

Р.С.Аносов, кандидат технических наук
 Д.М.Бывших, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
 А.М.Жуков

Экономико-математические модели оценки эффекта применения образцов техники радиоэлектронной борьбы

Рассмотрены вопросы военно-экономического анализа целесообразности применения образцов техники радиоэлектронной борьбы. Показана необходимость совершенствования методологии оценки экономического эффекта при создании и применении образцов радиоэлектронной борьбы. С этой целью предложены модели расчета военно-экономической эффективности, которые учитывают не только затраты на выполнение задач радиоэлектронной борьбы, но и интенсивность применения этой техники в различных типовых боевых эпизодах.

В современных условиях ресурсных ограничений на развитие вооружения и военной техники (ВВТ) многократно повышается цена ошибок при формировании перспективных планов создания новых образцов ВВТ. Это характерно и для техники радиоэлектронной борьбы (РЭБ), роль которой в современных боевых действиях постоянно возрастает [1]. Однако существующие традиционные модели оценки военно-экономической целесообразности (ВЭЦ) создания и применения образцов разрабатывались в условиях, когда вероятность применения техники РЭБ в реальных боевых действиях была крайне низка, и не учитывали различной степени угроз локальных, региональных и глобальных конфликтов с активным ведением РЭБ, существующих в настоящее время. Кроме того, для современной техники РЭБ наметилась тенденция создания многофункциональных образцов, способных решать различные задачи РЭБ в боевых эпизодах различного вида, что не учитывают существующие модели. Таким образом, существующие модели не позволяют адекватно учесть особенности и возможности реального применения образцов техники РЭБ в боевых действиях различного вида. Сказанное обуславливает актуальность совершенствования методологии военно-экономического анализа в части разработки моделей

оценки военно-экономической эффективности применения техники РЭБ, что и является целью работы.

Традиционно эффективность техники РЭБ оценивают на основе снижения потерь основного (ВВТ) при ведении РЭБ на основе показателя относительного снижения потерь за счет ведения РЭБ:

$$p = \frac{\Pi - \Pi^{РЭБ}}{\Pi} \cdot 100\% = \frac{(\eta - \eta^{РЭБ})C}{\eta C} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где: p – показатель относительного снижения потерь;

Π – потери ВВТ в операциях (боевых действиях) в случае, если РЭБ не ведется;

$\Pi^{РЭБ}$ – потери ВВТ при ведении РЭБ;

$\eta, \eta^{РЭБ}$ – коэффициенты потерь ВВТ в боевых действиях без применения техники РЭБ и с ее применением соответственно;

C – стоимость ВВТ.

Поэтому представляется логичным оценивать целесообразность применения и создания техники РЭБ путем сопоставления величины снижения потерь за счет РЭБ и затрат на обеспечение такого снижения [2].

Для стоящей на вооружении техники РЭБ эффект или выигрыш представляет собой разность между потерями ВВТ без применения РЭБ и потерями при ведении РЭБ:

$$W_c = \eta C - \eta^{РЭБ} (C + C^{РЭБ}) - Z^{нб}, \quad (2)$$

где: $C^{PЭБ}$ – стоимость техники РЭБ;
 $Z^{нб}$ – затраты на поддержание техники РЭБ в боеспособном состоянии, остальные обозначения те же, что и в (1).

При малой стоимости техники РЭБ относительно стоимости основного ВВТ группировки потерями техники РЭБ можно пренебречь, тогда выражение (2) упрощается:

$$W_c = C(\eta - \eta^{PЭБ}) - Z^{нб}. \quad (3)$$

Критерием целесообразности применения техники РЭБ является положительное значение выигрыша W_c .

По аналогии с (1) для создаваемой (новой) техники РЭБ можно записать:

$$W_n = \eta C - \eta_n^{PЭБ} (C + C_n^{PЭБ}) - Z_n^{нб}, \quad (4)$$

где: W_n – ожидаемый выигрыш при применении создаваемой техники РЭБ;

$\eta_n^{PЭБ}$ – коэффициент потерь при применении создаваемой техники РЭБ;

$C_n^{PЭБ}$ – ожидаемая стоимость (серийного производства) создаваемой техники РЭБ;

$Z_n^{нб}$ – затраты на создание и поддержание техники РЭБ в боеспособном состоянии.

