

## ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ О МНОЖЕСТВЕ СТРАТЕГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВНИКОМ СВОИХ РАЗНОТИПНЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕСТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

к.т.н. А.А. Адаменко

*Представлен метод формирования множества стратегий применения разнотипных средств поражения в операции при нечетком описании количества средств поражения каждого типа.*

**Постановка проблемы.** Принятие решения о предпочтительных стратегиях применения стороной А средств поражения при противодействии группировке войск стороны В возможно на основе анализа предполагаемых результатов применения сторонами своих различных стратегий применения разнотипных средств поражения, т.е. при рассмотрении операции в смысле [1]. Формирование множества стратегий применения сторонами своих разнотипных средств поражения (например, ракетных комплексов) требует наличия у оперирующей стороны (стороны А) информации о количестве средств поражения каждого типа у каждой из сторон в операции. Принятие решения оперирующей стороной о количестве разнотипных средств поражения противника в операции возможно лишь в условиях нестохастической неопределенности, обусловленной отсутствием или недостаточностью необходимой статистики, неустановившимися процессами производства и развития ВВТ, непредсказуемостью действий противника, а также действием иных неопределенных факторов, которые имеют нестохастическую природу (например, возможность ведения боевых действий с применением рассматриваемых типов средств поражения стороной В с другими противниками). Таким образом, принятие решения оперирующей стороной о множестве стратегий применения стороной В своих разнотипных средств поражения в операции возможно лишь в условиях нестохастической неопределенности.

**Анализ литературы.** В [2] предложен методический подход оценивания количества разнотипных средств поражения противника в операции в условиях нестохастической неопределенности путем их описания дискретными нечеткими числами [3]. Данный подход позволяет получить оценки предполагаемого количества разнотипных средств поражения противника в операции с учетом меры уверенности экспертов в правдоподобности данных оценок. Однако данный источник и иные известные авторам источники не содержат методического подхода, позво-

ляющего формировать множество стратегий применения разнотипных средств поражения в операции, количество которых описано нечетко.

**Цель статьи.** Целью статьи является разработка метода формирования множества стратегий применения в операции разнотипных средств поражения, количество которых описано нечетко.

**Раздел основного материала.** При разработке метода формирования множества  $S$  стратегий применения стороной  $B$  своих разнотипных средств поражения в операции будем исходить из ряда посылок.

1. Сторона  $B$  располагает средствами поражения  $n$  типов, количество которых задается величиной  $N_\ell, \ell = \overline{1, n}$ .

2. Сторона  $B$  может использовать свои средства поражения при  $m$ -кратном их применении (т.е.  $m$  – количество залповых ударов стороны  $B$  по множеству объектов стороны  $A$ , следующих друг за другом в дискретные моменты времени).

3. Внутри отдельного удара сторона  $B$  может применить один из множества предпочтительных вариантов распределения своих разнотипных средств поражения по множеству объектов стороны  $A$ .

Исходя из вышеуказанных посылок, множество  $S$  стратегий применения стороной  $B$  своих средств поражения в операции будет иметь вид:

$$S = S_{(мп)} \cup S_g, g = \overline{1, m}, \quad (1)$$

где  $S_{(мп)} = S_{(мп)}(N_\ell), \ell = \overline{1, n}$  – множество стратегий распределения  $N_\ell$  средств поражения типа  $l$  стороны  $B$  между ее  $m$  ударами;  $S_g = S_g(N_{\ell, g}), \ell = \overline{1, n}, g = \overline{1, m}$  – множество стратегий распределения множества  $N_{\ell, g}$  средств поражения  $\ell$ -го типа стороны  $B$ , выделенных согласно одной из множества  $S_{(мп)}(N_\ell)$  стратегий для проведения  $g$ -го удара, по множеству объектов поражения стороны  $A$ .

