

Научная статья
УДК 621.3

Планирование разработки электронной компонентной базы для сложных технических систем: проблемы и возможные пути их решения

Алексей Сергеевич Афанасьев, Дмитрий Валентинович Матюхин,
Сергей Сергеевич Милосердов

Аннотация. В статье приводится краткий ретроспективный анализ практики планирования создания изделий электронной компонентной базы для сложных технических систем, используемой в Советском Союзе, проблем, характерных для современного периода, и предложения по возможным путям их решения. Приводятся достоинства и недостатки одновременно применяемых двух методических подходов к планированию разработки электронной компонентной базы: комплексно-целевого планирования и планирования на основе разработки и реализации аппаратурно-ориентированных программ. Акцентируется внимание на недостаточный учет общих принципов планирования, таких как: принципы непрерывности и гибкости, координации и интеграции, экономичности и реальности, а также участия в планировании максимального числа ответственных должностных лиц. Показан возможно достигаемый положительный эффект от практического применения комбинированного метода планирования.

Ключевые слова: электронная компонентная база; сложные технические системы; методы планирования; направления технологического развития; научное и техническое сопровождение; радиоэлектроника; высокотехнологичная продукция; комплексно-целевое планирование; аппаратурно-ориентированное планирование; программы развития; программы разработки; оборонно-промышленный комплекс; опытно-конструкторские работы; научно-исследовательские работы; импортозамещение

Для цитирования: Афанасьев А.С., Матюхин Д.В., Милосердов С.С. Планирование разработки электронной компонентной базы для сложных технических систем: проблемы и возможные пути их решения // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 45-51.

Original article

Planning of Electronic Component Base Development for Complex Technical Systems: Problems and Possible Ways of Solution

Aleksei S. Afanasev, Dmitrii V. Matiukhin, Sergei S. Miloserdov

Abstract. The article presents a brief retrospective analysis of the practices used in the Soviet Union for planning the development of electronic component products for complex technical systems, examines problems characteristic of the contemporary period, and proposes possible ways of addressing them. It outlines the advantages and disadvantages of two methodological approaches to planning the development of electronic components that are currently applied simultaneously: comprehensive target-oriented planning and planning based on the development and implementation of hardware-oriented programs. Particular attention is paid to the insufficient consideration of general planning principles, including continuity and flexibility, coordination and integration, cost-effectiveness and feasibility, as well as the participation of the maximum possible number of responsible officials in the planning process. The potential positive effect achievable through the practical application of a combined planning method is demonstrated.

Keywords: electronic component base; complex technical systems; methods of planning; directions of technological development; scientific and technical support; radio electronics; hi-tech production; complex-target planning; hardware-focused planning; development programs; design programs; defensive-industrial complex; development works; research works; import substitution

For citation: Afanasev A.S., Matiukhin D.V., Miloserdov S.S. Planning of Electronic Component Base Development for Complex Technical Systems: Problems and Possible Ways of Solution. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 45-51. (In Russ.).

Создание и развитие сложных технических систем (СТС) тесно переплетено с достижениями в области развития радиоэлектроники, уровня развития технологий электронной и радиоэлектронной промышленности [1]. Возможности применения и характеристики таких систем, надежность и стойкость к внешним воздействующим факторам, напрямую зависят от технических и эксплуатационных характеристик составляющих их основу высокотехнологичной электронной компонентной базы (ЭКБ, изделия), разработка и производство

которой осуществляется на технологических и производственных мощностях общепромышленного применения.

В советское время была создана и достаточно успешно функционировала межведомственная система управления развитием и применением ЭКБ, что позволяло обеспечивать оптимизацию используемой номенклатуры изделий, их унификацию и тем самым значительную экономию бюджетных ассигнований, выделяемых на эти цели. При этом немаловажная роль отводилась работам по обеспечению мероприятий научного и технического сопровождения создания таких изделий [2, с.11-12; 3].

В Советском Союзе одновременно применялось два методических подхода к планированию разработки ЭКБ: комплексно-целевое планирование и планирование на основе разработки и реализации аппаратно-ориентированных программ (далее – аппаратно-ориентированное планирование).

