Мифы и реалии импортозамещения в российской радиоэлектронной промышленности

Юрий ВОЛКОВ
Михаил ИЛЮШЕЧКИН
Михаил ШЕСТОВ
newsprd@yandex.ru

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг) поставило перед собой цель к 2020 году почти вдвое уменьшить долю импортной электронной компонентной базы на российском рынке [1]. Традиционно электронные компоненты могут быть разделены на активные (полупроводниковые диоды, транзисторы, микросхемы и пр.) и пассивные (резисторы, конденсаторы и т. д.). Следует обратить особое внимание на то, что сокращение вдвое доли пассивной импортной компонентной базы совсем не то, что сокращение вдвое доли активной импортной компонентной базы. Второе представляется делом на порядок, а то и на два порядка более сложным.

В статье предлагается к рассмотрению вопрос реализации импортозамещения активной полупроводниковой элементной СВЧ-базы.

Приоритетными направлениями импортозамещения должны стать специальный и профессиональный сегменты, имеющие наибольшее значение для обороноспособности страны. Действия в этом направлении ведомство ведет с 2011 года в рамках федеральной целевой программы (ФЦП) в отношении специальной электроники. Для воплощения полученных разработок в конечной продукции уже обновляется инфраструктура производственного комплекса. А с 2016 года Минпромторг начнет внедрять комплексный проектный подход, который обеспечит создание полного цикла разработки готового продукта: от проведения научно-исследовательских работ (НИР) до запуска в серийное производство востребованного рынком изделия [1].

Во времена СССР одни отраслевые НИИ создавали сложные радиотехнические системы, другие отвечали за элементную базу, третьи — за новые конструкционные материалы и т. д. Следовательно, уже в то время действовал комплексный проектный подход, который обеспечивал создание полного цикла от разработки до выпуска готового продукта.

Однако рыночная экономика внесла свои коррективы, и комплексный проектный подход был забыт на долгие годы.

Теперь производители полупроводниковых приборов в качестве своей конечной продукции все чаще предлагают не элементарные «кирпичи» — транзисторы, а микросборки — паллеты и модули на их основе более высокой степени интеграции [4–10]. Для изготовителя это оказывается экономически более выгодно.

Далее представлено для обсуждения частное мнение о таком подходе к разработке с точки зрения ускорения темпов технологического обновления и продвижения конечного продукта гораздо более высокой степени интеграции (радиотехнические комплексы и системы). Изложенные соображения по созданию отечественных полупроводниковых приборов для целей импортозамещения, безусловно, могут быть обсуждены и оспорены.

Развитие радиолокации, телевидения, традиционных аналоговых средств связи, а также возникновение новых, основанных на цифровых методах обработки и формирования сигналов, ведет к функциональному усложнению приемопередающей аппаратуры. В то же время совершенствование компонентной базы (микроминиатюризация компонентов, возможности новых технологий изготовления полупроводниковых приборов, появление новых конструкционных материалов и т. д.) позволяет инженерам сокращать габариты и вес при функциональном совершенствовании аппаратуры. Внедрение новых методов диагностики и контроля облегчают ремонтно-восстановительные процессы без остановки изделия (горячее резервирование, замена блоков «на ходу»).

Это неизбежно приводит к тому, что конструкторские решения должны становиться все более «изящными» и оригинальными, поскольку растет количество различных противоречивых требований, которые необходимо выполнить:

- уменьшение массо-габаритных характеристик, снижение энергопотребления и тепловыделения, выполнение жестких требований электромагнитной совместимости;
- повышение эффективности за счет увеличения чувствительности приемников, снижения коэффициента шума, увеличение линейности и выходной мощности передатчика и т. д.;
- расширение функциональных задач и совершенствование тактико-технических характеристик приемопередающей техники.

Все вышесказанное выводит проектирование сложных радиотехнических комплексов на уровень искусства и требует индивидуального подхода в каждом конкретном случае.

В настоящее время практикуется два метода при разработке радиотехнических комплексов в целом и радиолокационных станций в частности.

Первый обусловлен индивидуальным подходом, творческой мыслью конструктора и его команды, то есть возможностью получить уникальные тактико-технические характеристики, а следовательно, и занять лидирующее положение в научно-технической области.

Второй рассчитан на использование типовых или заранее созданных решений — усилительных паллет, узлов, блоков.

Именно эти два подхода наряду с экономическими интересами (для предприятия-

изготовителя выгоднее поставлять паллету, блок, узел, чем элементарный транзистор) определяют сегодня конкурентную ситуацию между крупными предприятиями — разработчиками сложных радиотехнических комплексов (например, ОАО «ВНИИРТ», ОАО «НПК «НИИДАР», ОАО «РТИ»), и предприятиями — разработчиками и производителями полупроводниковых приборов (ОАО «ПУЛЬСАР», ОАО «НИИЭТ»).

