

# АЛГОРИТМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗРАБОТЧИКОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЭА И ЭКБ

А. Комаров<sup>1</sup>

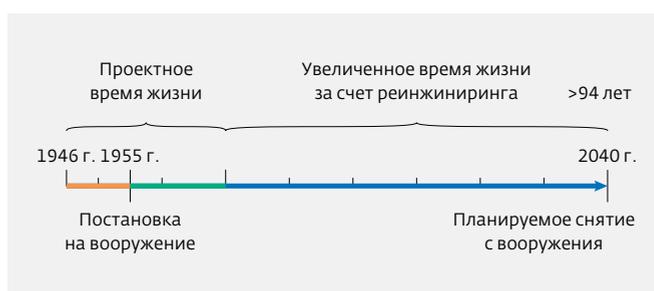
УДК 621.38  
БАК 05.27.00

Обеспечить радиоэлектронное оборудование и электронную технику требуемой ЭКБ невозможно без координации и взаимодействия предприятий, выпускающих аппаратуру, разработчиков и производителей высокоинтегрированных микроэлектронных изделий и систем. В АО "Росэлектроника" разработана методологическая основа для организации такого взаимодействия, предложена структура Координационного совета разработчиков и производителей РЭА и ЭКБ, определены задачи Специализированного центра развития ЭКБ. Комплекс мероприятий, обеспечивающих отечественную специальную технику современной электронной компонентной базой, будет содействовать достижению технологической независимости в данной области.

**Т**актико-технические параметры современных образцов техники определяются в основном характеристиками изделий электроники. За время жизненного цикла образцов техники их радиоэлектронное оборудование претерпевает несколько модернизаций путем реинжиниринга, что увеличивает период эксплуатации систем (рис.1).

Наибольшее влияние на процессы реинжиниринга оказывают изделия микроэлектроники как наиболее критичные, во многом определяющие функции и технические характеристики аппаратуры (табл.1, 2). Современный уровень развития электронных технологий в США, Китае и России показан на рис.2. Причем доля высо-

ких технологий мирового уровня в промышленности превышает аналогичный показатель в области электроники.



**Рис.1.** Увеличение времени жизненного цикла образцов техники за счет реинжиниринга (бомбардировщик В-52, принят на вооружение ВВС США в 1955 году)

<sup>1</sup> АО "Росэлектроника", руководитель департамента координации и НИОКР, askomarov@ruselectronics.ru.

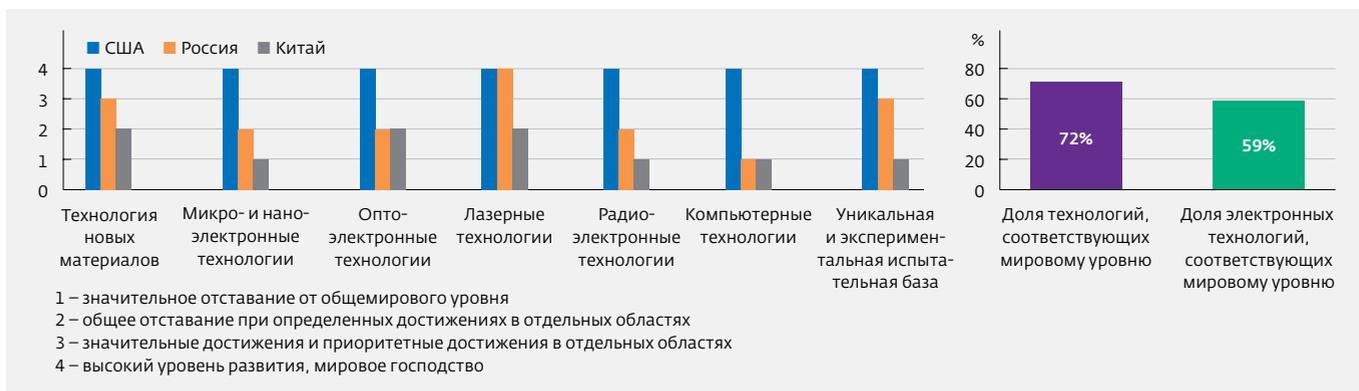


Рис.2. Сравнительный уровень развития технологий электроники в США, Китае и России

### КООРДИНАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, ВЫПУСКАЮЩИХ РАДИОЭЛЕКТРОННУЮ АППАРАТУРУ И ЭЛЕКТРОНИКУ

Обеспечить радиоэлектронную аппаратуру отечественной электронной компонентной базой невозможно без координации усилий по разработке, производству и применению ЭКБ в образцах РЭА и организации взаимодействия разработчиков и производителей радиоэлектронной аппаратуры и электронной компонентной базы. Созданный в АО "Росэлектроника" Координационный совет (КС) разработчиков и производителей радиоэлектронной аппаратуры и электронной компонентной базы (рис.3) преобразован в Координационный совет при Союзе машиностроителей России. Формирование специальной структуры рассматривается как базис для успешного выполнения заданий Гособоронзаказа (ГОЗ).

КС взаимодействует с рабочими группами Минпромторга России по реализации программных мероприятий по созданию ЭКБ и Научно-техническим координационным советом по реализации Федеральной целевой программы "Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники" на 2008–2015 годы. Цель взаимодействия – обеспечение эффективной деятельности и исключение дублирования работ.

Таблица 1. Среднее время жизни микросхем

Типы микросхем	Время жизни
Общее (для всех типов и категорий качества)	10 лет
Военные	Более 12,5 лет
Коммерческие	Менее 8,5 лет
Линейные	Менее 14,5 лет
Микропроцессоры и память	Менее 5 лет

Вместе с тем, для кардинального изменения положения дел в области обеспечения РЭА электронной компонентной базой необходимо реализовать новые подходы к ее созданию и применению в аппаратуре, обусловленные современными условиями научно-технологического развития [1].

### ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ ДЛЯ РЭА

Тенденции в области комплектования радиоэлектронных систем электронной компонентной базой менялись. В период с 1970 до 2000-х годов радиоэлектронные системы комплектовались импортной ЭКБ коммерческого и промышленного уровня качества. Но зарубежная ЭКБ устаревала в течение нескольких лет и снималась с производства раньше, чем завершались проекты по выпуску аппаратуры, в которой она применялась.

В последние десятилетия РЭА комплектуется **ЭКБ, специально разработанной для ВВТ**. Это стало возможным благодаря:

- динамичному развитию технологий ЭКБ как коммерческого, так и специального применения;

Таблица 2. Среднее время внедрения в системы В и ВТ

Типы микросхем	Время внедрения
Логические схемы	6 лет
Память	9 месяцев
Микропроцессоры	2 года
DSP	3 года
ПЛИС	1 год
Линейные интерфейсы	8 лет
БМК	2 года

