Безручко С.И., кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Боев А.С.
Бывших Д.М., кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Модели военно-экономического анализа информационно-управляющих систем радиоэлектронной борьбы

Рассмотрены проблемные вопросы военно-экономического анализа информационно-управляющих систем радиоэлектронной борьбы. Показана необходимость совершенствования методологии оценки военно-экономической целесообразности создания таких систем. С этой целью предложены математические модели расчета показателей, которые учитывают не только потенциальные функциональные возможности таких систем, но и эффективность применения управляемых этими системами средств и комплексов радиоэлектронной борьбы.

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 особенно актуально и для информационно-управляющих систем (ИУС) радиоэлектронной борьбы (РЭБ), роль которых в современных боевых действиях постоянно возрастает [1]. Под ИУС РЭБ понимается автоматизированная система, которая как самостоятельно, так и во взаимодействии с другими системами осуществляет разведку радиоэлектронных объектов (РЭОб), вырабатывает решения по воздействию на них, реализует эти решения путем управления силами и средствами РЭБ. Для современных ИУС прослеживается устойчивая тенденция динамичного расширения функциональных возможностей, повышения технической сложности, что влечет за собой существенный рост стоимости. В этих условиях одной из ключевых задач при принятии решений о создании новой ИУС или выборе рационального варианта построения ИУС является оценка военно-экономической целесообразности (ВЭЦ). Однако существующие модели не позволяют адекватно учесть особенности применения ИУС РЭБ. Сказанное обусловливает актуальность совершенствования методологии военно-экономического анализа в части разработки моделей оценки ВЭЦ ИУС РЭБ, что и является целью работы.

В настоящее время разработаны общие подходы к оценке ВЭЦ техники РЭБ. В их основу положено сопоставление эффекта от использования этой техники с затратами на достижение этого эффекта. При этом должны соблюдаться единые правила оценки показателя ВЭЦ, заключающиеся в следующем [2]:

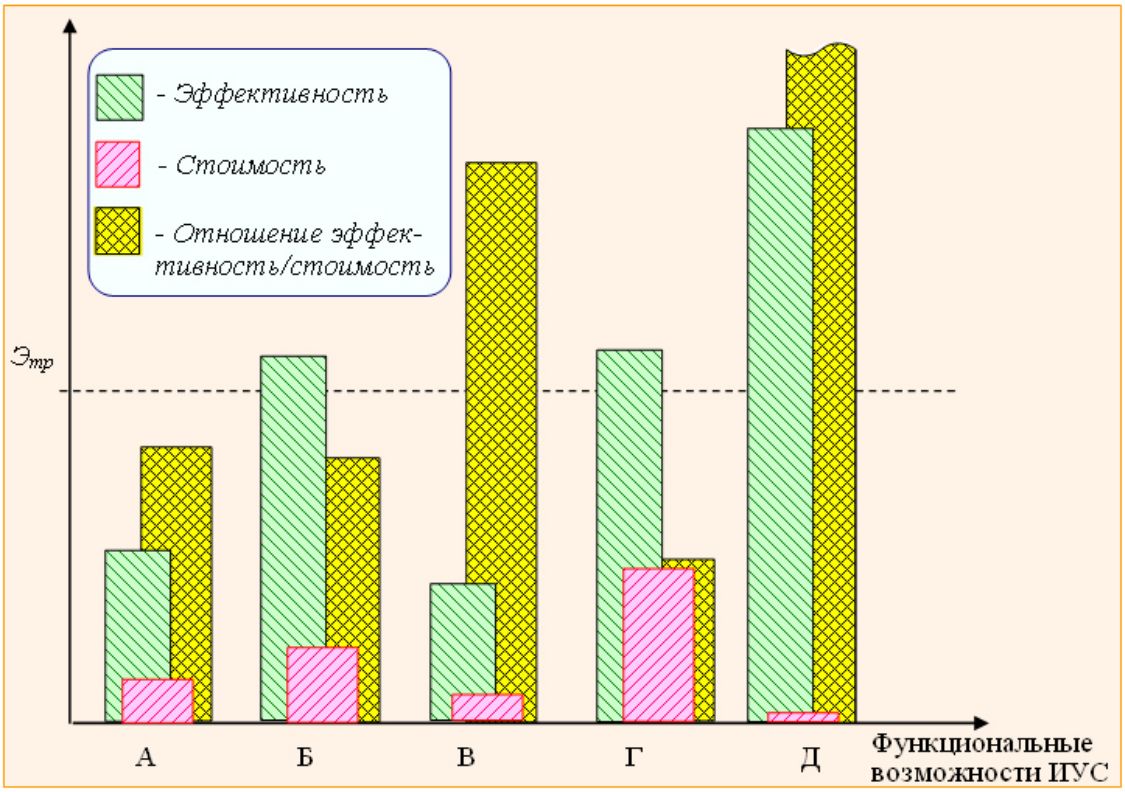
- оценка ВЭЦ проводится для фиксированных цели и эффективности решения боевой задачи в типовом боевом эпизоде (ТБЭ), бою, операции, в которых используется предлагаемая к разработке техника РЭБ;
- при оценке ВЭЦ учитываются полные предстоящие в плановый период затраты на разработку, серийное производство, эксплуатацию техники РЭБ, затраты на восполнение потерь ВВТ и техники РЭБ.

