

Доктор технических наук, профессор
Буравлев А.И.; кандидат военных наук,
доцент Цырендоржиев С.Р.; Брезгин В.С.

Основы методологического подхода к оценке боевых потенциалов образцов ВВТ и воинских формирований

В статье проведен анализ методов оценки боевых возможностей (боевого потенциала) образцов вооружения и военной техники, а также воинских формирований. Предложен методологический подход к оценке боевых потенциалов образцов вооружения и военной техники и воинских формирований, используя только основные тактико-технические и расчетные показатели эффективности их применения в заданных условиях без привлечения, какой-либо, экспертной или другой «нечеткой» информации.

Введение. Проблема оценки боевых возможностей (боевого потенциала) образцов вооружения и военной техники (ВВТ), а также воинских формирований является далеко не новой. На протяжении нескольких десятков лет многими научно-исследовательскими организациями Министерства обороны ведутся исследования, связанные с разработкой методологии оценки и практических методик расчета боевых потенциалов [1, 2, 3]. Под *боевым потенциалом* (БП) образца ВВТ понимается интегральная характеристика его предельных боевых возможностей, выраженная через основные функциональные свойства и тактико-технические характеристики (ТТХ) образцов. Традиционным методом оценки БП является моделирование процессов боевого применения образцов ВВТ в операциях различного масштаба с последующей опытной проверкой на войсковых учениях. При этом в качестве показателя боевого потенциала принимается величина среднего ущерба, нанесенного противнику в ходе операции [4, 5]. Этот методологический подход (моделирование и опытная проверка) дает наиболее объективную оценку боевых возможностей образцов ВВТ и воинских формирований.

Однако в последнее время, в связи с сокращением затрат на научные исследования и боевую подготовку войск, с одной стороны, и желанием оперативно и с минимальными затратами получать такого рода оценки, с другой стороны, сформировался новый методологический подход, связанный с экспертным оцениванием боевого потенциала квалитетическими методами.

В частности такая методика была разработана Центром военно-стратегических исследований (ЦВСИ) Генерального штаба РФ [6]. В основе этой методики использованы экспертные процедуры оценивания и эквивалентирования боевых потенциалов ВВТ и воинских формирований по значениям первичных ТТХ. В данной методике боевой потенциал образца ВВТ интерпретируется как аналогия потенциала физических полей центрального действия (гравитационного и электростатического), а величина потенциала рассчитывается по формуле среднего квадратического из потенциалов функциональных свойств P_i (огневая мощь, подвижность, управление, живучесть) с весовыми коэффициентами $0 < \alpha_i < 1$; $\sum_{i=1}^4 \alpha_i = 1$, устанавливаемыми экспертами:

$$P_{ВВТ} = \sqrt{\sum_{i=1}^4 \alpha_i P_i^2}.$$

В методике никак не обосновывается применение данной расчетной формулы, кроме ссылки на возможность применения евклидовой метрики в пространстве функциональных свойств образцов ВВТ. Расчет потенциалов воинских формирований ведется уже через среднее взвешенное потенциалов подсистем вооружения Π_B , управления Π_V и обеспечения Π_O :

$$\Pi_{ВФ} = K_B \Pi_B + K_V \Pi_V + K_O \Pi_O,$$

где K_B, K_V, K_O – коэффициенты значимости подсистем вооружения, управления и обеспечения в воинском формировании, которые также определяются экспертно. При

этом отсутствуют обоснования возможности и границы применения данной расчетной формулы. Вообще в данной методике много различного рода допущений без должного обоснования, что ставит под сомнение возможность ее использования для адекватной оценки боевых возможностей ВВТ и воинских формирований.

В связи с этим возникает вопрос: если нет возможностей для детального моделирования процессов боевого применения ВВТ и воинских формирований, то на каком уровне допустимо применять экспертные методы оценки и как оценить достоверность полученных оценок? Ведь полученные оценки боевых потенциалов ни много, ни мало применяются при обосновании Государственной программы вооружения и при разработке современного облика Вооруженных Сил.

В данной статье рассматривается подход к оценке боевых потенциалов ВВТ и воинских формирований, использующий известные и хорошо апробированные методы оценки боевой эффективности ВВТ.

