

УДК 681.518

А.Б. Скорик, И.Г. Кириллов, Х.А. Турсунходжаев

*Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков*

## О МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СЛОЖНОСТИ СТРУКТУРЫ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА БОЕВОЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОИНСКИХ ФОРМИРОВАНИЙ

*В статье рассматриваются воинские формирования (ВФ) как сложные организационно-технические системы военного назначения, обладающие внутренними ресурсами. Делается предположение об S-образном характере функции отражающей зависимость боевого потенциала ВФ от усложнения организационной структуры системы. На примере модели стрелкового полка иллюстрируется изменение эмерджентных свойств системы, обеспечивающих рост боевого потенциала при усложнении ее организационной структуры.*

**Ключевые слова:** боевой потенциал, эффективность, система оружия, система вооружения группировки войск, интегративные свойства, организационная структура системы.

### Введение

#### Постановка проблемы и анализ литературы.

Термин «боевой потенциал» впервые введен в докторской диссертации Е.Г. Анянзева (ВВИА имени проф. Н.Е. Жуковского, 1958) [1]. В дальнейшем проблематика определения «боевого потенциала» нашла свое отражение в целом ряде научно-исследовательских работ. По данной тематике имеется огромное количество научных статей, из которых хотелось бы выделить работы [1 – 4]. В процессе исследований достаточно сильно изменялось как представление о боевых потенциалах, с помощью которых оценивались образцы ВВТ и боевые возможности воинских формирований, так и методики их оценивания.

Не отрицая всего многообразия взглядов на данную проблематику, в данной работе основное внимание уделено влиянию структурной сложности системы на ее боевой потенциал.

**Цель статьи:** анализ влияния структурной организации сложных организационно-технических систем военного назначения (ОТСВН) на боевой потенциал, создаваемых на их основе, воинских формирований (БПВФ). В рамках проводимого анализа предполагается, что система имеет внутренние ресурсы. Ресурсы могут быть использованы для решения двух задач: экстенсивного увеличения количества «огневых единиц» и задачи усложнения структурной организации системы путем создания многоуровневой системы управления.

### Основной материал

Первоначально рассмотрим определения *боевого потенциала образца ВВТ (БПоВВТ)* и связанных с ним понятий. Используемые в работе формулировки представляют собой определенную компиляцию наиболее значимых и интересных взглядов на БПоВВТ и БПВФ [1 – 3] и в конечном виде сформулированы профессором Б.А. Демидовым.

*Боевой потенциал образца ВВТ* – это показатель комплексного свойства образца ВВТ, проявляющийся через его предельные боевые возможности, характеризующиеся интегральным показателем максимального объема боевых задач, который может выполнить образец при применении по своему функциональному (целевому) назначению в заданных (расчетных) условиях оперативно-тактической обстановки за время своего существования до момента поражения противником либо за установленное время выполнения боевых задач, до израсходования штатного боекомплекта средств поражения и т.п.

*Уровень реализации боевого потенциала образца* – соотношение его реальных боевых возможностей с потенциальными. *Потенциальные возможности* – возможности при реализации всего потенциала, заложенного в образце. Уровень реализации БП зависит от конкретных условий боевого применения образца ВВТ (от конкретных условий оперативно-тактической обстановки, в которых применяется образец ВВТ) и от ряда других факторов.

Боевой потенциал образца ВВТ, являясь показателем его комплексного свойства, непосредственно связан с эффективностью применения образца в соответствии с его целевым (функциональным) назначением, оцениваемой интегральным показателем, который характеризует результат боевого применения образца в выполняемой операции, соотношенный с затратами потребных для этого ресурсов всех видов, (вероятностью выполнения боевой задачи). Боевой потенциал образца ВВТ определяется его боевыми свойствами (боевой мощью, живучестью, мобильностью, применимостью и т.п.).

*Объем боевых задач*, который может выполнить образец ВВТ в соответствии со своим функциональным назначением, определяется содержанием каждой из задач и достигаемой целью ее выполнения.

