



М.В. Ханько

¹НИИ Вооруженных Сил Республики Беларусь, Республика Беларусь
(E-mail: hankomihail@gmail.com)

Применение моделей для исследования скрытых воздействий при оценке качества образцов вооружения и военной техники

В статье предложен способ совершенствования методики сравнительного анализа однотипных образцов вооружения и военной техники по уровню технического и тактического совершенства с использованием матричного метода исследования скрытых воздействий.

Применение предложенного метода позволяет проранжировать тактико-технические характеристики образца вооружения и выбрать наиболее важные по критерию влияния на приспособленность образца для выполнения задач.

Ключевые слова: вооружения, матрица, математический расчёт, тактика, техника.

Введение

Из множества разнообразных и увлекательных задач, стоящих перед современным обществом, наиболее важной и впечатляющей является осознание и формирование новой технологической революции, которая предусматривает как минимум преобразование человечества [1].

Достижения научно-технологического прогресса оказали влияние на все сферы деятельности, включая военную.

В настоящее время в теории вооружения наибольшее применение нашла методика сравнения образцов ВВСТ на основе математического расчета их коэффициентов технического уровня $K_{\text{ТУ}}$ [1, 2], а также разработанная в ее развитие усовершенствованная методика [3].

В соответствии с первой методикой коэффициент технического уровня рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ТУ}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i k_i, \quad (1)$$

где: N - количество сравниваемых характеристик,

k_i - значение весового коэффициента i -й характеристики,

P_i - нормированное числовое значение i -й характеристики.

Основным недостатком данной методики является сложность определения коэффициента k_i . Для устранения данного недостатка авторами усовершенствованной методики предложено отказаться от использования



весовых коэффициентов, а также усреднения числовых значений характеристик и осуществлять расчет коэффициента тактико-технического уровня по формуле:

$$K_{\text{Т-ТУ}} = \sum_{i=1}^N P_i \quad (2)$$

В соответствии с исходной и усовершенствованной методиками, расчет нормированного числового значения i -й характеристики P_i осуществляется путем составления таблицы с абсолютными значениями сравниваемых характеристик образцов ВВТ с дальнейшим их нормированием относительно наибольшего значения каждой характеристики, результатом которого является таблица с нормированными значениями сравниваемых характеристик. В свою очередь ранжирование образцов осуществляется путем сравнения их $K_{\text{ТУ}}$, рассчитанных по формулам 1 или 2.

Несомненными достоинствами описанных методик являются их простота и возможность количественной оценки качества сравниваемых образцов ВВСТ, однако, проведенный анализ позволил выявить и некоторые недостатки.

Так, в соответствии с данными методиками, критерий выбора количества оцениваемых характеристик образцов ВВТ не определен, кроме того – все характеристики являются одинаково важными с диапазоном приращения аргумента от 0 до 1. Следует предположить, что данное обстоятельство способно оказать существенное влияние на результат ранжирования.

Методы исследования

При проведении исследования использованы следующие общенаучные методы:

- Теоретические методы постановка проблемы, построение гипотез, описания последовательные действия.);
- Методы операции (анализ, синтез, сравнение, математические моделирование, и.т.д.);
- А также применены методы исследования специальной литературы, публикаций средств массовой информации.

Основная часть

Проведенный в ходе проведения исследований расчет $K_{\text{ТУ}}$ для конкретных образцов вооружения показал, что образец X занимает первое место при $N \leq 26$ и последнее при $N = 42$, что существенно изменяет результат ранжирования с учетом возможности ЛПП выбирать количество оцениваемых характеристик. Кроме того, очевидно, что все характеристики не могут вносить одинаковый вклад в качество образца ВВТ.

Таким образом, предположение о существенном влиянии количества оцениваемых характеристик на результат ранжирования оказалось верным, что позволило сформулировать основные недостатки рассматриваемой методики:

– существенное влияние количества оцениваемых характеристик на результат;

– неформализованный характер выбора оцениваемых характеристик без оценки их вклада в качество образца ВВТ.

Данные недостатки являются следствием отказа от использования весовых коэффициентов характеристик k_i .

Для устранения указанных недостатков предлагается применение модели, разработанной французским математиком Арнольдом Кофманом [4]. Сущность применения данной модели для ранжирования образцов ВВТ состоит в определении степени влияния тактико-технических характеристик образца на его качество, то есть приспособленность для выполнения задач по назначению, через его свойства.