Основополагающей посылкой является тождество эффекта [2], что для сравниваемых образцов означает одинаковый уровень эффективности выполнения задач надсистемой, в которую они входят.

Модели, реализующие эти правила были реализованы для техники радиоэлектронного подавления (РЭП) радиосвязи и средств ин-

дивидуальной защиты от высокоточного оружия. Однако вопросам оценки ВЭЦ создания ИУС РЭБ до настоящего времени уделялось недостаточно внимания. Такое положение объясняется объективно существующими методическими сложностями, связанными с функциональными и техническими особенностями ИУС. В частности, существующий подход не учитывает того факта, что взаимодействие ИУС с комплектом средств РЭП и разведки обусловливает необходимость учета как эффективностей этих средств, так и затрат на их применение. Рассмотрим особенности ИУС в аспекте военно-экономического анализа более подробно.

ИУС являются элементами общей системы вооружения РЭБ и в зависимости от сложности и функционального назначения применяются для решения различных боевых задач и в различных видах боевых действий. Функционирование ИУС предполагается совместно с конкретными комплексами (средствами) РЭБ и средствами разведки, поэтому техническое исполнение ИУС во многом определяется тактико-техническими характеристиками (ТТХ) этих средств. Это обусловливает тот факт, что к ИУС предъявляются определенные требования по эффективности ($Э_{тр}$ на рисунке 1). При несоответствии эффективности существующей ИУС этим требованиям (вариант «А» на рисунке 1) принимается решение о создании новой системы (вариант «Б» на рисунке 1).



$Э_{тр}$ – требуемый уровень эффективности; «А» – существующая ИУС; «Б» – предлагаемая к созданию ИУС; «В» – вариант ИУС, предпочтительный по величине отношения эффективность/стоимость, но не удовлетворяющий требованиям по эффективности; «Г» – ИУС с высокой модернизационной пригодностью; «Д» – «идеальная» ИУС

Рисунок 1 – Эффективность и стоимость ИУС разных функциональных возможностей

Поскольку ИУС не применяются без исполнительных элементов, в данном случае комплексов и средств РЭБ, то оценить эффект от применения ИУС можно лишь на основе оценки эффективности надсистемы (системы вооружения РЭБ, в состав которой входит ИУС). Это положение отражено на рисунке 2.

