

# Совершенствование научно-методического аппарата процессов снижения импортозависимости радиоэлектронной аппаратуры от ЭКБ иностранного производства

В. Алексеев, к. т. н.<sup>1</sup>, С. Боков, д. э. н.<sup>2</sup>

УДК 338.3:621.3 | ВАК 05.27.01

Негативные процессы в радиоэлектронной отрасли России привели к широкому применению в отечественной радиоэлектронной аппаратуре (далее – РЭА) импортной электронной компонентной базы (далее – ЭКБ). Особенно болезненной эта проблема оказалась для сложнотехнической РЭА, где применение импортной ЭКБ (далее – ЭКБ ИП) является серьезной проблемой. К 2011 году доля применения ЭКБ ИП в сложнотехнической РЭА достигла 60–70%. В связи с этим было начато финансирование мероприятий по разработке импортозамещающей отечественной ЭКБ. Основным критерием указанных мероприятий было обеспечение изготовителей РЭА отечественной ЭКБ (далее – ЭКБ ОП) до уровня, близкого к 100%.

**В** процессе выполнения мероприятий импортозамещения была разработана и освоена в производстве большая номенклатура отечественной ЭКБ. Однако стала очевидна проблема низкой востребованности разработанных изделий. При этом показатели импортозамещения и обеспеченности отечественной ЭКБ в целом соответствуют плановым значениям.

Это указывает на системность проблемы снижения импортозависимости отечественной РЭА в части ЭКБ. В связи с этим является актуальным вопрос совершенствования научно-методического аппарата анализа и подготовки предложений по снижению импортозависимости в отечественной РЭА. В [1] рассматриваются вопросы применения системной динамики как одно из направлений системного подхода в управлении: «В системном подходе подчеркивается, что руководители должны рассматривать организацию как совокупность взаимосвязанных элементов, таких как люди, структура, задачи и технология, которые ориентированы на достижение различных целей в условиях меняющейся внешней среды. По мнению специалистов в области управления, изначальный недостаток подходов различных школ к управлению заключается в том, что они сосредотачивают внимание только на каком-то одном важном элементе, а не рассматривают эффективность

управления как результирующую, зависящую от многих различных факторов».

Представим механизм анализа, прогноза, планирования и организации уменьшения импортозависимости через методологию системной динамики, которая включает качественную и количественную стадии. Основным инструментом качественного анализа является использование причинно-следственных диаграмм. Количественная стадия системной динамики предполагает построение на основе диаграммы причинно-следственных связей агентной модели системы, которая позволяет проводить ее количественные исследования и прогнозирование.

Пример такой причинно-следственной диаграммы изменения доли ЭКБ ОП в РЭА приведен на рис. 1, где отображается комплекс взаимосвязей субъектов управления. Диаграмма разработана на основе более чем десятилетнего опыта работы в области процессов планирования, сопровождения разработки и применения ЭКБ в РЭА.

Диаграмма содержит две петли обратной связи: А – петля влияния ЭКБ ИП; В – петля влияния ЭКБ ОП. Доля ЭКБ ОП в РЭА определяется конкуренцией свойств и характеристик изделий. Следует отметить, что на результат выбора вида применяемой ЭКБ влияет мотивация разработчика, экономиста, снабженца и руководства предприятия, разрабатывающего и изготавливающего РЭА. Далее этот вопрос будет рассмотрен более подробно.

На приведенной диаграмме демонстрируются отраслевые процессы, однако приведенный механизм применим и к отдельным кооперационным цепочкам поставок.

<sup>1</sup> ФГУП «МНИИРИП», начальник Управления, alekseev@mniirip.ru.

<sup>2</sup> ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России, главный научный сотрудник, bokov@mniirip.ru.

С учетом того, что доля ЭКБ ОП в мировом объеме продаж электроники составляет доли процента, ресурсные возможности петли А по улучшению свойств и характеристик ЭКБ на два порядка превышают ресурсные возможности петли В. Таким образом, процесс снижения импортозависимости отечественной РЭА от ЭКБ ИП является типичным процессом рыночной конкуренции.

