



# Импортозамещение электронной компонентной базы в оборонном производстве

**А.Э. АЛЯМОВ**, кандидат экономических наук,

**И.Ю. БАЛАСОВ**, ОАО «Научно-исследовательский институт электронных приборов»,  
Новосибирск. E-mail: [ishkova@front.ru](mailto:ishkova@front.ru)

**В.А. БАЖАНОВ**, кандидат экономических наук, Институт экономики  
и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск.

E-mail: [vab@ieie.nsc.ru](mailto:vab@ieie.nsc.ru)

В статье обсуждаются проблемы импортозамещения электронной компонентной базы в оборонной сфере. Основываясь на производственном опыте оборонного предприятия, авторы дают оценку отечественной и импортной электронной компонентной базы, анализируют государственные меры по импортозамещению и предлагают конкретные действия в использовании импортной базы.

*Ключевые слова:* электронная компонентная база, импортозамещение, опыт разработчика вооружений, государственные меры, технологическое превосходство, порядок согласования, предложения

## **Всем было удобно, и ракеты долетали**

За последнее время на тему импортозамещения электронной компонентной базы в оборонной сфере написаны сотни статей, характеризующих проблему с разных сторон. В данной публикации авторы рассматривают ситуацию, исходя из практического опыта использования импортной компонентной базы в производственном процессе предприятия ОПК (не касаясь проблем импортозамещения для космических военных аппаратов и стратегических ядерных вооружений).

Научно-исследовательский институт электронных приборов (НИИЭП) занимается серийным производством изделий собственной разработки для зенитно-ракетных систем (вычислительные системы неконтактного подрыва и системы управления, системы ближней локации, а также бортовые вычислительные машины и автоматика для различных видов вооружения и военной техники). Разработано более 50 изделий, в том числе для зенитно-ракетных систем «Круг», «Шторм», «С-25», «С-75»,

«С-300», «Тор», «Кинжал», реактивных систем залпового огня «Град», «Смерч», «Торнадо» и их модификаций. Все изделия базируются на импортной и отечественной электронной компонентной базе.

С 2000 г. разработано около 15 изделий с применением импортной электронной компонентной базы стандарта Industri. Изготовлено для иностранного заказчика и по государственному оборонному заказу (ГОЗ) около 9500 различных видов продукции, в которых использовано около 3,25 млн компонентов. Зафиксировано всего 24 отказа на различных видах испытаний произведенной продукции (менее 0,0008%). На все изделия у предприятия имелись разрешения применять импортную электронную компонентную базу, согласованные с главным конструктором и утвержденные Министерством обороны РФ.

Электронная компонентная база в стандартах Militari требует согласования применения у страны-производителя и стоит в разы дороже аналогичных изделий стандарта Industri, которые есть в свободном доступе на мировых рынках и рынках РФ. Как правило, электронные компоненты стандарта Industri имеют диапазон рабочих температур от минус 40 до плюс 85°C, Militari – от минус 55 до плюс 125°C. Поскольку диапазон рабочих температур изделий разработки НИИЭП составляет от минус 50 до плюс 60°C, все применяемые импортные компоненты проходят дополнительные сертификационные испытания при такой температуре. Имеется положительный опыт проведения испытаний изделий, содержащих импортные компоненты, на радиационную стойкость.

О том, почему именно электронную компонентную базу стандарта Industri используют на всех оборонных предприятиях России, производящих радиоэлектронные изделия и приборы, рассказал замминистра обороны РФ В. Поповкин в эфире радиостанции «Эхо Москвы» 19 сентября 2009 г., комментируя неудачи с «Булавой»: «Минобороны РФ вынуждено закупать технологии за рубежом, потому что электронная промышленность России не способна изготавливать все необходимые детали и микросхемы для производства оружия... У нас на использование импортной элементной базы в стратегических ядерных силах стоит запрет, но во всем остальном, если мы начнем ставить нашу элементную базу, наши ракеты не долетят».

Опыт НИИЭП полностью подтверждает данную оценку отечественной электронной компонентной базы: применяемая институтом в отдельных изделиях отечественная продукция существенно уступает импортной по техническим характеристикам, стоимости, срокам поставки, а в последнее время – и по качеству.

В целом наш опыт позволяет констатировать, что отечественная электронная компонентная база отстает от импортных аналогов как минимум на 25 лет. И лишь благодаря неординарным инженерным решениям военная продукция пока еще находится на уровне современных мировых разработок.