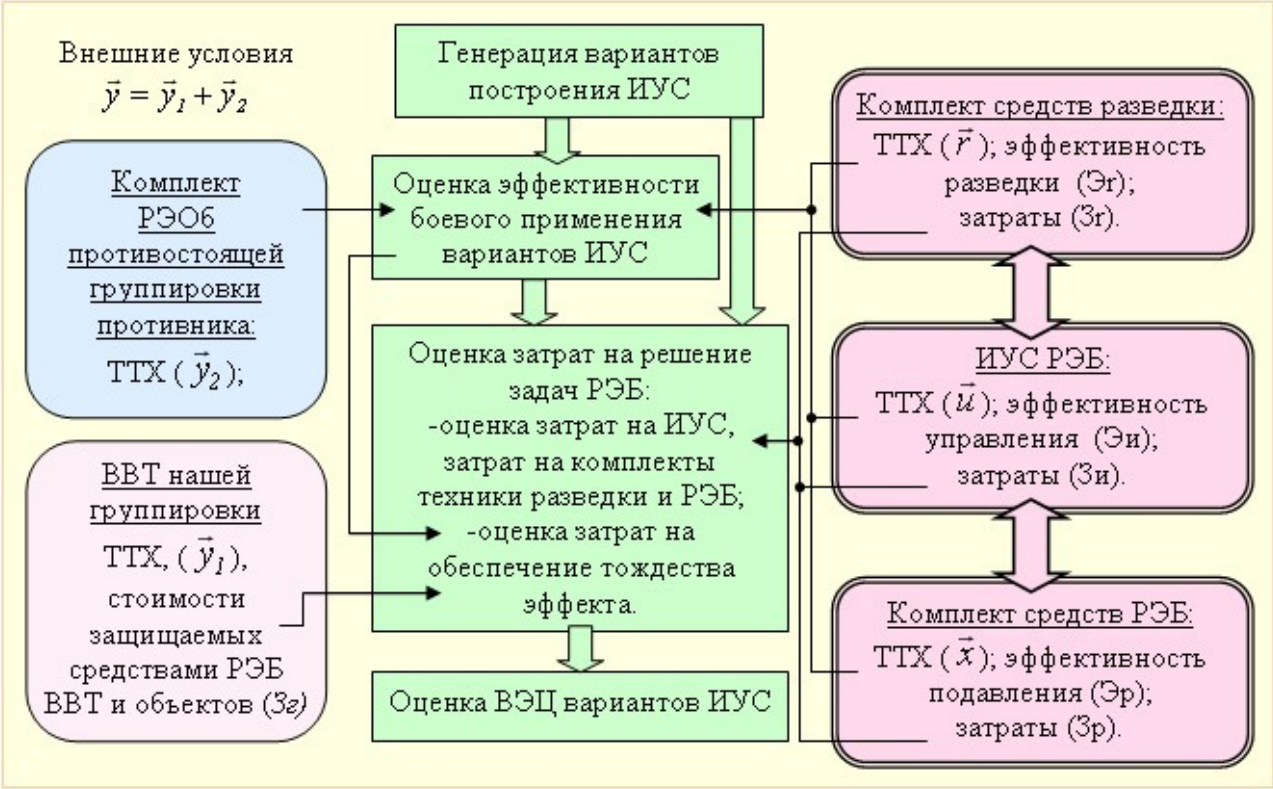


Рисунок 2 – Общая технология оценки ВЭЦ ИУС РЭБ

В общем случае, эффективность образца ВВТ, в т.ч. средства или комплекса РЭБ, является обобщенной характеристикой, объединяющей свойства образца, как технической системы, и внешних по отношению к образцу условий его боевого применения, в которых эти свойства проявляются [3]:

$$Э_o = Э_o(\vec{x}, \vec{y}), \quad (1)$$

где $Э_0$ – боевая эффективность образца техники РЭБ;

$\vec{x}$ – вектор ТТХ образца техники РЭБ;

$\vec{y}$ – вектор условий применения образца (вид ТБЭ, тип и количество РЭОб, тип и количество ВВТ нашей группировки). В этом случае величина ВЭЦ образца определяется путем сравнения предстоящих затрат на него и затрат на существующий образец с учетом необходимости обеспечения тождества эффекта. Т.е. величина ВЭЦ также зависит от стоимости защищаемого ВВТ и эффективности подавления противостоящего комплекта РЭОб.

Для ИУС выражение (1) будет выглядеть следующим образом:

$$Э_{иус} = Э_{иус}(\vec{x}_1, \vec{x}_2, \ldots, \vec{x}_i, \ldots \vec{x}_n, \vec{y}, \vec{u}_{иус}) \quad (2)$$

где $Э_{иус}$ – эффективность ИУС;

$\vec{x}_1, \vec{x}_2, \ldots, \vec{x}_i, \ldots \vec{x}_n$ – векторы ТТХ управляемых образцов техники РЭБ;

$\vec{y}$ – вектор условий применения образцов;

$\vec{u}_{иус}$ – вектор ТТХ ИУС;

n – число управляемых образцов.

