

Компьютерная техника: плач по импортозамещению

En Computer Engineering: Keen about Import Substitution

V. A. Konyavskiy,
PhD (Engineering, Grand Doctor),
Head of Information Security
Department
Moscow Institute of Physics
and Technology
konyavskiy@gospochta.ru

The article is devoted to the specifying of import substitution place in the process of history and the regularities, that influence its' progress. It is shown that the microelectronic industry in Russia has been seriously damaged as a result of the destruction of the innovation chain that existed in the area under consideration. There are fulfilled the conditions, that are necessary to ensure real import substitution in the field of computer technology.

Keywords: industry, elemental base, systems-level programming, computers' architecture, circuitry, firmware

Статья посвящена уточнению места импортозамещения в историческом процессе и закономерностям, влияющим на ход развития этого феномена. Показано, что микроэлектронная промышленность в России серьезно пострадала в результате разрушения инновационной цепочки, существовавшей ранее в рассматриваемой области. Приведены условия, выполнение которых необходимо для обеспечения реального импортозамещения в сфере вычислительной техники.

Ключевые слова: промышленность, элементная база, архитектура, схемотехника, микропрограммирование, системное программирование

Валерий Аркадьевич Конявский,
доктор технических наук, заведующий
кафедрой «Защита информации»
факультета радиотехники и кибернетики
Московский физико-технический институт
konyavskiy@gospochta.ru

Введение

Импортозамещение стремительно теряет свой положительный импульс, и это проблема. Многим трудно поверить, что в России способны не только копировать и переклеивать шильдики, но и создавать действительно прорывные решения. «В своем отечестве пророка нет»: наверное, это главная ментальная причина.

Импортозамещение можно реализовать разными способами, которые определяются потребительскими качествами того, **что** мы замещаем и того, **на что** мы замещаем. Термин «потребительское качество» мы будем понимать, как соответствие задаче, а не как «мне нравится

больше, потому что тоньше и меньше греется».

Замена лучшего на худшее – не самый хороший вариант. Он может обеспечиваться только лоббированием, и смысл лоббирования здесь – создать условия для развития собственной промышленности.

Замена избыточного на соответствующее – нормальная экономическая позиция. Зачем покупать огромные вычислительные мощности, когда можно обойтись на порядок меньшими? Здесь принуждение к импортозамещению сокращает нерациональные затраты, осуществляется из невербализуемых соображений, и способствует сохранению инвестиций внутри страны.

Замена худшего на лучшее – самая правильная позиция, достойная того, чтобы ей дали имя собственное – например, «импортовытеснение». Этот подход будет свидетельствовать о том, что национальная промышленность вполне конкурентоспособна. Лоббирование здесь необходимо только для того, чтобы ускорить процесс, не более.

Таким образом, цель импортозамещения (и импортовытеснения – в своем лучшем варианте) – ослабление технологической зависимости от других стран, повышение уровня национальной безопасности за счет развития собственной промышленности.

А есть ли промышленность? Что развиваем?

На мой взгляд, промышленность средств вычислительной техники у нас отсутствует. На свой страх и риск работают отдельные компании, кроме того, в значительной степени отсутствует государственное регулирование, по крайней мере – ответственное. А без государственного регулирования становление и развитие инновационных направлений трансграничного масштаба вряд ли возможно.

На данный момент в нашей стране нет регулятора, отвечающего за это направление. Раньше таковой был – Государственный комитет по вычислительной технике и информатизации при Президенте Российской Федерации (ГКВТИ). Однако в 1996 году он был ликвидирован, часть его функций при этом перешла Минсвязи, а часть – Минпрому. С тех пор одни отвечают за программное обеспечение, другие – за элементную базу. В целом же за проблему не отвечает никто: планы обоих министерств по импортозамещению не взаимосвязаны, да и не выполняются, если быть честными.

Минкомсвязи разрабатывает прикладной софт для компьютеров зарубежной разработки и производства, Минпром развивает элементную базу для машин, архитектура которых устарела, или которые полностью повторяют зарубежные разработки, или на которые нет софта и его разработка не планируется. Так есть ли промышленность? И если нет – то куда она делась? Ведь микроэлектронная промышленность в стране точно была, и не хуже, чем в мире.

