2. Основные этапы производства модулей 3D Plus

Таблица 1. Отличия и преимущества технологии 3D

Отличительная особенность	Преимущество
Компоненты расположены один над другим	Уменьшение размера на печатной плате (при увеличении высоты)
Компоненты зафиксированы между слоями эпоксидной смолы или резины	Высокое сопротивление к механическим воздействиям и электрическое сопротивление при повышенной влажности
Длина соединяющих элементов очень мала	Улучшены показатели эффективности при работе
Компоненты могут быть полностью разделены между собой	Уменьшение взаимных паразитных влияний
Внутренняя структура модуля крайне труднодоступна	Сохранность интеллектуальной собственности, возможность вынести функциональные элементы на любые боковые поверхности или на верхнюю плоскость модуля
Простой и отлаженный производственный процесс	Гибкость и быстрая разработка новых изделий, минимизация издержек
Объемные модули	Возможность получать изделия цилиндрической, сферической и другой необходимой трехмерной формы
Модули независимы от типа подключения	Полная совместимость со всеми современными вариантами исполнения электронных компонентов

совокупность нескольких простейших печатных плат (PCB).

Основное отличие от технологии MCM в методике разработки 3D модулей таково: в основу этой методики положено разделение функций между несколькими слоями модуля. При этом рассматривается много различных критериев:

- размеры компонентов модуля;
- окончательные требуемые размеры самого модуля;
- число сигналов в модуле;
- полное распределение мощности по компонентам;
- критические сигналы, их максимальные и минимальные уровни;
- возможности по тестированию полученного модуля.

Основной козырь 3D технологии как раз и состоит в умении компании при разработке учесть все эти критерии. Для этого сначала производится анализ всех перечисленных выше критериев, далее наступает этап создания схемы всего модуля, после чего производится компоновка трассировки на каждом слое. На этом этапе получают окончательные размеры всего модуля. Схематично весь описанный процесс представлен ниже (рис. 2).

Технология, используемая компанией 3D Plus, позволяет использовать в модуле компоненты практически любого типа (диэлектрические, в керамическом или пластиковом корпусе). Кроме того, поскольку каждый слой изготавливается отдельно, разработчики могут применять различные технологии в двух различных слоях (например, пластиковый элемент в одном слое и керамический — в другом), что при использовании технологии MCM довольно проблематично. В качестве примера такой реализации можно привести модуль, выпускаемый компанией 3D Plus, который состоит из слоев, содержащих процессор, генератор, конденсаторы и резисторы (рис. 3).

Все слои модуля закреплены друг относительно друга через специальные отверстия. Расстояние между слоями калибруется при

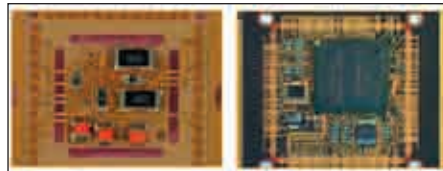


Рис. 3. Внешний вид слоев модуля, выполненного по технологии 3D

помощи специального распорного устройства. В конечном варианте эти полости заполняются специальной эпоксидной смолой Dexter (HYSOL FP4450).

После застывания смолы получается модуль, содержащий различные, изолированные друг от друга слои. В соответствии с разработанной схемой слои соединяются, и модуль подвергают «металлизации» — напылению никеля, а затем лазерной обработке (проточке соединений). В итоге модуль готов для тестирования и представляет собой полноценный высокотехнологичный электронный компонент (рис. 4).



Рис. 4. Внешний вид модулей производства 3D Plus

Основные преимущества при использовании запатентованной технологии в компании 3D Plus представлены в таблице 1.

Микросхемы памяти

В настоящее время на основе своей запатентованной технологии компания 3D Plus производит следующие типы памяти (табл. 2).

Компания делит все многообразие продуктов на несколько глобальных областей применения: аэрокосмическое и военное приборостроение (space&military memory products) и промышленное применение (industrial memory products), к которому относят использование микросхем в медицинском оборудовании, автомобильных системах, высокопроизводительной компьютерной технике и т. п.

