

Гибкие решения проблем импортозамещения ЭКБ для специальной техники

В. В. Эннс¹

УДК 621.382.049.77 | ВАК 05.27.00

Порядок применения отечественной электронной компонентной базы (ЭКБ ОП) в специальной технике имеет свои особенности. Рассмотрим ряд мер по увеличению доли российских микросхем и повышению технического уровня разработок. Одним из путей решения поставленной задачи является использование базовых матричных кристаллов и программируемых микросхем.

Несмотря на прогресс отечественной электронной промышленности за последние годы, импортозамещение идет медленными темпами в силу ряда объективных и субъективных причин. Первая – наличие у разработчиков аппаратуры большого задела на базе импортной ЭКБ (ЭКБ ИП), что гарантирует скорость разработки и качество выпускаемых изделий. Вторая – ограниченность отечественной ЭКБ по номенклатуре, техническим характеристикам, средствам поддержки, а также большие сроки ее изготовления. Следует отметить, что за долгие годы применения импортной ЭКБ проектировщики аппаратуры привыкли отдавать ей предпочтение. На пути применения отечественной ЭКБ возник барьер, преодолеть который можно только скоординированными действиями всех заинтересованных сторон.

При рассмотрении вопроса применения отечественных микросхем следует отталкиваться от главной задачи – отечественная специальная техника по своим характеристикам должна не только отвечать мировым стандартам, но и быть лучшей. Такую технику можно построить только на лучшей электронной компонентной базе. Но! Отечественные микросхемы в ближайшей перспективе не станут лучшими в мире, поскольку накопилось отставание от мировых лидеров. Кроме того, невозможно воспроизвести широкую номенклатуру ЭКБ иностранного производства, поставляемую на российский рынок. Однако это не означает невозможности решения задач, стоящих перед радиоэлектронной промышленностью, в отсутствие импортных микросхем.

Одним из возможных путей выхода из этой ситуации являются гибкие решения, то есть массовое применение полузаказных (цифровых аналого-цифровых БМК) и программируемых (ПЛИС, ПАИС и ПАЦИС) микросхем, на базе которых возможно создавать не только специализированные, но и универсальные интегральные схемы [1, 2].

Основное преимущество гибких решений для отечественных разработчиков ЭКБ – это возможность взаимодействия с разработчиками аппаратуры, обусловленная территориальной близостью и отсутствием языкового барьера.

Еще одно преимущество – естественная унификация технологических рядов, типов микросхем, их технических и эксплуатационных характеристик вследствие ограниченного количества российских микроэлектронных предприятий.

Чтобы реализовать указанные преимущества, необходимо принять комплекс организационных и научно-технических мер. Организационные меры должны создавать условия для использования разработчиками аппаратуры ЭКБ ОП. Надо изменить практику, при которой разработчик аппаратуры исходя из собственного опыта определяет тип используемой ЭКБ. В этих целях целесообразно:

- проводить экспертизу выбора ЭКБ аппаратурными предприятиями с привлечением разработчиков микросхем;
- установить запрет на использование ЭКБ ИП в особо ответственных изделиях;
- при проектировании аппаратуры на ЭКБ ИП из-за наличия задела рекомендовать разработку второго комплекта аппаратуры с использованием ЭКБ ОП;
- установить персональную ответственность руководителей аппаратурных предприятий и заказчиков аппаратуры за достижение целевых показателей импортозамещения ЭКБ;
- выполнить комплекс работ по унификации аппаратуры с использованием ЭКБ ОП;
- обеспечить целевое финансирование программ по унификации и переводу аппаратуры на ЭКБ ОП.

При этом важно совмещать программы импортозамещения ЭКБ с одновременным запуском процедуры унификации аппаратуры. Унификация позволит изготавливать аппаратуру быстро и надежно. Наряду с этим необходимо

¹ АО «Дизайн Центр «Союз», генеральный директор, mail@dcsoyuz.com.

увязывать программы разработки аппаратуры с планами создания соответствующей ЭКБ, а также с планами-графиками проектирования конкретных приборов.

Одним из элементов программы импортозамещения ЭКБ должно стать развитие полупроводниковых фабрик, вокруг которых формируются организации – разработчики ЭКБ, наполняющие рынок продуктами. Ведущая роль полупроводниковых фабрик и НИИ, определяющих техническую политику, обеспечивает возможность унификации технологий, реализации унифицированных библиотек и сложнофункциональных (СФ) блоков, формирования типовых требований к внешним воздействующим факторам и надежности.