### **Замещать собирались давно, но вот грянул гром**

По экспертным оценкам, вынужденное применение зарубежных материалов и электронных компонентов в изделиях оборонных предприятий увеличилось в 2000–2011 гг. в среднем на 10–12%, в том числе по изделиям собственного производства достигало (в 2011 г.) от 5% до 10% для ракетной техники, 10–20% – для систем управления комплексов, 20–30% (от общей номенклатуры) – для систем государственного опознавания России. Электронные модули и блоки, поставляемые по кооперации, содержат до 70%, в производстве спутников «Глонасс-М» – от 75 до 80% западных комплектующих [1].

В 2011 г., по данным Минпромторга РФ [2], отечественные компании закупили за рубежом электронных компонентов на сумму 55 млрд руб. (без поставок готовой аппаратуры), в том числе оборонные предприятия России – на 10 млрд руб. [1].

Необходимость импортозамещения электронной компонентной базы осознавалась уже давно. Еще в ФЦП «Национальная технологическая база» на 2002–2006 годы Правительством РФ были внесены изменения и дополнения, концентрирующие усилия на решении проблемы создания отечественных электронных комплектующих. Правда, пока не грянул гром, ничего конкретного не предпринималось. После введения в 2014 г. экономических санкций против России со стороны США и некоторых западных стран, включающих запрет на поставки продукции военного и двойного назначения, последовала череда громких заявлений членов российского правительства о том, что упомянутые санкции не только не помешают перевооружению

Вооруженных сил России, но и могут пойти на пользу отечественному ОПК, хотя тот факт, что в стране почти не выпускаются компоненты для отечественных электронных приборов оборонного назначения (за исключением СВЧ-элементов для космических аппаратов), а также недостает современного оборудования для производства техники и вооружений, ни для кого не представлял секрета.

Импортозамещение в ОПК на самом высоком уровне было названо ключевым вопросом военной, экономической безопасности России, ее технологического суверенитета. Перед ОПК России была поставлена задача обеспечить надежные и своевременные поставки необходимых агрегатов, узлов и компонентов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), а при их отсутствии – развернуть соответствующее производство внутри страны с обеспечением достаточного финансирования [1]. К концу 2014 г. госкорпорации уже приступили к работе по выполнению программ импортозамещения в производстве вооружения и военной техники.

На совещании Правительства РФ в сентябре 2014 г., посвященном состоянию и перспективам развития отечественной микроэлектроники, Министерство промышленности и торговли РФ поставило цель к 2020 г. сократить долю импортной электронной базы на российском рынке с 82% до 44%. Приоритетными направлениями должны были стать специальный и профессиональный сегменты [4]. 90% изделий и комплектующих для оборонных отраслей (за исключением космических) должны быть замещены к 2018 г. (оставшиеся 10% – к 2021 г.) [5] при расходах примерно в 30 млрд руб.; расходы на импортозамещение в космической части, по данным П.В. Аксенова [1], составят 33 млрд руб.

В июле 2015 г. на форуме «Армия-2015» министр промышленности и торговли России Д. Мантуров в числе ключевых задач, стоящих перед оборонно-промышленным комплексом страны, назвал наращивание научно-технического задела, который определит **технологическое превосходство по всем видам вооружений и военной техники** (выделено нами). В действующей программе развития ОПК до 2020 г. предусмотрена разработка около 1400 промышленных технологий (из которых уже создано около 300) [5].

### **Ломка дров и запланированное отставание**

К середине 2015 г. у НИИЭП накопился достаточный опыт, позволяющий выявить сложившиеся в предыдущие годы негативные тенденции, которые необходимо преодолеть в ближайшее время, и сделать предварительные выводы относительно реализации программы импортозамещения электронной компонентной базы.

Отсутствие системных мер в импортозамещении создает дополнительные проблемы для предприятий. Так, сейчас требуется замещать импортные электронные элементы в уже разработанных и изготавливаемых изделиях, но, как правило, отечественные аналоги выпускаются в более крупных (иногда в разы) корпусах. Поэтому в ряде случаев их невозможно использовать (они не помещаются в корпус прибора или устройства, разработанного под импортный элемент), что как минимум требует переработки всей конструкторской документации. А значит, приходится либо разрабатывать конструкцию прибора или устройства заново, или отказываться от применения отечественного аналога. Кроме того, замена импортного элемента отечественным приводит к резкому увеличению себестоимости изготовления прибора или устройства, что сказывается на конечных финансовых результатах предприятия.