Величина ВЭЦ ИУС определяется путем сравнения затрат на нее и комплекты применяемых средств разведки и РЭБ с затратами на существующую технику с учетом необходимости обеспечения тождества эффекта, т.е. зависит от стоимости защищаемого ВВТ и эффективности ИУС, а также эффективности комплектов средств разведки и средств РЭБ по подавлению РЭОб.

Отсюда следует, что ВЭЦ ИУС определяется не только и не столько собственными ТТХ, но и ТТХ комплекта образцов техники РЭБ, совместно с которым она применяется, усло-

виями применения и затратами на управляемые образцы.

Критерием оценки ВЭЦ сравниваемых вариантов состава и построения ИУС является выполнение условия [2]:

$$П_{ВЭЦ}=\frac{З_с(t)}{З_н(t)}>1\,, \qquad (3)$$

где $З_с(t), З_н(t)$ – затраты на выполнение боевой задачи в ТБЭ с требуемой (заданной) эффективностью при применении существующей ИУС и рассматриваемого варианта новой ИУС соответственно;

t – год проведения оценки ВЭЦ.

При этом $З_с(t), З_н(t)$ в соответствии с (2) включают полные предстоящие затраты на технику РЭБ системы вооружения РЭБ, включая ИУС, причем $З_с(t)$ кроме того, включают еще и затраты на выравнивание эффекта [2].

Методы определения полных предстоящих затрат обоснованы в ряде работ [2, 4] и практические расчеты затрат на технику РЭБ не вызывают затруднений. Отметим, что по нормативам допустимая ошибка прогноза стоимости перспективного образца техники РЭБ может составлять 60% при среднесрочном прогнозе и 90% при прогнозе на дальнюю перспективу. Поскольку для расчетов ВЭЦ ИУС необходимо прогнозирование затрат не только на ИУС, но и на все сопряженные с ИУС образцы, то вследствие накопления ошибки неточность результата оценки ВЭЦ может быть недопустимо высокой.

Необходимо отметить, что традиционный подход, при котором ВЭЦ определяется через отношение эффективности и стоимости, неприемлем в данном случае, поскольку предпочтение может получить образец, управляющий меньшим числом средств РЭБ (менее, чем средств в комплекте), но значительно более дешевый (на рисунке 1 – вариант «В»). Тогда предпочтение получит ИУС, не обеспечивающая требуемый уровень эффективности Этр. Таким образом, особенности применения ИУС требуют выравнивания эффекта (под эффектом понимается относительное снижение потерь группировки войск, которое достигается за счет применения новой ИУС).

Так, если новая ИУС не обладает какими-либо новыми качествами, то обеспечить тождество эффекта можно увеличением количества образцов. Например, если число разведуемых РЭС за единицу времени новой ИУС выше, то выравнивание эффекта проводят увеличением числа стоящих на вооружении средств разведки. В случае, когда новое средство обеспечивает разведку РЭОб в диапазоне, который накрывают несколько литеров существующих средств, выравнивание эффекта достигается за счет увеличения числа средств разведки, работающих в различных частотных диапазонах.

Однако наиболее вероятна ситуация, когда новая ИУС обладает новым качеством, которым старые средства не могут обладать ни в отдельности, ни в совокупности (например, более высоким быстродействием, меньшим временем решения задачи целераспределения). В этом случае, в соответствии с [2], эффективность выравнивается за счет введения в состав системы дополнительно средств (комплексов) РЭБ и (или), если необходимо, средств огневого поражения.

ИУС может применяться в различных ТБЭ совместно с различными комплектами. Естественно, что эффективность и затраты на решение задач РЭБ будут различны. В идеале оценка ВЭЦ должна проводиться для всех типовых эпизодов, в которых предполагается использование ИУС и для всех возможных комплектов. При выполнении критерия (2) для всех эпизодов и комплектов целесообразность создания и использования ИУС не вызывает сомнений. В другом случае необходимо использование какого-либо «интегрального» показателя, например, использующего усреднение взвешенных единичных показателей ВЭЦ.

$$П^{*}_{ВЭЦ}=\frac{1}{I}\frac{1}{J}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\beta_{ij}П_{ВЭЦ_{ij}}\,, \qquad (4)$$

где $П^{*}_{ВЭЦ}$ – «интегральный» показатель ВЭЦ;

$П_{ВЭЦ_{i,j}}$ – показатель ВЭЦ для *i*-го ТБЭ и *j*-го комплекта;

β_{ij} – «весовой» коэффициент комплекта и ТБЭ;

I, J – число рассматриваемых ТБЭ и комплектов соответственно.