Целью комплексно-целевого планирования развития ЭКБ являлась разработка и крупносерийное производство типоразмерных рядов изделий, создание необходимых для этого технологий, материалов, методов и средств измерений и испытаний. Планирование и реализацию комплексно-целевых программ (КЦП) развития ЭКБ осуществляло министерство электронной промышленности. Как правило, разработка конкретных изделий проводилась отраслевыми научно-исследовательскими организациями (НИО) с последующим освоением производства на серийных заводах. При этом доля продукции изделий оборонного назначения (включая военного) зачастую не превышала 20% от общего объема производства таких изделий.

Основными принципами программно-целевого планирования развития ЭКБ являлись [4, с.499]: планирование от потребностей к задачам; сквозное планирование на весь жизненный цикл СТС и «насквозь» – от задач до ресурсов; планирование на основе критерия «эффект-затраты»; «скольжение» программ во времени.

Целью аппаратно-ориентированного планирования развития ЭКБ являлась разработка изделий ЭКБ для конкретной аппаратуры, либо специальной техники (далее – образца СТС) на основе существующей технологической и производственной базы. Планирование и реализацию аппаратно-ориентированных программ (АОП) осуществляли министерство промышленности средств связи, министерство радиотехнической промышленности, министерство судостроительной промышленности и министерство авиационной промышленности. Производство изделий малыми сериями осуществлялась на заводах перечисленных министерств, а разработка – отдельными (особыми) конструкторскими бюро (заводах) при них. Все изготовленные изделия ЭКБ направлялись в производство образцов СТС.

Кроме этого, в ходе как комплексно-целевого, так и аппаратно-ориентированного планирования осуществлялась оценка основных направлений развития (ОНР) изделий электронной техники нового поколения, позволяющая на перспективу учитывать:

- приоритетность выбора базовых технологий создания изделий нового поколения, уровень их разработки и внедрения;
- эффективность базовых технологий создания изделий нового поколения;
- важность использования изделий нового поколения в перспективных образцах СТС и их ранжирование.

Оценивание проводилось по интегральному критерию эффективности на основе базовых принципов квалиметрии (декомпозиции, приоритетности, эталонности, неравнозначности, нормирования, многообразия, объективности, системности, агрегации и др.), т.е. эффективность любой системы при оценке рассматривалась как некоторая заранее определенная иерархическая совокупность свойств, представляющих интерес с точки зрения её целевого применения. К основным этапам оценивания относились:

определение наиболее важных групп оцениваемых параметров для решения сложной технической задачи;

установление в каждой группе минимально необходимого набора параметров, описывающих целевую направленность применения изделий ЭКБ;

нахождение коэффициентов весомости отдельных параметров в каждой из групп и группы параметров в целом.

В результате выполнения мероприятий по созданию ЭКБ в рамках КЦП и АОП разработчику образцов СТС была доступна полная номенклатура изделий. Иллюстрация реализации КЦП и АОП приведена на рисунке 1.

С 2011 года ЭКБ для СТС разрабатывается в рамках реализации подпрограммы государственной программы «Развитие оборонно-промышленного комплекса» (далее – ГП ОПК) по заказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, являющегося преемником Министерства электронной промышленности Советского Союза в лице Департамента радиоэлектронной промышленности (ДРЭП).

Планирование развития ЭКБ для СТС было продолжено ДРЭП на основе идентичных методов и подходов, используемых в этой области ранее Минобороны России с отличительной особенностью, заключающейся в том, что планированию и реализации подлежали только опытно-конструкторские работы (ОКР). Постановка научно-исследовательских работ, в рамках которых должны были предварительно исследоваться возможности создания перспективных изделий, осуществляться поиск путей создания изделий нового поколения ДРЭП не предполагалась. Порядок планирования таких работ представлен на рисунке 2.