В 3D Plus разработана система деления продуктов на три различных уровня качества исполнения (quality grades). Они получили соответствующие обозначения: N — уровень качества для коммерческого применения, B — для промышленного применения, S — для аэрокосмического применения. В зависимости от установленного уровня производятся различные испытания и контроль качества выпускаемой продукции. Полный перечень тестов, которым может подвергаться продукция 3D Plus (и подвергается в случае уровня качества S), приведен в таблице 3.

В большинстве своем отбраковочные испытания проводятся по наиболее отработан-

Таблица 2. Микросхемы памяти производства 3D Plus

Тип памяти	Емкость							
	1 Гбит	2 Гбит	4 Гбит	8 Гбит	16 Гбит	32 Гбит	64 Гбит	128 Гбит
DDR2	1 Гбит	2 Гбит						
DDR SODIMM	1 Гбайт							
DDR SDRAM	1 Гбит	2 Гбит	4 Гбит	8 Гбит				
SDRAM	512 Мбит	1 Гбит	2 Гбит	3 Гбит	4 Гбит			
SRAM	8 Мбит	16 Мбит	32 Мбит	64 Мбит				
FLASH	128 Мбит	256 Мбит	768 Мбит	4 Гбит	8 Гбит	16 Гбит	32 Гбит	
EEPROM	2 Мбит	4 Мбит	8 Мбит					
DRAM	768 Кбит							
SRAM/EEPROM	4 Мб/1 Мб	12 Мб/6 Мб						

Таблица 3. Тесты, используемые для испытаний продукции 3D Plus

Тест	Условия	Метод
Extended Thermal Cycles (Длительные тепловые циклы)	500 циклов -55...125 °С	MIL-STD-883 M1010 класс В
Extended Thermal Cycles (Длительные тепловые циклы)	500 циклов -65...150 °С	MIL-STD-883 M1010 класс С
Thermal Cycles under vacuum (Тепловые циклы в вакууме)	0,000001 торр 10 циклов -40/+70 °С	Собственный
Low Temp. Storage (Хранение данных при низкой температуре)	-130 °С	Собственный
High Temp. Storage (Хранение данных при высокой температуре)	2000 часов/150 °С	MIL-STD-883 M1008 JEDEC STD 22-A103-A
High Temp. Operating under pressure (Функционирование при высокой температуре и давлении)	1000 часов/150 °С/1000 бар	Собственный
Dynanic Life Test (Тест на длительность работоспособности)	2000 часов/+125 °С	MIL-STD-883 M1015
Power cycling (Циклы электропитания)	30000 циклов вкл/выкл 120 с вкл (+110 °С) 60 с выкл (+40 °С)	Собственный
ТНВ Test (Тест на коррозионную стойкость)	1000 часов +85 °С/85%RH	MIL-STD-202 M103
HAST test (Тест при высокой температуре, влажности и давлении)	264 часа/+110 °С	JEDEC STD 22TMA110
Salt Atmosphere (varnished modules) (Стойкость к соляным парам)	24 часа	MIL-STD-883 M1009 класс А JEDEC STD 22-A107-A
Mechanical shock (Стойкость к ударным воздействиям)	Y1-0.5 мс - 1500 g	MIL-STD-883 M2002 класс В
Peak acceleration (Максимальное ускорение)	40 000 g	Собственный
Sine Vibrations (Синусоидальные вибрации)	20-2000 Гц макс. ускорение 20g/3 осям	MIL-STD-883 M2007 класс А
Random Vibrations (Случайные вибрации)	параллельно 30g/15мН перпендикулярно 30g/15мН	MIL-STD-883 M2026 класс I уровень H/J
Outgassing (Стойкость лакового покрытия)	TML&RML<1% CVMC<0,1%	ESA-PSS-01-702 MA
Lead integrity (Целостность свинцовых элементов)	-	MIL-STD-883 M2004
Solderability (Пригодность к пайке)	-	MIL-STD-883 M2003
Marking permanency (Стойкость покрытия)	-	MIL-STD-883 M2015

