

Г.И. Головачев, доктор технических наук,
профессор
В.В. Дулепа, кандидат технических наук

Методика оценки военно-экономической эффективности создаваемых (модернизируемых) образцов бронетанкового вооружения

Разработана методика оценки военно-экономической эффективности создаваемых (модернизируемых) образцов бронетанкового вооружения, основанная на расчете стоимости выполнения боевой задачи с использованием показателя военно-технического уровня.

Настоящая методика разработана в целях совершенствования научно-методического аппарата, используемого для обоснования управленческих решений, принимаемых при обосновании перспектив развития бронетанкового вооружения.

Оценка военно-экономической эффективности (ВЭЭ) образцов бронетанкового вооружения (БТВ) проводится по критерию «эффективность-стоимость». При этом в качестве эффективной составляющей указанного критерия могут применяться:

- показатели, определяемые по результатам математического моделирования процессов боевого применения оцениваемых образцов в составе воинских формирований;
- показатели военно-технического уровня (ВТУ), определяемые на основе результатов моделирования частных процессов применения единичных образцов БТВ по назначению.

В составном критерии «эффективность-стоимость», используемом для оценки военно-экономической эффективности образцов вооружения и военной техники (ВВТ), на численное значение показателя эффективности, как правило, накладываются ограничения, а стоимостной показатель используется в качестве целевой функции. При этом если оценка проводится по результатам моделирования процессов боевого применения оцениваемого образца ВВТ, то в качестве стоимостного показателя рассматривается стоимость выполнения боевой задачи с использованием данного образца [1].

Однако проведение адекватных оценок военно-экономической эффективности образцов БТВ по результатам моделирования боевых действий вызывает в настоящее время определенные затруднения, связанные с рядом характерных особенностей, которыми обладают существующие математические модели боевого применения образцов БТВ [2]. В частности, одна из особенностей показателей, определяемых на основе моделирования боевых действий, состоит в том, что в них учитывается значительно меньшее количество тактико-технических характеристик (ТТХ) оцениваемых образцов, чем в показателях ВТУ. Кроме того, в ходе моделирования боевых действий получаются результаты, характеризующие частные боевые ситуации и условия их проведения, в то время как в показателях ВТУ полно обобщены боевые ситуации и условия боевого применения оцениваемых образцов БТВ.

Показатели ВТУ определяются на основе результатов моделирования частных процессов применения образцов БТВ по назначению, в которых проявляются их основные свойства: разведка и поражение целей – огневая мощь, сохранение боеспособности при воздействиях средств поражения противника – защищенность, передвижение в различных внешних условиях – подвижность, обеспечение управления в ходе выполнения боевых задач – командная управляемость, поддержание боеготового состояния – комплекс эксплуатационно-технических свойств. С учетом отмеченного, для оценки военно-экономической эффективности образцов

БТВ в качестве эффективностной составляющей критерия «эффективность-стоимость» целесообразно использовать показатели их ВТУ.

В ранее проведенных исследованиях, основанных на расчетах показателя ВТУ, для оценки военно-экономической эффективности образцов БТВ использовались следующие составляющие критерия «эффективность-стоимость»:

$$\text{целевая функция} \quad \frac{K_{нзи} C_{ui}}{K_{ВТУi}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\text{ограничение} \quad K_{ВТУi} \geq K_{ВТУ}^{mp}, \quad (2)$$

где C_{ui} – цена i -го образца БТВ;

$K_{нзи}$ – коэффициент полных затрат жизненного цикла образца БТВ;

$K_{ВТУi}$ – показатель ВТУ i -го образца БТВ;

$K_{ВТУ}^{mp}$ – требуемое значение показателя ВТУ.

Коэффициент $K_{нзи}$ определяется по формуле:

$$K_{нзи} = 1 + q_p + q_{экс} + q_{кр}, \quad (3)$$

где q_p , $q_{экс}$, $q_{кр}$ – доли затрат на разработку, эксплуатацию и капитальный ремонт в жизненном цикле образца от стоимости закупки (цены) образца.