*Заданные (расчетные) условия* применения образца ВВТ отражают наиболее типичные условия его

боевого применения. Они определяют типовой оперативно-тактический сценарий применения ВВТ на едином оперативно-тактическом фоне, типовые объекты поражения, уровень противодействия противника, уровень подготовки экипажей и расчетов, величину боекомплекта средств поражения и т.п. Время существования образца в условиях боевых действий определяется временем его функционирования до поражения противником или расхода штатного боекомплекта средств поражения, временем заправки топливом, восстановления технического ресурса и другими ограничениями в соответствии с его ТТХ

*Коэффициент боевого потенциала образца ВВТ (КБП образца ВВТ)* - отношение показателя боевого потенциала конкретного (оцениваемого) образца ВВТ к показателю боевого потенциала базового образца ВВТ, принятого за эталон. КБП показывает, во сколько раз анализируемый образец лучше (хуже) базового образца по уровню боевого потенциала (предельным боевым возможностям).

Воинское формирование в отличие от единичного образца ВВТ представляет собой сложную боевую систему, содержащую определенное количество как однотипных, так и разнотипных образцов ВВТ, подсистему боевого управления, технического, тылового и других видов обеспечения. Наличие этих подсистем придает ВФ новое *синергетическое* свойство, состоящее в изменении боевых возможностей ВФ по сравнению с простой совокупностью образцов ВВТ [2]. Определение БПВФ, которое по мнению авторов работы [1], относится к категории общепринятых (в какой-то степени узаконенных) следующее:

**Боевой потенциал воинского формирования** – интегральный показатель, характеризующий объем заданий, который может выполнить ВФ по целевому назначению в расчетных условиях при нормативных уровнях возможностей систем управления, тылового обеспечения и подготовки личного состава [1].

*Реализуемый боевой потенциал ВФ* – потенциал ВФ, определяемый в конкретных, отличающихся от расчетных, условиях боевых действий с учетом реальных возможностей систем управления, боевого и тылового обеспечения, а также уровня подготовки личного состава. Реализуемый боевой потенциал формирования — это фактически его боевые возможности. Термины «реализуемый боевой потенциал» и «боевые возможности» имеют одно смысловое значение [1].

Для анализа группировок войск вводится аналогичное понятие.

**Боевой потенциал группировки войск** – интегральный показатель, характеризующий совокупность потенциалов разнородных сил и средств, входящих в состав группировки [1].

Проанализируем подходы к вычислению значений боевых потенциалов ВФ и группировок войск. Для примера приведем расчет боевого потенциала авиационной группировки (АГ) [1]:

$$БП_{Г} = \sum_{l=1}^L K_{П_l} \sum_{i=1}^{I_l} N_i K_{БП_i}, \quad i \in I_l, \quad (1)$$

где  $K_{П_l}$  – переходные коэффициенты для пересчета различных сил и средств, входящих в АГ, в единые единицы измерения;  $L$  – количество подсистем вооружения (родов авиации) в составе АГ;  $N_i$  – количество самолетов  $i$ -го типа в составе АГ;  $K_{БП_i}$  – коэффициент боевого потенциала  $i$ -го самолета;  $I_l$  – множество типов АК в составе 1-й подсистемы.

Подобные подходы используются в большинстве работ по данной тематике.

Считается, что в качестве приближенной оценки БПВФ БП<sub>ВФ</sub> можно использовать суммарный боевой потенциал образцов ВВТ БП<sub>ΣВВТ</sub>, входящих в состав ВФ [2]

$$БП_{ВФ} \approx БП_{\Sigma ВВТ} = \sum_{j=1}^l n_j БП_{ВВТ_j}, \quad (2)$$

где  $n_j$ , ( $j = \overline{1, l}$ ) – число образцов ВВТ  $j$ -го типа в составе ВФ;  $l$  – количество различных типов ВВТ в составе ВФ.

Для более точной оценки боевого потенциала необходимо применять модели, позволяющие учесть синергизм, которым обладает ВФ по сравнению с простой совокупностью образцов ВВТ

$$БП_{ВФ} = K_{СУ} K_{СО} БП_{\Sigma ВВТ}, \quad (3)$$

где  $K_{СУ}$ ,  $K_{СО}$  – коэффициенты вкладов систем боевого управления и обеспечения в эффективность ВВТ.

