

УДК 355.45.519.816

В.М. Петров

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ ОБҐРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ

У статті розглядається методичний підхід до вибору критерію оцінки процесу прийняття рішення в залежності від ступеня інформованості про противника в сучасних військових конфліктах.

**Ключові слова:** платіжна матриця, критерій оцінки, матриця втрат, спосіб дій, результат дій.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Змістовно процес прийняття рішення в бойовій системі – це, насамперед, процес вибору найкращого для поточних умов варіанту її дій на основі прогнозу результатів, яких можна досягти цими способами. Для кількісного обґрунтування рішення у методі дослідження операцій в залежності від умов, в яких воно приймається, пропонується ряд правил (критеріїв) вибору кращого з деякої безлічі варіантів [1, 2].

Ці правила можуть використовуватися у вирішенні як багатокрокових багатокритеріальних задач, так і традиційних однокритеріальних задач.

**Метою статті** є обґрунтування методичного підходу до вибору критерію оцінки прийняття рішення в залежності від ступеня наявної інформації про противника в сучасних військових конфліктах.

### Викладення основного матеріалу

В залежності від того, яку інформацію на момент прийняття рішення має у своєму розпорядженні

особа, що приймає рішення (ОПР), виділяють три типи умов [1, 2]:

1) з високим ступенем достовірності відома вся необхідна для прийняття рішення інформація, це детерміновані умови, у цьому разі рішення приймається в умовах визначеності (сприятливі для ОПР умови);

2) інформація, що необхідна для прийняття рішення, відома з певним ступенем достовірності, тобто відомі апріорні ймовірності, з урахуванням яких можна чекати тієї чи іншої події (такі умови називають умовами ризику, і, відповідно, рішення приймається в умовах ризику);

3) у особи, що приймає рішення, не має інформації, достатньої для прийняття рішення (такий тип умов прийнято називати прийняттям рішення в умовах повної невизначеності).

В табл. 1 представлені критерії оцінки для вибору найкращого варіанту прийняття рішення в залежності від типу умов, в яких воно приймається. Надалі розглянемо використання цих критеріїв.

Таблиця 1

Критерії оцінки, що використовуються для вибору найкращого способу дій

Типи умов прийняття рішення	Критерій	
	Назва	Математичний вираз
1. Визначені, детерміновані	Принцип найбільшого виграшу	$\max_{i \in I, j \in J} a_{ij}$
	Принцип оптимальності за Парето (домінування)	$\forall y f_i(y) > f_i(x) \Rightarrow f_j(y) > f_j(x)$
2. Умови ризику	Принцип оптимальності в середньому	$\max_i \sum_j a_{ij} p_{ij}$
3. Умови невизначеності	Принцип гарантованого результату, або принцип максиміна	$\max_{i \in I} \min_{j \in J} a_{ij}$
	Принцип Гурвіца, або принцип якій відображає рівень оптимізму ОПР	$\max_i \sum_j r(\max a_{ij}) + (1-r)(\min a_{ij})$
	Принцип найменших втрат, або принцип мінімакса	$\min_{i \in I} \max_{j \in J} b_{ij}$
	Принцип раціональності, або принцип Лапласа	$\max_i \sum_j a_{ij} p$

Припустимо, що ОПР має  $I = \{i : i = 1, N\}$  способів дій. Відомо  $J = \{j : j = 1, M\}$  умов (факторів), в яких ці дії здійснюються, або  $J = \{j : j = 1, M\}$  способів дій іншої сторони, які перешкоджають використанню способів, що має в своєму розпорядженні ОПР. Нехай відомо безліч оцінок  $X = \{x_{ij} : i \in I, j \in J\}$ , які визначають успішність кожного способу дій. Якщо оцінки  $x_{ij}$  трактуються як виграш, що отримуються при реалізації  $i$ -го способу, то платіжна матриця називається матрицею виграшів і позначається  $A = \|a_{ij}\|$  (табл. 2). Якщо оцінки  $x_i$  трактуються як збиток, при реалізації  $i$ -го способу, то платіжна матриця називається матрицею втрат і позначається  $B = \|b_{ij}\|$ .

