

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

П.П. Куцько¹, В.К. Зольников², С.А. Евдокимова², О.В. Оксюта²,
А.Д. Платонов²

¹АО «Научно-исследовательский институт электронной техники»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»

В статье рассматривается современное состояние и основные перспективные направления научных и практических разработок в области радиоэлектроники. Для космического применения мехатронных систем микросхемы характеризуется многономенклатурными малообъемными показателями. Для создания высоконадежной электронной компонентной базы необходимо обеспечивать стойкости к полям ионизирующего излучения космоса, широкому диапазону температур и механических напряжений. Это требует создания ЭКБ космического применения, стойкие к данным внешним воздействующим факторам.

Ключевые слова: электронное устройство, элементная база, микросхема, электронная промышленность, системы связи и управления.

CURRENT STATE OF THE SPACE ELEMENT BASE

P.P. Kutsko¹, V.K. Zolnikov², S.A. Evdokimova², O.V. Oksyuta², A.D. Platonov²

¹Scientific research institute electronic engineering

²Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

The article considers the current state and the main promising areas of scientific and practical developments in the field of radio electronics. For the space application of mechatronic systems, the microcircuits are characterized by multi-nomenclature low-volume indicators. To create a highly reliable electronic component base, it is necessary to ensure resistance to the fields of ionizing radiation from space, a wide range of temperatures and mechanical stresses. This requires the creation of ECBs for space applications that are resistant to these external influencing factors.

Keywords: electronic device, element base, microchip, electronic industry, communication and control systems.

Современное состояние с ЭКБ в стране можно охарактеризовать одним словом: кризис. При этом кризис охватывает все области разработки, производства и применения ЭКБ. Истоки кризиса, безусловно, просто заложены в структуру отечественной электроники еще многие годы назад. Уже всем понятно, что политика повторения зарубежных аналогов, характерная для советской промышленности, исчерпала себя и послужила главной причиной отставания от Запада. Но еще одна менее очевидная, но тоже очень важная причина кроется в самой инфраструктуре разработки.

В советские времена практически вся разработка ЭКБ была сосредоточена на заводах-изготовителях элементной базы. До какого-то уровня воспроизводимой ЭКБ этот подход хоть как-то оправдывал себя, но с увеличением сложности микросхем, с появлением микропроцессоров, микроконтроллеров, процессоров обработки сигналов заводы перестали справляться с разработкой такого уровня изделий. Попытки же прямого копирования процессоров уровня i386 были обречены на неудачу изначально. Системные фирмы в большинстве своем были ориентированы на стандартную ЭКБ, выпускаемую заводами, в редких случаях применяли матричные схемы. То есть, системные фирмы практически не участвовали в разработке ЭКБ. Самые отчаянные решались на разработку сложных устройств на специализированных матричных схемах. При этом количество типов микросхем достигало десятков. Затраты на такого рода проекты превосходили любые мыслимые пределы, практически все проекты потерпели неудачу. Насколько нам известно, только две фирмы (МЦ СПАРК, НПО ЭЛАС) смогли разработать собственные проекты микропроцессоров высокого уровня [1-12]. К сожалению, эти проекты превосходили возможности производства. В результате мы получили кризис разработки:

Кремниевые производства уже не могут разрабатывать сложные программируемые микросхемы, а системные фирмы еще не могут их разрабатывать.

К сожалению, структура советской, а потом и российской электроники сильно перекошена в сторону оборонных разработок и до сих пор основной кадровый потенциал в области проектирования СБИС сосредоточен на фирмах, решающих оборонные задачи. Так же и системные фирмы в первую очередь заняты обороной. Это реальность и необходимо исходить из нее при составлении любых планов развития технологий электроники. Оставив в стороне на время разработку и изготовление микросхем для народного хозяйства, можно проанализировать состояние с ЭКБ для оборонных задач.

В отсутствие конкурентоспособных отечественных микросхем на рынок хлынули микросхемы зарубежного производства. В результате мы имеем как положительные моменты такого нашествия, так и отрицательные.

Положительные стороны применения зарубежных микросхем:

- сохранение кадрового потенциала. Разработчики овладели самыми современными западными технологиями проектирования на основе западных микросхем;

- удалось создать прототипы, а в некоторых случаях, и боевую аппаратуру для ряда применений;

- на основе опыта проектирования определились в основном технические требования к ЭКБ, которые можно использовать при разработке собственных микросхем.

Отрицательные стороны применения зарубежных микросхем:

- снижается надежность систем вооружения. Во-первых, из-за использования микросхем без военной приемки или с неполной военной приемкой. Во-вторых, из-за того, что практически полностью исчезли научные коллективы, которые работали над проблемами системной надежности. Системная надежность подразумевает разработку и использование на практике архитектурных, программных схемотехнических концепций обеспечения живучести и надежности аппаратуры. Подобные разработки невозможно проводить на основе зарубежных СБИС из-за быстрой сменяемости поколений микросхем;

- проблемы с комплектацией серийной продукции и продукции, поставляемой за рубеж. Несмотря на формальное снятие ограничений на поставку большинства электронных технологий в Россию из-за рубежа, фактически такие ограничения существуют. Сложно организовать поставку высокопроизводительных СБИС обработки сигналов в Россию в относительно большом количестве. Практически невозможно закупить микросхемы с военной приемкой. Возможна прямая фальсификация уровня приемки со стороны поставщика (такие случаи уже были), нет уверенности в отсутствии программных «закладок». Все это резко усложняет возможность надежной комплектации систем вооружений при серийном производстве и не позволяет обеспечивать необходимые сроки эксплуатации вооружений. Практически на основе зарубежных процессоров обработки сигналов проводится разработка прототипов;