Отметим, что содержание $Z_n^{нб}$ отлично от $Z^{нб}$, поскольку включает затраты на создание новой техники:

$$Z_n^{нб} = Z_{НИОКР} + Z_{сер} + Z_{экспл} + Z_{КР} + Z_{восст}, \quad (5)$$

где: $Z_{НИОКР}$ – затраты на НИОКР;

$Z_{сер}$ – затраты на серийное производство;

$Z_{экспл}$ – затраты на эксплуатацию;

$Z_{КР}$ – затраты на капитальный ремонт;

$Z_{восст}$ – затраты на восстановление техники при повреждениях в ходе эксплуатации.

Фактически $Z_n^{нб}$ представляют собой полные предстоящие затраты [3] на обеспечение боеспособного состояния техники РЭБ. Структура и величина компонент зависят от момента их оценки (стадии жизненного цикла об-

$$\begin{aligned} W^* &= W_n - W_c = \eta C - \eta_n^{PЭБ} (C + C_n^{PЭБ}) - Z_n^{нб} - [\eta C - \eta^{PЭБ} (C + C^{PЭБ}) - Z_c^{нб}] = \\ &= C(\eta^{PЭБ} - \eta_n^{PЭБ}) + \eta^{PЭБ} C^{PЭБ} - \eta_n^{PЭБ} C_n^{PЭБ} + Z_c^{нб} - Z_n^{нб}, \end{aligned} \quad (7)$$

где приняты те же обозначения что и в (1)-(4).

разца и степени ее реализации) и рассматриваемого периода, на котором оценивается выигрыш.

Например, если НИР в интересах создания образцов уже проведены, то в (5) их стоимость не учитывается. Или, если в ходе ОКР уже создан опытный образец, то величина $Z_{НИОКР}$ будет соответствовать стоимости этапов государственных испытаний и корректировке рабочей конструкторской документации. Если из ста планируемых к поставке в войска образцов сорок уже произведены, то при применении группировки (комплекта) средств РЭБ учитывается стоимость только шестидесяти. В качестве временного интервала целесообразно принять весь период эксплуатации образца, однако это связано с большими трудностями, обусловленными отсутствием достоверной информации об эффективности техники РЭБ в перспективе. Поэтому на практике ограничиваются программным периодом.

Необходимо отметить, что выражение (4) верно в том случае, когда в войсках нет техники РЭБ, которая решала бы те же задачи, что и создаваемая.

При замене существующей техники РЭБ на новую необходимо учитывать эффект от высвобождения бюджетных средств, выделяемых на содержание заменяемой техники $Z_c^{нб}$.

Критерий целесообразности замены в этом случае можно представить в виде:

$$W_n > W_c, \quad (6)$$

т.е. создание новой техники РЭБ будет целесообразно лишь в случае, если выигрыш от ее применения будет превосходить выигрыш при применении существующей.

Обозначив через W^* выигрыш от применения новой техники, поставляемой на смену существующей, запишем:

При использовании выражения (7) необходимо учитывать, что, во-первых, боевая эффективность образца техники РЭБ неодинакова в различных боевых эпизодах, во-вторых, модели для оценки эффективности РЭБ разработаны для типовых боевых эпизодов (ТБЭ), в-третьих, количество ТБЭ при ведении боевых действий может быть разным. Поэтому необходимо учитывать все возможные составляющие потерь в ходе боевых действий, например:

$$P^{PЭБ} = \sum_{i=1}^l n_i C_i^{+PЭБ} \eta_i^{PЭБ}, \quad (8)$$

где: $P^{PЭБ}$ – потери при применении техники РЭБ;

i – индекс, относящийся к виду ТБЭ;

l – количество видов ТБЭ;

n_i – число ТБЭ i -го вида, в котором предполагается использовать технику РЭБ в ходе боевых действий;