Возникла несогласованность сроков конкретных программ импортозамещения и выполнения государственного оборонного заказа – пока аналоги создаются, уже заканчивается серийное изготовление изделий в рамках ГОЗ, где бы их можно было применить. После спущенной сверху команды «замещать импорт» предприятия стали фактически менять все и везде, не оценивая перспективы того или иного комплекса вооружений, сколько на его изготовление потребуется импортных элементов и т. д.

Во многих случаях процесс импортозамещения можно было бы существенно сократить, если бы сначала определились, на какие комплексы и в каком количестве можно сейчас закупить электронные компоненты, на какие действительно надо создавать отечественные аналоги, полностью соответствующие импортным по конструкции, а какие отечественные аналоги нужно создавать без привязки к конструкторскому единобразию.

Сохраняется значительное (в разы) превышение цен отечественных аналогов над импортными изделиями, что объясняется

небольшими масштабами их производства в России. Во всем мире для рентабельной работы фабрике требуется выпускать не менее 30 тыс. пластин в месяц, в то время как отечественный «Микрон» производил в 2013 г. 3,5 тыс. [6], а проект «Ангстрем» предполагает 10 тыс. пластин в месяц. Как результат – отечественная электронная база, выпускаемая только для оборонного назначения, всегда будет нерентабельной, а диспаритет цен будет сохраняться еще долго.

Темпы разработки и внедрения новой продукции в России значительно отстают от мировых. Пока отечественная электронная промышленность осваивает производство одного компонента, в мире появляются десятки новых с более высокими параметрами. Это хорошо видно из сопоставления отечественных и импортных процессоров. В мае 2015 г. на IV конференции «ИТ на службе оборонно-промышленного комплекса» в Татарстане был представлен 8-ядерный процессор «Эльбрус-8С», выпускаемый по революционному для России технологическому процессу 28 нм. Его государственные испытания назначены на конец 2015 г. (серийный выпуск – около 50 тыс. процессоров в год – запланирован на 2016 г.). Это было справедливо расценено как огромное достижение российской микроэлектроники. В ближайших планах – завершение работы над новым процессором «Байкал-М» (начало 2016 г.), появление «Эльбрус-16С» по той же технологии 28 нм, но с производительностью в 2,5 раза выше, чем у «Эльбрус-8С» (2018 г.) [7]. Однако уже в 2014 г. корпорация Intel начала производство процессоров Intel® Core™ по технологическому процессу 14 нм [8]. Уже сейчас Intel работает над 10-нанометровой технологией, которая, как ожидается, будет внедрена в производство в 2016 г. В начале июля 2015 г. корпорация IBM объявила об освоении технологии в 7 нм. При изготовлении прототипов новых чипов IBM впервые использовала новый тип кремниево-германиевого сплава и работает над технологией литографии (без использования глубокого ультрафиолета) [9]. Такая конкуренция для России является фантастикой.

Сравнение процессоров явно говорит о запланированном отставании отечественных образцов. Как утверждают специалисты, если отечественная электронная компонентная база будет предназначаться только для ОПК, такое отставание

не представляет опасности. Однако вице-премьер РФ Д. Рогозин, выступая на «Правительственном часе» в Госдуме, сообщил, что после 2016 г. должен появиться национальный российский компьютер: «Сегодня сформированы программы, которые приведут к созданию национального процессора, национального компьютера, эти программы с 2016 года будут внедрены в практическую реализацию» [10], то есть предполагается массовое производство несовременных компьютеров и электронных модулей, отстающих от зарубежных аналогов по производительности, энергопотреблению и другим характеристикам. Производиться отечественный компьютер будет на предприятиях Юго-Восточной Азии, то есть качество изделий будет высоким. Возможно, что эти компьютеры будут в перспективе значительно дешевле собираемых импортных в России, но пока цена первого компьютера с российским процессором, поступившего в ограниченную продажу весной 2015 г., составляет примерно 229 тыс. руб.\*, сообщает портал TJournal со ссылкой на представителей компании-производителя МЦСТ. Производитель обещает снизить цену при запуске серийного производства, но на сколько, не уточняет [11]. По данным TJournal.ru, «АРМ “Эльбрус-401” работает на базе российского четырёхъядерного микропроцессора “Эльбрус-4С” с тактовой частотой 800 МГц и пиковой производительностью 50 Гфлопс. Для сравнения: процессор Intel Core i5–2500K (Sandy Bridge) стоимостью до 25 тыс. руб. показывает производительность в 118 Гфлопс, а Intel Core i7–5960X (Haswell) стоимостью около 60 тыс. руб. – 350 Гфлопс» [12].