1. Основные понятия и определения

В настоящее время существует около десятка различных определений термина «боевой потенциал» образцов ВВТ и воинских формирований. Их анализ позволил выделить общие признаки, отражающие сущность данного понятия, и предложить следующее его определение.

Боевой потенциал образца ВВТ – это интегральный показатель, характеризующий максимальный объем боевых задач, который может выполнить образец ВВТ по своему функциональному предназначению в заданных (расчетных) условиях применения за время своего существования.

В этом определении содержатся несколько ключевых признаков, которые требуют дополнительного пояснения:

- функциональное предназначение образца;
- объем боевых задач;
- заданные (расчетные) условия применения;
- время существования образца ВВТ.

Функциональное назначение любого образца ВВТ на поле боя состоит в *поражении* объектов противника или *создании* условий для этого. Поэтому все боевые задачи условно можно разделить на задачи *поражения* и задачи *обеспечения* поражения объектов противника.

Задача поражения состоит в нанесении объекту противника определенного (заданного) ущерба при воздействии по нему огневыми, и не огневыми (электромагнитными, радиоэлектронными, химическими и др.) средствами поражения.

К задачам обеспечения поражения объектов противника относятся:

- разведка объектов противника;
- обеспечение устойчивой связи и управления;
- транспортировка боевой техники и грузов;
- оперативная маскировка собственных объектов и др.

Такое разделение боевых задач никоим образом не определяет степень их важности или подчиненности в условиях боевых действий, оно отражает лишь *сущность* задачи и условия ее выполнения.

Объем боевых задач определяется содержанием задачи и достигаемой целью ее решения. Так, например, объем огневых задач определяется количеством (долей) пораженных объектов противника с заданной степенью ущерба. Объем задач разведки определяется количеством разведанных объектов с заданной точностью определения координат их местоположения; объем задач связи и управления – количеством надежно работающих каналов связи и управления; объем транспортных задач – количеством (массой и объемом) перевезенных грузов и т.д. Иногда объем задач оценивается количеством потребных для их решения ресурсов. В любом случае, всякая боевая задача должна быть *измерима* относительно поставленной цели, т.е. иметь одну или несколько количественных характеристик, выражающих степень достижения цели.

Заданные (расчетные) условия должны отражать наиболее типичные условия боевого применения образца ВВТ. Они определяют типовой оперативно-тактический сце-



нарий применения ВВТ, типовые объекты поражения, уровень противодействия противника, уровень подготовки экипажей и расчетов, величину боекомплекта средств поражения (СП) и т.п. В этих условиях образец ВВТ должен максимальным образом реализовывать свои боевые возможности.

Время существования образца в условиях боевых действий определяется минимальным временем его функционирования до поражения противником или расхода штатного боекомплекта СП, заправки топливом, технического ресурса и других ограничений, установленных для его ТТХ. Для образцов ВВТ одноразового применения время существования, как правило, определяется их ресурсными ограничениями; для образцов многократного применения – временем функционирования до момента их поражения противником.

Из вышесказанного следует, что для оценки боевого потенциала (БП) образца ВВТ необходимо задать типовой сценарий его боевого применения, определить количественные характеристики решаемых им боевых задач и максимальное время его функционирования. Другими словами, необходимо задать *модель* функционирования образца в заданных (расчетных) условиях его боевого применения. Таким образом, *моделирование* процесса боевого применения является ведущим методологическим *принципом* оценки боевого потенциала ВВТ.

Другим важным принципом является возможность *интерпретации* показателя БП в рамках теории боевой эффективности ВВТ. Почему в рамках именно этой теории, а не физики, в которой существует также понятие потенциала поля сил центрального действия – гравитационного и электростатического? В физике «потенциал» является энергетической характеристикой поля и определяет величину работы, которую совершает это поле над пробным гравитационным или электрическим зарядом [7].

Боевой потенциал образца ВВТ, несмотря на использование однокоренного слова, является интегральной характеристикой эффективности его применения и не может быть тривиально сведен к механической работе. Поэтому он должен выражаться в по-

казателях, характеризующих результат боевого применения и затраты потребных для этого ресурсов.