На мой взгляд, импульсом, разрывившим ее, была административная реформа. Благими намерениями вымощена дорога в ад. «Сокраще-

ние дублирования функций» и «избавление от несвойственных функций» разорвало инновационную цепочку, построенную в СССР, и привело к прогрессирующему технологическому отставанию, которое не преодолеть никакими инвестициями в Сколково – в расширительном смысле.

Вот как это было...

Фундаментальные исследования выполнялись в АН СССР.

Инновации были основной задачей отраслевых НИИ, заказывавших поисковые исследования вузам, кафедры которых и разбирались с результатами фундаментальных работ Академии наук, и формировали перспективные направления НИР и ОКР.

На базе НИОКР отраслевых НИИ конструкторские бюро (КБ) при промышленных и/или научно-промышленных объединениях (ПО и НПО) готовили технологию производства и осуществляли внедрение.

Так в общих чертах выглядел инновационный процесс в стране, по крайней мере, в электронной промышленности.

Устранение в результате административной реформы научной деятельности из функций ведомств привело к уничтожению и деградации отраслевых НИИ. Они больше не могли финансировать научно-исследовательскую деятельность вузов, соответственно, пропала связь с фундаментальными исследованиями. С другой стороны, невостребованными стали КБ: если нет новых изделий, то не нужны и новые технологии.

Разорвалась научно-техническая цепочка инноваций, следствием чего стали удручающее снижение качества подготовки кадров, торможение научного и инновационного процессов. Теперь на их «перезапуск» тратятся миллиарды, но без видимых результатов. Видимо, тратятся не на то и не системно. Исчезли целые отрасли. Теперь их нужно восстанавливать. Такова цена ошибки, допущенной в проведении структурных реформ.

На мой взгляд, промышленность начнется с появления регулятора, отвечающего за отрасль в целом, за

все уровни разработки и производства. Тем более, что при создании новых образцов компьютерной техники проблемными сейчас являются все уровни, а именно:

- проектирование и производство элементной базы;
- архитектура;
- схемотехника и дизайн;
- микропрограммирование;
- системное программирование.

Конечно, стать конкурентоспособными сразу на всех уровнях не удастся. Вряд ли мы завтра возродим точное машиностроение до такой степени, чтобы стало возможным изготавливать СБИС с технологическими нормами 12 нм, а если не изготовим, то кто в условиях санкций нам эти станки продаст? Так что в обозримом будущем это невозможно. Начинать нужно с наиболее важного из возможного. И затем от того, что удастся освоить лучше других, извлекать конкурентные преимущества.

Рассмотрим имеющиеся проблемы и возможности их компенсации. Можно ли и в какой степени за счет решений одного уровня скорректировать недостатки другого? И наоборот – какие уязвимости откорректировать нельзя?

Элементная база

Уровень развития нашей микроэлектронной промышленности на данный момент ненамного отличается (в худшую сторону – это мое оценочное мнение) от уровня, достигнутого в те далекие времена, когда я закончил профильный вуз в этой сфере (МИЭТ, 1982). Микроэлектронная промышленность, увы, не может сегодня выпустить ни конкурентный процессор (например, для смартфона), ни «память», ни специализированный контроллер, которые удовлетворяли бы современным технико-экономическим ограничениям. Сильно напрягшись, можно изготовить несколько огромных «камней» (Злая шутка прошлых лет: «Советские большие интегральные схемы (БИС) – самые большие БИС в мире!»), цена которых будет так велика, что даже обсуждать серийный выпуск станет неприлично. В то

же время мы прекрасно понимаем, что нельзя считать доверенной аппаратную платформу, если в ней содержится хотя бы один неконтролируемый элемент – схмотехника, топология, микропрограмма.

С этих позиций все имеющиеся в настоящий момент импортозамещающие решения одинаково уязвимы для критики: для проведения успешной хакерской атаки вполне достаточно одной уязвимости, не обязательно собрать все известные в одном месте.

Таким образом, ввиду отсутствия полной линейки собственной элементной базы первые шаги необходимо делать, используя зарубежную элементную базу, но применяя российскую всюду, где это возможно.

Архитектура

Современные архитектуры (фон Неймана, гарвардская) являются более или менее близкими реализациями известной «машины Тьюринга». Примером первой являются практически все настольные компьютеры, примером второй – практически все планшетные компьютеры и телефоны.