Коэффициенты β_{ij} могут быть оценены через коэффициент масштаба комплекта и ТБЭ, который определяется отношением боевых потенциалов комплектов в группировках и длительности ТБЭ и операции (боевых действий):

$$\beta_{ij} = \frac{П_{тбэ\ ij}}{П_{гр}} \frac{t_{тбэ\ i}}{T_o}, \quad (5)$$

где $П_{тбэ\ ij}$, $П_{гр}$ – боевой потенциал средств *j*-го комплекта в *i*-м ТБЭ и в группировке соответственно;

$t_{тбэi}$, T_o – длительность *i*-го ТБЭ и всей операции (боевых действий) соответственно.

Поскольку применение ИУС возможно совместно с различными комплектами, важным вопросом является: что лучше в аспекте ВЭЦ, создание одной универсальной, но дорогой ИУС, или нескольких специализированных ИУС для различных комплектов техники РЭБ? Как представляется, целесообразность создания «универсальной» ИУС *U* может быть рассчитана как:

$$U = \frac{N_u \sum_i З_i}{N_\Sigma З_u}, \quad (6)$$

где N_u, N_Σ – число управляемых средств «универсальной» ИУС и общее число средств, управляемых специализированными ИУС, соответственно;

$З_i$, $З_u$ – затраты на *i*-ю специализированную ИУС и «универсальную» ИУС соответственно.

При этом предполагается, что набор специализированных и «универсальная» ИУС управляют средствами РЭБ одинаково эффективно. Критерием предпочтительности «универсальной» ИУС является превышение *U* единицы.

Техническое исполнение ИУС для одного и того же комплекта может быть функционально и технически «избыточным» (или, наоборот, «недостаточным») по отношению к реальному комплекту техники РЭБ. Имеется в виду следующее. Например, ИУС способна управлять комплексами, которых нет в комплекте (функциональная избыточность), или количество типов данных, передаваемых ИУС, превосходит количество типов данных, принимаемых исполнительными средствами РЭБ. Такое положение может быть характерно для ИУС с высокой модернизационной пригодностью [5], заложенной при разработке. При этом стоимость ИУС с избыточностью выше, чем стоимость ИУС, не обладающей избыточностью (на рисунке 1 – вариант «Г»). При равных показателях эффективности, которые определяются одним и тем же комплектом техники РЭБ, показатель ВЭЦ ИУС с избыточностью будет ниже. Хотя, как показано в работе [5], создание ИУС с модернизационной пригодностью, обеспечивающей возможность ее использования в перспективе с планируемыми к разработке комплексами, должно быть более выгодным, чем создание затем еще одной ИУС. Для оценки ВЭЦ создания ИУС с высокой модернизационной пригодностью, обеспечивающей возможность ее использования в перспективе с планируемыми к разработке комплексами, необходимо расширение временного интервала, на котором оценивается ВЭЦ (рисунок 3).

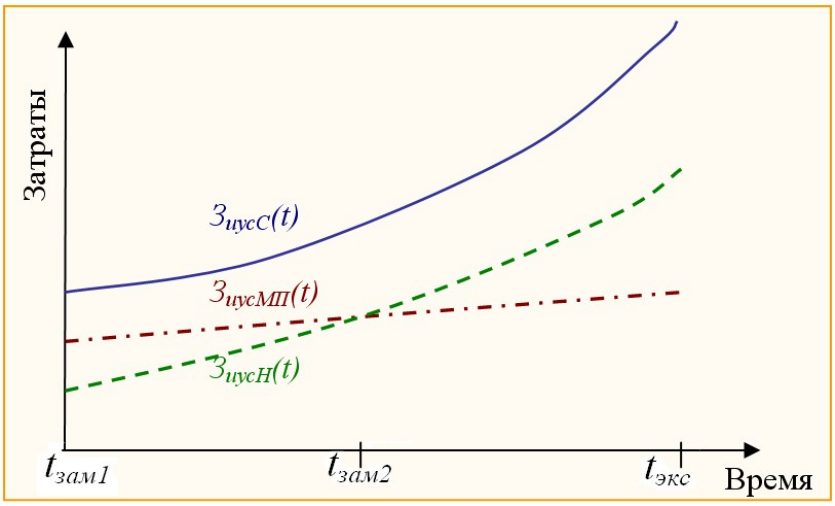
При создании ИУС с высокой модернизационной пригодностью последующая замена комплекта техники РЭБ ($t_{зам2}$) не требует проведения новой полномасштабной ОКР, освоения серийного производства и собственно производства, поскольку требуемые ТТХ ИУС могут быть обеспечены модернизацией в ходе работ по текущему и капитальному ремонту. Показатель ВЭЦ должен учитывать неоднократную замену управляемого комплекта на протяжении от первой замены ИУС (момент $t_{зам1}$) до окончания эксплуатации (момент $t_{экс}$):