$C_i^{+PЭБ}$ – стоимость ВВТ в i -м ТБЭ, включая стоимость техники РЭБ, является суммой C_i и $C_i^{PЭБ}$;

$\eta_i^{PЭБ}$ – коэффициент потерь при применении техники РЭБ в i -ом ТБЭ.

$$W^* = \sum_{i \in I} n_i \rho_i (\eta_i^{PЭБ} C_i^{+PЭБ} - \eta_{ni}^{PЭБ} C_{ni}^{+PЭБ}) + \sum_{j \in J} m_j \rho_j (\eta_j C_j - \eta_{nj}^{PЭБ} C_{nj}^{+PЭБ}) + Z_c^{nб} - Z_n^{nб}, \quad (11)$$

где: $\eta_{nj}^{PЭБ}$ – коэффициент потерь при применении новой техники РЭБ в j -ом ТБЭ, в котором ранее техника РЭБ не применялась;

$C_{nj}^{+PЭБ}$ – стоимость ВВТ, в том числе новой техники РЭБ в j -м ТБЭ;

I, J – непересекающиеся множества видов ТБЭ, I – множество видов ТБЭ, в которых применяется как существующая, так и новая техника, J – множество видов ТБЭ, в которых применяется только новая техника;

n_i, m_j – число i -х ТБЭ множества I и j -х ТБЭ множества J соответственно.

Второй член выражения (11) обусловлен тем, что новая техника РЭБ, как правило, обладает более широкими функциональными

В предлагаемых моделях (1)-(6) присутствуют как реальные (дискретные) затраты на технику РЭБ $Z_c^{nб}, Z_n^{nб}$, так и ситуационные $\eta C, \eta^{PЭБ} C, \eta_n^{PЭБ} C, \eta^{PЭБ} C^{PЭБ}, \eta_n^{PЭБ} C_n^{PЭБ}$, реализация которых носит вероятностный характер. Другими словами, вероятность применения техники РЭБ и получения выигрыша от ее применения определяется вероятностью реализации рассматриваемых ТБЭ. Это необходимо учитывать, например, как:

$$P^{PЭБ} = \sum_{i=1}^l n_i \rho_i C_i^{+PЭБ} \eta_i^{PЭБ}, \quad (9)$$

где ρ_i – вероятность применения техники РЭБ в ТБЭ i -го вида в рассматриваемом периоде, остальные обозначения те же, что и в (8).

С учетом (9) выигрыш от применения техники РЭБ:

$$W_c = \sum_{i=1}^l n_i \rho_i (\eta_i C_i - C_i^{+PЭБ} \eta_i^{PЭБ}) - Z_c^{nб}. \quad (10)$$

Аналогичный (10) вид имеет выражение для новой техники, с учетом того, что $Z_n^{nб}$ имеет смысл полных предстоящих затрат, включая затраты на восстановление поврежденных в ходе боевых действий изделий.

С учетом (10) выигрыш от замены техники РЭБ на новую запишем как:

возможностями и может применяться в большем числе видов ТБЭ.

Известно, что эффективность любого мероприятия, в том числе применения и создания техники РЭБ, традиционно оценивают как отношение величины эффекта к величине затрат на его реализацию, тогда:

$$\mathcal{E}^c = \frac{W_c}{Z_c^{nб}}, \quad \mathcal{E}^n = \frac{W_n}{Z_n^{nб}}, \quad \mathcal{E}^M = \frac{W^*}{Z_n^{nб}}, \quad (12)$$

где $\mathcal{E}^c, \mathcal{E}^n, \mathcal{E}^M$ – эффективность применения (создания) техники РЭБ: стоящей на вооружении, новой техники РЭБ, и модернизируемой техники РЭБ, идущей на замену существующей соответственно.