В теории боевой эффективности ВВТ результат боевого применения оценивается вероятностью выполнения боевой задачи, математическим ожиданием (средним значением) числа пораженных одиночных целей, средним ущербом пораженных групповых целей. Затраты потребных ресурсов оцениваются количеством расходуемых СП, количеством самолетовылетов, запасом ГСМ и др. показателями [8].

В этом случае БП образца ВВТ можно оценить величиной среднего ущерба за время его существования, т.е. до поражения противником.

2. Методика определения боевого потенциала образца ВВТ

Процесс боевого применения любого образца ВВТ состоит из ряда последовательно реализуемых этапов:

выдвижение из исходного положения в район боевых действий;

– обнаружение заданного объекта поражения;

– занятие положение для удара (атаки);

– нанесение удара (стрельба, бомбометание, пуск ракет) по объектам противника;

– пополнение боекомплекта СП, запаса топлива и других материальных ресурсов.

Далее этот цикл повторяется либо до момента окончания операции $t_{оп}$, либо до момента поражения образца ВВТ противником. Средняя продолжительность цикла боевого применения $t_{БП}$ определяется величиной располагаемых штатных боевых ресурсов – запаса ГСМ и величины боекомплекта СП:

$$t_{БП} = \min \left\{ \frac{G_T}{q_c}, \frac{N_{БК}}{v_c} \right\}, \quad (1)$$

где G_T – запас топлива;

q_c – часовой расход топлива при перемещении образца ВВТ по полю боя со средней скоростью;

$N_{БК}$ – величина боекомплекта СП;

v_c – средний темп «стрельбы» оружия.



В процессе выполнения боевого цикла образец ВВТ подвергается воздействию противника с интенсивностью λ , которое приводит к поражению его с вероятностью P_{II} . В предположении пуассоновского характера огневых воздействий эта вероятность определяется выражением

$$P_{II} = 1 - \exp -\lambda \rho t_{БП}, \quad (2)$$

где ρ – условная вероятность поражения образца при одном воздействии. Эта вероятность характеризует живучесть образца ВВТ относительно заданных условий применения и рассчитывается по известным методикам [9]. В частности, если известна площадь уязвимой части образца S_V , то показатель живучести ρ рассчитывается как отношение площади уязвимой части к общей площади S_{II} образца: $\rho = \frac{S_V}{S_{II}}$. При известном наряде СП ω , необходимом для поражения цели с заданной структурой ущерба величина $\rho = \frac{1}{\omega}$.

На каждом цикле образец ВВТ, при условии его не поражения, выполняет поставленную боевую задачу и наносит заданный ущерб объектам противника. Вероятность обнаружения объекта поражения зависит от дальности действия средств обнаружения $D_{обн}$, располагаемого времени для обнаружения, характеристик заметности объектов и характеристик средств обнаружения. Для приближенной оценки вероятности обнаружения можно использовать расчетные формулы, полученные для различных средств и объектов обнаружения [10, 11]. Исходными параметрами в этих формулах являются средняя дальность обнаружения $\bar{D}_{обн}$, зависящая от типа, характеристик средств и объектов вооружения. В общем виде формула для оценки вероятности обнаружения имеет вид:

$$P_{обн} = e^{-\left(\frac{D}{\bar{D}_{обн}}\right)^\beta}, \quad (3)$$

где $\beta = 1$ – для визуального обнаружения наземных, воздушных, надводных объектов;
 $\beta = 2$ – для наземных, воздушных, надводных радиоизлучающих объектов;

$\beta = 4$ – для наземных, воздушных, надводных радиоотражающих объектов;

$\beta = 6$ – для подводных объектов ультразвукового излучения;

$\beta = 8$ – для подводных объектов ультразвукового отражения.

Эти коэффициенты могут уточняться в зависимости от конструктивных особенностей объектов ВВТ, средств их обнаружения, диапазона и условий их работы.

Выполнение атаки (удара) определяется возможностью выхода в определенную зону стрельбы, бомбометания, пуска ракет и прицеливания по объекту путем боевого маневрирования. Приближенно вероятность выхода в атаку можно рассчитать по формуле

$$P_a = 2F \varphi_{np}, \quad (4)$$

где $F \varphi | D_{обн}$ – условная функция распределения угла визирования цели в момент обнаружения;

$$\varphi_{np} = \arcsin \left(\min \left\{ \frac{\omega_{max} D_{обн}}{2V + \omega_{max} D_c}; 1 \right\} \right) -$$

предельный угол визирования цели, который может быть компенсирован путем разворота ударного комплекса с максимальной угловой скоростью ω_{max} ;

$D_{обн}$ – дальность обнаружения цели;

D_c – дальность стрельбы;

V – линейная скорость движения ударного комплекса при выполнении разворота.

