

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОИСКОВЫХ УСИЛИЙ В ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ

к.т.н. Ю.И. Кушнерук, Д.И. Евстрат, К.К. Печий, А.В. Тристан
(представил д.т.н., проф. Б.Т. Кононов)

В статье рассматриваются вопросы построения математических моделей распределения поисковых усилий в динамических процессах конфликтных ситуаций при заданных ограничениях и способах проведения операций.

При построении математических моделей динамических процессов в конфликтных ситуациях между сторонами \bar{A} и \bar{B} предполагается, что каждая из сторон располагает достоверной информацией о состоянии главных и вспомогательных сил противостоящей стороны [1-3]. На практике такая ситуация является исключением. Обычно информации о главных и вспомогательных силах противоположной стороны недостаточно для проведения операции, поэтому в конфликтных ситуациях между сторонами \bar{A} и \bar{B} необходимо осуществлять поиск и обнаружение противоборствующих сил.

Рассмотрим конфликтную ситуацию между сторонами \bar{A} и \bar{B} , в которой главные силы стороны \bar{A} конфликтуют с главными силами стороны \bar{B} и наоборот. Вспомогательные силы каждой стороны разбиваются на составные части:

- силы, действующие только против главных сил противоборствующей стороны;
- силы, действующие против вспомогательных сил, выделяемых противоборствующей стороной для противодействия главным силам противоборствующей стороны;
- силы поиска главных сил противоборствующей стороны;
- силы, действующие против поисковых сил противоборствующей стороны.

Предположим, что главные и вспомогательные силы каждой стороны при ведении операций пополняются резервом [1]. Будем считать, что вспомогательные силы каждой из сторон распределяются следующим образом:

α_1 - часть вспомогательных сил, выделяемых стороной \bar{A} при ведении поиска главных сил стороны \bar{B} ;

α_2 - часть вспомогательных сил стороны \bar{A} , выделяемых против поисковых сил стороны \bar{B} ;

α_3 - часть вспомогательных сил стороны \bar{A} , выделяемых для проведения операций против главных сил стороны \bar{B} ;

α_4 - часть вспомогательных сил стороны \bar{A} , выделяемых против вспомогательных сил стороны \bar{B} , которые проводят операции против главных сил стороны \bar{A} .

Величины $\alpha_i (i = \overline{1,4})$ могут быть функциями времени. Аналогичный смысл имеют коэффициенты $\beta_i (i = \overline{1,4})$ для стороны \bar{B} .

Состояние сторон \bar{A} и \bar{B} в момент времени t может быть выражено системой дифференциальных уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_1}{dt} = -b_{11} \begin{pmatrix} -Q_B \beta_1 y_2 \\ 1 - e^{-\beta_1 x_1} \end{pmatrix} y_1 - b_{12} \beta_3 \begin{pmatrix} -Q_B \beta_1 y_2 \\ 1 - e^{-\beta_1 x_1} \end{pmatrix} y_2 + u_1(t); \\ \frac{dx_1}{dt} = -b_{22} \beta_4 y_2 - b_{22} \beta_2 y_2 + u_2(t); \\ \frac{dy_1}{dt} = -a_{11} \begin{pmatrix} -Q_A \alpha_1 x_2 \\ 1 - e^{-\alpha_1 x_2} \end{pmatrix} x_1 - a_{12} \alpha_3 \begin{pmatrix} -Q_A \alpha_1 x_2 \\ 1 - e^{-\alpha_1 x_2} \end{pmatrix} x_2 + v_1(t); \\ \frac{dy_2}{dt} = -a_{22} \alpha_4 x_2 - a_{22} \alpha_2 x_2 + v_2(t). \end{array} \right. \quad (1)$$

при начальных данных

$$x_i(0) = x_0, \quad y_i(0) = y_0, \quad i = \overline{1,2}, \quad (2)$$

где $x_1(t)$ и $x_2(t)$ - количество главных и вспомогательных сил стороны \bar{A} в момент времени t ;

$y_1(t)$ и $y_2(t)$ - количество главных и вспомогательных сил стороны \bar{B} в момент времени t ;

$a_{ij} (i, j = \overline{1,2})$ - эффективная скорострельность одного средства j -й группы стороны \bar{A} по средству i -й группы стороны \bar{B} ;

$b_{ji} (j, i = \overline{1,2})$ - эффективная скорострельность одного средства i -й группы стороны \bar{B} по средству j -й группы стороны \bar{A} ;

$1 - e^{-Q_B \frac{\beta_1 y_2}{x_1}}$ - вероятность обнаружения главных сил стороны \bar{A} ,
при поиске $\beta_1 y_2$ поисковыми средствами стороны \bar{B} ;

$1 - e^{-Q_A \frac{\alpha_1 x_2}{y_1}}$ - вероятность обнаружения главных сил стороны \bar{B} ,
при поиске $\alpha_1 x_2$ поисковыми средствами стороны \bar{A} .

Величины α_i, β_i ($i = \overline{1,4}$) - удовлетворяют условиям:

$$0 \leq \alpha_i \leq 1, \quad (i = \overline{1,4}); \quad 0 \leq \beta_i \leq 1, \quad (i = \overline{1,4}); \quad \sum_{i=1}^4 \alpha_i = 1, \quad \sum_{i=1}^4 \beta_i = 1, \quad (3)$$

а функции $u_i(t), v_i(t)$ ($i = \overline{1,2}$) - условиям:

$$\begin{aligned} 0 &\leq u_i(t) \leq a_i, \quad (i = \overline{1,2}); \\ 0 &\leq v_i(t) \leq b_i, \quad (i = \overline{1,2}); \\ \int_0^T u_i(t) dt &\leq A_i, \quad (i = \overline{1,2}); \\ \int_0^T v_i(t) dt &\leq B_i, \quad (i = \overline{1,2}), \end{aligned} \quad (4)$$

где T - время проведения операции, а a_i, b_i, A_i, B_i ($i = \overline{1,2}$) - заданные положительные вещественные числа.

Предлагаемая математическая модель (1) - (4) обобщает рассмотренные в работах [1-3] модели динамических процессов конфликтных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кушнерук Ю.И., Евстрат Д.И., Ольшевский И.П., Носик Ал. М. Разработка моделей динамических процессов конфликтных ситуаций // Системи обробки інформації. – Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2000. – Вип. 3(9). – С. 52 - 54.
2. Мороз Ф.В., Кембелл Д.Е. Методы исследования операций. – М.: Сов. радио, 1965. – 286 с.
3. Чуев Ю.В. Исследование операций в военном деле. – М.: Воениздат, 1970. – 256 с.

Поступила в редколлегию 13.10.2000