Таблиця 2

Платіжна матриця

Спосіб дій	Умови дій		
	1 тип	2 тип	3 тип
№ 1	0,8	0,3	0,1
№ 2	0,7	0,4	0,3
№ 3	0,9	0,2	0,2
№ 4	0,5	0,5	0,5

Цифри в матриці уявляють собою взяті для прикладу кількісні показники ефективності способу дій, або виграші для кожної можливої комбінації способу і умов дій. Таким чином, таблиця 2 відповідає платіжній матриці виграшів типу  $A = \|a_{ij}\|$ . Вибір способу дій залежить від вибору критерію, представленого в табл. 1.

*Прийняття рішення в умовах визначеності.* Якщо відомо, що бойові дії будуть відбуватися в умовах першого типу, то згідно з критерієм «принцип найбільшого виграшу» найкращим способом дій буде спосіб № 3.

*Прийняття рішення в умовах ризику.* Нехай ОПР відомі апріорні ймовірності умов кожного типу, а саме: 0,3, 0,6, 0,2. Тоді у відповідності з критерієм «принцип оптимальності в середньому» найкращим способом буде спосіб № 2.

Це визначається з розрахунків, наведених в табл. 3.

*Прийняття рішення в умовах невизначеності.* ОПР невідомо про апріорних ймовірностях умов дій, але необхідно одержати гарантований виграш. Тоді, згідно з критерієм, заснованим на принципі гарантованого результату, або максиміна ( $\max_{i \in I} \min_{j \in J} a_{ij}$ ) найкращим способом буде спосіб № 4.

Це видно з табл. 4.

Таблиця 3

Прийняття рішення в умовах ризику

Спосіб дій	Умови дій			Очікуваний виграш
	1	2	3	
№1	0,8	0,3	0,1	$0,8 \times 0,3 + 0,3 \times 0,6 + 0,1 \times 0,2 = 0,44$
№2	0,7	0,4	0,3	$0,7 \times 0,3 + 0,4 \times 0,6 + 0,3 \times 0,2 = 0,51$
№3	0,9	0,2	0,2	$0,9 \times 0,3 + 0,2 \times 0,6 + 0,2 \times 0,2 = 0,43$
№4	0,5	0,5	0,5	$0,5 \times 0,3 + 0,5 \times 0,6 + 0,5 \times 0,2 = 0,45$

Таблиця 4

Прийняття рішення в умовах невизначеності

Спосіб дій	min по j			Оптимальний результат
	Умови дій			
	1 тип	2 тип	3 тип	
№ 1	0,8	0,3	0,1	0,1
№ 2	0,7	0,4	0,3	0,3
№ 3	0,9	0,2	0,2	0,2
№ 4	0,5	0,5	0,5	0,5
max по i				

Якщо в умовах невизначеності ОПР прагне мінімізувати свої втрати, то він повинен скористатися критерієм, заснованим на принципі мінімаксу ( $\min_{i \in I} \max_{j \in J} b_{ij}$ ). У цьому випадку платіжна матриця

виграшів типу А перетворюється в платіжну матрицю втрат, після чого у відповідності з критерієм мінімаксу можна знайти найкращий спосіб дій. Згідно з виконаними розрахунками найкращим способом дій в цьому випадку буде спосіб № 2 (табл. 5). Якщо в умовах невизначеності ОПР керується своїми інтуїтивними уявленнями про оптимістичний результат того чи іншого способу дій, то можна скористатися критерієм Гурвіца:

$$\max_i \sum_j r (\max_{ij} a_{ij}) + (1-r) (\min_{ij} a_{ij}),$$

де  $r$  – коефіцієнт оптимізму ОПР, що змінюється від 0 до 1.

Нехай коефіцієнт оптимізму ОПР становить  $r=0,7$ ; тоді щодо платіжної матриці, заданої таблицею 2, за умови використання критерію Гурвіца, найкращим способом буде спосіб № 1. Це підтверджується наступними розрахунками (табл. 6).

Якщо в умовах невизначеності ОПР виходить з рівної ймовірності реалізації всіх можливих типів умов дій, то він може скористатися критерієм Лапласа:  $\max_i \sum_j a_{ij} p$ .

Тому що розглянуто три типи умов дій, то  $p=0,33$ .