Оценка военно-экономической эффективности образцов БТВ с использованием приведенного критерия проводится в два этапа. На первом этапе по условию (2) из номенклатуры образцов, подлежащих оценке ВЭЭ, отбираются альтернативные образцы, имеющие военно-технический уровень не ниже требуемого значения. На втором этапе в соответствии с условием (1) осуществляется выбор лучшего образца, для которого полные затраты, приходящиеся на единицу показателя ВТУ (удельные затраты), имеют наименьшее значение.

Однако показатель (1) имеет несколько недостатков. Первый из них состоит в следующем. При проведении сравнительной оценки рассматриваемого образца с базовым образцом (образцом, на котором проводятся мероприятия по модернизации, или образцом, который предполагается заменить разрабатываемым образцом) определяется его лимитная цена¹. В случае превышения лимитной цены закупать новый (модернизированный) образец становится невыгодно с военно-экономической точки зрения. Если лимитная цена для оцениваемого образца определяется с использованием показателя (1), то она линейно зависит от показателя его ВТУ.

Однако практический опыт показывает, что большинство разрабатываемых новых образцов БТВ требует затрат, превышающих значение лимитной цены, определенной указанным способом. Это обусловлено тем, что уровень ТТХ современных образцов БТВ, в основном, достиг области «насыщения» и его дальнейшее повышение связано со значительным усложнением их конструкций и внедрением высокотехнологичных, «прорывных» решений, что требует увеличения затрат, превышающих прирост их ТТХ. В результате использование оценок военно-экономической эффективности разрабатываемых образцов БТВ, полученных на основе данного показателя, как правило, приводит к выводу о нецелесообразности их производства.

Второй и наиболее существенный недостаток показателя (1) состоит в том, что показатель ВТУ, входящий в его состав, непосредственно не отражает результат решения боевых задач, возлагаемых на данный образец БТВ.

С целью устранения указанных недостатков разработана методика оценки ВЭЭ образцов БТВ с использованием показателей их ВТУ, основанная на расчете стоимости выполнения

¹ Под лимитной ценой понимается предельно допустимый (верхний) уровень цены, при котором использование нового (модернизированного) образца является целесообразным с военно-экономической точки зрения.

условной боевой задачи, возлагаемой на оцениваемый образец БТВ. Возможность определения данного показателя на основе результатов расчета показателя ВТУ оцениваемого образца связана с принятием следующих допущений:

1. Рассматривается условная боевая задача, возлагаемая на оцениваемый образец БТВ, обобщенная по тактическим ситуациям и условиям ее выполнения, предусмотренным в отраслевых методиках оценки ВТУ.

Предполагается, что в боевых действиях с обеих сторон принимает участие некоторое количество однородных боевых средств. С нашей стороны (сторона А) – оцениваемый образец БТВ, со стороны противника (сторона В) – обобщенные по номенклатуре характеристик, предусмотренных в методиках оценки ВТУ, однородные боевые средства.

2. Результаты выполнения рассматриваемой условной боевой задачи, возлагаемой на оцениваемый образец, определяются с помощью уравнений модели боя, основанных на методе динамики средних [3]:

$$aN_a(1-\mu_a^2) = bN_b(1-\mu_b^2), \quad (4)$$

где a, b – обобщенные интенсивности потоков поражающих выстрелов однородных боевых средств противоборствующих сторон по целям противника (a – сторона А, b – сторона В);

N_a, N_b – начальные численности боевых средств противоборствующих сторон (N_a – сторона А, N_b – сторона В);

μ_a, μ_b – относительные остатки боевых средств противоборствующих сторон на момент окончания боя.

3. Предполагается, что начальная численность однородных боевых средств противоборствующих сторон одинаковая:

$$N_a = N_b. \quad (5)$$

4. Отношение интенсивностей потоков поражающих выстрелов боевых средств противоборствующих сторон равно показателю ВТУ оцениваемого (i -го) образца:

$$\frac{a_i}{b_i} = K_{ВТУi}. \quad (6)$$

Применение зависимости (6) оправдано тем, что обобщенная интенсивность потоков поражающих выстрелов оцениваемого образца БТВ по целям противника находится в прямой зависимости от уровня его огневой мощи, а также от уровня других его свойств. В то же время обобщенная интенсивность потоков поражающих выстрелов боевых средств противника по оцениваемому образцу БТВ находится в обратной зависимости от уровня его защищенности, а также от уровня других его свойств.