$$П^{мп}_{ВЭЦ} = \frac{\int_{t_{зам1}}^{t_{экс}} З_{иус\ с}(t)dt}{\int_{t_{зам1}}^{t_{экс}} З_{иус\ мп}(t)dt}, \quad (7)$$

где $П^{мп}_{ВЭЦ}$ – показатель ВЭЦ создания ИУС с высокой модернизационной пригодностью;

$З_{иус\ с}(t)$ – затраты на решение задач РЭБ существующей ИУС;

$З_{иус\ мп}(t)$ – затраты на решение задач РЭБ с применением ИУС с высокой модернизационной пригодностью.



— – используется существующая ИУС; – - – затраты в случае замены на новую ИУС;

· – – затраты с использованием новой ИУС с высокой модернизационной пригодностью.

Рисунок 3 – Вид зависимостей затрат на решение задач РЭБ от времени с применением различных ИУС

Критерием предпочтительности создания ИУС с высокой модернизационной пригодностью относительно «обычной» новой ИУС будет являться выполнение условия:

$$\frac{\int_{t_{зам1}}^{t_{экс}} З_{иус\ с}(t)dt}{\int_{t_{зам1}}^{t_{экс}} З_{иус\ мп}(t)dt} > \frac{\int_{t_{зам1}}^{t_{экс}} З_{иус\ с}(t)dt}{\int_{t_{зам1}}^{t_{экс}} З_{иус\ н}(t)dt}, \quad (8)$$

где $З_{иус\ н}(t)$ – затраты на решение задач РЭБ с использованием новой ИУС, остальные обозначения те же, что и в (7).

Отметим, что в выражениях (7), (8) затраты считаются в момент времени t в отличие от (3), где используются полные предстоящие затраты. Для практических расчетов можно использовать следующее выражение:

$$П^{мп}_{ВЭЦ} = \frac{\sum_{t=1}^{T} З^{t}_{иус\ с}}{\sum_{t=1}^{T} З^{t}_{иус\ мп}}, \quad (9)$$

где $З^{t}_{иус\ с}$, $З^{t}_{иус\ мп}$ – затраты на решение задач РЭБ при использовании существующей ИУС и ИУС с высокой модернизационной пригодностью соответственно;

t – год рассматриваемого периода;

T – рассматриваемый период (количество лет).

Серьезные трудности при практических расчетах возникают, когда необходимо проводить оценки на базе долгосрочных прогнозов эффективности и стоимости. Эти трудности обусловлены объективными неопределенностями в данных по РЭОб и экономической ситуации. Поэтому представляется целе-

сообразным в дополнение к рассмотренным выше показателям использование такого, который позволял бы оперативно оценивать собственно ИУС на основе ее ТТХ.

В некоторых работах [3, 6] сравнительный военно-экономический анализ ИУС проводят на основе сопоставления их вариантов построения с некоторой гипотетической «идеальной» системой (на рисунке 1 – вариант «Д»). Для техники РЭБ в качестве «идеальной» также может рассматриваться ИУС, в которой все процессы разведки и управления (принятие решения, доведение команд управления и т.п.) происходят с абсолютной точностью, рационально (оптимально) и практически мгновенно (своевременно), управляемые комплексы РЭБ «не простаивают» из-за отсутствия управляющих команд от ИУС. Использование такого сравнения несколько упрощает оценочные экономико-математические модели. Может быть записано следующее выражение:

$$П_{ВЭУ} = \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{X^{н}_{i}}{X^{и}_{i}}\right)^{\beta_i}, \qquad (10)$$

где $П_{ВЭУ}$ – показатель военно-экономического уровня ИУС;

$X^{н}_{i}$ – значение *i*-й характеристики новой ИУС;

$X^{и}_{i}$ – значение *i*-й характеристики «идеальной» ИУС;

β_i – вес характеристики (отрицателен при предпочтительности меньшего значения характеристики, например, время реакции, стоимость);

N – число рассматриваемых характеристик ИУС.