ной в настоящее время методике, предусмотренной военным стандартом США MIL-STD-883. Требования по отбраковочным испытаниям классифицируются по трем уровням качества и надежности:

- класс А — включает только схемы повышенной надежности, предназначенные для работы в жестких режимах внешних воздействий;
- класс В — включает надежные для промышленного применения схемы (и некоторые типы схем для военной аппаратуры), предназначенные для работы в менее жестких условиях, когда главным требованием является стабильность параметров в течение длительного времени;
- класс С — включает схемы для условий работы, когда воздействующие факторы не являются определяющими и на первое место ставится минимальная стоимость.

Военный стандарт MIL-STD-883 явился основой для разработки большого числа программ обеспечения надежности РЭА, изготавливаемой различными фирмами США и других стран. Компания также применяет и ряд других, не менее серьезных стандартов (MIL-STD-202, JEDEC standards, ESA PSS standards).

Микросхемы памяти для применения в аэрокосмическом приборостроении

Основными преимуществами компании при завоевании рынка в аэрокосмическом приборостроении стали небольшой вес и маленькие размеры по длине и ширине компонента, устанавливаемого на плату. Некоторые модули, произведенные компанией для этих целей, занимали на плате 20% от того места, которое заняли бы их аналоги. При этом высота модуля, как правило, не имела большого значения — в связи с достаточным расстоянием между платами, определяемым условиями температурного режима. Кроме того, модули обладали рядом других немаловажных преимуществ (высокой плотностью элементов, надежностью, сертифицированной технологией производства и жестких испытаний, радиационной стойкостью, большим сроком службы). Для применения в аэрокосмическом приборостроении компания производит следующие типы памяти: DDR, SDRAM, SRAM, EEPROM, FLASH NAND, FLASH NOR, DPRAM и одну микросхему

Таблица 4. Основные характеристики микросхем памяти 3D Plus для аэрокосмического приборостроения

Тип памяти	Емкость	Конфигурация	Напряжение питания	Время доступа/частота	Стойкость	Варианты исполнения	Температурный диапазон
DDR	2 Гб 4 Гб 8 Гб	256 Мб×8 512 Мб×8 1 Гб×8	2,5 В	100-200 МГц	RT	4 с/SOP-66 8 с/SOP-66 8 с/SOP-66	C I
SDRAM	1 Гб 2 Гб 4 Гб	128 Мб×8 32 Мб×72 128 Мб×16 256 Мб×8 256 Мб×8 512 Мб×8	3,3 В	100-133 МГц	RT	4 с/SOP-54 5 с/BGA-134 8 с/SOP-58 4 с/SOP54	C I
SRAM	8 Мб 16 Мб 32 Мб 64 Мб	256 Кб×32 512 Кб×16 512 Кб×32 1 Мб×16 2 Мб×8 1 Мб×32 4 Мб×8 4 Мб×16	3,3 В 5 В	15 нс 17 нс 20 нс 40 нс 60 нс 75 нс	RT RH	2 с/SOP-64 4 с/SOP-54 4 с/SOP-64 20 нс 4 с/SOP-84 8 с/SOP-44 8 с/SOP-54 8 с/SOP-64 8 с/SOP-68	C I M
EEPROM	2 Мб 4 Мб 8 Мб	256 Кб×8 128 Кб×32 512 Кб×8 256 Кб×32 1 Мб×8	3,3 В 5 В	150 нс 250 нс	RT	2 с/SOP-40 4 с/SOP-40 4 с/SOP-64 8 с/SOP-40 8 с/SOP-64	C I
FLASH NAND	4 Гб 8 Гб 16 Гб 32 Гб	512 Мб×8 1 Гб×8 2 Гб×8 4 Гб×8	3,3 В	чтение: 50 нс запись: 50 нс	RT	4 с/SOP-48 8 с/SOP-50	C I M
FLASH NOR	256 Мб 2 Гб 4 Гб	16 Мб×16 256 Мб×8 512 Мб×8	3 В	90 нс 110 нс	нет	4 с/SOP-64 4 с/SOP-56 8 с/SOP-60	C I M
DPRAM	768 Кб	48 Кб×16	5 В	30 нс	RH	3 с/COFJ-84	C I M
C/H	1 Гб 2 Гб	128 Мб×8 128 Мб×16	3,3 В	50 нс	RH	3 с/QFP-44	C I