Подставляя в (12) значения $W_c, Z_c^{nm}, W_n, Z_n^{nm}, W^*$ и анализируя полученные выраже-

ния, можем отметить, что показатели \mathcal{E}^c , \mathcal{E}^n , \mathcal{E}_3^m пропорциональны эффективности техники РЭБ, стоимости объекта защиты и обратно пропорциональны затратам на технику РЭБ, что полностью соответствует основным требованиям к показателю ВЭЦ, сформированным в основополагающих работах [3]. Отличительной особенностью является учет предлагаемым показателем вероятностей реализации ТБЭ и видов ТБЭ, в которых применяется техника РЭБ.

Таким образом, показатели (12) могут быть использованы как информационная основа для сопоставления образцов техники РЭБ разных видов и применяемых в различных видах ТБЭ при военно-экономическом анализе. Тем не менее, применение их требует учета целей и условий применения, так как эти показатели в ряде случаев не могут быть единственным средством обоснования перспектив развития средств РЭБ. В качестве примера можно считать обоснование Основных направлений развития и Государственной программы вооружения (ГПВ) в части техники РЭБ.

По мнению авторов, это объясняется следующим:

1. К боевой эффективности техники РЭБ предъявляются определенные требования. Поэтому даже при высоких значениях показателей \mathcal{E}^c , \mathcal{E}^n , \mathcal{E}_3^m создание такой техники будет нецелесообразно, если она не обеспечивает требуемый уровень боевой эффективности $\eta_n^{РЭБ}$.

2. При выборе рассматриваемого временного интервала необходимо учитывать следующее. Как правило, величины, входящие в представленные модели, являются функциями времени: эффективность техники РЭБ $\eta_n^{РЭБ}$, $\eta_n^{РЭБ}$ со временем падает, затраты на эксплуатацию растут, вероятность реализации ТБЭ зависит от военно-политической обстановки и т.п.

Было бы логично принять за рассматриваемый период весь период эксплуатации тех-

ники РЭБ. Однако для периода в долгосрочной перспективе (т.е. более десяти лет) существуют объективные трудности информационного характера при прогнозировании эффективности техники РЭБ из-за неопределенностей в номенклатуре объектов подавления.

3. Тип и число оцениваемых образцов техники РЭБ определяются номенклатурой задач РЭБ, способами применения, структурой и количеством частей и подразделений РЭБ. Поскольку формирование и финансирование, например, ГПВ осуществляется по подразделам (по видам техники РЭБ), то в ГПВ необходимо будет присутствие образцов разных типов, даже если эффективность мероприятий по созданию и применению какого-либо образца будет многократно превышать эффективность для других образцов.

4. Предложенные модели могут быть модифицированы для некоторых видов техники РЭБ. Например, особенностью автоматизированных систем управления РЭБ в аспекте оценок ВЭЦ является то, что эти средства не являются средствами самостоятельного применения, поскольку сами не осуществляют подавление РЭС противника, но повышают эффективность управляемых средств РЭБ. Аналогичное положение справедливо и для средств разведки. При оценке средств РЭБ функционального поражения необходимо учитывать разрушающий эффект и т.п.

Выводы

1. Разработанные модели более адекватно по сравнению с существующими отражают реальные ситуации, поскольку учитывают стоимость защищаемого объекта, боевую эффективность техники РЭБ, затраты на ее создание и применение. Кроме того, модели учитывают возможность многократного применения техники РЭБ и вероятности применения каждого образца.

2. Представленные экономико-математические модели могут являться полезным вспомогательным инструментом в практической деятельности специалистов по про-

граммному планированию развития техники РЭБ при проведении военно-экономического анализа целесообразности создания и применения образцов этой техники.

Список использованных источников

1. Рахманов А.А. Сетецентрические системы управления: закономерные тенденции, проблемные вопросы и пути их решения // Военная мысль. – 2011. – № 3.
2. Безручко С.И., Громыко Н.М., Холуенко Д.В. Методика оценки влияния систем управления на эффективность РЭБ. – М.: ЦВИИ, 2008. – Серия А. – Выпуск № 4 (101).
3. Луценко А.Д., Боев А.С. Система методик определения зависимостей предстоящих затрат на решение задач частями РЭБ видов и родов войск ВС РФ от затрат на развитие их комплектов техники // Экономика и вооружение. 2008. – № 3 (3).