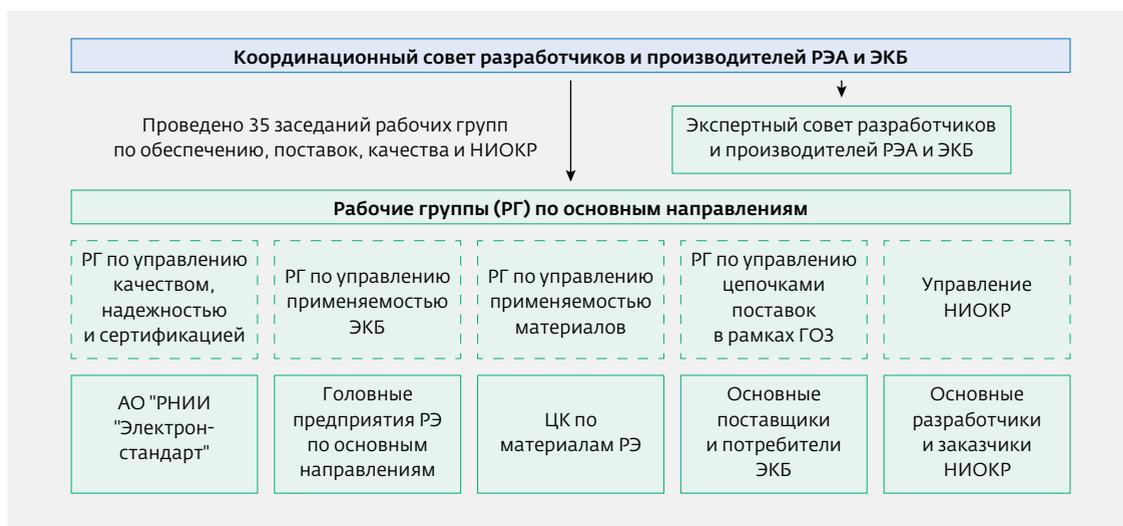


Рис.3. Структура Координационного совета разработчиков и производителей радиоэлектронной аппаратуры и электронной компонентной базы

- ускоренному развитию САПР и проектно-технологических платформ;
- разработке технологий типа "система на кристалле", "система в корпусе", что сокращает сроки проектирования и производства, удешевляет разработку и верификацию проектов;
- развитию технологии гетерогенной интеграции в кристалле полупроводниковых СБИС, МЭМС, фото-, опто- и твердотельной СВЧ-электроники.

Кроме того, современный этап разработки и производства специальной ЭКБ определяется новыми факторами:

- строгий контроль за поставками ЭКБ для военного и космического назначения на мировом рынке;
- функциональная ориентация современной ЭКБ на определенную аппаратуру и системы, что является ограничивающим фактором применения иностранной сложнофункциональной ЭКБ для отечественных систем (возможны несогласованные действия по снятию с производства и т.п.);
- расширенная номенклатура требуемой ЭКБ при ограниченном объеме потребления выводит разработку и производство изделий из научно-производственной системы, существующей в рамках принятых ФЦП;
- повышение функциональной сложности и уровня специализации ЭКБ для определенных типов аппаратуры и систем;
- использование специальных материалов, корпусов и технологий сборки.

Перечисленные факторы сказались и на развитии перспективной номенклатуры ЭКБ для специальной техники, которая должна отвечать следующим требованиям: отличаться высоким качеством и надежностью; обеспечивать работоспособность радиоэлектронной аппаратуры в течение длительного срока службы; иметь уникальные (рекордные) тактико-тех-

нические характеристики в сочетании с единичными образцами РЭА.

Совокупность указанных технологий и требований определяет необходимость разработки новых подходов (методологии) к созданию ЭКБ для аппаратуры специальной техники.

В основу такой методологии положены известные принципы создания блоков и узлов аппаратуры с использованием специализированных СБИС типа "система на кристалле" (system-on-chip), объединяющих на одном кристалле так называемые "виртуальные компоненты" (VC) в виде блоков "интеллектуальной собственности" (Intellectual property, или IP-блоки, далее СФ-блоки, как принято у нас) [2]. К ним относятся СФ-блоки процессоров различного вида, СФ-блоки аналоговых и аналого-цифровых узлов, СФ-блоки "жесткой" логики, память, интерфейсы. На основе таких блоков создается СБИС типа "система на кристалле", которая является фактически аппаратно-программной реализацией той или иной функционально законченной части (блока, узла) аппаратуры.

Повторное использование верифицированных и аттестованных СФ-блоков существенно сокращает сроки разработки СБИС "система на кристалле", снижает количество ошибок при реализации проекта. При этом СФ-блоки в виде моделей используются как при отработке алгоритмов работы систем, аппаратуры, так и собственно микросхем типа "система на кристалле". То есть, на системном уровне проектирования происходит объединение САПР систем, аппаратуры и СБИС.

Все это предопределило качественные изменения в методологии и средствах САПР аппаратуры и элементной базы на основе использования мощного аппарата многоуровневого моделирования, синтеза и верификации на каждом этапе проектирования: системном,

функциональном, логическом и физическом с применением развитых библиотек СФ-блоков.