Принимая в качестве условия выполнения поставленной задачи полное уничтожение боевых средств противника, получим, что к моменту окончания боя:

$$\mu_b = 0. \quad (7)$$

Подставляя выражение для показателей μ_b, N_a и $\frac{a_i}{b_i}$ из уравнений (7), (5) и (6) в уравнение (4), получим, что к моменту окончания боя относительный остаток боевых средств нашей стороны μ_{ai} будет равен:

$$\mu_{ai} = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{K_{ВТУi}}\right)}. \quad (8)$$

Относительные потери боевых средств нашей стороны Π_{ai} будут соответственно равны:

$$P_{ai} = 1 - \mu_a = 1 - \sqrt{\left(1 - \frac{1}{K_{ВТУi}}\right)}. \quad (9)$$

Уравнение (9) может быть применено для расчета показателя P_{ai} при условии $K_{ВТУi} \geq 1$. Если $K_{ВТУi} < 1$, то выполнение равенства (4) к моменту окончания боя возможно только при увеличении начальной численности стороны А до значения:

$$N_{ai} = \frac{N_a}{K_{ВТУi}}. \quad (10)$$

При этом относительные остатки боевых средств противоборствующих сторон к моменту окончания боя будут равны нулю: $\mu_a = 0$; $\mu_b = 0$. В соответствии с этим относительные потери стороны А возрастут до значения:

$$P_{ai} = \frac{N_{ai}}{N_a} = \frac{1}{K_{ВТУi}}. \quad (11)$$

Проведенный анализ показал, что для получения корректных результатов расчета потерь по зависимостям (9) и (10) необходимо использовать нормированные значения показателя ВТУ $K_{ВТУi}^{HP}$.

Использование нормированных значений показателя ВТУ обусловлено необходимостью реализации требований, предъявляемых к методическому аппарату оценки уровня потерь образцов БТВ в ходе выполнения условной боевой задачи. Указанные требования заключаются в том, чтобы численные значения потерь образцов БТВ, относящихся к категории современных, не превышали допустимых значений, определяемых из условия успешного решения возлагаемых на них боевых задач.

К категории современных относятся образцы, показатель уровня технического совершенства которых $K_{ТС}$ находится в пределах от 0,8 до 1,2.

В связи с этим требуемое значение показателя ВТУ $K_{ВТУ}^{mp}$, используемое в формуле (1), должно быть равным значению показателя ВТУ такого образца, для которого уровень технического совершенства приближенно равен нижней границе указанного интервала ($K_{ТС}^{mp} = 0,8$).

Значение нормированного показателя ВТУ i -го образца должно зависеть от требуемого значения показателя ВТУ $K_{ВТУ}^{mp}$ и может быть определено по зависимости:

$$K_{ВТУi}^{HP} = K_{НPM} \frac{K_{ВТУi}}{K_{ВТУ}^{mp}}, \quad (12)$$

где $K_{ВТУi}^{HP}$ – нормированное значение показателя ВТУ i -го образца;

$K_{НPM}$ – коэффициент нормирования показателя ВТУ.

Для определения значения коэффициента $K_{НPM}$ положим, что показатель ВТУ оцениваемого i -го образца $K_{ВТУi}$ равен $K_{ВТУ}^{mp}$:

$$K_{ВТУi} = K_{ВТУ}^{mp}. \quad (13)$$

При выполнении данного условия в соответствии с выдвинутым выше требованием уровень потерь для i -го образца P_{ai} должен быть равен верхней границе допустимых потерь, при которых возможно успешное решение поставленной боевой задачи, $P_{ВД}$:

$$P_{ai} = P_{ВД}. \quad (14)$$

Подставляя данное значение для P_{ai} в уравнение (9), заменяя в нем показатель $K_{ВТУi}$ на показатель $K_{ВТУi}^{HP}$ и разрешая его относительно данного показателя, получим:

$$K_{ВТУi}^{HP} = \frac{1}{1 - (1 - \Pi_{ВД})^2}. \quad (15)$$

Подставляя значение $K_{ВТУi}$ из равенства (13) в уравнение (12), получим:

$$K_{НРМ} = K_{ВТУi}^{HP} = \frac{1}{1 - (1 - \Pi_{ВД})^2}. \quad (16)$$

Среднее (обобщенное по наступлению и обороне) значение верхней границы допустимых потерь образцов БТВ $\Pi_{ВД}$, определяемое из условия успешного решения возлагаемых на них боевых задач, с учетом выполнения равенства (7), может быть принято равным 0,5:

$$\Pi_{ВД} = 0,5. \quad (17)$$

Подставляя данное значение в уравнение (16), получим:

$$\frac{1}{0,75} = 1,33. \quad (18)$$

В итоге выражение для определения нормированного показателя ВТУ i -го образца приобретает вид:

$$K_{ВТУi}^{HP} = 1,33 \cdot \frac{K_{ВТУi}}{K_{ВТУ}^{MP}}. \quad (19)$$

Обобщая зависимости (9), (11) и (19), получим, что относительные потери боевых средств стороны А к моменту окончания боя могут быть определены по формуле:

$$\Pi_{ai} = \begin{cases} 1 - \sqrt{1 - \frac{1}{K_{ВТУi}^{HP}}}, & \text{если } K_{ВТУi}^{HP} \geq 1, \\ \frac{1}{K_{ВТУi}^{HP}}, & \text{если } K_{ВТУi}^{HP} < 1. \end{cases} \quad (20)$$

Суммарная стоимость выполнения боевой задачи $S_{сzi}$ складывается из удельных полных затрат, приходящихся на одну выполняемую образцом боевую задачу, и затрат, связанных с непосредственным выполнением боевой задачи:

$$S_{сzi} = \frac{K_{нzi} \cdot C_{ui}}{N_{бzi}} + S_{zi}, \quad (21)$$

где $N_{бzi}$ – среднее количество боевых задач, которые может выполнить образец до выхода в безвозвратные потери (боевой ресурс образца);

S_{zi} – затраты, связанные с непосредственным выполнением боевой задачи.

Показатель $N_{бzi}$ определяется по формуле:

$$N_{бzi} = \frac{1}{\Pi_{ai} \cdot \delta_{безi}}, \quad (22)$$

где $\delta_{безi}$ – доля безвозвратных потерь в их структуре.

Коэффициент $K_{нzi}$ в формуле (21) позволяет обеспечить наиболее полный учет затрат, произведенных на стадиях жизненного цикла образца БТВ, включающих не только стоимость производства, но и разработки, эксплуатации, капитального ремонта. Конкретное значение коэффициента, определяемое по формуле (3), будет зависеть от того, в какой момент своего жизненного цикла i -й образец БТВ выйдет в безвозвратные потери в результате выполнения n -й боевой задачи. Если данное событие произойдет, например, в первом межремонтном периоде

эксплуатации, то в формуле (3) показатели q_p и $q_{экс}$ примут значения, соответствующие этому временному отрезку, а $q_{кр} = 0$.

Целесообразность использования показателя полных затрат (первое слагаемое в формуле 21) обусловлена следующим. К моменту завершения выполнения боевой задачи образец БТВ может сохранить боеспособность, а затем принять участие в последовательном выполнении еще нескольких боевых задач. Количество боевых задач, которое может выполнить образец БТВ до выхода его в безвозвратные потери $N_{бэи}$, является его боевым ресурсом. Выход образца в безвозвратные потери будет означать утрату полных затрат, произведенных за весь пройденный им отрезок жизненного цикла. Поэтому при определении стоимости выполнения боевой задачи $S_{эи}$ именно полные затраты должны распределяться между количеством $N_{бэи}$ выполняемых боевых задач.

Затраты, связанные с непосредственным выполнением боевой задачи $S_{эи}$, определяются целым рядом показателей, основным из которых является стоимость восполнения потерь, полученных в ходе ее выполнения [1]. С учетом основного показателя, затраты, связанные с непосредственным выполнением боевой задачи S_3 , приходящиеся на одно боевое средство, определяются по формуле:

$$S_3 = K_{эи} \cdot C_{эи} \cdot \Pi_{эи}, \quad (23)$$

где $K_{эи}$ – показатель стоимости восполнения потерь;

$\Pi_{эи}$ – относительные потери боевых средств стороны А, определяемые по формуле (20).