При таком подходе синергизм системы оценивается как

$$k_c = \frac{БП_{ВФ}}{БП_{\Sigma ВВТ}} = K_{СУ} K_{СО}. \quad (4)$$

Из вышеизложенного следует, что традиционные подходы к оценке боевого потенциала воинских формирований опираются на использование БПоВВТ, а системные свойства оцениваются с помощью некоторых «корректирующих» коэффициентов. При этом функциональная зависимость БПВФ от БПоВВТ носит линейный характер (4). Что характерно, даже при оценке боевого потенциала группировок (1) используется не боевой потенциал воинских формирований, что было бы предпочтительней, а боевой потенциал БПоВВТ. Здесь уместно привести высказывание Переслегина: «*За редчайшими исключениями структуры армий противников не совпадают. Например, дивизии Первой Мировой Войны различались по числу батальонов, уровню подготовки войск, составу артиллерии. Соответственно, при оценке соотношения сил в тех или иных операциях счет "по дивизиям" и "по батальонам" зачастую давал совершенно разные результаты. Общий же подсчет "по едокам" или "по штыкам и саблям" чаще всего вообще был лишен смысла*».

Необходимо признать, что, используя существующие методики, имеющие более строгое математическое обоснование, мы, тем не менее, по-прежнему пытаемся вести подсчет "по итыкам и саблям". Для современных войн, которые все в большей мере имеют характер противоборства в информационном пространстве, такой подход, по крайней мере, неочевиден. И этот факт подтверждается в работе [1] д.т.н. А.С. Бонина, в которой автор достаточно прямо указывает на то, что *до настоящего времени не решена сложная научно-практическая проблема формирования методологии определения БПВФ и БПоВВТ*.

Проблема здесь во многом определяется попыткой вывести некий интегральный показатель эффективности решения задач системой, опираясь на эффективность решения задач только исполнительными элементами системы.

Для выполнения *целевых действий* система должна содержать *элементы исполнения*, а для того, чтобы их взаимодействие было целевым система должна содержать и *элементы управления*. При обеспечении достижения цели не имеет значения из чего состоит система, а важно – что она может. Следовательно, систему определяет не состав её элементов, а насколько точно она может выполнить то, что от неё ожидается (цель). Важен результат действия, а не способ его получения. Для решения одинаковых задач (целей) можно построить системы из совершенно разных элементов. Следовательно, исследуя только исполнительные элементы и не говоря об управлении и структуре системы, мы попадаем в логическую ловушку.

История развития человечества и процесс эволюции убедительно доказывают тот факт, что развитие идет от простого к сложному, путем все большего усложнения как искусственных, так и естественных систем. Человек стал вершиной эволюции только потому, что сумел эволюционное усложнение систем, имеющее достаточно длительную «*постоянную времени*», дополнить усложнением «структуры человеческого общества», изменчивость которой в эволюционных масштабах времени была практически мгновенная. Проведенные в настоящее время исследования позволяют сделать вывод о значительном влиянии фактора структурной сложности систем на боевой потенциал ВФ.

Заметим, что такие выводы в некотором роде созвучны высказываниям Наполеона. После своего похода в Египет в 1798 году он сказал: "Если в открытом бою сойдутся французский драгун и египетский мамелюк, то мамелюк победит. Если сойдутся десять драгунов и десять мамелюков – результат будет таким же. Если же они сшибутся сотня на сотню, то будет ничья. А вот если тысяча на тысячу – французы победят".

Одним из возможных подходов к оценке структурной сложности ОТСВН может служить использование коэффициента эмерджентности Хартли [4].

$$\varphi = \text{Log}_2 \sum_{m=1}^M C_W^m / \text{Log}_2 W, \quad (5)$$

где  $W$  – общее количество элементов системы;  $M$  – уровень иерархии системы;  $m$  – количество элементов в подсистеме.

Пример практического использования данного подхода к оценке структурной сложности воинских формирований приведен в работе [4]. Разделяя в целом взгляды Е.В. Луценко на данную проблематику, необходимо сделать ряд уточнений, позволяющих более полно учитывать системные свойства воинских формирований – как ОТСВН.

Рассматривая иерархию построения воинских формирований и группировок войск следует отметить, что все они относятся к классу  $M$ -сложных систем (понятие  $M$ -сложных систем описывает информационную сложность системы) [3].

В работах У.Р. Эшби введен закон «необходимого разнообразия», который дословно звучит следующим образом: «только разнообразие может уничтожить разнообразие». Эта закономерность может быть сведена к требованию обязательного соответствия между уровнями сложности системы управления и уровнем сложности объекта управления, т.е. разнообразие первого должно быть не меньше разнообразия второго. Чем сложнее, объект управления, тем сложнее должна быть система управления им. Отсутствие указанного соответствия в содержании системы и объекта управления ведет к снижению боевого потенциала. Если система управления неоправданно усложнена по сравнению с относительно простым объектом, то это влечет за собой излишние расходы, дублирование функций, дополнительные коммуникации, снижение оперативности и т.д.