Как заявляют разработчики транзисторов, применение усилительных паллет позволяет оптимальным образом решить задачу проектирования и изготовления модулей усилителя мощности для передающих систем, а разработка усилительных паллет, наряду с созданием и производством современных транзисторов, является необходимым условием быстрой реализации новых радиолокационных систем [5].

Однако при более детальном рассмотрении данного подхода можно выявить ряд существенных недостатков. И основной из них — несвобода в принятии решений, что выражается в определенной зависимости от поставщиков паллет, их квалификации и желания идти навстречу, делиться наиболее передовыми знаниями и технологиями.

Преимущества модульного построения усилителей мощности с помощью паллет не видятся такими уж безоблачными и перспективными, особенно если учесть еще несколько важных факторов:

- конструкция мощной паллеты не должна определять особенности конструкции модулей ФАР, поскольку конструкция выходного усилительного модуля ФАР неразрывно связана с заданными ТТХ, конструктивом и габаритами всего устройства;
- заранее задать требуемые габариты и параметры паллеты невозможно, так как разработка устройства более высокого уровня и усилителя ведется одновременно и конструкция создается путем многократных изменений как с одной, так и с другой стороны;
- паллета, несмотря на кажущуюся законченность, с точки зрения разработчика усилительного модуля представляет собой полуфабрикат, который еще предстоит оснастить элементами контроля, защиты электропитания, фильтрации, теплоотвода и т. д.

Однако разработчик усилительного модуля, используя элементарный «кирпич» — транзистор,— имеет возможность:

- выбирать материал для подложки, а значит, варьировать габариты и конфигурацию своего изделия;
- оптимизировать характеристики разрабатываемого устройства под конкретные технические требования, только ему заданные;
- конструировать устройство исходя из требований к охлаждению, электромагнитной совместимости, герметизации и т. д.

Применение готовых паллет приводит либо к увеличению габаритов устройства, избыточности и удорожанию, либо к снижению качественных характеристик.

Разработчику устройства приходится или значительно изменять паллету (что равноценно созданию новой), или вносить коррективы в конструкции высшего уровня.

Существует и субъективный фактор, связанный с тем, что в случае технических проблем с устройством трудно предъявлять претензии разработчику транзистора. Виноват, как правило, оказывается автор устройства, но при этом ему практически недоступна возможность что-либо оперативно поменять в схеме паллеты для изменения ее параметров.

Таким образом, время, затрачиваемое обеими сторонами на творческий процесс, расходуется нерационально. Разработчиками транзисторов не создаются достоверные модели транзисторов, в технических условиях не приводятся S-параметры, необходимые для качественного расчета усилителей мощности на компьютере, заменяющего один, два долгих и дорогих этапа макетирования.

В то же время мировые производители транзисторов, такие как NXP и Freescale, обеспечивают потребителей исчерпывающей информацией, в том числе компьютерными моделями и S-параметрами. Паллета же обычно представляет собой частный случай использования транзистора, демонстрируя его возможности.

Более тесное взаимодействие разработчика устройств и разработчика транзисторов (пример комплексного проектного подхода — сотрудничество между ОАО «НПК «НИИДАР» и ОАО «НИИЭТ» в 1980–1990 гг.) приносит пользу обеим сторонам. Качество транзисторов и усилителей мощности возрастает, процесс создания сложных устройств идет быстрее. Каждый должен заниматься своим делом.

Что касается номенклатуры новых изделий, следует обратить внимание не только на проектирование мощных транзисторов, но и на диапазон средней и малой мощности, транзисторы и усилители для которого практически отсутствуют в перспективных разработках.

Кроме того, для создания сложных комплексов необходимы pin-диоды, фазовращатели, аттенюаторы, ферритовые вентили, коаксиальные кабели и другие современные элементы, чей массовый выпуск давно освоен на Западе.

Все сказанное находит подтверждение во временном отставании от «Стратегической программы исследований технологической платформы «СВЧ-технологии», утвержденной 17 декабря 2012 года на заседании Наблюдательного совета технологической платформы «СВЧ-технологии» под председательством А. С. Якунина, директора Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации [2].

В соответствии со стратегией, в 2011 году должны были появиться монолитные интегральные широкополосные усилители (МИС СВЧ) с выходной мощностью 1–2 Вт, работающие на частотах до 18 ГГц, а к 2015-му их мощность должна возрасти более чем вдвое.

Появление МИС и функциональных устройств для приемопередающих модулей АФАР также в соответствии со стратегией планировалось к 2011 году.