Показатель $K_{эи}$ определяется по зависимости:

$$K_{эи} = P_{бп} + P_{кр} \cdot \delta_{кр} + P_{ср} \cdot \delta_{ср} + P_{тр} \cdot \delta_{тр}, \quad (24)$$

где $P_{бп}$, $P_{кр}$, $P_{ср}$, $P_{тр}$ – вероятности распределения потерь, полученных в ходе ведения боевых действий, по следующим категориям: безвозвратные потери, капитальный ремонт, средний ремонт, текущий ремонт соответственно;

$\delta_{кр}$, $\delta_{ср}$, $\delta_{тр}$ – доли затрат на проведение капитального ремонта, среднего ремонта, текущего ремонта, соответственно, по отношению к цене образца $C_{эи}$.

На затраты, связанные с непосредственным выполнением боевой задачи образцом БТВ, кроме основного показателя (стоимости восполнения потерь), оказывает влияние целый ряд дополнительных показателей. К ним относятся затраты, связанные с разработкой, эксплуатацией образца, расходом ресурса, проведением капитального ремонта, которые являются составляющими полных затрат на образец, а также стоимость расходуемых боеприпасов и ущерб государства от потери личного состава [1].

С учетом влияния указанных факторов затраты, связанные с непосредственным выполнением боевой задачи S_3 , определяются по формуле:

$$S_3 = C_{эи} \left(\frac{K_{нэи} \cdot r_3}{R} + K_{эи} \cdot \Pi_{эи} \right) + C_{бк} \cdot \delta_{бкз} + \Pi_{эи} \cdot n_{экд} \cdot Q_{лс} \cdot K_{улс}, \quad (25)$$

где r_3 – расход ресурса образца в ходе выполнения боевой задачи, км;

R – ресурс образца до капитального ремонта, км;

$C_{бк}$ – стоимость боекомплекта, руб.;

$\delta_{бкз}$ – доля боекомплекта, расходуемая в ходе выполнения боевой задачи;

$n_{экд}$ – количество членов экипажа и десанта образца БТВ;

$K_{улс} = K_{элс} + (1 - K_{элс}) \cdot K_{эпн}$ – коэффициент ущерба от потерь личного состава;

$K_{злс}$ – доля погибших среди общего количества личного состава, выбывшего из строя в ходе выполнения боевой задачи;

$K_{сnn} = \frac{Q_{сн}}{Q_{лс}}$ – коэффициент стоимости санитарных потерь;

$Q_{сн}$, $Q_{лс}$ – издержки государства, связанные с санитарными потерями и гибелью одного военнослужащего, соответственно.

Издержки государства, связанные с гибелью одного военнослужащего, ориентировочно можно оценить по формуле:

$$Q_{лс} = \frac{B_{вп} \cdot L_{прж} \cdot (l_{nm} - l_{зб})}{H \cdot L_{тр}}, \quad (26)$$

где $B_{вп}$ – валовый внутренний продукт Российской Федерации, руб./год;

l_{nm} , $l_{зб}$ – средний прогнозируемый возраст прекращения трудовой деятельности и средний возраст погибшего военнослужащего соответственно, лет;

H – численность населения Российской Федерации, чел.

$L_{тр}$ – средний период трудоспособного состояния человека, лет;

$L_{прж}$ – средняя продолжительность жизни, лет.

В зависимости от цели исследования и наличия исходных данных затраты, связанные с непосредственным выполнением боевых задач S_3 , могут рассчитываться по формуле (23) или (25).

Далее рассматривается вариант методики с использованием формулы (23).

Если для рассматриваемого варианта закупочная цена не установлена, то ее численное значение принимается равным лимитной цене $C_{ци} = C_{ли}$.