На рисунке 1 представлено графическое представление модели.

$A = \{ a_1, a_2, \dots, a_i \}$ – множество характеристик образца ВВТ;

$B = \{ b_1, b_2, \dots, b_j \}$ – множество свойств образца ВВТ;

$C = \{ c_1, c_2, \dots, c_k \}$ – множество задач образца ВВТ.

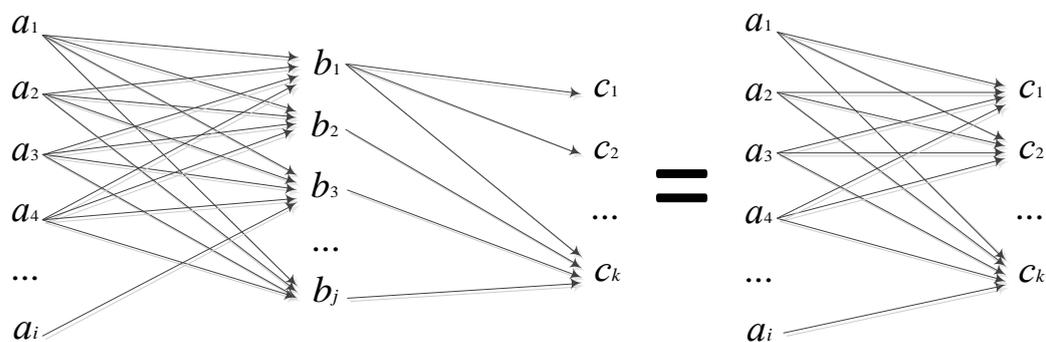


Рисунок 1. – Графическое представление модели для оценки влияния характеристик образца ВВТ на его качество

На рисунке 2 данный граф представлен в форме матриц инцидентий.

M_{AB} – матрица инцидентий тактико-технических характеристик образца ВВТ на его свойства;

M_{BC} – матрица инцидентий свойств образца ВВТ на его качество (пригодность для решения задач);

M_{AC} – матрица инцидентий тактико-технических характеристик образца ВВТ на его качество (пригодность для решения задач).



	b_1	b_2	b_3	...	b_j
a_1	1	0,6	0,6	0,3	0,4
a_2		0,6	0,7	0,3	0,4
a_3		1	0,9		0,5
a_4		1	0,9		0,5
...					
a_i			0,8		

	c_1	c_2	...	c_k
b_1	1	0,4		
b_2				0,7
b_3				0,8
...				
b_j				0,6

	c_1	c_2	...	c_k
a_1	?	?	?	?
a_2	?	?	?	?
a_3	?	?	?	?
a_4	?	?	?	?
...	?	?	?	?
a_i	?	?	?	?

Рисунок 2. – Матричное представление модели для оценки влияния характеристик образца ВВТ на его качество

Значения элементов матриц M_{AB} и M_{BC} определяются по результатам экспертного опроса. В приведенном примере использованы нечеткие оценки инцидентий, изменяющиеся в диапазоне от 0 – при отсутствии инцидентий, до 1 – при ярко выраженной инцидентии i -й характеристики на j -е свойство и j -го свойства на приспособленность образца ВВТ к выполнению k -й задачи соответственно. При этом возможности модели позволяют использовать не только нечеткие оценки, но также доверительные интервалы и экспертоны.

Применение данной модели предполагает вычисление оценок для каждого элемента матрицы M_{AC} . Осуществить такую оценку можно с использованием операции $\max\min$ – выбора наибольшего значения инцидентий на пути от a_i к c_k среди наименьших.

Пусть:

$\mu(a_i b_j)$ – оценка клетки матрицы M_{AB} ,

$\mu(b_j c_k)$ – оценка клетки матрицы M_{BC} ,

\min – оператор выбора наименьшего из элементов,

\max – оператор выбора наибольшего из элементов.

