

## **Оптимизация затрат на инновации в специальной радиоэлектронной технике, используемой силовыми ведомствами**

*Кандидат технических наук Д.М. Бывших, кандидат технических наук В.А. Годуйко, кандидат технических наук Ю.И. Маевский, С.В. Суворцев*

Предлагается методический подход к количественному обоснованию состава НИОКР межведомственной комплексной целевой программы (КЦП) создания новых образцов специальной радиоэлектронной техники, основанный на положениях теории полезности и использовании методов математического программирования. Особенностью задачи является учет количества решаемых создаваемым образцом задач, возможностей использования образца разными ведомствами и возможностей различных ведомств по финансированию программ развития спецтехники. Предложенный подход позволяет решить задачу оптимизации затрат на инновации при формировании межведомственных КЦП путем количественного сравнения ожидаемых эффектов и прогнозируемых требуемых затрат на реализацию различных альтернативных вариантов КЦП, а также снизить общие затраты на НИОКР путем исключения дублирования и параллелизма в исследованиях и разработках.

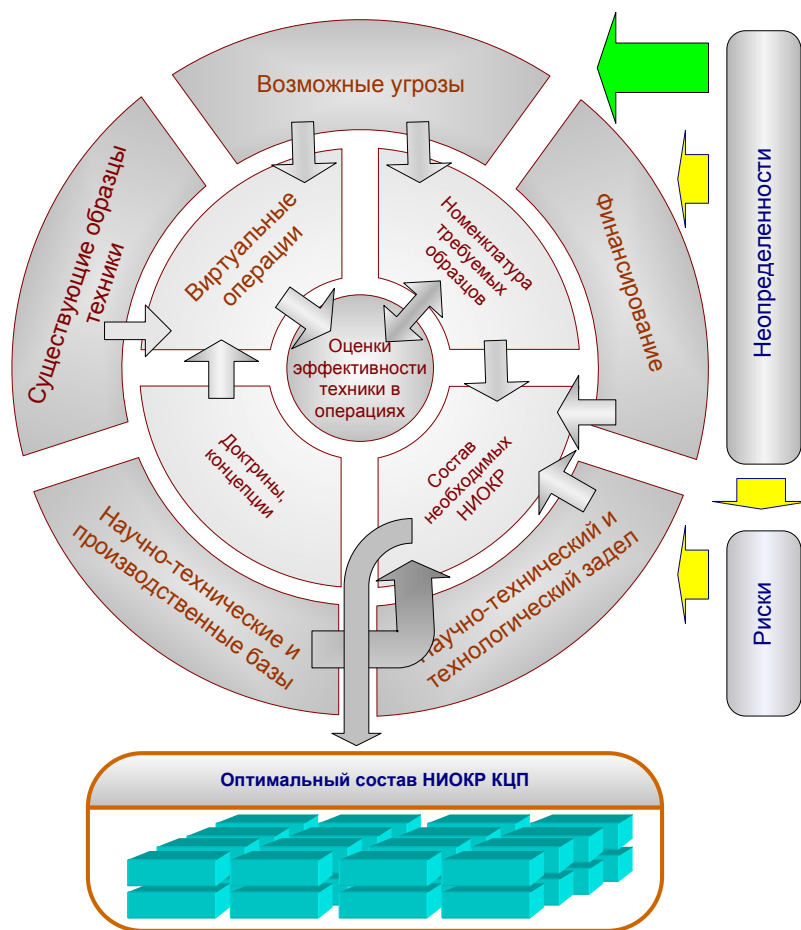
В мировой современной практике вопросы повышения безопасности государства и его структур базируются, прежде всего, на предотвращении возможных угроз этой безопасности, для чего необходимо строительство соответствующих силовых ведомств, оснащенных высокоэффективной специализированной радиоэлектронной техникой (СРТ). Как показывает мировая практика ведения силовых операций, для достижения эффективности в конфликтных ситуациях такая техника необходимо должна основываться на революционных технологиях и современных научно-технических достижениях. Поэтому задача инноваций [1] в обеспечение силовых ведомств СРТ всегда являлась проблемной и приоритетной, т.е. занимающей центральное место в государственной политике развитых государств.

В последнее время много говорят о переходе отечественной экономики на инновационный путь, но в условиях РФ проблемы усугубляются, во-первых, существенным недофинансированием НИОКР и рисками при прогнозировании выделяемых бюджетных ассигнований, во-вторых, объективно существующей неопределенностью угроз, и как следствие, широким спектром потенциальных задач, которые должны решать образцы СРТ. В этом аспекте трудно оценить отрицательные последствия неадекватной научно-технической и технологической политики, но в любом случае, финансирование инвестиционных проектов в условиях риска и неопре-

делённости требует научно-обоснованного подхода к принятию решений, применения соответствующих методов и инструментов инвестиционного проектирования.