В соответствии с установленным порядком процесс планирования предусматривает подготовку и направление обращений уполномоченной организацией Минпромторга России в адрес генеральных конструкторов образцов СТС с предложением представить требования к параметрам изделий ЭКБ, которые будут востребованы при разработке и производстве конкретных образцов СТС в виде тематических карточек и справок обоснований. Поступившие предложения обобщаются, ранжируются по степени важности разработки и включаются в Перечень планируемых к постановке ОКР по разработке ЭКБ на очередной год и плановый период со справками-обоснованиями и представляются на согласование в Минобороны России. После успешного их согласования в Минобороны России такие работы включаются для реализации в ГП ОПК.

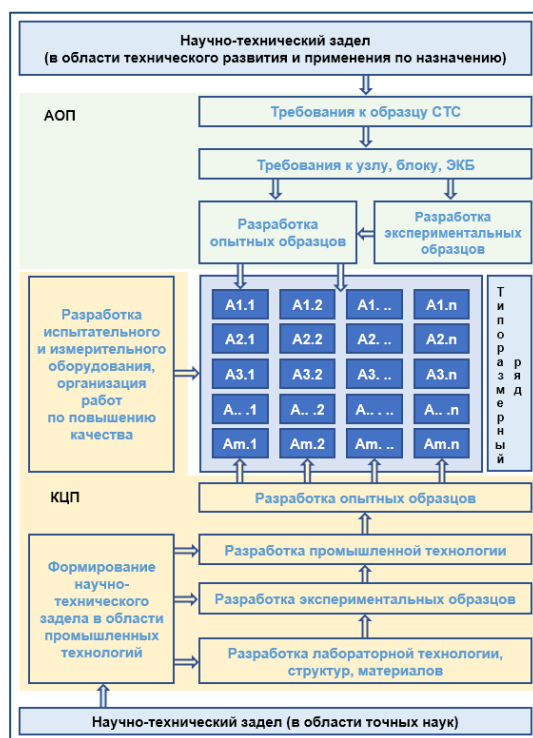


Рисунок 1 – Последовательность планирования мероприятий КЦП и АОП по разработке и производству ЭКБ для образцов СТС

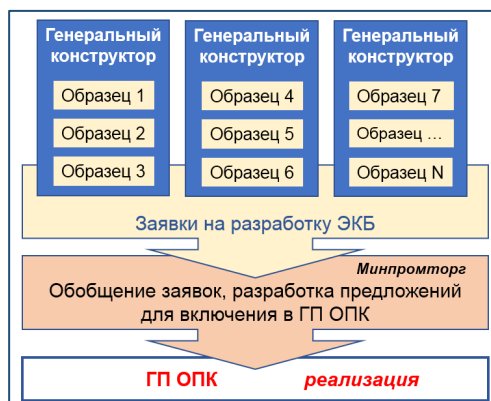


Рисунок 2 – Последовательность планирования мероприятий ГП ОПК по разработке и производству ЭКБ для образцов СТС

Анализ практики согласования Минобороны России программно-плановых документов, подготовку которых в последние 15 лет осуществлял Минпромторг России, показал, что не все требования Минобороны России к ЭКБ, предлагаемой к разработке, учитываются в технических заданиях на ОКР по разработке ЭКБ, а также имеются случаи срыва сроков выполнения таких работ и приемки ОКР по фактически достигнутым результатам. Поэтому в Минобороны России в настоящее время прорабатываются вопросы планирования создания ЭКБ в рамках АОП, при котором предполагается, что требования Минобороны России к создаваемым изделиям ЭКБ обязательно будут учтены и реализованы в полном объеме, а сроки выполнения ОКР по разработке ЭКБ соблюдены.

В процессе проработки указанных вопросов целесообразно учесть результаты мероприятий по созданию импортозамещающей ЭКБ, планирование которых осуществлялось ДРЭП методом аппаратурно-ориентированного планирования, начатых в 2015 году, рассчитанных на 3 года, но не завершенных до настоящего времени в полном объеме. Так, по состоянию на конец 2024 года около 20% мероприятий не было завершено, в отношении не более 25% от общего количества разработанных изделий было начато промышленное производство.

Вместе с тем метод аппаратурно-ориентированного планирования предполагает учитывать реализацию мероприятий по разработке импортозамещающей ЭКБ, начатых в 2015 году, рассчитанных на 3 года и до сих пор незавершенных (около 20% от всех выполняемых работ). Отметим, что только 20-25% разработанной импортозамещающей продукции поступили в производство.