- неоправданное расходование средств. Большинство предприятий разрабатывают свои системы на зарубежной элементной базе. К сожалению, несмотря на попытки хоть как-то унифицировать используемые типы микросхем

(например, перечни разрешенной к применению элементной базы, составляемые фондом «УНИЭТ») происходит неконтролируемое расширение списка используемых микросхем. По крайней мере, в разработках используются процессоры обработки сигналов фирм MOTOROLA, TEXAS INSTRUMENTS и ANALOG DEVICES различных типов. При этом большие вложения в разработку программного обеспечения для конкретных типов процессоров и вложения в проектирование плат и устройств на основе зарубежных микросхем быстро обесцениваются с появлением новых типов микросхем, так как слабая преемственность программного обеспечения, особенно в системах реального времени не позволяет использовать прежний задел в нужной мере;

– проблемы создания сложных систем вооружений. Использование разнородных микросхем программируемых процессоров обработки сигналов в различных подсистемах сложных систем вооружений (самолет, корабль и т. д.) приводит к возникновению проблем совместимости, тестирования, надежности, обучения персонала, чрезмерным затратам на разработку, производство и поддержание объектов. На практике это означает не конкурентоспособность систем вооружений, как на внутреннем, так и на внешнем рынке (невозможно продать из-за дороговизны, невозможно наладить серийное производство, невозможно обеспечить запасы комплектующих, невозможно обеспечить необходимый уровень надежности, невозможно обеспечить обслуживание и т.д.);

– проблемы создания микроминиатюрных электронных систем. Зарубежные компоненты практически недоступны в виде бескорпусных чипов, что не позволяет использовать технологии МКМ (многокристальные модули), а это ограничивает возможности микроминиатюризации военных систем. Это в первую очередь скажется на таких чувствительных (и самых современных) к весогабаритным характеристикам и энергопотреблению областям как связь, высоточное оружие, мобильное управление, космические системы;

– проблемы комплексной унификации. К сожалению, все попытки унификации элементной базы, электронных модулей, систем и программных продуктов ни к чему не привели, прежде всего, из-за отсутствия устойчивой элементной базы высокого уровня в области обработки сигналов. Это приводит к увеличению затрат на каждую разработку, невозможности обмена продуктами между предприятиями, невозможностью проведения долговременных комплексных испытаний продуктов и т.д.;

– прямые экономические потери. Не конкурентоспособность российских электронных систем управления приводит к огромным потерям. Например, при

заключении сделки по продаже самолетов СУ в Малайзию покупающая сторона отказалась от авионики российско-израильского производства и предпочла французскую. Неполученная выгода измеряется сотнями миллионов долларов. На десятую часть этих денег вполне можно создать конкурентоспособную российскую авионику на основе новейших достижений микроэлектроники.

Список литературы

1. Расчет изменения схемотехнических параметров при воздействии низкоинтенсивного излучения факторов космического пространства / К. В. Зольников, В. А. Скляр, В. П. Крюков, А. С. Groшев, К. А. Чубур // Моделирование систем и процессов. – 2015. – Т. 8, № 3. – С. 27-31.

2. Алгоритмическая основа моделирования отказов на глубоко-субмикронных технологиях / К. В. Зольников, А. И. Яньков, А. В. Ачкасов, К. А. Чубур // Моделирование систем и процессов. – 2015. – Т. 8, № 1. – С. 15-17.

3. Методы контроля надежности при разработке микросхем / К.В. Зольников, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.Е. Гриднев // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 39-45.

4. Определение мероприятий по программе обеспечения качества работ проектирования и серийного производства микросхем и оценки их эффективности на примере СБИС 1867ВН016 / К.В. Зольников, А.С. Ягодкин, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 46-53.

5. Разработка проектной среды и оценка технологичности производства микросхемы с учетом стойкости к специальным факторам на примере СБИС 1867Ц6Ф / В.А. Скляр, В.А. Смерек, К.В. Зольников, Д.Н. Чернов, А.С. Ягодкин // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 77-82.

6. Савченко, А.Л. Анализ существующих моделей и алгоритмов для проектирования сложных функциональных блоков, стойких к воздействию тяжелых заряженных частиц / А.Л. Савченко // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 79-86.

7. Ягодкин, А.С. Математические модели дозовых эффектов электронной компонентной базы космического назначения / А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, Д.И. Владимиров // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 93-101.

8. Алгоритмы объединения информации о web-страницах с фоновыми онтологическими знаниями / Е.В. Коновальчук, В.В., Лавлинский С.Н. Яньшин, И.А. Земцов, О.Г. Иванова, А.А. Абдалкарим // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 32-37.

9. Tapero, K.I. Low dose rate effects in silicon-based devices and integrated circuits: a review / K.I. Tapero // Russian Microelectronics. – 2018. – Т. 47, № 8. – С. 539-552. – DOI: 10.1134/S1063739718080127.

10. Исследование влияния силы тока на изменение длины волны, соответствующей максимуму излучения индикатора красного цвета свечения / Ф.В. Макаренко, М.И. Черных, К.В. Зольников, В.Н. Макаренко // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 39-44.

11. Создание схемотехнического и конструктивно-технологического базиса микросхем специального назначения / В.К. Зольников, В.П. Крюков, А.Ю. Кулай, Ю.К. Фортинский, И.И. Струков, М.В. Солодилов // Моделирование систем и процессов. – 2017. – Т. 10, № 1. – С. 27-29.

12. Меерсон, В.Э. Общая характеристика ионизирующих излучений космического пространства, влияющих на работу бортовой аппаратуры космических аппаратов / В.Э. Меерсон, Е.Д. Богачева // Моделирование систем и процессов. – 2017. – Т. 10, № 1. – С. 37-40.