Таблиця 5

Прийняття рішення з мінімальними втратами

Спосіб дій	Умови дій (матриця виграшів)			Матриця втрат типу В			Оптимальний результат
	1 тип	2 тип	3 тип				
Спосіб № 1	0,8	0,3	0,1	0,9-0,8=0,1	0,5-0,3=0,2	0,5-0,1=0,4	0,4
Спосіб № 2	0,7	0,4	0,3	0,9-0,7=0,2	0,5-0,4=0,1	0,5-0,3=0,2	0,2
Спосіб № 3	0,9	0,2	0,2	0,9-0,9=0	0,5-0,2=0,3	0,5-0,2=0,3	0,3
Спосіб № 4	0,5	0,5	0,5	0,9-0,5=0,4	0,5-0,5=0	0,5-0,5=0	0,4
max по i				min по j			

Таблиця 6  
Прийняття рішення з опорою на інтуїцію

Спосіб дій	Виграш		
	найбільший	найменший	очікуваний
№ 1	0,8	0,1	0,8x0,7+0,1x0,3=0,59
№ 2	0,7	0,3	0,3x0,7+0,3x0,3=0,3
№ 3	0,9	0,2	0,2x0,7+0,2x0,3=0,2
№ 4	0,5	0,5	0,5x0,7+0,5x0,3=0,5

З урахуванням платіжної матриці (табл. 2) і при використанні критерію Лапласа, найкращим способом дій буде спосіб № 4. Це підтверджується табл. 7.

Таблиця 7  
Прийняття рішення в умовах невизначеності і рівної ймовірності реалізації

Спосіб дій	Умови дій			Очікуваний виграш
	1 тип	2 тип	3 тип	
№ 1	0,8	0,3	0,1	0,396
№ 2	0,7	0,4	0,3	0,462
№ 3	0,9	0,2	0,2	0,429
№ 4	0,5	0,5	0,5	0,495

Таким чином, розглянуті приклади для умов невизначеності показують, що в залежності від використовуваного критерію в якості найкращого можна вибрати три різні способи дій: № 1, 2, 4, а отже, для обґрунтованого рішення важливо правильно визначити критерій вибору найкращого способу дій.

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБОСНОВАНИЯ РЕШЕНИЙ**

В.Н. Петров

*В статье рассматривается методический подход к выбору критерия оценки процесса принятия решения в зависимости от степени информированности о противнике в современных военных конфликтах.*

**Ключевые слова:** платежная матрица, критерий оценки, матрица потерь, способ действий, результат действий.

**QUANTITATIVE METHODS FOR DECISION SUPPORT**

V.M. Petrov

*The article discusses the approach to the selection of the evaluation criterion of the decision-making process depending on the degree of awareness of the enemy in modern military conflicts.*

**Keywords:** payoff matrix, evaluation criterion, loss matrix, method of operation, activity result.

Стосовно до представлених методів кількісного обґрунтування прийнятих рішень можна зробити наступні висновки.

**Висновки**

1. Використання в бойових системах кількісних методів обґрунтування рішень продовжує залишатися обмеженим із-за недостатнього рівня формалізації процесів управління.

2. Володіння методами кількісного обґрунтування прийнятих рішень сприяє більш глибокому розумінню процесів управління, осмисленому і обґрунтованому перебиранню варіантів можливих рішень для вибору найкращого, дисциплінує інтуїтивне мислення ОПР в ході прийняття рішення.

3. Наочні табличні і графічні форми представлення можливих варіантів рішення, що запропоновані кількісними методами обґрунтування рішень, допомагають ОПР швидше виявляти найбільш суттєві зв'язки, робити узагальнення і висновки та ефективно контролювати хід керованого процесу.

**Список літератури**

1. *Современные проблемы управления силами ВМФ./ Под ред. адмирала флота В.И. Куроедова. – С.-Пб.: Политехника, 2006. – 445 с.*
2. *Жуков Г.П. Военно-экономический анализ и исследование операций: Учебн. / Г.П. Жуков, С.Ф. Видулов. – М.: Воениздат, 1987. – 440 с.*

Надійшла до редколегії 22.07.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук доц. О.Б. Котов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.