Тогда оценка элемента матрицы M_{AC} рассчитывается по формуле:

$$\mu(a_i c_k) = \max_j (\max(a_i b_j) \min(b_j c_k)). \quad (3)$$

На основании расчетов по формуле 3 могут быть получены оценки для всех $a_i c_k$ и проранжированы характеристики сравниваемых образцов ВВТ на основании их инцидентии на приспособленность образца к выполнению задач с использованием аддитивной свертки оценок по формуле:

$$Y = \sum_{i=1}^N \mu_i \quad (4)$$

Ранжирование оцениваемых характеристик осуществляется в порядке убывания величины показателя Y .

Для получения весовых коэффициентов характеристик k_i пронормируем полученные значения показателя качества пропорционально их вкладу в качество образца вооружения по формуле:

$$k_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^N Y_i} * 100 \quad (5)$$

Таким образом, использование предлагаемой модели позволяет устранить главный недостаток рассматриваемых методик и определить величину весовых коэффициентов k_i для всех оцениваемых характеристик.

В то же время, применение для расчета $K_{\text{ТУ}}$ формулы 1, по мнению автора, не оправдано по причине того, что с уменьшением k_i приращение аргумента также уменьшается и при больших N , в результате усреднения, значение $K_{\text{ТУ}}$ стремится к нулю.

В связи с вышеизложенным, более оправданным является расчет $K_{\text{ТУ}}$ по формуле:

$$K_{\text{ТУ}} = \sum_{i=1}^N P_i k_i \quad (6)$$

Рассчитанные по формуле 6 значения $K_{\text{ТУ}}$ для конкретного примера представлены на рисунке 3.

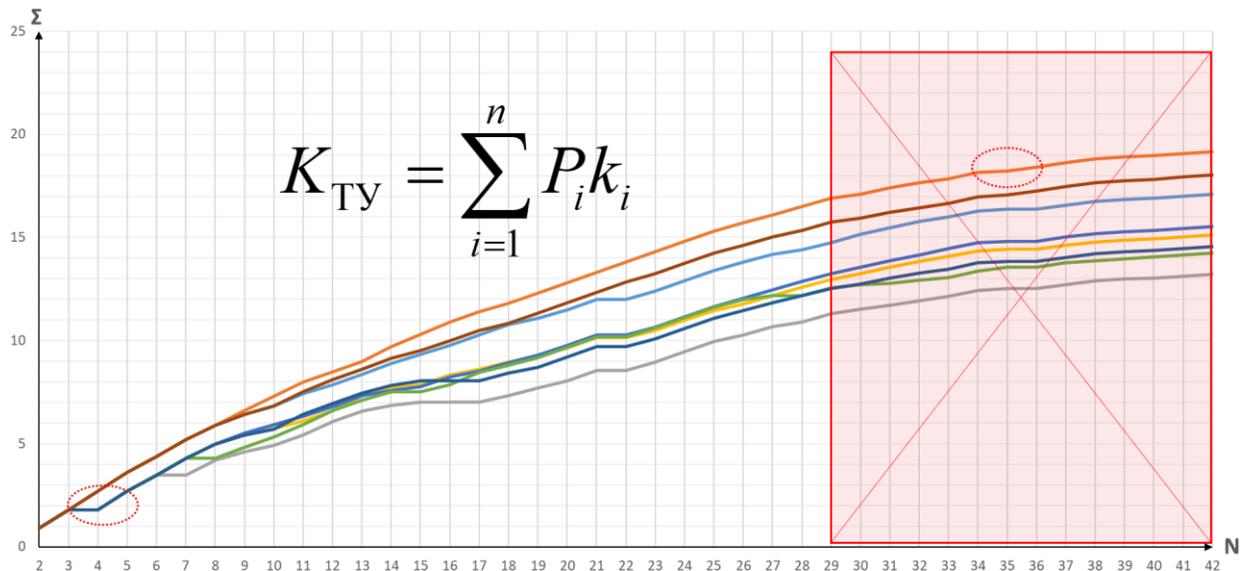


Рисунок 3. – Ранжирование образцов ВВТ с учетом весовых коэффициентов оцениваемых характеристик

Анализ графика позволяет утверждать, что для малых N приращение аргумента изменяется в широком диапазоне и оказывает существенное влияние на величину $K_{\text{ТУ}}$, в то же время, с ростом N величина приращения аргумента уменьшается и в некоторой точке оказывается настолько мало, что им можно пренебречь [5]. Данное обстоятельство позволяет ЛПР исключить из сравнения малозначительные характеристики, повысив, тем самым, оперативность расчетов без потери их точности.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет:

- формализовать и обосновать выбор оцениваемых характеристик;
- ранжировать оцениваемые характеристики;
- снизить влияние количества оцениваемых характеристик на результат и уменьшить их количество без потери точности.