Большинство отечественных аналогов изготавливается из импортных материалов (например, кристаллы), а иногда – и за рубежом (Китай) (в России – только распайка в корпуса). Это повышает уязвимость программы импортозамещения в случае, если под санкции попадут не только готовые чипы, но и расходные материалы.

### **Все можно делать быстрее, если...**

Мы разделяем мнение экспертов [13] о том, что наиболее актуально для нас импортозамещение электронных модулей, используемых в ОПК, а не элементной базы как таковой. В России

---

\* Здесь и далее по ценам интернет-магазинов на сентябрь 2015 г.

к настоящему времени есть целый ряд компаний, в том числе и НИИЭП, обладающих достаточными инженерными кадрами и технологическими ресурсами для решения тех задач, которые ставят разработчики систем вооружений. Проблемы с электронной базой стандарта Industri пока могут решаться за счет импорта из стран Юго-Восточной Азии и Китая. Кроме того, необходимо учитывать преимущества импортных электронных изделий (более высокую производительность и надежность, низкие цены и т. д.), которые сохранятся и в будущем.

Это позволяет предположить, что в ОПК еще достаточно долго будет применяться импортная электронная компонентная база, что повышает актуальность проблемы ее сертификации и разного рода согласовательных процедур. Существующая сегодня практика согласования значительно тормозит разработку новых высокоточных интеллектуальных систем для вооружения и военной техники. Так, требуется еще до начала разработки получить разрешение на применение импортных электронных компонентов с точным перечислением всех необходимых. Однако при создании нового устройства приходится для выбора необходимого перебирать десятки, а то и сотни компонентов, и предсказать, какое из них окажется в устройстве, трудно, поэтому приходится сначала разрабатывать на свой страх и риск, а затем согласовывать решение в установленном порядке.

Отдельная проблема – сроки и сама процедура принятия решения на применение импортной электроники. Так, до июля 2015 г. на подготовку всего пакета документов и получения решения уходило более года, поскольку до окончательного документа о разрешении необходимо было согласовывать проект решения от своего непосредственного заказчика до заместителя министра обороны. В августе 2015 г. полномочия по разрешению на применение импортной электронной компонентной базы были переданы из Министерства обороны РФ в Минпромторг РФ и, естественно, на вопрос: как согласовывать и у кого в министерстве, пока ответ – «еще не определились»...

Если в новой процедуре принятия решения сохранится обязательное требование по проведению автономных сертификационных испытаний каждой партии применяемых электронных элементов, то оно будет практически невыполнимо. Во-первых, в России отсутствуют сертификационные центры,

обеспеченные необходимым оборудованием, во-вторых, при автономных проверках невозможно создать реальные условия эксплуатации компонентов в конкретном изделии (индивидуальные перегревы, резонансы изделия, взаимодействие между компонентами). Кроме всего прочего, это приводит к удорожанию фактической стоимости изделий в разы.

Отдельно хотелось бы отметить такую важную проблему импортозамещения, как человеческий фактор. Известно, что события 1990-х годов привели к оттоку высококвалифицированных специалистов из ОПК. Сегодня основная масса работников – это специалисты старше 45 лет, которые знают, как строить систему, и молодежь, которая обладает навыками автоматизированного проектирования и знанием импортной элементной базы, так как обучение в вузах проходит преимущественно на импортной элементной базе и импортном же программном обеспечении. Торможение внедрения современной элементной базы может привести к снижению интереса молодого поколения к работе в ОПК, а естественный уход старшего поколения – к очередному провалу, когда не останется специалистов, умеющих создавать составные части вооружений и военной техники. Сегодня можно констатировать отсутствие соответствия между внедряемой системой кадрового обеспечения и сложившимися технологиями на оборонных предприятиях.