По мнению американских специалистов, мировой рынок полупроводников никогда не был абсолютно свободным рынком: он основан на науке, которая исторически была в значительной степени обусловлена правительством и научными кругами; его сегменты ограничены различными способами в силу необходимости национальной безопасности и обороны; и он часто находится в центре внимания национальной промышленной политики. Рыночные силы играют центральную роль. Но не обоснованы любые утверждения со стороны американских политиков о том, что только существующие рыночные силы приведут к оптимальным результатам, особенно когда они сталкиваются с существующей промышленной политикой в других странах [2].

Для анализа путей применения господдержки в части снижения импортозависимости РЭА от ЭКБ ИП рассмотрим более подробно механизмы влияния свойств и характеристик ЭКБ на их применяемость в РЭА.

Анализ причин низкой применяемости ЭКБ ОП в РЭА, проведенный при участии авторов в 2018 году, а также результаты многочисленных совещаний и мероприятий по данному вопросу с участием изготовителей РЭА показали, что важным аспектом является позиция лиц, принимающих решения (далее – ЛПР). При этом следует выделить три основные группы ЛПР, мотивация поведения которых зависит от различных свойств и характеристик ЭКБ:

- разработчики (конструкторы) РЭА;
- снабженцы и экономисты;
- руководство предприятия, изготавливающего РЭА.

Например, в [3] отмечается обоснованность применения принципов системной динамики к моделированию сложных социально-экономических систем: «Социальные науки стремятся понять не только то, каким образом складывается поведение индивидов, но также и то, как взаимодействие между многими индивидами приводит к возникновению значительных последствий. Для понимания политической или экономической системы требуется больше, чем

простое понимание [поведения] индивидов в данной системе. Необходимо понимать, как индивиды взаимодействуют друг с другом и каким образом вследствие этого результат становится больше, чем сумма частей...».

Причинно-следственная диаграмма такого подхода с указанием конкретных свойств и характеристик ЭКБ, влияющих на мотивацию ЛПР, приведена на рис. 2. Приведенные на рис. 2 свойства и характеристики ЭКБ разделяются на три группы, в соответствии с тремя видами ЛПР.

Функциональные параметры, стойкость к ВВФ и надежность (ресурс) являются непосредственными свойствами ЭКБ и задаются в ТЗ на ОКР, а далее устанавливаются в технических условиях (ТУ) на изделие. Следует отметить, что разработка отечественной ЭКБ в рамках мероприятий по импортозамещению осуществляется по методологии создания не полных, а функциональных аналогов. Это обусловлено необходимостью унификации разрабатываемых изделий из-за большой номенклатуры применяемой ЭКБ ИП и ограниченными ресурсами на разработку отечественной ЭКБ. Указанный подход требует доработки РЭА и проведения дополнительных испытаний, что снижает мотивацию разработчика по замене ЭКБ ИП на ЭКБ ОП.

Стойкость к ВВФ и надежность разработанной ЭКБ, как правило, даже выше, чем у зарубежных аналогов, так как отечественные разработки имеют категорию «ВП», а применяемая в РЭА ЭКБ ИП в лучшем случае имеет индустриальное исполнение.

Информационная поддержка включает наличие и доступность справочной информации о характеристиках ЭКБ и правилах ее применения, типовые схемы включения и т. д.