Основополагающим принципом развития сложных систем, таких как СРТ, является принцип программного планирования [2], внедренный в СССР в 60-х годах, и культивируемый в последнее время в РФ посредством разработки и реализации комплексных целевых программ (КЦП) [3]. Основным содержанием этого принципа являются: определение основной цели (целей) развития, детальная разработка комплекса целереализующих мероприятий и оптимизация бюджетных расходов на эти мероприятия. Так, например, разработка межведомственной КЦП [4] позволит, во-первых, обеспечить РФ эффективной техникой для решения первоочередных (краткосрочных) задач по предотвращению возникающих угроз, во-вторых, по различным оценкам, сохранить до 15 % выделяемых на достижение этих целей бюджетных средств за счет формирования рационального типажа образцов техники СРТ и унификации их подсистем.

Формирование межведомственных КЦП – достаточно сложный процесс (рисунок 1), и в данной статье процессы генерации поля НИОКР, предлагаемых к постановке, вопросы экспертизы, анализа реализуемости, учета неопределенностей, рисков и возможного экспортного потенциала не рассматриваются. В любом случае качество программы как совокупности входящих в нее НИОКР основывается на оценке приращения эффективности (обеспечения требуемых уровней эффективности) силовых действий, рассчитываемое на базе моделей операций с применением образцов техники, создание которых является целью КЦП. Т.е. полагается, что проведение в рамках КЦП НИОКР позволит в будущем создать определенный набор новых образцов СРТ, которые в совокупности с существующими образцами, будут решать оперативные задачи с некоторой эффективностью, и, говоря о варианте КЦП, подразумевается соответствующий определенный вариант состава образцов СРТ, применяемый в операциях. Обычно такой состав называют комплектом СРТ.



**Рисунок 1 – Упрощенная схема обоснования КЦП**

Применение СРТ в интересах различных ведомств, а, следовательно, многообразие решаемых ею задач, обусловленное разнородностью операций, определяет разнородность показателей и критериев оценки боевой эффективности этой техники, и не позволяет в принципе создать единую модель функционирования [5] для сопоставления вариантов КЦП по одному критерию. Формализация задачи обоснования КЦП в виде задачи векторной оптимизации [4] и ее решение позволяет исключить заведомо нерациональные с точки зрения расходования ресурсов составы НИОКР КЦП, но дает целый набор вариантов КЦП, выбор из которых окончательного остается прерогативой ЛПР.

Широко используемый в современной военной науке критерий военно-экономической целесообразности (ВЭЦ) совершенно определенно позволяет принимать решение о предпочтительности нового образца СРТ по отношению к существующему, или наоборот. Однако оценки по критерию ВЭЦ проводятся, как правило, для какой-либо одной (в лучшем случае – для группы) модели ведения операций

и потому утверждают предпочтительность (не предпочтительность) образца лишь для данной операции или группе операций. Поскольку образцы оцениваются по ВЭЦ на разных моделях, то сопоставление образцов и соответствующих НИОКР по показателю ВЭЦ между собой в рамках КЦП не является правомерным.

В качестве единого критерия можно было бы использовать также известный максимум возможного предотвращенного ущерба с применением образцов СРТ, создаваемых в КЦП, поскольку предотвращенный ущерб, выраженный в денежном выражении, позволил бы воспользоваться единым критерием для всех видов операций. Однако для одних образцов применение в операциях является ежедневной реальностью, в то время как существование других представляет собой, в основном, фактор сдерживания. Преодолеть эти трудности представляется возможным применением положений теории полезности [6].

В соответствии с теорией полезности сопоставление вариантов планируемой к созданию системы при наличии неопределенностей необходимо проводить с учетом вероятностей достижения результата и важности этого результата.

Таким образом, рассматривая возможный предотвращенный ущерб как важность варианта КЦП, а вероятность ведения операций, в которых будут задействованы образцы, реализуемые вариантом состава НИОКР КЦП – как вероятность достижения результата, оценим полезность варианта состава как:

$$\pi_i = p_i \sum_j n_j \cdot Y_{ij} - Z_i, \quad (1)$$

где  $i$  – индекс, относящийся к варианту КЦП (и соответствующему варианту комплекта);

$j$  – к типу операции;

$\pi_i$  – полезность;

$p_i$  – вероятность проведения операций;

$n_j$  – предполагаемое количество операций;

$Y_{ij}$  – предотвращенный ущерб;

$Z_i$  – затраты на реализацию комплекта.