Во многом такие результаты объясняются недостаточным учетом общих принципов планирования, к которым относятся принципы непрерывности и гибкости планирования, координации и интеграции планирования, экономичности и реальности планирования, участия в планировании максимального числа должностных лиц [3; 5].

Принцип непрерывности планирования предполагает планирование не как единичный акт, а как постоянно повторяющийся процесс. Данный принцип требует, чтобы все планы разрабатывались с учетом перспективы, то есть того, что они послужат основой составления планов в будущем, а очередные планы будут базироваться на предшествующих, учитывать результаты их выполнения. Указанный принцип предусматривает увязку краткосрочных (годовых, месячных) планов с планами долгосрочными (перспективными), иначе: на основе долгосрочных планов разрабатываются краткосрочные, обеспечивающие выполнение их на перспективу в складывающихся условиях. Непрерывность планирования, с одной стороны, обеспечивает, а с другой – обеспечивается гибкостью планирования. Поскольку предусмотреть и учесть все возможные изменения обстановки (ситуации) в будущем как исходных данных для планирования практически невозможно, то и невозможно

составить идеальный план, причем не только краткосрочный, но и в первую очередь долгосрочный.

Принцип гибкости планирования предусматривает возможность внесения корректив в ранее принятые решения и планы их реализации или их пересмотра в любой момент времени в соответствии с изменяющимися обстоятельствами. Для обеспечения гибкости в планы должны закладываться резервы ресурсов, дающие при необходимости возможность маневра, но лишь в определенных пределах.

Единство и взаимосвязанность отдельных мероприятий по разработке ЭКБ требует соблюдения в планировании таких принципов, как координация и интеграция. *Координация планирования* осуществляется в большей степени «по горизонтали», то есть между планами разработки ЭКБ в интересах комплектования конкретных СТС, а *интеграция планирования* – преимущественно «по вертикали», то есть между задействованными технологическими ресурсами отечественной промышленности и мероприятиями по созданию новых изделий, структур, материалов, технологий, новых средств измерений и испытаний. Следует понимать, что возможность осуществления координации и интеграции обеспечивается в определенной степени гибкостью планирования.

Принцип экономичности планирования имеет двоякий смысл. С одной стороны, экономичность планирования предусматривает экономичность использования ресурсов, затрачиваемых на достижение поставленных целей, а с другой – экономию затрат на разработку плана, что предполагает их минимизацию в сравнении с экономическим эффектом, получаемым при выполнении разработанных планов.

Любой разрабатываемый план имеет смысл только тогда, когда он выполнен, то есть когда не только определены цели мероприятий по разработке ЭКБ, а также принято решение по их реализации, но и имеются в наличии необходимые для его осуществления ресурсы. Отсюда возникающий немаловажный принцип – *принцип реальности планирования*.

Принцип участия максимального числа должностных лиц, осуществляющих деятельность по направлениям разработки и применения ЭКБ, в работе над планом уже на самых ранних этапах его составления заключается в том, что участники работы над планом быстрее и охотнее выполняют те задачи, которые сами себе поставили или в обсуждении которых они принимали непосредственное участие, поскольку они им ближе и понятнее, чем «навязанные сверху». При этом не следует забывать, что определение числа привлекаемых для выработки обоснованных решений должностных лиц может быть ограничено требованиями режима секретности, ограничениями по времени и некоторыми другими.

Повышение эффективности планирования развития ЭКБ для СТС возможно при учете рассмотренных принципов в процессе реализации комбинированного метода, в основу которого положены методы комплексно-целевого и аппаратно-ориентированного планирования, отражающего сложившуюся систему управления развитием ЭКБ для СТС.

Структурная схема комбинированного метода планирования приведена на рисунке 3.

Выполнение мероприятий по развитию ЭКБ для СТС целесообразно возложить на Минобороны России как на основной заинтересованный в поддержании требуемого уровня готовности образцов СТС федеральный орган исполнительной власти. При этом планирование развития ЭКБ для СТС будет осуществляться аппаратно-ориентированным методом с учетом номенклатуры применяемых в образцах СТС изделий иностранного производства (блок I рисунка 3).