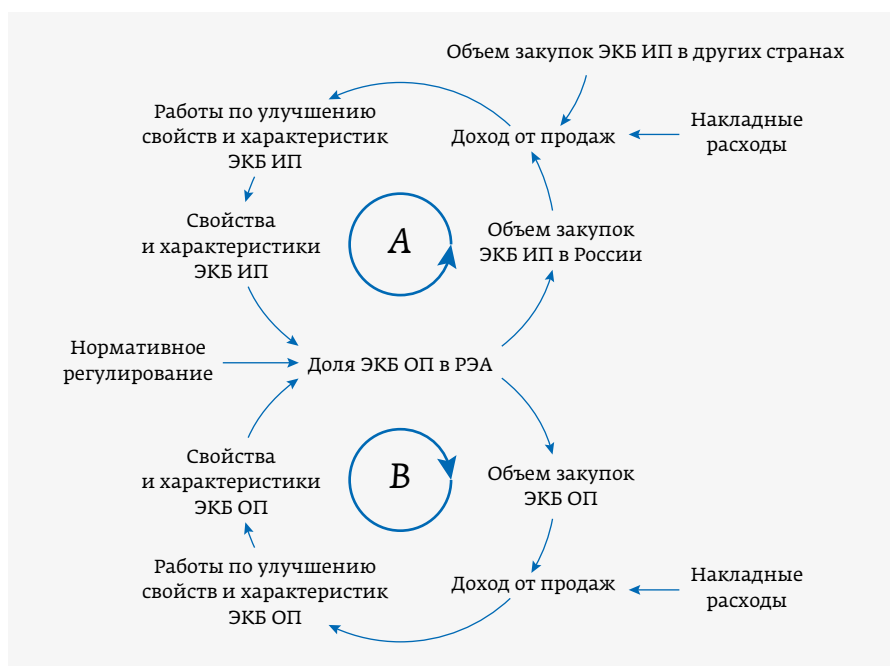


Рис. 1. Причинно-следственная диаграмма изменения доли ЭКБ ОП в РЭА



Рис. 2. Причинно-следственная диаграмма с учетом мотивации применения ЭКБ ОП

При использовании микропроцессоров и ПЛИС для разработчика РЭА важно наличие у изготовителя ЭКБ отладочных плат и соответствующего программного обеспечения.

Наличие САПР по проектированию РЭА является мощным средством мотивации разработчика на применение конкретной ЭКБ. Проблема отсутствия полнофункциональных отечественных САПР приводит к тому, что на этапе обучения будущие разработчики РЭА используют САПР зарубежного производства. При этом в процессе обучения студенты приобретают навыки проектирования РЭА с применением ЭКБ ИП и по типовым схемам, предложенным зарубежными производителями. Это создает мотивационный барьер для перехода к проектированию РЭА на основе отечественной ЭКБ.

Непосредственно с этим связан вопрос наличия математических моделей ЭКБ для САПР (3D, SPICE, HDL, IBIS и др.). Библиотеки элементов зарубежных САПР содержат только модели ЭКБ ИП. При проектировании РЭА на основе ЭКБ ОП с использованием зарубежной САПР встает проблема отсутствия в библиотеке математических моделей ЭКБ ОП. В этом случае разработчик РЭА должен самостоятельно создавать такие модели и вносить их в библиотеку. Для создания моделей требуется большой объем информации, чем в ТУ. Это также создает барьер для применения ЭКБ ОП.

Наличие положительного опыта замены ЭКБ ИП на ЭКБ ОП у коллег из других организаций также является существенным мотивом разработчика РЭА для перехода на ЭКБ ОП.

Цена, сроки и условия поставки ЭКБ важны для экономистов и снабженцев предприятия, разрабатывающего

РЭА. Эти свойства ЭКБ определяются технологическими и бизнес-процессами предприятия-изготовителя. Очевидно, что эти свойства ЭКБ не являются определяющими для разработчика (конструктора) РЭА. Под свойством «сервис» на рис. 2 понимается возможность получения оперативной информации о складских запасах, возможность онлайн-заказа, рекламационная работа и другие виды послепродажных услуг.

Следующий блок не относится к конкретному типу ЭКБ, а определяет нормативно-правовое поле применения ЭКБ в РЭА. В частности, сюда относятся Постановления Правительства РФ № 719 и № 878, комплекс государственных стандартов «Мороз», РЭК 05.001-2015, РЭК 05.002-2015 и др. Эти документы определяют порядок применения ЭКБ и проблемы, возникающие при его выполнении, в первую очередь относятся к сфере ответственности административного аппарата предприятия. Под свойством «КРП» (Key Performance Indicators – ключевые показатели эффективности) понимаются нормативные акты холдингов и корпораций, устанавливающие зависимость материального вознаграждения топ-менеджеров компаний от уровня применения в РЭА ЭКБ ОП. Указанный подход реализован в некоторых госструктурах.