Таблица 5. Основные характеристики микросхем памяти 3D Plus для промышленного применения

Тип памяти	Емкость	Конфигурация	Напряжение питания	Время доступа/частота	Стойкость	Варианты исполнения	Температурный диапазон
DDR	1 Гб 2 Гб 4 Гб	16 Мб×64 16 Мб×72(64+8ECC) 256 Мб×4 32 Мб×64 32 Мб×72(64+8ECC) 256 Мб×8 512 Мб×4 512 Мб×8	2,5 В	100-200 МГц		2 с/BGA-62 4 с/BGA-66 4 с/BGA-164 5 с/BGA-164 8 с/SOP-66	C I
DDR 2	1 Гб	64 Мб×16 128 Мб×8	1,8 В	200-333 МГц		2 с/BGA-95	C I
DDR SODIMM	1 Гб	128 Мб×72	2,5 В	133-200 МГц		200-SODIMM	C I
SDRAM	1 Гб 2 Гб 4 Гб	16 Мб×72(64+8ECC) 32 Мб×72(64+8ECC) 512 Мб×8	3,3 В	100-133 МГц		5 с/BGA-134 8 с/SOP-58	C I
SRAM	8 Мб 16 Мб 32 Мб 64 Мб	256 Кб×32 512 Кб×32 1 Мб×16 1 Мб×32 4 Мб×16	3,3 В	15 нс 17 нс 20 нс 40 нс 60 нс 75 нс		2 с/SOP-64 4 с/SOP-54 4 с/SOP-64 8 с/SOP-54 8 с/SOP-68	I M
FLASH HT	256 Мб 768 Мб	16 Мб×16 48 Мб×16	3,0 В	55 нс 70 нс 90 нс 120 нс		4 с/SOP-54 8 с/SOP-60	C I M HT
FLASH NAND	4 Гб 8 Гб 16 Гб 32 Гб	512 Мб×8 128 Мб×64 1 Гб×8 1 Гб×16 2 Гб×8 4 Гб×8	3,3 В	чтение: 50 нс запись: 45,50 нс		4 с/SOP-48 4 с/BGA-119 8 с/SOP-50 8 с/BGA 84	I M
FLASH NOR	2 Гб 4 Гб	256 Мб×8 512 Мб×8	3 В	110 нс		4 с/SOP-64 8 с/SOP-60	C I M
EEPROM	2 Мб 4 Мб 8 Мб	256 Кб×8 512 Кб×8 1 Мб×8	3,3 В	250 нс		2 с/SOP-40 4 с/SOP-40 8 с/SOP-40	C I

специального назначения. Основные характеристики этих микросхем приведены в таблице 4.

В данной таблице мы применили такие же обозначения, какие применяет компания для описания своих продуктов. Под понятием «стойкость» имеется в виду радиационная стойкость модулей, при этом их делят на два типа: RT (Radiation Tolerant), невосприимчивые к радиации, или выдерживающие уровень излучения от 25 до 100 кРад, и RH (Radiation Hardened), защищенные от радиации, или выдерживающие уровень излучения от 100 до 300 кРад. В вариантах исполнения, кроме привычного типа корпуса, впереди компания часто указывает число слоев в этом модуле: так, обозначение 4L/SOP-66

(4 с/SOP-66) означает, что в 66-контактном SOP содержится 4 слоя, сделанных по описанной выше технологии. В температурном диапазоне, кроме С — коммерческого (от 0 до +70 °С) и I — индустриального (от -40 до +85 °С), используется еще и М — военный (от -55 до +125 °С).