Для типовых законов распределения углов визирования φ на полуплоскости $\left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$ формула (4) принимает следующий вид:

– равномерное распределение

$$P_a = \frac{2\varphi_{np}}{\pi};$$

– распределение косинуса

$$P_a = \sin \varphi_{np};$$

– треугольное распределение

$$P_a = \frac{4\varphi_{np}}{\pi} \left(1 - \frac{\varphi_{np}}{\pi} \right).$$

Для более сложных расчетных схем необходимо использовать известные методы



управления (наведения) образцом ВВТ при атаке цели [5, 12].

Эффективность поражения объектов при огневом ударе будем оценивать средней вероятностью $Q(t_{on})$ нахождения объекта в небоеспособном состоянии за время операции t_{on} при заданной структуре ущерба U_C, U_B, U_A . Эта вероятность определяется выражением

$$Q(t_{on}) = Q_A(t_{on})U_A + Q_B(t_{on})U_B + Q_C(t_{on})U_C, \quad (5)$$

где $Q_{A,B,C} = \min \left\{ \frac{t_{A,B,C}}{t_{on}}, 1 \right\}$ – условная ве-

роятность нахождения элементарной цели в небоеспособном состоянии при условии поражения ее по типу А, В, С;

$t_A = 7$ суток; $t_B = 1$ сутки; $t_C = 2$ часа

– оперативно-тактические нормы минимального времени небоеспособности объектов при поражении их по типу А, В, С [13].

Здесь в отличие от принятого определения величины U_A, U_B, U_C , характеризуют долю пораженных элементарных целей *только* по типу А, В, С. В этом случае их сумма характеризует долю всех пораженных элементарных целей $U = U_A + U_B + U_C$.

С учетом возможностей нанесения огневого удара эффективность поражения объекта будет характеризоваться вероятностью

$$W = P_{обн} P_a Q. \quad (6)$$

Найдем средний расход СП для поражения групповой цели с заданной структурой ущерба. Для этого представим условно боекомплект СП $N_{БК}$ в виде трех составных частей

$$N_{БК} = N_A + N_B + N_C,$$

где $N_{A,B,C}$ – число СП, выделяемых для поражения элементарных целей с заданной структурой ущерба.

Отношение $\frac{N_{A,B,C}}{\omega_{A,B,C}} = n_{Ц A,B,C}$ равно сред-

нему числу элементарных целей, пораженных штатным боекомплектом СП по типу А, В, С.

С другой стороны доля таких целей должна составлять требуемую по условиям

боевой задачи величину $\frac{n_{Ц A,B,C}}{N_{Ц}} = U_{A,B,C}$.

Из равенства $\frac{N_{A,B,C}}{\omega_{A,B,C}} = n_{Ц A,B,C} = U_{A,B,C} N_{Ц}$

находим требуемое распределение СП по поражаемым целям:

$$\frac{N_{A,B,C}}{N_{Ц}} = \omega_{A,B,C} U_{A,B,C}.$$

Суммируя это распределение по всем типам поражения, получаем величину

$$\omega = \frac{N_{БК}}{N_{Ц}} = \omega_A U_A + \omega_B U_B + \omega_C U_C, \quad (4)$$

которая характеризует средний расход СП для поражения целей с заданной структурой ущерба и вероятностью нахождения в небоеспособном состоянии $Q(t_{on})$ за время операции.

Результатом боевого применения образца ВВТ за один боевой цикл является среднее число пораженных элементарных целей, находящихся в небоеспособном состоянии в течение времени операции:

$$n_{Ц} = N_{Ц} W t_{on}. \quad (5)$$

Разделив левую и правую часть (5) на численность СП в боекомплекте $N_{БК}$ и учитывая соотношение (4), получаем окончательное выражение для среднего числа элементарных целей поражаемых образцом ВВТ с заданной вероятностью:

$$n_{Ц} = \frac{W}{\omega} N_{БК}. \quad (6)$$

Формула (6) связывает среднее число пораженных элементарных целей штатным боекомплектом ВВТ с эффективностью СП и требуемой структурой ущерба.