Хорошо известно, что «машина Тьюринга» универсальна, то есть может выполнить любую задачу. Но если машина выполняет любые программы, то, очевидно, она выполнит и вредоносную программу. Это не зависит от используемого в ней программного обеспечения, а определяется ее архитектурой. Универсальность компьютера обеспечивается самой «конструкцией» «машины Тьюринга» как мыслимой в абстракции, так и реализованной на практике. Способность выполнять вредоносные программы – это базовая, системная, архитектурная уязвимость всех компьютеров, построенных как «машина Тьюринга». Другими словами, уязвимость – оборотная сторона универсальности, то есть архитектурно уязвимы все виды компьютеров, которые мы используем, потому что они разрабатывались так, чтобы быть максимально универсальными.

Поскольку архитектуру нельзя изменить программным путем, то

никакие программные средства не помогут нам надежно защититься от хакеров. Если уязвимость заключается в архитектуре, то и совершенствовать нужно архитектуру.

Архитектура, лишенная этой системной уязвимости, разработана [1] и вполне может стать основой импортозамещающей разработки. Но как быть с отсутствием отечественной элементной базы?

Широко известно, что даже одного типа элементов достаточно для реализации функции любой сложности (например, И-НЕ, ИЛИ-НЕ). Это означает, что даже на базе самого бедного набора элементов можно реализовать нужную архитектуру компьютера – неэффективно, но правильно работающего. В принципе, эффективность архитектуры можно подтвердить на основе использования любой элементной базы.

Высокая степень интеграции современной элементной базы создает условия для уязвимостей. Примером может служить известный сервис IME. Такие уязвимости чрезвычайно трудно блокировать на архитектурном и схмотехническом уровне, и совсем невозможно на программном. Однако подавляющая часть уязвимостей современных компьютеров, собственно, и приводящая к «успешным» хакерским атакам, вполне может быть устранена на архитектурном уровне.

Здесь нужно отметить, что мы говорим не об архитектуре процессора – она менее важна и вторична, а именно об архитектуре компьютера.

Напомним, что первые ЭВМ собирались из ламп, реле, ртутных колбочек и феррит-транзисторных ячеек. Отрабатывалась архитектура компьютера, и уже потом она подтягивала за собой разработку элементной базы. Элементная база для компьютера с новой архитектурой не появится из воздуха. Сначала такие компьютеры получают определенное распространение, а потом станут улучшаться за счет более качественной элементной базы.

Таким образом, при полном понимании, что элементную базу нужно развивать, что дело это в значительной степени государственное,

проектировать импортозамещающий компьютер вполне можно с использованием импортной элементной базы.

Схмотехника и дизайн

Казалось бы, чего проще? Возьми на сайте вендора reference design, убери лишнее, добавь необходимое – вот и всё. На деле же мы годами отбираем конструкторов, способных это делать, годами готовим их и очень ими дорожим.

Наш опыт показывает, что использование зарубежных дизайнеров (аутсорсинг) крайне ограничено. Они неплохо делают то, что привыкли, но при любом отклонении от типовых решений, как правило, пасуют:

– Так нельзя сделать.

– Почему?

– Так никто никогда не делал.

При таком подходе можно поставить лучшую камеру, больше памяти, но нельзя сделать ничего нового. Значит, аутсорсинг не поможет, нужно иметь своих специалистов высокого класса.

Вот краткая стенограмма одного моего разговора с высокопоставленным представителем регулятора, которому мы показывали новую разработку:

– Красивая плата. Сколько слоев?

– Шестнадцать

– Китайцы делали?

– Нет, мы.

– У вас есть **разработчик**, который умеет это делать?

– У нас есть **разработчикИ**, которые прекрасно это делают.

– И **его** можно увидеть?

– **Их** вполне можно увидеть.

Скепсис моего «высокого» собеседника можно понять. Нет сейчас в вузах Минобрнауки хорошей подготовки дизайнеров. На мой взгляд, подготовка студентов в части радиотехнического комплекса в последние два десятилетия чрезвычайно ослабла, в то время как за рубежом огромными темпами развивались и элементная база, и средства симуляции и проектирования. Библиотеки САПР достигают сотен тысяч описаний элементов, их все невозможно даже прочесть, а не только

изучить используемые модели. Да и откуда взяться подготовке, если отсутствует заказ на специалистов? А отсутствует, потому что заказчика нет. Не может же в этой роли выступать Минкомсвязи – не их функция. Минпром – тоже. Нет регулятора – нет и отрасли. Ничего удивительного. Слышал ли кто-нибудь про олимпиады схемотехников? Я – нет. А про олимпиады хакеров? Навязли в зубах. Так нам что, хакеров не хватает?