С другой стороны, попытка управлять сложным объектом с помощью примитивной (по своим структурам, функциям, методам, информационным технологиям) системой управления также неизбежно приведет к снижению эффективности.

В качестве объекта управления рассматривается *система оружия (система вооружения группировки войск)*. Сложность ее определяется сложностью составляющих ее вооружений. В составе воинских формирований (группировки) *система оружия* может рассматриваться как базовый уровень, для создания которого выделяются ресурсы

$$C_{сО} = \sum_{n=1}^{N_0} C_n,$$

где  $N_0$  – количество групп (видов) вооружения,  $C_n$  – функция определяющая ресурсы выделяемые на группу вооружения. Образцы вооружения рассматриваются как базовые системные элементы [3].

На каждом из уровней иерархии воинских формирований можно наблюдать появление новых организационно-технических структур (подразделений), обладающих системными свойствами – взвода,

роты и т.д.) С системной точки зрения они могут рассматриваться как некоторые «интегративные элементы». Дадим определение.

**Системный интегративный элемент (СИЭЛ)** – это системный элемент обладающий интегративными качествами (не свойственными ни одному из входящих в него элементов в отдельности), энтропия которого меньше совокупной энтропии его элементов.

По аналогии с (5) введем коэффициент эмерджентности ОТСВН:

$$\varphi_{cy} = \text{Log}_2 \sum_{i=0}^M \sum_{n=1}^{N_i} C_{in}(i, m_{in}) / \text{Log}_2 \sum_{n=1}^{N_0} C_n, \quad (6)$$

где  $C_{i,n}(i, m_{i,n})$  – ресурсы, затрачиваемые на создание СИЭЛ (зависящие от уровня иерархии и количества базовых элементов и СИЭЛ, входящих в его состав).

Проанализируем приведенный в работе [4] пример определения уровня системности стрелкового полка. В работе Е.В. Луценко учитывает только «возможные полезные комбинации» (что требует дополнительной формализации при вычислении

$C_W^m$  согласно (5)). При вычислении  $\varphi_{cy}$ , с использованием выражения (6), на каждом уровне выделяются системные элементы (СИЭЛ, БЭЛ). Для рассматриваемого случая примем  $C_{in}(i, m_{in}) = m_{in}$ .

При представлении полка как неиерархической структуры ( $M = 0$ ) структурная сложность объекта минимальна  $\varphi_{cy} = 1$ . В двухуровневой иерархической системе полк имеет 81 отделение по 9 солдат в каждом. На 3-й уровне иерархии: 27 взводов по 3 отделения в каждом. Уровень системности полка на первых трех уровнях вычисляется как:

$$\varphi_{cy} = \frac{\text{Log}_2(729 + 81 \times 9 + 27 \times 3)}{\text{Log}_2 729} = 1,11336. \quad (7)$$

Результаты вычислений (совпадающие с работой [4]) приведены в табл. 1.

Коэффициент эмерджентности ОТСВН  $\varphi_{cy}$  может быть использован при определении коэффициента синергизма  $k_c$  в аналитическом виде, что в ряде случаев предпочтительней.

Таблица 1

Сводные данные по структуре стрелкового полка и расчетному уровню сложности системы

	729 солдат	81 отделение	27 взводов	9 рот	3 батальона	полк	Всего:	Уровень сложности системы
	1-й ур.	2-й ур.	3-й ур.	4-й ур.	5-й ур.	6-й ур.		
1-й ур.	729						729	1,00000
2-й ур.	729	81*9					1458	1,10515
3-й ур.	729	81*9	27*3				1539	1,11336
4-й ур.	729	81*9	27*3	9*3			1566	1,11600
5-й ур.	729	81*9	27*3	9*3	3*3		1575	1,11687
6-й ур.	729	81*9	27*3	9*3	3*3	1*3	1578	1,11715

При  $k_c = \varphi_{cy}$  зависимость боевого потенциала системы «стрелковый полк» от сложности его структуры приведена на рис. 1 (сплошная линия). Однако данная зависимость будет верной лишь при сделанных выше предположениях, что  $C_{in}(i, m_{in}) = m_{in}$ . Задача обоснования оптимального соотношения ресурсов, затрачиваемых на средства поражения и системы управления еще требует своего решения. Имеющиеся наработки в этой области позволяют сделать предположение о том, что "реальная" зависимость БПВФ от  $k_c$  имеет S-образный характер (рис. 1, прерывистая линия). На начальном этапе определяющим в росте БПВФ является увеличение БПоВВТ. По мере роста иерархии систем наблюдается постепенное снижение интегративных свойств. Именно данным обстоятельством, во многом определяется переход вооруженных сил многих государств на бригадную структуру формирования.