Найдем среднее число циклов боевого применения образца ВВТ, до момента его поражения противником за время операции t_{on} , которое и определит время его существования на поле боя. При постоянной вероятности поражения образца ВВТ противником P_n случайное число циклов боевого применения образца ВВТ до его поражения подчиняется геометрическому распределению. Поскольку целое число циклов огра-

ничено сверху величиной $\frac{t_{on}}{t_{ц}}$, то формула

для определения среднего числа циклов за время операции имеет вид:

$$m = \frac{(1 - P_{\Pi})}{P_{\Pi}} \cdot [1 - (1 - P_{\Pi})^{\frac{t_{on}}{t_{ц}}}] \quad (7)$$

При $t_{on} \rightarrow \infty$ из (7) следует известный результат для геометрического распределения числа испытаний до появления случайного события [14].

Суммарное число пораженных элементарных целей за время существования образца ВВТ при выполнении одной и той же боевой задачи составит

$$n_{ц\Sigma} = n_{ц} \cdot m = \frac{W \cdot N_{БК} \cdot 1 - P_{\Pi}}{\omega \cdot P_{\Pi}} \cdot \left[1 - 1 - P_{\Pi}^{\frac{t_{on}}{t_{ц}}} \right] \quad (8)$$

Если на каждом цикле решаются различные боевые задачи с разным боекомплектом СП, то суммарное число пораженных элементарных целей определяется выражением

$$n_{ц\Sigma} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{[m]} \gamma_{ij} n_{цi}, \quad (9)$$

где $0 \leq \gamma_{ij} \leq 1$ – вероятность выполнения i -й боевой задачи на j -м цикле боевого применения ВВТ;

$$\sum_{i=1}^k \gamma_i = 1;$$

$[m]$ – целая часть величины m .

Выражения (8), (9) по сути, определяют предельные возможности образца ВВТ по поражению целей противника, т.е. его *боевой потенциал* $БП_{ВВТ} \equiv n_{ц\Sigma}$.

Он определяется характеристиками эффективности и живучести образца ВВТ, условиями его боевого применения и требуемой эффективностью решения боевых задач по предназначению.

Для расчета БП образца необходимо иметь следующие исходные данные:

– продолжительность операции t_{on} , характер и уровень противодействия противника λ ;

– перечень боевых задач и частоту их появления γ_i , $\sum_{i=1}^k \gamma_i = 1$ на каждом цикле боевого применения образца ВВТ;

– долю поражаемых объектов по типу А, В, С по каждой боевой задаче $U_{A,B,C}$;

– потребные наряды $\omega_{A,B,C}$ СП для поражения целей по типу А, В, С;

– величину штатного боекомплекта СП $N_{БК}$;

– минимальную продолжительность цикла боевого применения $t_{БП}$;

– среднюю дальность обнаружения целей $D_{обн}$, дальность стрельбы D_c и точностные характеристики боевого применения СП;

– характеристики боевой живучести образца – ρ , P_{Π} в расчетных условиях боевого применения.

Эти исходные данные содержатся в методиках по планированию огневого поражения и руководствах по боевому применению СП для различных видов и родов войск [15, 16].

Сравнение различных образцов ВВТ можно производить по величине БП с помощью расчета коэффициента боевого потенциала $K_{БП}$ относительно некоторого «эталонного» образца:

$$K_{БП} = \frac{БП_{ВВТ}}{БП_{ВВТЭ}} \quad (10)$$

Рассмотрим пример оценки БП двух образцов ВВТ с ТТХ, приведенными в таблице 1.

Задана структура ущерба для поражения типовых целей $U_A=0,2$; $U_B=0,3$; $U_C=0,15$.

Требуется определить боевые потенциалы образцов ВВТ за время боя $t_{on}=6$ часов при интенсивности огневого противодействия противника $\lambda=0,082$ 1/час.