Такой подход, наряду с применением "прототипов" блоков аппаратуры, отработанных на ПЛИС, позволяет свести к минимуму количество итераций в процессе проектирования, вплоть до получения работоспособных образцов СБИС типа "система на кристалле" и обеспечить "сквозной" маршрут проектирования "аппаратура – элементная база".

Соответствующим набором средств САПР располагают созданные в последние три-четыре года отраслевые дизайн-центры (ДЦ). Например, ДЦ проектирования РЭА – ОАО "КРЭТ", ОАО "ОПК" совместно с аппаратурными предприятиями; ДЦ проектирования ЭКБ – НИИМА "Прогресс", "Ангстрем", "Анстрем-М", НИИЭТ, "Светлана", НЗПП с ОКБ, НПП "Пульсар".

Однако, мощности центров САПР сегодня не загружены. Требуется уделить внимание формированию заказов для таких центров. Должны быть спланированы и организованы межотраслевые работы по созданию комплектов специализированных СБИС типа "система на кристалле". Причем это должна быть систематическая работа в виде комплексной НИР с уча-

стием разработчиков РЭА и ЭКБ по различным видам техники.

Таким образом, только при создании принципиально новой отечественной проектно-технологической и промышленной инфраструктуры создания ЭКБ и РЭА на основе системной и технологической интеграции организаций – разработчиков, производителей СБИС и электронных систем – можно решить сложную и важную задачу замещения импортных изделий.

### КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ЭКБ

Для решения проблем, связанных с созданием ЭКБ для специальной техники, требуются новые организационные формы. Эту работу должны возглавить холдинги, определяющие функциональный состав и требования к ЭКБ, необходимой для создания РЭА.

Успешная реализация этих задач возможна только после унификации ЭКБ для специальной техники. С этой целью должны быть выполнены следующие мероприятия (рис.4).

- систематизация по назначению и условиям эксплуатации вновь создаваемой до 2025 года РЭА:

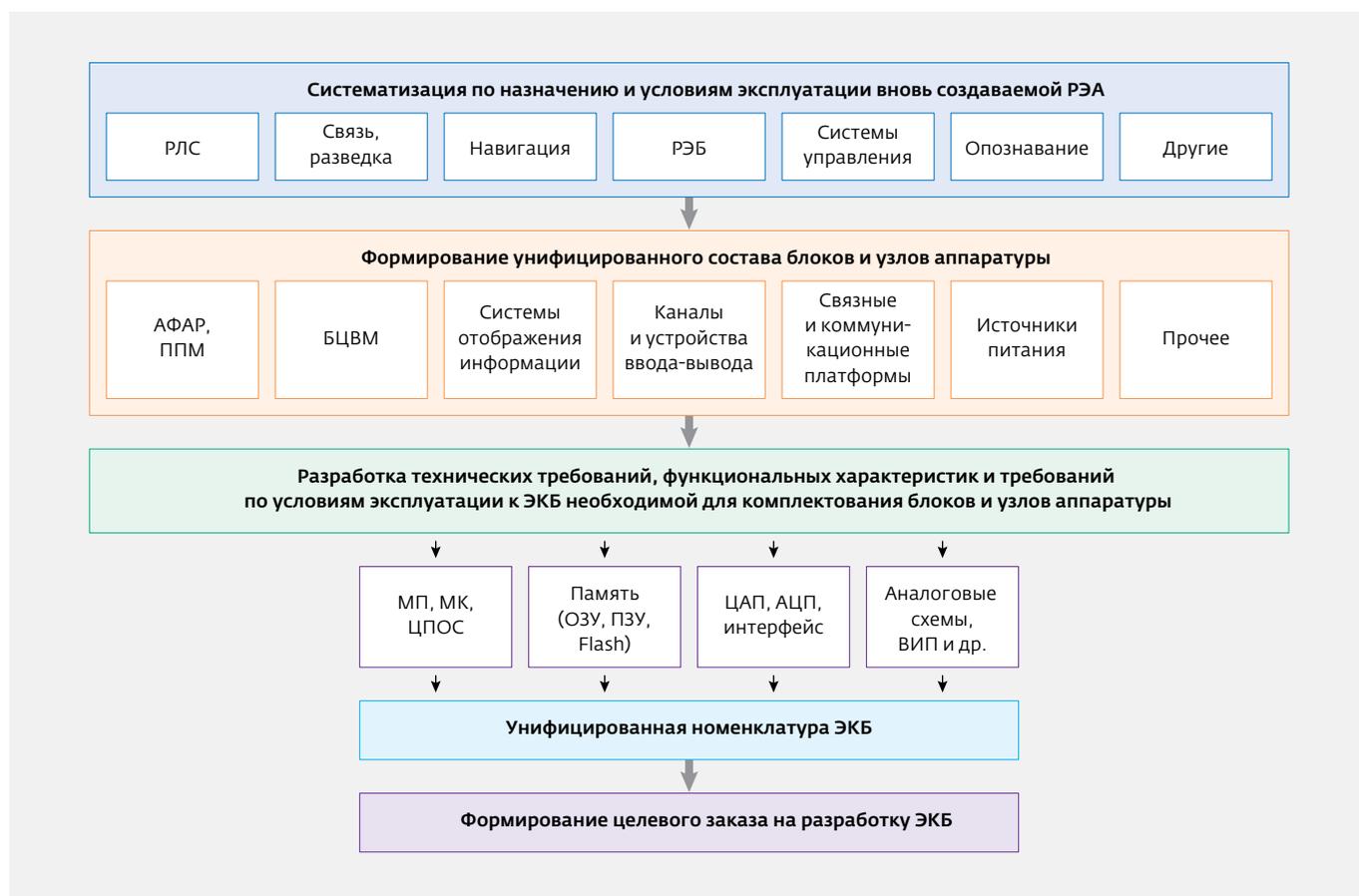


Рис.4. Структурная схема последовательности действий по унификации РЭА и формированию заказа на ЭКБ

- анализ аппаратурных решений основных бортовых и наземных систем применяемых при разработке технического облика (предложений) вновь создаваемых образцов РЭА;
- систематизация блоков и узлов аппаратуры по назначению;
- анализ вариантов и направлений унификации конструктивно-технологических и схемотехнических решений, закладываемых при создании блоков и узлов аппаратуры;
- выработка базовых конструктивно-технологических и схемотехнических решений для вновь создаваемой аппаратуры;
- проведение межаппаратурной и межблочной унификации аппаратуры;
- **формирование унифицированного состава блоков и узлов вновь создаваемой аппаратуры;**
- **разработка технических требований, функциональных характеристик и требований к условиям эксплуатации ЭКБ, необходимой для комплектования блоков и узлов аппаратуры;**
- **комплексный анализ возможностей по реализации технических требований, функциональных характеристик и требований по условиям эксплуатации ЭКБ, необходимой для создания новой аппаратуры;**
- **формирование целевого заказа на разработку и поставку ЭКБ для вновь создаваемой аппаратуры;**
- **разработка и согласование ежегодного перечня НИОКР по созданию перспективной номенклатуры ЭКБ в рамках программных мероприятий по созданию ЭКБ и по прямым договорам с производителями аппаратуры.**

В каждой НИОКР на основании анализа, оптимизации и унификации предложений предприятий должны быть сформированы перспективные требования к ЭКБ.

## ОРГАНИЗАЦИЯ СОВМЕСТНЫХ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ ЭКБ ДЛЯ РЭА

В рамках мероприятий по унификации ЭКБ для специальной техники целесообразно создать совместный **Специализированный центр развития ЭКБ (центр концептуального развития в области РЭА и элементной базы)**. Основная его задача – отработка конструкторско-технологических решений на уровне блоков и узлов аппаратуры и их реализация на новой ЭКБ (рис.5).