Импортозамещение (как, впрочем, и любая другая конструктивная деятельность) требует квалифицированных кадров. Это государственная задача. Но не заказывают не только специалистов. Не попадались мне в последние десятилетия и госзадания на создание САПР изделий микроэлектроники. В то же время использование зарубежных систем обходится дорого, да и результат никак не может считаться надежным.

Микропрограммирование (встроенное ПО, ВСПО, firmware)

Можно довольно уверенно сказать, что все компоненты современных компьютеров имеют очень важную микропрограммную часть. Видео, аудио, сетевые и прочие интерфейсы, контроллеры периферийного оборудования и многое другое давно не могут работать без ВСПО. Более того, зачастую встроенный контроллер с микропрограммами является частью того, что мы привычно считаем единой микросхемой – например, память eMMC. Много ли мы знаем об этом ПО? Мы – мало, явно недостаточно для того, чтобы ему доверять. Скажу больше: ВСПО зачастую содержит значительное количество ошибок, которые можно зафиксировать, но невозможно исправить. Некоторые ошибки носят критический характер.

Есть ли у нас специалисты, которые могут писать эти программы? Минкомсвязи планирует увеличить до миллиона количество программистов, способных писать простейшие приложения, но кто готовит людей, умеющих писать встроенное ПО, знающих как физику работы при-

боров, так и низкоуровневое программирование?

Если такие специалисты есть, срочно связывайтесь с нами. Мы вас ждем, вы нужны нам!

Системное программирование

Можно ли отечественную ОС поставить на отечественный компьютер? В некоторых случаях – вполне. Например, когда отечественная ОС не отличается от зарубежной, и отечественный компьютер не отличается от стандартного. В других случаях нужна серьезная «притирка» к измененной архитектуре. Необходимо добиться, чтобы API «снизу» понимало особенности архитектуры, а API «сверху» ничем не отличалось: иначе функциональное программное обеспечение работать не будет.

Это сложная работа. В первую очередь, ввиду того, что сегодня программистов не учат архитектурам. Этот недостаток образования тоже следует устранять.

Для взаимодействия своей «новой гарвардской архитектуры» с основными отечественными ОС мы этот путь сумели пройти, что позволяет констатировать: в этой части необходимый уровень компетенции имеется.

Выводы

Для обеспечения реального импортозамещения в сфере вычислительной техники необходимо выполнение ряда условий, как минимум:

- 1) создание государственного отраслевого регулятора, восстановление отрасли;
- 2) восстановление разрушенной в результате административной реформы инновационной цепочки в микроэлектронной промышленности;
- 3) взаимоувязка ведомственных программ импортозамещения;
- 4) включение в программы Минобрнауки как важнейшего их участника;
- 5) организация государственно-частного партнерства и программы государственной поддержки;
- 6) переход от слов к делу. ■

Кибербезопасность: сегодня и завтра. Экспертный взгляд на развитие и будущее отрасли

25 октября в Инновационном центре «Сколково» состоится ведущая международная конференция Skolkovo Cyberday 2017. Организатор конференции – Кластер информационных технологий Фонда «Сколково».

Основными темами Skolkovo Cyberday 2017 станут:

- Искусственный интеллект и будущее кибербезопасности;
- Роль социальных, поведенческих и инновационных решений в области кибербезопасности;
- Ключевые проблемы кибербезопасности банковской отрасли;
- Ключевые проблемы информационной безопасности облачных сервисов.

Свои доклады представят ведущие эксперты и практики в сфере информационной безопасности.

Кроме докладов, посвященных актуальным трендам отрасли, гостей ожидает множество мероприятий:

- финал школы кибербезопасности – насыщенная трехдневная программа, которая пройдет 23–25 октября, включающая в себя серию мастер-классов и традиционные соревнования в формате CTF;
- конференция «Реальность и практика ИБ в АСУ ТП»;
- выставка инновационных проектов технологических компаний, где будут представлены перспективные ИБ-разработки от компаний-резидентов Фонда «Сколково»;
- мастер-классы и научно-технические доклады по вопросам создания и развития новых решений в области информационной безопасности.

Участие в мероприятии бесплатное по предварительной регистрации, количество мест ограничено.

Дополнительная информация и регистрация на конференцию: <https://cyberday.timepad.ru/event/570426/>.

Аккредитация СМИ: <https://skpress.timepad.ru/event/581827/>.