Решение. По формуле (1) рассчитываем минимальное время цикла боевого применения образцов ВВТ:

$$t_{БП_1} = \min \left\{ \frac{800}{34}; \frac{20}{1} \right\} = 20 \text{ мин.};$$

$$t_{БП_2} = \min \left\{ \frac{850}{36,5}; \frac{30}{1,5} \right\} = 20 \text{ мин.}$$

Для обоих образцов это время определяется величиной штатного боекомплекта и темпом стрельбы.



Таблица 1

№ п/п	Тактико-технические характеристики образца ВВТ	Образец №1	Образец №2
1	Масса топлива, кг	800	850
2	Часовой расход топлива, кг/час	34,5	35,2
3	Масса боекомплекта, кг	100	150
4	Количество снарядов в БК	20	25
5	Темп стрельбы, в/мин	1	1,5
6	Вероятность поражения типовой цели снарядом: <ul style="list-style-type: none"> • по типу А • по типу В • по типу С 	0,13 0,27 0,4	0,1 0,3 0,5
7	Показатель живучести	0,4	0,5
8	Средняя дальность обнаружения цели, км	5	7
9	Дальность стрельбы, км	8	8

По заданным показателям живучести и интенсивности поражающего действия противника по формуле (2) рассчитываем вероятность поражения $P_{П}$ образцов за время цикла их боевого применения

$$P_{П} = 1 - \exp(-0,08 \cdot 0,4 \cdot 6) = 0,18;$$

$$P_{П} = 1 - \exp(-0,082 \cdot 0,5 \cdot 6) = 0,22.$$

За время боя условные вероятности небоеспособного состояния пораженных по типу А, В, С целей составят

$$Q_A = \min\left\{\frac{168}{6}, 1\right\} = 1;$$

$$Q_B = \min\left\{\frac{24}{6}, 1\right\} = 1;$$

$$Q_C = \min\left\{\frac{2}{6}, 1\right\} = \frac{1}{3}.$$

По формуле (5) находим среднюю вероятность небоеспособного состояния пораженных целей за время боя:

$$Q = 1 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,3 + \frac{1}{3} \cdot 0,15 = 0,55.$$

По заданной структуре ущерба типовых целей рассчитываем средний расход снарядов ω . Среднее число снарядов, необходимых для поражения целей по типу А, В, С, находим как величину обратную вероятностям поражения цели одним снарядом:

$$\omega_{A1} = \frac{1}{0,13} = 7,7; \quad \omega_{B1} = \frac{1}{0,27} = 3,7;$$

$$\omega_{C1} = \frac{1}{0,4} = 2,5; \quad \omega_{A2} = \frac{1}{0,1} = 10;$$

$$\omega_{B2} = \frac{1}{0,3} = 3,3; \quad \omega_{C2} = \frac{1}{0,5} = 2,0.$$

По формуле (4) рассчитываем средний расход снарядов для поражения цели:

$$\omega_1 = 7,7 \cdot 0,2 + 3,7 \cdot 0,3 + 2,5 \cdot 0,15 = 3,0;$$

$$\omega_2 = 10 \cdot 0,2 + 3,3 \cdot 0,3 + 2,0 \cdot 0,15 = 3,3.$$

По формуле (8) окончательно рассчитываем показатель БП образцов:

$$БП_1 = \frac{0,55 \cdot 20 \cdot 0,82}{3,0 \cdot 0,18} = 16,7;$$

$$БП_2 = \frac{0,55 \cdot 25 \cdot 0,78}{3,3 \cdot 0,22} = 14,8.$$

Как видно из проведенных расчетов, первый образец ВВТ имеет больший боевой потенциал. Коэффициент боевых потенциалов сравниваемых образцов составляет

$$K_{БП} = \frac{БП_{ВВТ_1}}{БП_{ВВТ_2}} = \frac{16,7}{14,8} = 1,13 \blacktriangle$$

Оценим чувствительность БП к основным его параметрам $Q, \omega, N_{БК}, \rho$. Для этого найдем частные производные БП в форме (8) по каждому из параметров:

$$\alpha_Q = \frac{\partial БП}{\partial Q} = \frac{БП}{Q}; \quad \alpha_\omega = \frac{\partial БП}{\partial \omega} = -\frac{БП}{\omega};$$

$$\alpha_N = \frac{\partial БП}{\partial N_{БК}} = \frac{БП}{N_{БК}};$$



$$\alpha_p = \frac{\partial \text{БП}}{\partial \rho} = -\frac{\text{БП}}{P_{II}} \lambda \cdot t_{on} \approx -\frac{\text{БП}}{\rho}.$$

Из полученных выражений видно, что наибольшее влияние на изменение БП оказывают показатели эффективности Q и живучести образца ρ . Это еще раз подтверждает известный вывод о необходимости достижения оптимального соотношения между живучестью и боевой эффективностью образцов ВВТ.