Лимитная цена создаваемого образца определяется из условия равенства суммарной стоимости выполнения боевой задачи базовым и создаваемым образцом:

$$S_{сзб} = S_{сзи}. \quad (27)$$

Подставляя в данное уравнение выражения для показателей $S_{сзб}$ и $S_{сзи}$ из уравнения (21), получим, что лимитная цена создаваемого образца $C_{ли}$ равна:

$$C_{ли} = C_{уб} \cdot \frac{\left(\frac{K_{пз}}{N_{бзи}} + K_{вб} \cdot P_{об} \right)}{\left(\frac{K_{пз}}{N_{бзи}} + K_{ви} \cdot P_{аи} \right)}. \quad (28)$$

Военно-экономическая целесообразность проведения мероприятий по модернизации существующего образца или разработке нового образа устанавливается по условию превышения стоимости выполнения боевой задачи для базового образца $S_{сзб}$ по сравнению с аналогичным показателем для оцениваемого (i -го) образца:

$$S_{сзб} > S_{сзи}, \quad (29)$$

которое может быть представлено в виде:

$$K_{вэци} = \frac{S_{сзб}}{S_{сзи}} > 1, \quad (30)$$

где $K_{вэци}$ – показатель военно-экономической целесообразности создания i -го образца.

При оценке модернизированных образцов за базовый принимается образец, на котором проводятся мероприятия по модернизации.

При оценке разрабатываемых (новых) образцов за базовый принимается образец, который предлагается заменить новым образцом.

В целом оценка военно-экономической эффективности создаваемого образца БТВ проводится по алгоритму, включающему следующие этапы (рисунок 1).