Микросхемы памяти для индустриального применения

Основным преимуществом продуктов компании 3D Plus на коммерческом рынке микросхем индустриального применения является относительно невысокая стоимость при высокой технологичности изделий. Большинство производителей линеек памяти для ПК, компьютерных плат, цифровых АТС, коммутаторов, маршрутизаторов и прочих сложных электронных устройств используют микросхемы памяти производства 3D Plus. Преимущества этой продукции также являются следствием применяемой технологии, как и в случае с аэрокосмическим приборостроением.

Для применения в индустриальной сфере компания производит следующие типы микросхем памяти: DDR, DDR 2, DDR SODIMM, SDRAM, SRAM, FLASH HT (High Temperature), FLASH NAND, FLASH NOR, EEPROM. Основные характеристики этих микросхем приведены в таблице 5.

Понятно, что в данной группе продуктов речь о какой-либо радиационной стойкости не идет. Зато применены разнообразные варианты исполнения, призванные максимально облегчить замену продуктов конкурирующих фирм на продукцию 3D Plus. Для высокотемпературной flash-памяти также добавился четвертый температурный диапазон (HT) — до +155 °С.

Принципы формирования обозначений микросхем памяти

Все описанные выше особенности (и даже немного больше) компания 3D Plus закладывает в обозначение продукции (рис. 5).

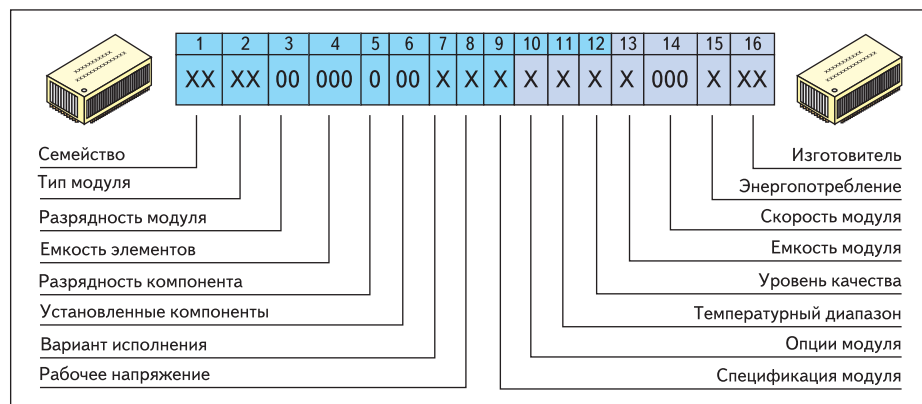


Рис. 5. Структура обозначения микросхем памяти компании 3D Plus

Рассмотрим возможные варианты обозначений для всех описанных выше модулей памяти.

1. Семейство:

М — модуль памяти.

2. Тип модуля:

DD — DDR, FN — FLASH NAND,
DE — DRAM E.D.O., FO — FLASH NOR,
DF — DRAM F.P.M., FR — FRAM,
DP — DPRAM, SD — SDRAM,
EE — EEPROM, SF — StrataFlash,
FL — FLASH, SR — Static RAM,
FA — FLASH AND, D2 — DDR 2.

3. Разрядность модуля:

04 — x4 бит, 40 — x40 бит,
08 — x8 бит, 48 — x48 бит,
16 — x16 бит, 64 — x64 бит,
32 — x32 бит, NN — xNN бит.