3. Методика определения боевого потенциала воинского формирования

Воинское формирование (ВФ) в отличие от единичного образца ВВТ представляет собой сложную боевую систему, содержащую определенное количество как однотипных, так и разнотипных образцов ВВТ, подсистему боевого управления и материально-технического обеспечения. Наличие этих подсистем придает ВФ новое *синергетическое* свойство, состоящее в увеличении боевых возможностей ВФ по сравнению с простой совокупностью образцов ВВТ [17]. Поэтому для объективной оценки боевых возможностей ВФ необходимо детальное моделирование процессов вооруженного противоборства с применением компьютерных средств.

В настоящее время имеются информационно-моделирующие комплексы «Спектр», «Арбат-НВ-Центр» и др., позволяющие проводить имитационное моделирование боевых систем различного уровня для заданных условий боевых действий. Однако подготовка исходных данных и собственно моделирование процессов требует значительного времени и трудозатрат. Между тем существуют задачи военного планирования, требующие оперативного принятия решений и допускающие приближенную оценку количественно-качественных характеристик БС [18, 19].

Для этих целей необходимо иметь агрегированные модели, учитывающие основные параметры БС и условия их применения. В качестве таких моделей могут использоваться модели «динамики средних»

Осипова-Ланчестера [20, 21]. Основными параметрами этих моделей являются интенсивности поражающего действия сторон λ при применении ими огневых (ударных) средств. Эти параметры выражаются соотношением

$$\lambda(t_{on}) = \frac{N_{ц} Q}{N_{БК} \cdot t_{on}} = \frac{\text{БП}_{\text{ВВТ}}}{N_{БК} \cdot t_{on}} \quad (11)$$

и, как видно, однозначно определяются БП образцов ВВТ.

Используя боевые потенциалы образцов ВВТ, можно приближенно получить нижнюю оценку для боевого потенциала ВФ. Пусть в составе ВФ имеется L типов ВВТ, обладающих боевым потенциалом $\text{БП}_{\text{ВВТ } j}$, $j = \overline{1, L}$. Численность образцов ВВТ j -го типа составляет n_j . Каждый тип ВВТ за время своего существования осуществляет поражение $N_{ц j}$ элементарных целей с вероятностью Q_j . Будем оценивать боевой потенциал ВФ максимальным числом пораженных элементарных целей. Учитывая выражение для БП образца ВВТ, получаем

$$\text{БП}_{\text{ВФ}} = \sum_{j=1}^L n_j N_{ц j} Q_j = \sum_{j=1}^L n_j \text{БП}_{\text{ВВТ } j}. \quad (12)$$

Выражение (12) является нижней оценкой для боевого потенциала ВФ и не учитывает его синергетического свойства. Моделируя процесс боевых действий ВФ на определенном оперативно-тактическом фоне с учетом факторов боевого управления и обеспечения, мы получим иную величину боевого потенциала $\text{БП}_{\text{ВФ}}^* \geq \text{БП}_{\text{ВФ}}$. Их отношение

$k_c = \frac{\text{БП}_{\text{ВФ}}^*}{\text{БП}_{\text{ВФ}}}$ даст тот самый коэффициент *синергизма*, которым обладает ВФ по сравнению с простой совокупностью образцов ВВТ.

В качестве примера рассмотрим тактическое воинское формирование, в составе которого имеется два типа образцов ВВТ численностью $n_1 = 12$ ед. и $n_2 = 8$ ед. Боевые потенциалы образцов ВВТ соответствуют рассмотренному выше примеру: $\text{БП}_1 = 16,7$,



$БП_2 = 14,8$. Требуется получить нижнюю оценку боевых возможностей данного воинского формирования.