### **Не отстать бы навсегда**

На наш взгляд, сегодня для предприятий ОПК, использующих в своем производстве импортную электронную компонентную базу, необходимо принять следующие меры:

- существующий порядок ее применения оставить только для изделий стратегического назначения, по другим – разрешить главным конструкторам систем самим принимать решение о применении импортных комплектующих;
- для уже разработанных и изготавливаемых изделий немассового производства создать страховой запас импортной электроники на всю Государственную программу вооружений, и не тратить время и средства на освоение аналогов отдельных элементов;
- сертификационные испытания примененных элементов импортной электронной компонентной базы проводить

в составе изделий (составных частей) в объеме периодических испытаний, определяемых главным конструктором;

- в короткие сроки освоить производство корпусов электронных комплектующих, идентичных импортным, адаптированным под автоматизированный монтаж компонентов на печатную плату, и проекты вновь разрабатываемых отечественных компонентов реализовывать только в таких корпусах;

- для создания **технологически превосходящих видов вооружений и военной техники** необходимо активизировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области поиска новых принципов работы и материалов, на которых можно было бы построить виды электронных изделий следующих поколений. Примерами таких материалов являются так называемые киральные материалы (графен, силицен, фосфорен), обладающие свойствами, подобными сверхпроводимости.

К сожалению, российские электронщики и здесь могут опоздать. В 2014 г. появилось сообщение о том, что IBM продвинулась в разработке технологий производства микрочипов на основе графена, ведутся работы по фосфорену. Только «перешагнув через поколение», российская радиоэлектроника будет независима от внешних негативных факторов, в противном случае вечное технологическое отставание неизбежно, в том числе и в оборонной сфере.

## Литература

1. Аксенов П. В. Проблемы и перспективы импортозамещения на предприятиях оборонно-промышленного комплекса// Аналитический вестник. Издание Аналитического управления аппарата Совета Федерации. – 2014. – № 27 (545). – С. 20–31. URL: <http://council.gov.ru/media/files/41d51d722c0fdcb10554.pdf>
2. Официальный портал Министерства промышленности и торговли РФ. URL: <http://minpromtorg.gov.ru>
3. Денис Мантуров: к 2020 году импорт радиоэлектроники сократится в 2 раза [Электронный ресурс] URL: [http://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!denis\\_manturov\\_k\\_2020\\_godu\\_import\\_radioelektroniki\\_sokratitsya\\_v\\_2\\_raza](http://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!denis_manturov_k_2020_godu_import_radioelektroniki_sokratitsya_v_2_raza) (дата обращения: 05.09.2015).
4. Заседание комиссии по импортозамещению при Правительстве РФ 12.08.2015. Официальный интернет-портал Правительства РФ. URL: <http://government.ru> (дата обращения: 18.08.2015).

5. Денис Мантуров обозначил пять ключевых направлений развития ОПК. Официальный сайт Министерства промышленности и торговли РФ. 17.06.2015. URL: <http://www.minpromtorg.gov.ru> (дата обращения: 08.07.2015).
6. «Лента.ру» узнала о разработке «Ратника» и электронных технологиях. 03.12.2013. URL: <http://www.ruselectronics.ru/library/publications/?id=150> (дата обращения: 22.08.2015).
7. Васильков А. Эльбрус-8С – подробности об отечественном процессоре. 27.05.2015. [Электронный ресурс] URL: <http://www.computerra.ru/author/angstroem/> (дата обращения: 18.09.2015).
8. Процессоры Intel® Core™ i5 6-го поколения [Электронный ресурс] URL: <http://www.ru/content/www/ru/ru/processors/core/core-m-processors.html> (дата обращения: 18.09.2015).
9. Силонов А. IBM продолжает миниатюризацию чипов // Ведомости. – 2015. – № 3870. URL: <http://www.vedomosti.ru/technology/articles/2015/07/10/600055-ibm-snizila-rasstoyanie-mezhdu-tranzistorami-mikroshemi-do-7-nm> (дата обращения: 07.10.2015).
10. Дневное пленарное заседание Госдумы 1 июля 2015 г. [Электронный ресурс] URL: <http://www.duma.gov.ru> (дата обращения: 06.08.2015).
11. Компьютер «Эльбрус» с российским процессором поступил в продажу за 200 тысяч рублей. URL: [http://www.dp.ru/a/2015/05/08/Компьютер\\_JElbrus\\_rossi/](http://www.dp.ru/a/2015/05/08/Компьютер_JElbrus_rossi/) (дата обращения: 18.09.2015).
12. Первый настольный компьютер с российским процессором «Эльбрус-4С» обойдется в 200 тысяч рублей [Электронный ресурс] URL: <https://tjournal.ru/p/elbrus-price> (дата обращения: 18.09.2015).
13. Импортозамещение электроники для ОПК – учимся жить «своим умом»// Национальная оборона. – 2015. – № 9. URL: <http://oborona.ru/includes/periodics/defense/2014/0916/204014145/detail.shtml> (дата обращения: 01.10.2015).