Центр должен стать рабочим органом и выполнять следующие функции:

- планирование и управление созданием ЭКБ, разработки и апробации новых системных решений, координации работ предприятий, выпускающих аппаратуру, и научных коллективов страны;
- формирование ежегодной централизованной заявки на создание специальной ЭКБ, а также ее закупку у зарубежных производителей партиями, рассчитанными на обеспечение программ по всему жизненному циклу аппаратуры;
- координация процессов разработки и внедрения в аппаратуру унифицированных конструкторско-технологических решений;
- организация экспертизы проектов, в части унификации применяемой ЭКБ, контроля за выбором ЭКБ иностранного производства и применения ее в аппаратуре.

В специализированный центр по развитию ЭКБ могут войти следующие подразделения:

- **центр заказов (планирования и проектирования) и сертификации ЭКБ**, выполняющий функции (см. рис.5):
  - проектирования ЭКБ в критичных областях, в первую очередь требующих импортозамещения;
  - размещения заказов на изготовление и испытания ЭКБ;

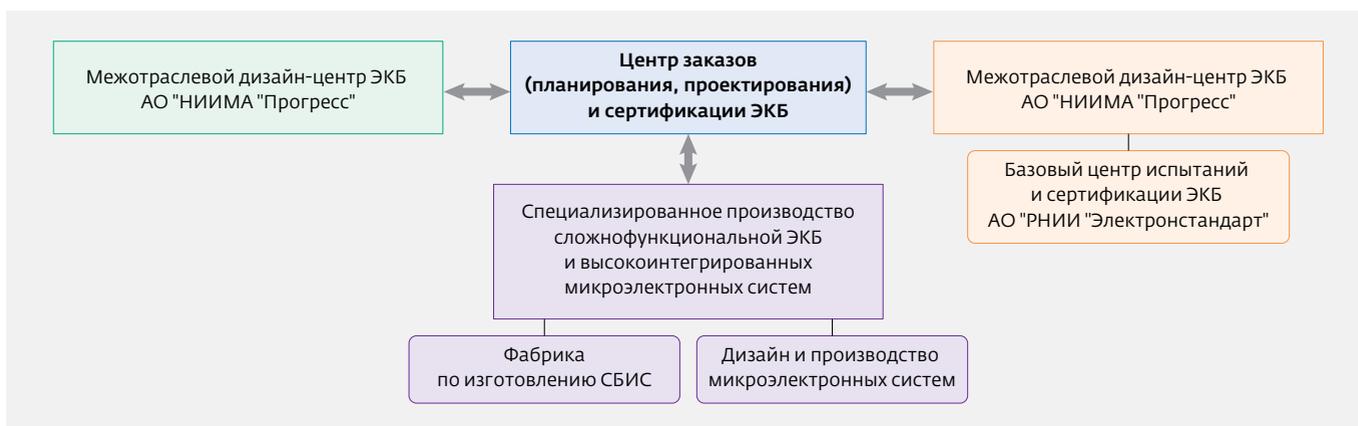


Рис.5. Специализированный центр развития ЭКБ

- регулирования закупок и контроля использования ЭКБ иностранного производства;
- контроля правильности применения ЭКБ в рабочих режимах;
- **специализированное производство сложнофункциональной ЭКБ** и высокоинтегрированных микросистем, которое создается на базе ОАО "Зеленоградский инновационно-технологический центр" при участии МИЭТа (рис.6);
- **базовый центр испытаний и сертификации, системы контроля и обеспечения качества и надежности** на всех этапах жизненного цикла техники, включая экспертизу проектов по унификации применяемой ЭКБ, контроль за выбором ЭКБ иностранного производства и применением ее в аппаратуре. Центр действует в ОАО "РНИИ "Электронстандарт" (Санкт-Петербург).

Какие основные функции должны выполнять эти подразделения?