4. Емкость элементов:

080 — 8 Кб, 001 — 1 Мб, 256 — 256 Мб,
160 — 16 Кб, 002 — 2 Мб, 328 — 320 Мб,
240 — 24 Кб, 004 — 4 Мб, 512 — 512 Мб,
480 — 48 Кб, 008 — 8 Мб, 102 — 1 Гб,
640 — 64 Кб, 016 — 16 Мб, 204 — 2 Гб,
960 — 96 Кб, 032 — 32 Мб, 408 — 4 Гб,
120 — 128 Кб, 048 — 48 Мб, 816 — 8 Гб,
250 — 256 Кб, 064 — 64 Мб, 163 — 16 Гб,
510 — 512 Кб, 128 — 128 Мб, 327 — 32 Гб,
650 — 640 Кб, 164 — 160 Мб,

5. Разрядность компонента:

4 — x4 бит, 2 — x32 бит,
8 — x8 бит, А — x8/16 бит,
6 — x16 бит,

6. Установленные компоненты:

02 — 2 компонента, 08 — 8 компонентов,
04 — 4 компонента, NN — NN компонентов.

7. Вариант исполнения:

В — BGA, Q — QFP,
С — коннекторы, S — SOP,
J — QFJ, W — проволочное,
P — PGA,

8. Рабочее напряжение:

С — 5 В, Т — 2,5 В,
— — 3,3 В, U — 1,8 В,
S — 2,8 В,

9. Спецификация модуля. Специфическая дополнительная информация об архитектуре компонента. В данной статье не рассматривается.

10. Опции модуля. Специфическая дополнительная информация об особенностях компонента. В данной статье не рассматривается.

11. Температурный диапазон:

С — от 0 до +70 °С, М — от -55 до +125 °С,
I — от -40 до +85 °С, S — спец. диапазон.

12. Уровень качества:

N — коммерческий, S — аэрокосмический,
В — индустриальный, С — специальный.

13. Емкость модуля:

А — 128 Кб, G — 64 Мб,
В — 256 Кб, H — 128 Мб,
С — 512 Кб, J — 256 Мб,
D — 1 Мб, K — 512 Мб,
E — 4 Мб, L — 1 Гб,
8 — 8 Мб, M — 2 Гб,
F — 16 Мб, N — 4 Гб.
3 — 32 Мб,

14. Скорость модуля:

000 — неопределена,
05 — 50 нс, 100 — 100 МГц/10 нс,
020 — 200 нс, 004 — 40 нс, 125 — 125 МГц/8 нс,
015 — 150 нс, 003 — 35 нс, 133 — 133 МГц/7,5 нс,
010 — 100 нс, 002 — 20 нс, 145 — 145 МГц,
008 — 80 нс, 001 — 15 нс, 153 — 153 МГц,
007 — 70 нс, 00А — 12 нс, 200 — 200 МГц,
006 — 60 нс, 00В — 30 нс, 266 — 266 МГц.

15. Энергопотребление:

— — стандартное, L — пониженное.

16. Производитель:

AM — AMD, IF — Infineon,
AT — Atmel, IT — Intel,
CY — Cypress, MC — Microchip,
FA — Fairchild, SA — Samsung,
FU — Fujitsu, TO — Toshiba,
HY — Hyundai, BA — BAE,
EL — Elpida, IB — IBM.

Заключение

В настоящее время компания 3D Plus осваивает новейшие типы продуктов и демонстрирует весьма незаурядные темпы роста. К сожалению, значительная часть продукции компании предназначена для военного применения, и получить эти продукты в РФ крайне сложно. Однако спектр коммерческой и индустриальной продукции весьма широк, особенно перспективным, на наш взгляд, является линейка микросхем памяти, которая может составить серьезную конкуренцию продукции гораздо более именитых производителей.

Единичные экземпляры продукции компании в настоящее время поставлять в нашу страну экономически нецелесообразно, но, учитывая среднюю стоимость микросхем памяти, даже мелкооптовые партии уже интересны по цене и в качестве альтернативы труднодоступным компонентам других производителей, и как основная комплектация современных электронных приборов. ■

Более подробную информацию можно найти на сайте компании 3D Plus [w ww .3d-plus.com](http://www.3d-plus.com).