Формирование оперирующей стороной множества стратегий  $S_{(мп)}$ , распределения стороной  $B$  своих средств поражения средств поражения между  $m$  ударами требует наличия информации у стороны  $A$  о количестве  $N_\ell, \ell = \overline{1, n}$ , средств поражения стороны  $B$  каждого типа. Как отмечено в постановке проблемы, оперирующая сторона (сторона  $A$ ) вынуждена принимать решение о количестве средств поражения противника каждого типа в условиях нестохастической неопределенности. В данных условиях вполне оправдано применение методического подхода, который представлен в [2]. Данный

подход предусматривает описание количества средств поражения  $\ell$ -го типа,  $\ell = \overline{1, n}$ , стороны В дискретным нечетким числом (ДНЧ)  $\tilde{N}_\ell$ :

$$\tilde{N}_\ell = \bigcup_{i=1}^{k_\ell} (\mu_{\tilde{N}_\ell}(u_{\ell,i}), u_{\ell,i});$$

где  $u_{\ell,i}$  – элемент универсального дискретного множества  $U$  положительных чисел (далее – множество  $U$ ),  $\ell = \overline{1, n}$ ,  $i = \overline{1, k_\ell}$ ;  $\mu_{\tilde{N}_\ell}(u_{\ell,i})$  – значение функции принадлежности элемента  $u_{\ell,i}$ ,  $i = \overline{1, k_\ell}$ , к нечеткому числу  $\tilde{N}_\ell$ ;  $k_\ell$  – количество элементов  $u_{\ell,i}$  множества, значения функции принадлежности  $\mu_{\tilde{N}_\ell}(u_{\ell,i})$  которых к нечеткому числу  $\tilde{N}_\ell$  отлично от нуля.

Нечеткое описание количества средств поражения каждого типа затрудняет формирование множества стратегий распределения стороной В своих средств поражения вида 1. В интересах формирования множества стратегий применения разнотипных средств поражения, количество которых описано нечетко, предлагается следующее.

Найдем общее количество  $\tilde{N}$  средств поражения стороны В, которое можно получить на основании проведения операции суммирования над ДНЧ  $\tilde{N}_\ell$ ,  $\ell = \overline{1, n}$ , и которое согласно [3] будет представлять собой нечеткое множество вида

$$\tilde{N} = \sum_{\ell=1}^n \tilde{N}_\ell = \bigcup_{i=1}^q (\mu_{\tilde{N}}(x_i), x_i),$$

где  $x_i$  – элемент множества  $U \cup U$ ;  $\mu_{\tilde{N}}(x_i)$  – значение функции принадлежности элемента  $x_i$ ,  $i = \overline{1, q}$ , к нечеткому числу  $\tilde{N}$ ;  $q$  – количество элементов  $x_i$ , значения функции принадлежности  $\mu_{\tilde{N}}(x_i)$  которых к нечеткому числу  $\tilde{N}$  отлично от нуля; причем  $q \leq \prod_{\ell=1}^n k_\ell$ .

Суммирование нечетких чисел проводим в 3 этапа.

1. Находим носитель [3] нечеткого числа  $\tilde{N}$ , т.е., элементы  $x_i$ ,

$i = \overline{1, q}$ ,  $q = \prod_{\ell=1}^n k_{\ell}$ , каждый из которых формируется следующим образом:

$$\begin{aligned} x_1 &= u_{1,1} + u_{2,1} + \dots + u_{n,1}; \\ &\dots\dots\dots \\ x_i &= u_{1,j} + u_{2,s} + \dots + u_{n,v}, \quad j = \overline{1, k_1}, \quad s = \overline{1, k_2}, \dots, \quad v = \overline{1, k_n}; \\ &\dots\dots\dots \\ x_q &= u_{1,k_1} + u_{2,k_2} + \dots + u_{n,k_n}. \end{aligned}$$

2. Формируются множества  $M_i$ ,  $i = \overline{1, q}$ ,  $q = \prod_{\ell=1}^n k_{\ell}$ , элементами которых являются комбинация элементов  $u_{\ell, j}$ ,  $\ell = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, k_{\ell}}$ , в результате суммирования которых на предыдущем этапе был получен элемент  $x_i$ , т.е.:

$$M_1 = (u_{1,1}, u_{2,1}, \dots, u_{n,1}), \text{ где } u_{1,1} + u_{2,1} + \dots + u_{n,1} = x_1;$$

$$M_i = (u_{1,j}, u_{2,s}, \dots, u_{n,v}), \text{ где } u_{1,j} + u_{2,s} + \dots + u_{n,v} = x_i; \quad j = \overline{1, k_1}, \quad s = \overline{1, k_2}, \quad v = \overline{1, k_n}; \quad (2)$$

$$M_q = (u_{1,k_1}, u_{2,k_2}, \dots, u_{n,k_n}), \text{ где } u_{1,k_1} + u_{2,k_2} + \dots + u_{n,k_n} = x_q.$$