**Центр заказов (планирования и проектирования) и сертификации ЭКБ** (см. рис.5) будет отвечать за планирование заказов и проектирование ЭКБ, что позволит сформировать правильную позицию в области импортозамещения.

В нем будет реализовываться методология сквозной технологии системно-ориентированного проектирования. Для выполнения этой задачи целесообразно поставить комплексную НИР по формированию перспективной номенклатуры сложнофункциональных блоков для СБИС с привязкой к проектам создания важнейших комплексов и систем военной техники, предусмотренным в рамках госбронзаказа и государственной программы вооружения.

Наряду с закупкой лицензионных IP-блоков можно будет использовать результаты зарубежных фирм по проектам самих СБИС и закупать у них лицензии на производство схем, выпуск которых для наших разработчиков представляет трудности.

В случае невозможности замещения импортных разработок отечественными, в том числе с использованием аттестованных IP-блоков, необходимо организовать закупку микросхем в пластинах с дальнейшим корпусированием и испытаниями на всю программу выпуска и эксплуатации РЭА с обеспечением страхового резерва.

Итак, центр по управлению развитием ЭКБ (см. рис.5) должен аккумулировать необходимые денежные средства для осуществления предоплаты заказываемых изделий у фирм-производителей и поставщиков и обязан нести полную материальную ответственность за качество закупаемых и поставляемых заказчиком компонентов. Это возможно только в том случае, если Центр будет оснащен соответствующим тестовым оборудованием входного контроля закупаемых микросхем. Центр должен обеспечить кооперацию с уже существующими структурами по сертификации зарубежной ЭКБ.

При активной деятельности Центра в области проектирования и поставки компонентов получаемая информация будет отражать реальное, а не формальное состояние дел в области импортозамещения. Соответственно, повысится эффективность решений и экспертизы в этой области.

Центр должен также ускоренно внедрять технологию трехмерной сборки, которая позволяет реализовать многослойные структуры со встроенными активными и пассивными компонентами, объединяющими

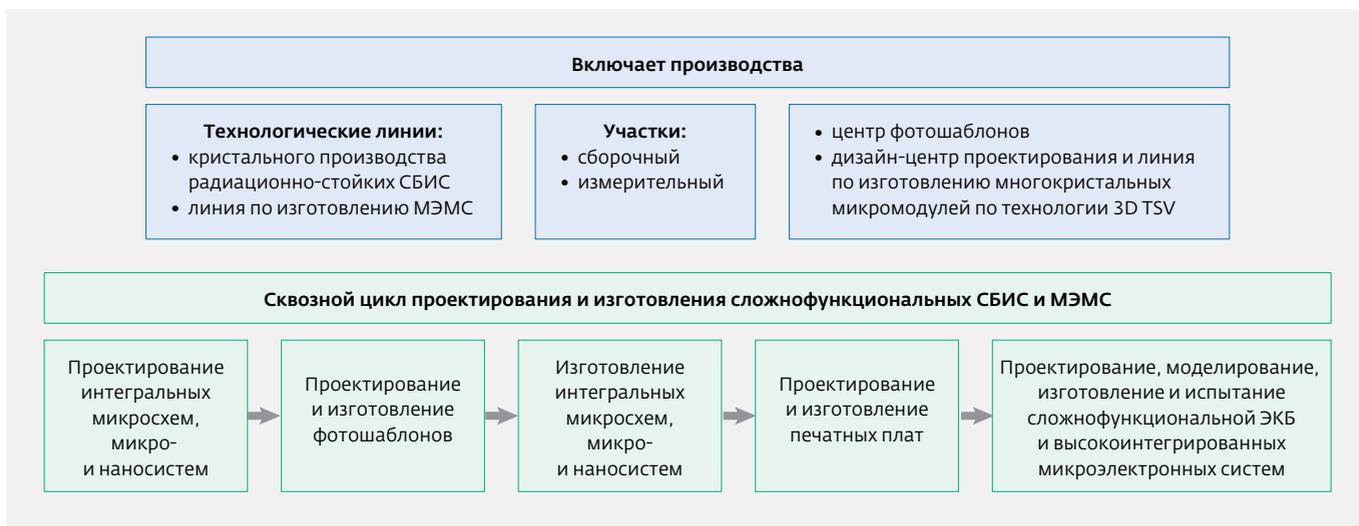


Рис.6. Специализированное производство сложнофункциональной ЭКБ и высокоинтегрированных микросистемных систем

в единой микроминиатюрной конструкции функционально законченный узел. Это новый вектор развития и модернизации РЭА.