Отметим, что затраты на реализацию  $i$ -го варианта комплекта включают все

предстоящие затраты, необходимые для предотвращения ущерба при проведении операции, а именно как затраты для внедрения новых образцов СРТ, так и содержания используемых в операции стоящих на вооружении образцов:

$$Z_i = C_{исп_i}^{нов} + C_{сер_i}^{нов} + C_{экспл_i}^{нов} + C_{сер_i}^{сущ} + C_{экспл_i}^{сущ} + C_{утил_i}^{сущ}, \quad (2)$$

где  $C_{исп_i}^{нов}$  – затраты на испытания новой техники;

$C_{сер_i}^{нов}$  – затраты на ее серийное производство;

$C_{экспл_i}^{нов}$  – затраты на эксплуатацию;

$C_{сер_i}^{сущ}$  – затраты (при необходимости) на серийное производство состоящих на вооружении образцов техники;

$C_{экспл_i}^{сущ}$  – затраты на эксплуатацию этих образцов;

$C_{утил_i}^{сущ}$  – затраты на утилизацию образцов, на смену которым создаются новые.

Затраты на реализацию состава НИОКР не учитываются, поскольку все выделяемые ассигнования на КЦП реализуются, и являются одним из ограничений оптимизационной задачи обоснования КЦП:

$$\pi (H_i(A)) \max, \quad (3)$$

$$H_i \in H_{исх} \quad (4)$$

$$A \leq A_{выд}, \quad (5)$$

$$T [H_i(A)] \leq T_{пл}, \quad (6)$$

где  $\pi$  – полезность варианта состава НИОКР, определяемая в соответствии с (1);

$H_i$  – множество работ (НИОКР), включаемых в КЦП или  $i$ -ый вариант КЦП;

$H_{исх}$  – полное исходное поле работ, предлагаемых к постановке;

$A, A_{выд}$  – ассигнования на НИОКР варианта КЦП и общие выделяемые на КЦП соответственно.

Ограничение (6) обеспечивает исполнение необходимых технологических цепочек между НИР и ОКР, а также выполнение НИОКР в установленные для реализации программы сроки,  $T$  – время, необходимое на реализацию варианта КЦП и  $T_{nl}$  – время, выделяемое на реализацию КЦП. Отметим, что в задаче (3)-(6) не представлены ограничения по составу НИОКР КЦП, которые не могут быть произвольными в силу определенных оперативно-тактических требований к комплексу техники для решения всех требуемых задач в операциях (рисунок 2). Эти допустимые составы ранее определены на моделях операций и рассматриваются как исходные данные, так же как и значения предотвращенного ущерба.



Рисунок 2 – Выбор оптимального состава НИОКР КЦП СРТ с учетом полезности

Задача (3)-(6) является задачей нелинейного целочисленного программирования. Методы решения таких задач широко рассмотрены в литературе [7], поэтому в статье возможные техники решения не рассматриваются. Для реализации вычислительных процессов на ПЭВМ использовался метод сведения таких задач к задаче

билинейного программирования. Автоматизация решения задачи позволила: интегрировать знания многих специалистов, что обеспечивает принятие решений по инновациям на профессиональном уровне; реализовывать в КЦП стратегические замыслы ЛПР с минимальными затратами; оперативно оценивать варианты проектов КЦП.

Предложенный подход позволяет решить задачу оптимизации затрат на инновации при формировании межведомственных КЦП путем количественного сравнения различных вариантов КЦП. При этом, во-первых, наиболее полно учитываются требования заказчиков по развитию техники СРТ различных видов, во-вторых, наиболее целесообразно используются выделяемые ограниченные ресурсы для динамического развития этой техники.

#### **Список использованных источников:**

1. Дагаев А.А. Фактор НТП в современной рыночной экономике. М.: Наука, 1994.
2. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Введение в программно-целевое планирование и управление. Сов. Радио. 1976
3. А.Московский. Государственная программа вооружения доработана с учетом новых геополитических реалий (Москва. 18 июня. ИНТЕРФАКС-АВН).
4. Годуйко В.А., Бывших Д.М., Суровцев С.В. Методический подход к обоснованию межведомственной комплексной целевой программы развития радиоэлектронной техники. Системные проблемы надежности, качества, информационных и электронных технологий (Инноватика-2005) Материалы X Международной конференции и Российской научной школы .Часть 5. М.: «Радио и связь», 2005.
5. Военный бюджет государства. Методы обоснования и анализа / Под ред. Г.С. Олейника, М.: Военное издательство, 2000.
6. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. -М.: Радио и связь, 1991.
7. Грешилов А.А. Как принять наилучшее решение в реальных условиях. – М.: Радио и связь, 1991.