Сегодняшние реалии демонстрируют зачаточное состояние как усилителей МИС СВЧ, так и функциональных устройств для приемопередающих модулей АФАР отечественного изготовления, однако производители электронных компонентов вовсю рекламируют мощные паллеты и готовые усилительные модули, а переориентировать их не может никто, это рынок. Номенклатура российских усилителей мощности МИС СВЧ для приемопередающих модулей АФАР ограничена несколькими видами (МИС серии 1324) с выходной мощностью до 160 мВт до 3,5 ГГц [10]. Фазовращатели, аттенюаторы и другие функциональные МИС СВЧ приковывают к себе внимание разработчиков [12–14], но до массового производства дело не доходит. Не забыты и отечественные биполярные транзисторы типов 2Т657А-2, 2Т643А-2, созданные еще в СССР.

Следует отметить еще один серьезный аспект, связанный с проектированием и производством приемопередающих модулей АФАР, — выбор материала для печатных плат.

Среди импортных предложений имеются материалы таких фирм, как TACONIC, ROGER, ARLON, различных диэлектрических проницаемостей и толщин. В то время как среди отечественных доступны только ПОЛИКОР, ФАФ-4Д, в очень ограниченном ассортименте [7].

Более того, ни в одной «стратегии» ни Минпромторга, ни РОСТЕХа, ни концерна «Алмаз-Антей» нет ни слова о необходимости разработки и производства новых технологичных материалов, позволяющих уйти от практически 100%-ной зависимости от импорта [2, 3].

Накануне внедрения Минпромторгом комплексного проектного подхода требуется акцентировать внимание на следующих моментах:

1. В целях реализации программы импортозамещения создать на базе одного из динамично развивающихся концернов (например, «Алмаз-Антей») дизайнерский центр по разработке инновационных материалов для печатных плат СВЧ приемопередающих модулей СВЧ, обеспечивающих импортозамещение, повышающих надежность изделий и снижающих затраты на их изготовление. Привлечь к данной работе академические научные учреждения, в частности МГТУ МИРЭА, МГУПИ, МИТХТ.

2. ОАО «НИИЭТ», ОАО «ПУЛЬСАР» и другим профильным предприятиям расширить номенклатуру разрабатываемых полупроводниковых приборов и микросхем в целях создания логически завершенных линеек усилительных приборов для импортозамещения, качественно изменить информационное обеспечение выпускаемой продукции.
3. Только всеобщая заинтересованность одних разработать и сформировать российскую элементную базу, а других внедрить эту элементную базу в новую технику будет залогом успеха в нелегком деле импортозамещения.

Действительно, по-настоящему комплексный проектный подход, который увяжет разработку и серийное производство широкой номенклатуры полупроводниковой элементной базы, позволит сделать импортозамещение реальностью, иначе оно останется только мифом. ■

Литература

1. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»: постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 328 // Собрание законодательства. 2014. № 18.
2. Стратегическая программа исследований технологической платформы «СВЧ-технологии» // **http://www.hse.ru/org/hse/tp/tech_uhv/docs/**
3. Паспорт Программы инновационного развития ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей» на 2011–2015 гг. // **http://www.almaz-antey.ru/_files/13/1573**
4. Александров Р. Монолитные интегральные схемы СВЧ: взгляд изнутри // Компоненты и технологии. 2005. № 9.
5. Джуринский К., Лисицын А. Конструктивные и технологические особенности модулей СВЧ // Современная электроника. 2008. № 1.
6. Асессоров В., Грищенко С., Жуков С., Кожевников В., Семейкин И., Некрасов А. Усилительные паллеты — элементная база радиопередающей аппаратуры // Компоненты и технологии. 2008. № 7.
7. Медведев А., Семенов П. Концепция развития российского производства печатных плат // Технологии в электронной промышленности. 2010. № 1.
8. Семейкин И., Кожевников В., Грищенко С. Мощные усилительные паллеты для модулей АФАР // Современная электроника. 2010. № 2.
9. Разработки ОАО «Научно-исследовательский институт Микроприборов им. Г. Я. Гуськова» // **http://nii-k.ru/?id=2**
10. Разработки и продукция ОАО «ПУЛЬСАР» // **http://www.pulsarnpp.ru/**
11. Аржанов С. Н., Арыков В. А., Баров А. А., Гюнтер В Я., Лиленко Ю. В. СВЧ GaAs МИС дискретных фазовращателей С-диапазона со встроенным драйвером управления // Сборник трудов 18-й Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» 8–12 сентября 2008 года. Севастополь, Крым, Украина. 2008.
12. Вендик О. Г. Сегнетоэлектрики находят свою «нишу» среди управляющих устройств СВЧ // Физика твердого тела. 2009. том 51, вып. 7.
13. Татаренко А. С., Бичурин М. И., Филиппов А. В., Сринивасан Г. СВЧ-фазовращатель на основе феррит-пьезоэлектрических композиционных материалов // Вестник Новгородского государственного университета. 2004. № 28.
14. Продукция АО «Научно-производственное предприятие «ИСТОК» // **http://www.istokmw.ru/produkciya/**