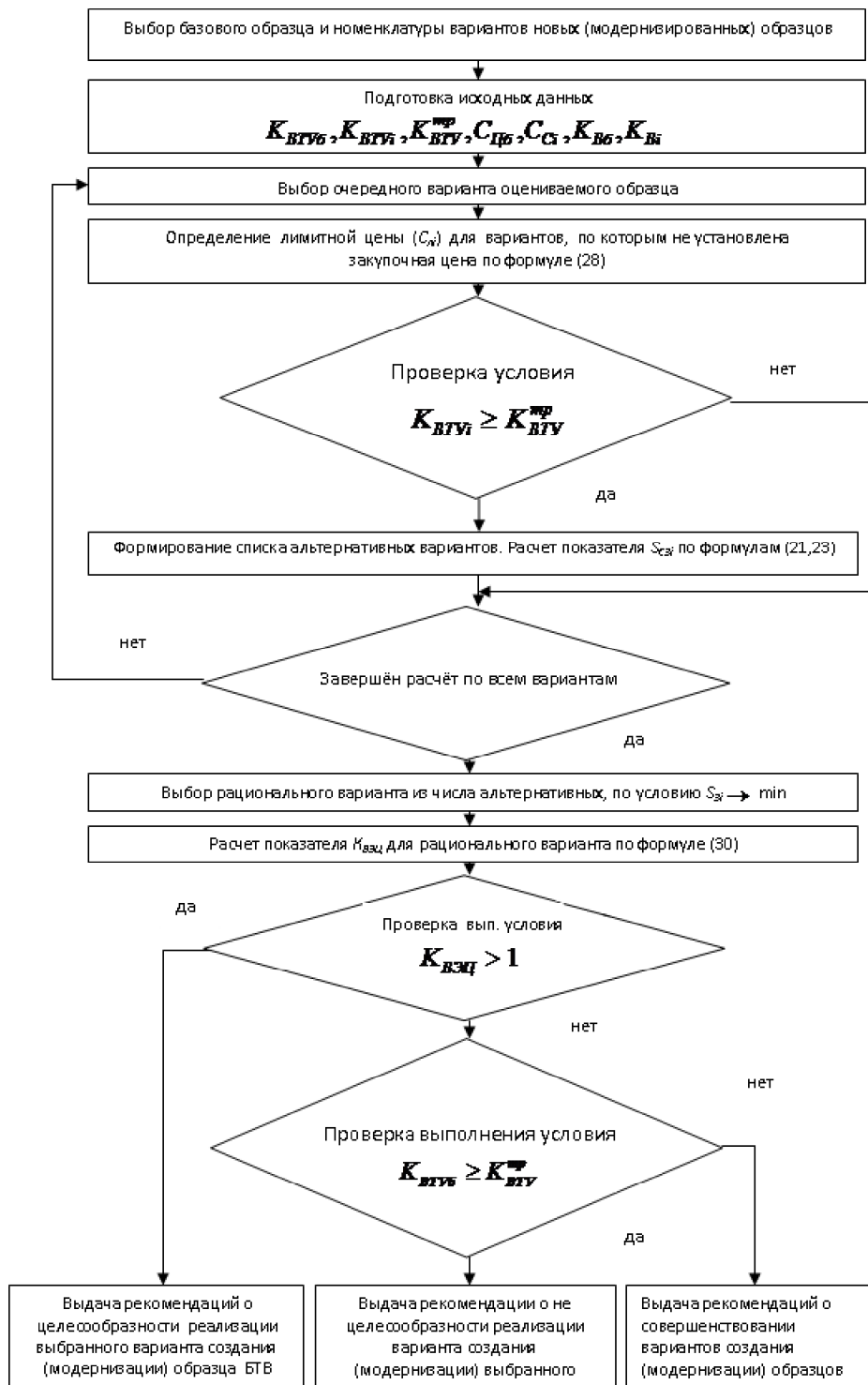


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма оценки ВВЭ образцов БТВ

1. Определяется базовый образец и номенклатура вариантов создания новых (модернизированных) образцов.

2. Осуществляется подготовка исходных данных для базового образца и для вариантов создания новых (модернизированных) образцов по следующим показателям:

- показатели ВТУ ($K_{ВТУб}$ и $K_{ВТУi}$);
- закупочные цены ($C_{цб}$ и $C_{ци}$);
- показатели стоимости восполнения потерь ($K_{вб}$ и $K_{ви}$);
- требуемое значение показателя ВТУ ($K_{ВТУ}^{mp}$).

3. Проводится оценка военно-экономической эффективности вариантов создания новых (модернизированных) образцов по заданной номенклатуре по критерию:

$$\text{целевая функция} \quad S_{csi} \rightarrow \min, \quad (31)$$

$$\text{ограничение} \quad K_{ВТУi} \geq K_{ВТУ}^{mp}. \quad (32)$$

Оценка ВЭЭ вариантов создания новых (модернизированных) образцов БТВ в соответствии с представленным критерием проводится в такой последовательности.

3.1. Если для каких-то вариантов создания образцов БТВ значение закупочной цены не установлено, то для этих вариантов определяется лимитная цена $C_{ли}$ по формуле (28).

3.2. Из исходной номенклатуры вариантов создаваемых образцов отбираются только те, которые отвечают условию (32). Для каждого из отобранных вариантов определяется показатель S_{csi} по формуле (21). Лучшим считается вариант, для которого этот показатель имеет наименьшее значение.

3.3. Для выбранного лучшего варианта проводится оценка военно-экономической целесообразности его реализации по условию (30).

Если условие (30) выполняется, то выбранный вариант может быть рекомендован к его реализации. Если условие (30) не выполняется, то реализация выбранного варианта нецелесообразна с военно-экономической точки зрения. При не выполнении условия (32) для базового образца необходимо продолжить исследования по совершенствованию вариантов создаваемых образцов.

Принципиально важной особенностью данной методики является то, что на основе численного значения показателя ВТУ образца БТВ оценивается его вклад в результат решения боевой задачи, и на этой основе определяется обобщенный показатель ВЭЭ – суммарная стоимость выполнения боевой задачи, возлагаемой на оцениваемый образец БТВ.

Поскольку вклад в решение боевой задачи оцениваемого образца нелинейно зависит от численного значения показателя ВТУ и, как правило, превышает это значение, то применение данного методического подхода допускает значительное (на 30-60%) увеличение лимитной стоимости образца по сравнению с вариантом ее пропорционального изменения по отношению к значению ВТУ.

Список использованных источников

1. Жуков Г.П., Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ и исследование операций. – М.: Воениздат, 1987.
2. Головачев Г.И., Котяшев Н.Н. Выбор значений факторов, влияющих на результат боя общевойсковых подразделений, по критерию оценки результатов боя // Стратегическая стабильность. – 2012. – № 2. – С. 55-62.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 550 с.