Список литературы:

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: «Эксмо», 2018. – 208 с.
2. Буренок, В. М. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / В.М. Буренок, В.М. Ляпунов, В.И. Мудров; под общ. ред. А.М. Московского. – М.: Граница, 2005. – 520 с.
3. Буренок, В. М. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения: монография / В.М. Буренок, Р.Н. Погребняк, А.П. Скотников; под общ. ред. В.М. Буренка. – М.: Машиностроение, 2010. – 368 с.
4. Косачев, И.М. Методика сравнительного анализа однотипных образцов вооружения и военной техники / И.М. Косачев, И.М. Аношкин // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 2 (39). – С. 18–39.
5. Кофман А. Модели для исследования скрытых воздействий: Пер. с исп. – Минск: Выш. шк., 1993. – 160 с.: ил. – (Новые мат. модели и методы в управлении).

М.В. Ханько

Қару-жарақ пен әскери техника үлгілерінің сапасын бағалау кезінде жасырын әсерлерді зерттеу үшін модельдерді қолдану

Мақалада жасырын әсерлерді зерттеудің матрицалық әдісін қолдана отырып, техникалық және тактикалық жетілу деңгейі бойынша қару-жарақ пен әскери техниканың бір типті үлгілерін салыстырмалы талдай келе жетілдіру әдіснамасы ұсынылған. Ұсынылған әдісті қолдану қару-жарақ үлгісінің тактикалық және техникалық сипаттамаларын саралауға және олардың ішіндегі ең маңызды үлгісі тапсырмаларды орындау жарамдылығына әсер ету критерийі бойынша таңдауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: қару-жарақ, матрица, математикалық есептеу, тактика, техника.

М.В. Hanko

Using models to study hidden effects in assessing the quality of weapons and military equipmentsamples

The article proposes a way to improve the methodology for comparative analysis of similar types of weapons in terms of the level of technical and tactical excellence using the matrix method of researching hidden influences. The proposed method makes it possible to rank the tactical and technical characteristics of a weapon and select the most important ones based on the criterion of influence on performing tasks.

Keywords: weapons, matrix, mathematical calculation, tactics, technique.

References:

1. Shwav, K. (2018). Shetvertaja promshlennaya rebollyzia [The Fourth Industrial Revolution]. – М.: «Eksmo». – 208 p.
2. Burenok, V. M. (2005). Theory i practicf of plannirovaniya I uprableniya razbitiem boorujenja / V. M Burenok, V.M. Lyapunov, V.I. Mudrov; pod obsh.red. A.M. Moskovskogo. [Theory and practice of planning and management of armament development]. – М.: Grnisa. – 520 p.
3. Burenok, V. M. (2010). Obosnobia perspektiv rasbitia sredctv boorujennoi borby obshego naznashenia [Methodology of substantiation of prospects for the development of general-purpose means of armed struggle: monograph]. Burenok, V. M.: Pogrebnyak,



A. P. Skotnikov; pod obsh. red. Burenok. – M.: Mashinostroenie. – 368 p.

4. Kosashev, I.M. Anoshin, I.M. (2013). Methodika srabnitelnogo analiza odnotipnih obrazov boorujennia I boennoi tehnik. [Methods of comparative analysis of the same type of weapons and military equipment]. // Bestnik Boen. Akadem. Republic of Belarus [Methods of comparative analysis of the same type of weapons and military equipment]. – № 2 (39). – P. 18–39.

5. Kofman, A. (1993). Modeli dlya issledovania skritih bozdeiztvii [Models for the study of hidden impacts]. – Minsk. – 160 p.

Ханько Михаил Викторович	адъюнкт, подполковник, Беларусь Республикасы Карулы Күштерінің ғылыми – зерттеу институты, Беларусь Республикасы
Ханько Михаил Викторович	адъюнкт, подполковник, научно – исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь, Республика Беларусь
Hanko Mikhail	Adjunct, Lieutenant Colonel, Scientific Research Institute of the Armed Forces of the Republic of Belarus, Republic of Belarus