**Выводы**

В статье рассмотрены вопросы анализа влияния организационной структуры ОТСВН на боевой потенциал, создаваемых на их основе воинских фор-

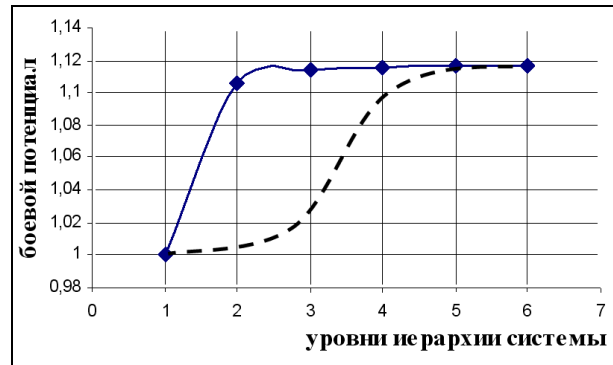


Рис. 1. Зависимость БПВФ от сложности системы

мирований. По результатам исследований сделан вывод о недостаточном учете в существующих методиках определения боевого потенциала воинских формирований влияния интегративных свойств сложных систем. Предложен вариант вычисления коэффициент эмерджентности ОТСВН для определения структурной сложности ОТСВН.

**Список литературы**

1. Бонин А.С. О боевых потенциалах образцов ВВТ, формирований и соотношениях сил группировок сторон /

А.С. Бонин, Г.И. Горчица // Военная мысль. – 2010. – № 4. – С. 61-67.

2. Брезгин В.С. О методологии оценки боевых потенциалов вооружения и военной техники и воинских формирований / В.С. Брезгин, А.И. Буравлев // Военная мысль. – 2010. – № 8. – С. 41-48.

3. Скорик А.Б. Анализ общей методологии формирования требований к военно-техническим системам и вооружению ЗРВ. Ч. 1. Эволюционное развитие оперативно-тактических требований / А.Б. Скорик, Б.А. Демидов // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 3 (23). – С. 75-81.

4. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): монография / Е.В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2002. – 605 с.

Поступила в редколлегию 1.12.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.П. Малайчук, Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Днепропетровск.

#### **О МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ВЛИВУ СКЛАДНОСТІ СТРУКТУРИ ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ НА БОЙОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ**

А.Б.Скорик, І.Г. Кіріллов, Х.А. Турсунходжаєв

*У статті розглядаються військові формування як складні організаційно-технічні системи військового призначення, що мають внутрішні ресурси. Робиться припущення про S-образний характер функції, що відображає залежність бойового потенціалу ВФ від ускладнення організаційної структури системи. На прикладі моделі стрілецького полку демонструється зміна емерджентних властивостей системи, що забезпечують зростання бойового потенціалу при ускладненні її організаційної структури.*

**Ключові слова:** бойовий потенціал, ефективність, система зброї, система озброєння угруповання військ, інтеграційні властивості, організаційна структура.

#### **ABOUT METHODOLOGY OF AN ESTIMATION OF INFLUENCE OF COMPLEXITY OF STRUCTURE OF MILITARY-TECHNICAL SYSTEMS ON FIGHTING POTENTIAL OF MILITARY FORMATIONS**

A.B. Skorik, I.G. Kirillov, K.A. Tursunhodzhaev

*In article military formations are considered as the difficult organizational and technical military-oriented systems that have internal resources. The assumption about S-shaped character of function that reflects the dependence of military formation fighting potential on complication of the system organisational structure is done. On the example of shooting regiment model the change of emergent properties of the system that provide the growth of fighting potential at complication of the organisational structure is shown.*

**Keywords:** fighting potential, efficiency, weapon system, system of arms of armies grouping, integration properties, system organisational structure.