3. Для каждого элемента  $x_i$ ,  $i = \overline{1, q}$ ,  $q = \prod_{\ell=1}^n k_{\ell}$ , определяется значение  $\mu_{\tilde{N}}(x_i)$  функции принадлежности этого элемента к нечеткому числу  $\tilde{N}$ :

$$\mu_{\tilde{N}}(x_i) = \min_{\ell=1, n, u_{\ell, j} \in M_i} (\mu_{\tilde{N}_{\ell}}(u_{\ell, j})).$$

Так как одно и тоже число  $x_i$ ,  $i = \overline{1, q}$ ,  $q = \prod_{\ell=1}^n k_{\ell}$ , может быть получено путем суммирования различных комбинаций чисел  $u_{\ell, j}$ ,  $\ell = \overline{1, n}$ ,  $i = \overline{1, k_{\ell}}$ , то возможны случаи, когда  $x_s = x_v$ , при условии  $s \neq v$ ,  $s, v = \overline{1, q}$ . Поэтому, при формировании нечеткого множества  $\tilde{N}$  в случае наличия двух и более одинаковых элементов  $x_i$  оставляем один элемент, а именно тот, который имеет наибольшее значение функции принадлежности  $\mu_{\tilde{N}}(x_i)$  к нечеткому множе-

ству  $\tilde{N}$ . В этом случае количество  $q$  элементов  $x_i$ ,  $i = \overline{1, q}$ , нечеткого множества  $\tilde{N}$  будет определяться отношением вида  $q \leq \prod_{\ell=1}^n k_{\ell}$ .

Основываясь на вышеизложенном, предлагается множество стратегий распределения стороной В своих средств поражения по объектам стороны А сформировать в виде нечеткого множества  $\tilde{S}$ , вида

$$\tilde{S} = \tilde{S}_{(\text{МП})} \cup S_g,$$

где  $\tilde{S}_{(\text{МП})} = \tilde{S}_{(\text{МП})}(\tilde{N}_{\ell}) = \{\mu_{\tilde{N}}(x_i), S_{i(\text{МП})}(u_{\ell,i})\}$ ,  $i = \overline{1, q}$ ,  $\ell = \overline{1, n}$ ,  $u_{\ell,i} \in M_i$  ( $M_i$  – множество вида 2) – нечеткое множество стратегий распределения  $u_{\ell,i}$  средств поражения  $\ell$ -го типа стороны В между ее  $m$  ударами;  $S_g = S_g(u_{\ell,i,g})$ ,  $\ell = \overline{1, n}$ ,  $i = \overline{1, q}$ ,  $g = \overline{1, m}$ , – множество стратегий распределения множества  $u_{\ell,i,g}$  средств поражения  $\ell$ -го типа стороны В, выделенных согласно одной из множества  $S_{i(\text{МП})}(u_{\ell,i})$  стратегий для проведении  $g$ -го удара, по множеству объектов поражения стороны А.

**Выводы.** В данной статье предложен метод формирования нечеткого множества стратегий применения разнотипных средств поражения в операции при нечетком описании количества средств поражения каждого типа. В дальнейшем целесообразным является проведение исследований в интересах выбора математической модели противодействия двух сторон в условиях нечеткого описания исходных данных о сторонах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдеевский и др. – М.: Машиностроение, 1988. – Т. 3. Эффективность технических систем / Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – 328 с.
2. Більчук В.М., Адаменко А.А., Брежнев Є.В. Прийняття рішення щодо кількості засобів ураження противника в операції в умовах нестохастичної невизначеності // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2002. – Вип. 6(22). – С. 233 – 235.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

Поступила 5.11.2003

*АДАМЕНКО Анатолий Анатольевич*, канд. техн. наук, старший помощник нач. отдела ХВУ. В 1996 году окончил ХВУ. Область научных интересов – системный анализ эффективности функционирования сложных систем и операций.