

# Сравнительный анализ радиационно-стойких микросхем ПЗУ

Александр ПОПОВИЧ  
Popovich@bae-radhard.ru

В статье приводится сравнение характеристик радиационно-стойких микросхем ПЗУ различных производителей.

При выборе микросхем однократно программируемой памяти, стойкой к воздействию ионизирующего излучения, разработчики сталкиваются с ограниченностью выбора. Так, если требуемая величина полной накопленной дозы (TID) должна быть не хуже 50 крад, для выбора остается всего несколько типов микросхем. К ним можно отнести микросхемы производства 3DPlus, Aeroflex и BAE Systems (таблица).

Фирма 3DPlus [1] предлагает только один вариант микросхемы однократно программируемой памяти, стойкой к радиации: 3DPO64M08VS2299, напряжение питания этой микросхемы составляет 3,3 В. Работоспособность ее, к сожалению, гарантируется только при поглощенной дозе до 50 крад. Объяснения терминов радиационной стойкости можно найти в статье [2].

Aeroflex [3] и BAE Systems [4] предлагают возможность выбора напряжения питания, то есть выпускают микросхемы с питанием как 3,3, так и 5 В. Микросхемы, выпускаемые BAE, имеют гарантированную работоспособность при поглощенной дозе (TID)

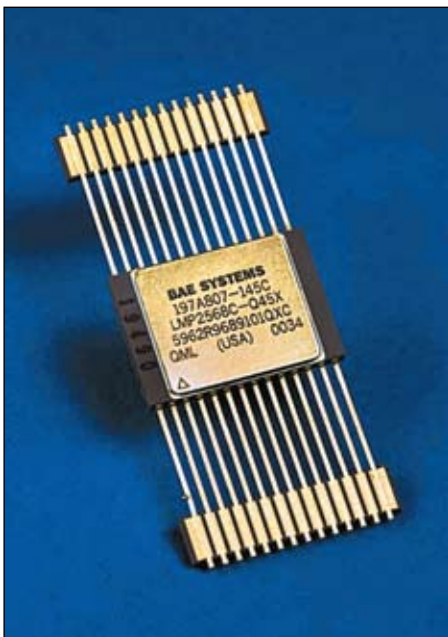


Таблица. Характеристики микросхем ПЗУ различных производителей

Производитель	BAE		Aeroflex		3DPlus
	BAE238A790	BAE197A807	UT28F256VLQLE	UT28F256QLE	3DPO64M08VS2299
Наименование	BAE238A790	BAE197A807	UT28F256VLQLE	UT28F256QLE	3DPO64M08VS2299
Организация	32K×8	—	32K×8	32K×8	64M×8
Напряжение питания, В	3,3	5	3,3	5	3,3
Максимальная накопленная доза, крад	200	200	от 0,1 до 1 Мрад	от 0,1 до 1 Мрад	50
SEL LET, МэВ·см <sup>2</sup> /мг	120	120	110	110	120
SEU LET, МэВ·см <sup>2</sup> /мг	60	60	40	57	Нет данных
Сечение SEU, см <sup>2</sup> /кристалл	0	0	2,5×10 <sup>-6</sup>	9,4×10 <sup>-7</sup>	Нет данных
Поток ошибок на геостационарной орбите (худшие условия), ошибок на кристалл в день	0	0	2,5×10 <sup>-12</sup>	5,1×10 <sup>-15</sup>	Нет данных
Время доступа, нс	100	45	65	45	35
Корпус	FP28	FP28	FP28	FP28	SOP44

до 200 крад [5]; линейка микросхем Aeroflex содержит микросхемы с TID от 100 крад до 1 Мрад [6]. Сравнивая микросхемы однократно программируемой памяти BAE с аналогичными микросхемами ПЗУ Aeroflex, можно сказать, что и те, и другие имеют организацию 32K×8 бит, время доступа к данным для 5-В версий 45 нс, 28-выводные корпуса flat pack с размерами 0,5×0,72 дюйма. Устойчивость к тиристорному защелкиванию (SEL) гарантируется фирмой BAE для частиц с линейной передачей энергии (LET) менее 120 МэВ·см<sup>2</sup>/мг, в то время как у Aeroflex этот параметр несколько хуже: LET < 110 МэВ·см<sup>2</sup>/мг. Потребление микросхем Aeroflex ниже, чем у микросхем BAE, однако нормируется оно для микросхем с низкой поглощенной дозой, а потребление микросхем BAE дается в условиях максимальной накопленной дозы. Поскольку мощность потребления нормируется при разных условиях, мы не привели ее в таблице.

Основным достоинством микросхем BAE является гарантированное дизайном отсутствие сбоев памяти (тестирование проводилось для частиц с LET до 60 МэВ·см<sup>2</sup>/мг). Aeroflex гарантирует поток отказов на геостационарной орбите на уровне 2,5×10<sup>-12</sup> ошибок в день для 3,3-В микросхем и 5,1×10<sup>-15</sup> ошибок в день для 5-В микросхем. Порог энергии частиц (линейной передачи энергии, LET), вызывающих сбой памяти в микросхемах Aeroflex, равен 40 МэВ·см<sup>2</sup>/мг для 3,3-вольтовых микросхем и 57 МэВ·см<sup>2</sup>/мг для 5-вольтовых.

## Заключение

Приведенные параметры микросхем позволяют сделать следующие выводы: для систем, в которых ожидаемая поглощенная доза не превосходит 200 крад, предпочтительнее использовать микросхемы BAE, поскольку они лучше защищены от одиночных отказов. Микросхемы Aeroflex имеют версии, работающие при больших накопленных дозах, однако они менее стойки к одиночным отказам, поэтому необходимо использовать специальные решения для восстановления работоспособности систем. Все вышесказанное позволяет рекомендовать микросхемы однократно программируемой памяти BAE Systems (BAE238A790, BAE197A807) для применения в бортовой аппаратуре космических аппаратов, а также в других системах управления, критичных к сбоям и отказам.

## Литература

- <http://www.3d-plus.com/product.php?type=1&fm=21>
- Котельников Е. Actel FAQ // Компоненты и технологии. 2010. № 6.
- <http://www.aeroflex.com/ams/pagesproduct/prods-hirel-mems.cfm>
- [www.bae-radhard.ru](http://www.bae-radhard.ru)
- [http://www.baesystems.com/BAEProd/groups/public/documents/bae\\_publication/bae\\_pdf\\_eis\\_rad\\_prom.pdf](http://www.baesystems.com/BAEProd/groups/public/documents/bae_publication/bae_pdf_eis_rad_prom.pdf)
- <http://www.aeroflex.com/ams/pagesproduct/datasheets/256LVPR06-06.pdf>