Р е ш е н и е. По формуле (12) рассчитываем суммарный боевой потенциал образцов ВВТ воинского формирования, выражаемый средним числом пораженных элементарных целей

$$\begin{aligned} БП_{ВФ} &= БП_{ВВТ_1} n_1 + БП_{ВВТ_2} n_2 = \\ &= 16,7 \cdot 12 + 14,8 \cdot 8 \approx 319 \text{ ед.} \end{aligned}$$

Разделив $БП_{ВФ}$ на суммарную численность образцов ВВТ $n = \sum_{j=1}^l n_j$ ед., получим среднее значение БП образца ВВТ в составе воинского формирования

$$\overline{БП}_{ВВТ} = \frac{БП_{ВФ}}{n} = \sum_{j=1}^l \delta_j БП_{ВВТ_j}, \quad (13)$$

где $\delta_j = \frac{n_j}{n}$ – доля образцов j -го типа в ВФ;

$$\sum_{j=1}^l \delta_j = 1.$$

В рассматриваемом примере среднее значение БП образца ВВТ в составе ВФ составляет $\overline{БП}_{ВВТ} \approx 16$ ед.

Рассмотренный методологический подход позволяет достаточно просто и вполне объективно оценивать боевые потенциалы ВВТ и воинских формирований, используя только основные ТТХ и расчетные показатели эффективности их применения в заданных условиях без привлечения, какой-либо, экспертной или другой «нечеткой» информации.

Список использованных источников:

1. Цыгичко В.Н., Стокли Ф. Метод боевых потенциалов: история и настоящее // Военная мысль, 1997, №4.
2. Богданов С.А., Захаров Л.В. О выработке единых подходов к оценке боевых потенциалов // Военная мысль, 1992, №8.
3. Бонин А.С. Основные положения методических подходов к оценке боевых потенциалов и боевых воз-

можностей авиационных формирований // Военная мысль, 2008, №1, с.43-47.

4. Бонин А.С. Количественно-качественное соотношение сил авиационных группировок сторон (методология, методики, расчетные условия). – Министерство обороны РФ, 2001.

5. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Смоленков В.А. Введение в теорию эффективности боевых действий ракетных войск и артиллерии. Монография. – М.: ВАГШ, 2008.

6. Методика оценки боевых потенциалов вооружения и военной техники и войсковых формирований вооруженных сил Российской Федерации и иностранных государств. – М.: ЦВСИ, 2001.

7. Кондратьев Б.П. Теория потенциала. Новые методы и задачи с решениями. – М.: Мир, 2007.

8. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. – М.: Сов. Радио, 1964.

9. Оценка эффективности огневого поражения ударами ракет и огнем артиллерии. Военно-теоретический труд / Под ред. А.А. Бобрикова. – СПб, 2006.

10. Горбунов В.А. Эффективность обнаружения целей. – М.: Воениздат, 1979.

11. Ким Д.П. Методы поиска и преследования подвижных объектов. – М.: Наука, 1989.

12. Кринецкий Е.И. Системы самонаведения. – М.: Машиностроение, 1970.

13. Буравлев А.И., Ерохин В.А. Критерии оценки эффективности огневого поражения в операции // Труды ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, №8, т.5, 2007. Серия: Авиационные робототехнические системы. – М.: Радиотехника, 2008, с.16-22.

14. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1975.

15. Методика планирования огневого поражения ракетными войсками и артиллерией в операциях. М.: – ВАГШ. 2004.

16. Руководство по боевому применению авиационных средств поражения. – М.: Воениздат, 1989.

17. Буравлев А.И., Русанов И.П. Модель оценки эффективности боевых систем // Военная мысль, 2009, №5.

18. Морозов Н.А. Теоретические основы качественного анализа больших военных систем. – М.: Министерство обороны, 2003.

19. Ахметов Д.Е., Беломытцев А.В., Васкецов С.Л. О роли упрощенных оптимизационных моделей // Военная мысль, 2008, №1.

20. Буравлев А.И., Брезгин В.С. Агрегированная модель противоборства боевых систем // Вооружение и экономика, 2009, №5.

21. Буравлев А.И., Гордеев С.В. Модель динамики противоборства неоднородных группировок сил // Вооружение и экономика, 2009, №3.