При этом в определение идеальной ИУС добавляется условие, что полные затраты на нее ничтожно малы относительно полных затрат на управляемую подсистему [6]. Поэтому ими можно пренебречь, а полные затраты на боевую систему равны полным затратам на управляемую подсистему $З_{исп}$.

Для реальной ИУС, полные затраты на которую составляют $З_{иус}$, полные затраты на всю боевую систему равны сумме $З_{исп}$ и $З_{иус}$.

В соответствии с [6] показатель эффективности ИУС характеризует степень реализации потенциальных боевых возможностей всей системы за счет применения ИУС, которая определяется выражением:

$$E_{иус} = \frac{M_{у}}{M_{ид}}, \qquad (11)$$

где $M_{у}$ – количество боевых задач, выполняемых боевой системой при применении рассматриваемой ИУС;

$M_{ид}$ – количество боевых задач, выполняемых боевой системой при реализации потенциальных боевых возможностей всей системы с применением идеальной (эталонной) ИУС.

Для достижения таких потенциальных боевых возможностей реальной ИУС вся боевая система должна быть увеличена в соответствии с выражением (11) в $1/E_{иус}$ раз. При невозможности достижения таких возможностей прямым увеличением числа комплексов РЭБ необходимо привлечение дополнительного наряда сил, затраты на который обозначим как $З_{доп}$.

В общем случае полные затраты представляют собой сумму $З_{исп}, З_{иус}, З_{доп}$. В частном случае, когда тождество эффекта можно достичь простым увеличением состава системы РЭБ, полные затраты определяются выражением:

$$С_{н} = (З_{исп} + З_{иус}) / E_{иус}. \qquad (12)$$

Если воспользоваться показателем ВЭЦ в соответствии с выражением (3), но при этом сравнение проводить не относительно существующей ИУС, а относительно идеальной (эталонной), то получим показатель, который можно назвать показателем военно-экономической эффективности:

$$П_{ВЭЭ} = \frac{С_{ид}}{С_{н}} = \frac{З_{исп}}{З_{исп} + З_{иус} + З_{доп}}. \qquad (13)$$

Из выражения (13) следует, что значения полученного показателя увеличиваются с увеличением эффективности ИУС, т.к. при этом уменьшаются затраты на выравнивание эффекта $З_{доп}$, и с уменьшением полных предстоящих затрат на нее. Значение этого показателя достигнет значения 1, когда эффективность ИУС будет максимальной, или когда управляемая подсистема будет реализовывать свои потенциальные возможности, а полные затраты на ИУС будут ничтожно малы в сравнении с $З_{исп}$. В этом случае реальная ИУС будет приближаться к идеальной как по эффективности, так и по полным затратам. Показатель также увеличивается, стремясь к единице, при увеличении стоимости исполнительной подсистемы (увеличении числа управляемых комплексов РЭБ), поскольку увеличивается $З_{исп}$.

Для частного случая, используя выражение (11), можно записать:

$$П_{ВЭЭ}=\frac{E_{иус}\cdot З_{исп}}{З_{иус}+З_{исп}}. \qquad (14)$$

Выражение (14) представим в виде:

$$П_{ВЭЭ}=E_{иус}\left(1-\frac{З_{иус}}{З_{исп}}+З_{иус}\right). \qquad (15)$$

Физический смысл показателя (15) заключается в том, что он отражает долю полных затрат на ИУС относительно полных затрат на всю боевую систему при достижении боевой системой своих потенциальных возможностей (или для достижения цели управления). Другими словами, предлагаемый показатель отражает меру рациональности использования затраченного экономического ресурса на ИУС для достижения ею цели управления. Это дает основание рассматривать предлагаемый показатель в качестве основного показателя военно-экономической эффективности.