*Применение таких технологий, например, в космическом приборостроении, позволяет не только уменьшить массу и габариты систем в 5–10 раз, но и повысить их надежность за счет сокращения числа паяно-сварных соединений, улучшения теплофизических характеристик конструкции и снижения стоимости в серийном изготовлении за счет унификации конструктивов, схемных и аппаратных решений.*

В целях реализации единой технической политики в области проектирования ЭКБ, организации работ по импортозамещению ЭКБ целесообразно одновременно обеспечить информационное сопровождение этих работ межотраслевым центром проектирования СБИС на базе ОАО "НИИ микроэлектронной аппаратуры "Прогресс", которое будет оценивать реальное, а не формальное состояние дел в области замещения ЭКБ зарубежных производителей. Уместно, чтобы разработчики аппаратуры согласовывали номенклатуру планируемой к приобретению ЭКБ ИП с ОАО "Дейтон", которое отвечает за правильность применения ЭКБ в требуемых режимах и условиях эксплуатации аппаратуры.

На основании обобщенной информации ОАО "Дейтон" можно будет принимать решения по воспроизвод-

ству наиболее критической номенклатуры ЭКБ и изделий, имеющих массовое применение в РЭА, а также включать эти предложения в сводную заявку для Минпромторга России.

Предлагаемый комплекс мероприятий, по нашему мнению, должен обеспечить отечественную специальную технику современной электронной компонентной базой и будет способствовать технологической независимости в данной области.

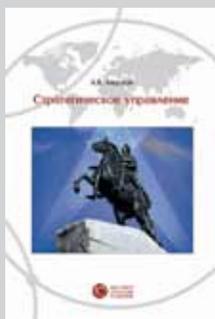
\* \* \*

Таким образом, разработана методологическая основа для организации работ по взаимодействию разработчиков и производителей РЭА и сложнофункциональной ЭКБ; определена структура координационного совета разработчиков и производителей РЭА и ЭКБ, предложен концептуальный подход к решению проблемы обеспечения специальной техники электронной компонентной базой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Комаров А.С.** Сб. статей. – АО "Росэлектроника", 2014. С. 128–140.
2. **Комаров А.С., Крапухин Д.В., Шульгин Е.И.** Управление техническим уровнем высокоинтегрированных электронных систем. – М.: ТЕХНОСФЕРА. 2014. С. 138–143.

## НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 420 руб.

# СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

*Издание 3-е., испр. и перераб.*  
**Анцупов А.Я.**

В книге обосновывается ключевая роль стратегического управления, дается краткая характеристика состояния зарубежной и отечественной стратегической мысли. Демонстрируется определяющая роль психики лидера в разработке стратегии, раскрывается ее влияние на качество стратегического управления и границы картины мира у стратега. Прикладным ядром работы является авторская концепция оптимизированного цикла стратегического управления. Она включает четыре частных цикла: обоснование, принятие, выполнение стратегии, обобщение опыта стратегического управления. Предпринимается попытка анализа глобальных проблем советских и российских стратегов XX и XXI веков, раскрываются актуальные и прикладные проблемы стратегического управления. Анализируются проблемы риска, внезапности и нестандартных решений в стратегическом управлении. Предлагаются рекомендации лидерам по избавлению от стресса и развитию стратегического мышления.

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 344 с.  
ISBN: 978-5-94836-406-3

### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; 📠 (495) 956-3346; [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)