Минпромторгом России организуется оценка реализуемости технических требований к ЭКБ (блок II рисунка 3), разработанных Минобороны России на основе АОП, по результатам которой принимается решение о создании новых технологий, материалов и веществ, требуемых средств испытаний и измерений (блок III рисунка 3), которое отражается в соответствующих программных документах (блок VI рисунка 3). Технические требования к ЭКБ, которые в настоящее время не могут быть реализованы Минпромторгом России, прорабатываются и представляются в виде спланированных мероприятий по созданию страховых

запасов, включающие как изделия иностранного производства (блок IV рисунка 3), так и отечественные изделия народно-хозяйственного назначения (блок V рисунка 3).

Разработанные в ходе реализации ГП ОПК (блоки VII, VIII рисунка 3) изделия ЭКБ допускаются Минобороны России к применению в образцах СТС, а сведения о проводимых Минпромторгом России мероприятиях по созданию новых технологий, материалов и веществ, требуемых средств испытаний и измерений, используются при осуществлении нового цикла планирования (блок IX рисунка 3).



Рисунок 3 – Схема комбинированного метода планирования мероприятий по разработке и производству ЭКБ для СТС

Практическое применение комбинированного метода планирования позволит обеспечить:

сбалансированность интересов сторон, осуществляющих разработку и применение ЭКБ при производстве СТС;

системность проводимых мероприятий, обеспечивая тем самым взаимосвязь мероприятий по производству и применению ЭКБ в конкретных образцах СТС и их реализацию с наименьшими затратами;

реализацию комплексного подхода, предусматривающего проработку вопросов применения разрабатываемой ЭКБ на стадии разработки опытных образцов СТС и их модернизации, обеспечения требуемых технологических запасов ЭКБ иностранного производства, планирования мероприятий по созданию новых материалов и технологий производства;

применение разрабатываемой ЭКБ в перспективных СТС за счет учета требований Минобороны к их техническим характеристикам;

учет изменений, вносимых в государственные программы по созданию СТС при планировании мероприятий по разработке соответствующей ЭКБ;

разработку, производство и применение оптимальной (достаточной) номенклатуры ЭКБ для СТС;

приоритетность в разработке наиболее востребованной ЭКБ (разрабатывается требуемая ЭКБ, а не привычная (устаревающая) продукция оборонной промышленности); значительную экономию финансовых ресурсов при создании перспективных СТС за счет своевременной разработки ЭКБ на основе выработанных унифицированных к ней требований, полученных при выполнении аппаратурно-ориентированных программ и реализованных в рамках мероприятий ГП ОПК;

значительное повышение эффективности мероприятий по созданию ЭКБ для СТС в обеспечение обороны страны и безопасности государства.

Список источников

1. Фролова С.В., Хилькевич Ю.С. Анализ современного состояния и основные тенденции развития отрасли радиоэлектронной промышленности в России // ЭФО: Экономика. Финансы. Общество. 2024. №2(10). С. 14-24.
2. Контроллинг в управлении качеством и надежностью специальной электроники и электротехники. Теоретические основы обеспечения качества и надежности: монография / Под общ. ред. С.И. Бокова. Ярославль: Канцлер, 2024. 265 с.
3. Боднарук Л.Н., Матюхин Д.В., Милосердов С.С. Основы совершенствования системы управления развитием электронной компонентной базой // Радиоэлектронная отрасль: проблемы и их решения. 2024. №2(14). С. 12-14.
4. Системно-концептуальные основы методологии военно-научных исследований и решения прикладных военно-технических проблем: монография в 3 кн. Кн.1 / Под ред. Б.А. Демидова. Тверь: ОПВЭиФ, 2014. 676 с.
5. Киселева Е.А. Перспективы развития радиоэлектронной промышленности // Главный инженер. Управление промышленным производством. 2018. №1-2. С. 15-19.

Информация об авторах

А.С. Афанасьев – кандидат технических наук, доцент.
Д.В. Матюхин – кандидат технических наук, доцент.
С.С. Милосердов – кандидат технических наук.