Одной из важнейших задач, решаемых аналитиками при обосновании перспектив развития техники РЭБ на основе оценок ВЭЦ, является выбор наиболее рационального варианта образца для создания и последующего принятия на вооружения. С учетом сказанного выше, можно утверждать, что формальный подход к оценке ВЭЦ ИУС может вести к ошибочным результатам и для получения адекватной оценки необходим комплексный анализ эффекта и затрат на реализацию ИУС. В связи с этим представляется конструктивным подход, основанный на использовании комплексного показателя, являющегося композицией частных показателей образца. Для ИУС РЭБ в качестве такого показателя может быть предложен следующий:

$$П_{общ}=w_1 П^{*}_{ВЭЦ}+w_2 U+w_3 П^{мп}_{ВЭЦ}+w_4 П_{ВЭУ}+w_5 П_{ВЭЭ}, \qquad (16)$$

где $П_{общ}$ – обобщенный показатель;

$П^{*}_{ВЭЦ}$ – показатель целесообразности применения в различных ТБЭ (4);

U – показатель, оценивающий «универсализм» ИУС (6);

$П^{мп}_{ВЭЦ}$ – показатель модернизационной пригодности ИУС (9);

$П_{ВЭУ}$ – показатель военно-экономического уровня (10);

$П_{ВЭЭ}$ – показатель сбалансированности в затратах на ИУС и стоимости исполнительной системы (12);

w_1, w_2, w_3, w_4, w_5 – веса частных показателей.

Вес показателя может быть определен одним из известных методов, например, методом оценки относительной важности Саати (методом анализа иерархий) [7]. Рассмотрим простой пример. Пусть один из предлагаемых вариантов ИУС превосходит альтернативный по показателю военно-экономического уровня (например, 0,2 и 0,12). При применении только показателя $П_{ВЭУ}$ этот вариант ИУС будет реализован. Однако если принять в расчет то, что модернизационная пригодность альтернативного варианта выше (значения показателя $П^{мп}_{ВЭЦ}$, например, 0,13 и 0,4) итоговое решение будет другим:

$$П^{2}_{общ}=w_3 П^{мп2}_{ВЭЦ}+w_4 П^{2}_{ВЭУ}=0{,}5\cdot 0{,}4+0{,}5\cdot 0{,}12=0{,}26>П^{1}_{общ}=w_3 П^{мп1}_{ВЭЦ}+w_4 П^{1}_{ВЭУ}=0{,}5\cdot 0{,}13+0{,}5\cdot 0{,}2=0{,}165$$

Вывод

Предложены модели для расчета военно-экономических показателей ИУС, учитывающие не только ТТХ и функциональные возможности ИУС при управлении комплектами техники РЭБ, но и достижимые эффективности подавления РЭОб в боевых действиях. Применение таких моделей позволит проводить комплексный военно-экономический анализ предлагаемых к созданию ИУС РЭБ.

Список использованных источников

1. Рахманов А.А. Сетецентрические системы управления: закономерные тенденции, проблемные вопросы и пути их решения // Военная мысль. – 2011. – № 3.

2. Луценко А.Д., Овчаренко Л.А., Бывших Д.М. Методический подход к оценке технико-экономической целесообразности создания и замены радиоэлектронных средств телекоммуникаций // Телекоммуникации. – 2002. – № 3.

3. Дворкин В.З., Шишкин Ю.Н. Методические основы анализа уровня технического совершенства сложных систем военного и гражданского назначения // Стратегическая стабильность. – 2002. – № 4. – С. 38.

4. 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 // Вооружение и экономика. – 2008. – № 3(3).

5. Глазунов Ю.М., Дмитриев А.В. Методы определения направлений повышения модернизационной пригодности образцов техники радиоэлектронной борьбы. / Труды Юбилейной научно-технической конференции, посвященной 35-летию образования ЦНИИРЭС, «Перспективные направления развития радиоэлектронных комплексов и систем». – М.: ЦНИИРЭС, 2006.

6. Сосюра О.В. Расчет обобщенных показателей боевых возможностей войск в операциях (боевых действиях) с учетом эффективности управления // Военная мысль. – 1997. – № 5.

7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993.