Наличие в России современных фабрик и НИИ позволит решить проблему импортозамещения ЭКБ в «широком смысле», то есть продемонстрировать способность российских компаний заменить основную номенклатуру ЭКБ ИП на отечественные микросхемы и таким образом гарантировать доступность ЭКБ требуемого уровня качества и безопасность ее применения в течение всего цикла производства РЭА. Поставки зарубежных компаний не будут ограничиваться при возможности (даже потенциальной) производства отечественных аналогов. Создание российских современных микросхем – это не что иное, как демонстрация потенциала, при наличии которого нецелесообразно ограничивать поставки зарубежных микросхем на российский рынок.

Несмотря на основную роль в процессе импортозамещения полупроводниковых фабрик и НИИ, техническую политику в этой сфере проводят в жизнь разработчики ЭКБ, а именно дизайн-центры. К их задачам относятся:

- развитие номенклатуры ЭКБ ОП, включая полузаказные и программируемые схемы;
- обеспечение необходимого уровня технической поддержки.

По мере развития дизайн-центров по проектированию полузаказных и программируемых схем решается проблема нехватки квалифицированных проектировщиков сложной аппаратуры на базе современных микроэлектронных изделий. Ведь дизайн-центры решают задачи, стоящие перед разработчиками аппаратуры. Иными словами, специалисты в области микроэлектроники прилагают усилия к решению проблем специалистов радиоэлектронной промышленности.

Также необходима поддержка со стороны государства специализированных НИИ и дизайн-центров, сфокусированных на разработке конкретного типа ЭКБ. Для таких организаций должны быть утверждены планы работ и контрольные показатели, для достижения которых выделяется финансирование.

При проектировании аппаратуры разработчики применяют огромное количество микросхем, различных по функциональному назначению и степени интеграции. При

этом в номенклатуре ЭКБ изделий с высокой степенью интеграции не так много. Решить проблему номенклатуры микросхем среднего уровня можно, используя гибкие решения, – применение базовых матричных кристаллов и программируемых пользователем схем. Научно-технической задачей должно стать форсированное развитие отечественных программируемых микросхем (ПЛИС, ПАИС, ПАЦИС) и полузаказных базовых матричных кристаллов (БМК и аналого-цифровых БМК) и на их основе:

- создание универсальных ИС на базе «зашивок» базовых матричных кристаллов;
- разработка проблемно-ориентированных БИС для решения технических задач.

Стоимость и сроки разработки «зашивок» полузаказных и программируемых ИС на порядок меньше по сравнению с разработкой заказных проблемно-ориентированных и универсальных ИС. Это особенно важно при мелкосерийном объеме выпуска, характерном для микросхем, например космического назначения.

Предложенные решения успешно реализуются российскими дизайн-центрами. В частности, на отечественном полупроводниковом рынке появились уникальные, не имеющие аналогов в мире, программируемые аналоговые микросхемы [3], которые позволяют реализовать технический замысел разработчика аппаратуры в кратчайшие сроки на своем рабочем месте.

На базе полузаказных схем может быть реализована существенная часть номенклатуры универсальной ЭКБ ИП. Как показал анализ перечней ЭКБ, таких схем не менее 30%. Основные параметры аналоговых и цифро-аналоговых универсальных микросхем на АЦ БМК приведены в табл. 1.

Дальнейшим развитием этого подхода является комбинация нескольких универсальных схем в гибкое решение на основе полузаказных и программируемых схем для конкретной области применения (табл. 2). Особая роль отводится формированию «зашивок» АЦ БМК для определенных классов задач: акселерометры, схемы управления питанием, схемы обработки видеоизображения, усиления и оцифровки многочисленных датчиков, схемы управления двигателями, многоканальные системы аналого-цифровой и цифро-аналоговой обработки и другие.

Для разработки широкого спектра проблемно-ориентированных интегральных схем необходимо постоянно развивать соответствующую инфраструктуру: вводить в строй новые типы специализированных БМК и ПЛИС, аналого-цифровых БМК (АЦ БМК), ПАИС, совершенствовать программное обеспечение и средства отладки. Такая специализация позволит получить оптимальные характеристики ЭКБ и аппаратуры, а также обеспечить сокращение сроков поставки микросхем и высокую надежность.