Приведенная на рис. 2 диаграмма позволяет определить основных участников процесса импортозамещения ЭКБ ИП в РЭА, их взаимосвязи и пути госрегулирования указанного процесса.

Первой группой участников процесса импортозамещения являются:

- разработчики и производители РЭА;

Таблица 1. Механизмы реализации госрегулирования процессов импортозамещения

Объект регулирования	Механизм регулирования
Функциональные параметры, стойкость к ВВФ, надежность (ресурс)	Постановка и финансирование ОКР по разработке ЭКБ. Налоговые льготы на проведение ОКР за счет собственных средств
Информационная поддержка	Разработка информационно-справочных систем. Включение в ТЗ на ОКР требований по созданию отладочных плат и ПО
Матмодели ЭКБ для САПР	Финансирование мероприятий по созданию матмоделей ЭКБ. Включение в ГОСТы и нормативно-техническую документацию (НТД) требований по созданию матмоделей ЭКБ
Отечественная САПР РЭА	Финансирование работ по созданию отечественной САПР. Нормативный запрет применения зарубежных САПР
Цена ЭКБ	Налоговые льготы производителям ЭКБ. Административное регулирование цен на ЭКБ. Таможенные пошлины на ЭКБ ИП. Сертификация ЭКБ ИП
Сроки поставки	Увеличение технологических мощностей. Разработка информационно-логистических систем
Условия поставки	Снижение процентов по кредитам разработчикам ЭКБ
Сервисы	Разработка информационно-логистических систем
Нормативное регулирование	Преференции ЭКБ ОП при госзакупках. Усложнение процедур ввоза в Россию ЭКБ ИП. Запрет (или ограничение) применения ЭКБ ИП в РЭА. Требования по информационной безопасности для ЭКБ

- разработчики и производители ЭКБ ОП;
- разработчики и производители ЭКБ ИП.

Второй группой участников являются:

- федеральные органы исполнительной власти (ФОИВ), в зону ответственности которых входят участники из первой группы;
- холдинги и корпорации, в подчинении которых находятся участники из первой группы.

Разработчики и производители ЭКБ ИП не входят в зону ответственности ФОИВ и не подчиняются российским интегрированным структурам. Это – основные конкуренты.

Третья группа решает дополнительные вопросы. К ней относятся:

- видовые НИИ;
- системы сертификации;
- испытательные центры и лаборатории;
- образовательные учреждения.

Госрегулирование процессов импортозамещения реализуется через ФОИВы и госструктуры. Возможные механизмы реализации госрегулирования приведены в табл. 1.

Таким образом, процессы импортозамещения ЭКБ в РЭА характеризуются:

- жесткой конкуренцией с зарубежными производителями ЭКБ;
- наличием большого количества участников, отличающихся по правам, обязанностям и целям;

- наличием сложных взаимосвязей между участниками процессов;
- широким спектром инструментов госрегулирования;
- финансовыми и правовыми ограничениями мероприятий госрегулирования.

В связи с этим необходимо рассматривать импортозамещение как процесс функционирования сложной системы с учетом всех участников, их взаимосвязей, возможностей и ограничений механизмов госрегулирования.

Приведенный анализ причинно-следственных связей в процессах импортозамещения ЭКБ в РЭА позволяет перейти к следующему этапу применения механизма системной динамики – созданию агентной модели.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Каталевский Д. Ю.** Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС. 2015. 496 с., ил.
2. Отчет Совета консультантов по науке и технике по вопросам обеспечения долгосрочного лидерства в полупроводниках Президенту США. 2017.
3. **Tesfatsion L., Judd K. L.** Handbook of Computational Economics. Vol. 2: Agent-Based Computational Economics. Handbooks in Economics Series. – Amsterdam: North-Holland, 2006.