Наглядным примером, демонстрирующим преимущества описанного в статье подхода, является достижение

Таблица 1. Характеристики аналоговых и цифро-аналоговых универсальных схем на основе «зашивок» АЦ БМК

| Тип блока | Основные характеристики | |
|--|--|--|
| Аналого-цифровые преобразователи | Последовательного приближения | Количество разрядов: 8...16 Частота выборок: до 5 Мвыб/с Количество каналов: до 16 |
| | Конвейерные | Количество разрядов: 10...16 Частота выборок: до 25 МГц Количество каналов: до 16 |
| | Дельта-сигма | Количество разрядов: до 24 Частота выборок: до 2 кГц Количество каналов: до 8 |
| Цифро-аналоговые преобразователи | На резистивной или емкостной матрице | Количество разрядов: 10...16 Время установления: до 20 нс Количество каналов: до 8 |
| | Дельта-сигма | Количество разрядов: до 24 Время установления: до 100 мкс Количество каналов: до 8 |
| Маломощные операционные усилители | Коэффициент усиления: до 140 дБ Частота единичного усиления: до 10 МГц Напряжение смещения: не более 50 мкВ Спектральная плотность шума: не более 10 нВ/√Гц | |
| Быстродействующие операционные усилители | Коэффициент усиления: до 100 дБ Частота единичного усиления: до 100 МГц Напряжение смещения: не более 100 мкВ Скорость нарастания: не менее 100 В/мкс | |
| Компараторы | Напряжение смещения: не более 100 мкВ Время срабатывания: не более 5 нс | |
| Источники опорного напряжения | Выходное напряжение: 1,0...5,0 В Температурный коэффициент: не более 50 ppm/°C | |
| Супервизоры питания, схемы Reset | Контролируемое напряжение: 0,9...15 В Количество каналов: до 8 | |
| ШИМ-контроллеры | Рабочая частота: 50...2000 кГц | |
| Линейные регуляторы напряжения | Выходной ток: не менее 2 А Падение напряжения: не более 0,2 В | |
| Импульсные DC-DC-преобразователи | Входное напряжение: 4,5...40 В Выходной ток: не менее 3 А | |
| Мультиплексоры | Количество каналов: не менее 32 Коммутируемое напряжение: до 60 В | |

массогабаритных характеристик. Практика показывает, что реализация типовых схем на АЦ БМК и ПАИС в аппаратуре позволяет на порядок уменьшать размеры блоков.

Одна из широко известных мировых тенденций предусматривает массовое применение отлаженных СФ-блоков в микросхемах. Использование таких блоков удешевляет и упрощает процесс проектирования СБИС. Широкое внедрение полужаказных и программируемых схем является

развитием этого направления, приближает возможности ЭКБ с массой отработанных готовых решений к инженеру-разработчику аппаратуры. Ограничения в поставках высокотехнологичной продукции со стороны любых зарубежных стран будут всегда, вне зависимости от внешнеполитической конъюнктуры, так как любая страна будет требовать за передовые технологии очень высокую цену: неприемлемую и несоразмерную.

Таблица 2. Примеры специализированных полузаказных схем на основе «зашивок» АЦБМК

| Типы микросхем | Области применения |
|--|---|
| Микросхемы обработки датчиков физических величин (температуры, давления, ускорения, влажности и др.) | Телеметрия, системы управления, измерительные приборы |
| Микросхемы обработки мостовых датчиков (магниторезистивных и др.) | |
| Микросхемы обработки шунтовых датчиков тока | |
| Микросхемы обработки видеосигнала | Фотоприемные устройства |
| Преобразователи емкость – код, напряжение – частота и частота – напряжение | Акселерометры, измерительные приборы |
| Датчики вращения, микросхемы управления приводами и электродвигателями | Электродвигатели и приводы |
| ШИМ-регуляторы, драйверы силовых ключей, трансляторы уровней | Преобразователи напряжения, силовая электроника |
| Кварцевые генераторы, буферы тактовой частоты, преобразователи уровней, приемо-передатчики | Системы управления, измерительные приборы |

Планомерно реализуя описанные в статье подходы, можно с меньшими затратами продвинуться вперед в решении этой проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алексеев В. В., Телец В. А., Эннс В. И., Эннс В. В.** Импортзамещение ЭКБ: базовые матричные кристаллы // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2016. № 2.
2. **Эннс В. И.** СМК, БМК или ПЛИС: выбор варианта исполнения цифровой интегральной схемы // Компоненты и технологии. 2018. № 4.
3. **Кобзев Ю. М., Эннс В. В., Корепанов И. В.** Конфигурируемые аналого-цифровые ИМС серии 5400 // Компоненты и технологии. 2017. № 5.