

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ОДНОРОДНЫХ СИЛ И СРЕДСТВ КОНФЛИКТУЮЩИХ СТОРОН

к.т.н. В.Б. Кононов

(представил д.т.н., проф. Б.Ф. Самойленко)

В статье рассматривается решение задачи оптимального управления распределением однородных сил и средств оперирующих сторон при неизвестном времени окончания конфликтной ситуации.

Постановка задачи. При решении задач оптимального планирования боевых действий в ходе конфликтных ситуаций необходимо определить законы оптимального управления распределением однородных сил и средств, имеющихся у оперирующей стороны, исходя при этом от поставленных целей, складывающейся ситуации и вероятных действий противника.

Оптимальное планирование и последующее управление распределением однородных сил и средств, а также управление распределением сил и средств резерва в условиях современного боя представляет собой важную военно-научную задачу, актуальность которой определяется необходимостью создания в Вооруженных Силах Украины автоматизированной системы управления войсками и оружием.

Анализ литературы. Задачи управления распределением сил и средств оперирующей стороны рассматривались в работах [1 – 6]. Так, в [1] описывается методика решения задач определения соотношения сил и средств сторон для случая однородных средств. В [2] были рассмотрены задачи оптимального распределения сил и средств в динамических процессах конфликтных ситуаций. В [3] изложена методика распределения однородных средств резерва в ходе встречной конфликтной ситуации двух группировок. В [4] рассматривается решение задачи оптимального управления распределением однородных сил и средств по критерию минимума среднего суммарного количества сил противника за весь период конфликтной ситуации. В [5] рассматривается решение задачи оптимального управления распределением однородных сил и средств по критерию максимума среднего суммарного количества сил и средств оперирующей стороны. В [6] рассматривается решение задачи оптимального управления распределением однородных сил и средств по критерию максимума разности оставшихся средств противоборствующей

щих сторон к концу конфликтной ситуации. Однако в этих работах не рассматривалось оптимальное управление распределением однородных сил и средств резерва сторон во время конфликтной ситуации при неизвестном времени окончания конфликтной ситуации.

Цель статьи. Целью статьи является разработка оптимального управления распределением однородных сил и средств сторон при неизвестном времени окончания конфликтной ситуации.

Основной материал. В работах [1 – 3] исследовались модели встречного боя двух группировок при условии того, что обе группировки могут использовать свой резерв с максимальной интенсивностью. В результате решения дифференциальных уравнений, описывающих эти модели, получим:

$$\begin{aligned} x(t) &= \frac{1}{a\sqrt{b}} \left(p_1 \cdot \operatorname{ch}\sqrt{abt} - q_1 \cdot \operatorname{sh}\sqrt{abt} + v_0 \sqrt{b} \right); \\ y(t) &= \frac{1}{b\sqrt{a}} \left(q_1 \cdot \operatorname{ch}\sqrt{abt} - p_1 \cdot \operatorname{sh}\sqrt{abt} + u_0 \sqrt{a} \right), \end{aligned} \quad (1)$$

где $x(t)$ и $y(t)$ – математические ожидания количества средств группировок А и В, сохранившихся к моменту времени t ; $a = \alpha P$ и $b = \beta Q$ – эффективные скорострельности группировок А и В; α и β – средние скорострельности средств, используемых группировками А и В; P и Q – вероятности поражения одним выстрелом боевых средств группировок А и В; $u(t)$ и $v(t)$ – интенсивности поступления средств резерва группировок А и В; c – максимальная интенсивность поступления резерва группировки А; A_0 – общее количество средств резерва; u_0 и v_0 – максимальные интенсивности использования средств резерва группировок А и В; $p_1 = \sqrt{b}(ax_0 - v_0)$; $q_1 = \sqrt{a}(by_0 - u_0)$.

Исход боя и время его окончания полностью определяется значениями параметров p_1 и q_1 . Отметим следующие полученные результаты исследований.

При $p_1 > q_1 > 0$ группировка А в начале боя теряет свои силы до момента времени

$$T_A = \frac{1}{2\sqrt{ab}} \ln \frac{p_1 + q_1}{p_1 - q_1}, \quad (2)$$

а затем наращивает количество своих сил до окончания боя на истощение и побеждает в момент времени

$$T_B^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{ab}} \ln \frac{u_0 \sqrt{a} + \sqrt{au_0^2 + p_1^2 - q_1^2}}{p_1 - q_1}. \quad (3)$$

Силы группировки В постоянно убывают вплоть до полного уничтожения.

При $p_1 > q_1 = 0$ группировка А постоянно наращивает свои силы, а время окончания боя на истощение равно

$$T_B' = \frac{1}{\sqrt{ab}} \ln \frac{u_0 \sqrt{a} + \sqrt{au_0^2 + p_1^2}}{p_1}. \quad (4)$$

Силы группировки В постоянно убывают вплоть до полного уничтожения.

При $0 > p_1 > q_1$ группировка А в любой момент боя наращивает свои силы, в то время как прирост сил и средств группировки В продолжается до момента времени T_A (2), после чего группировка В только теряет свои силы и проигрывает в момент времени T_B (3).

При $0 = p_1 > q_1$ группировка А постоянно наращивает свои силы, а силы и средства группировки В постоянно убывают вплоть до уничтожения в момент времени

$$T_B'' = \frac{1}{\sqrt{ab}} \ln \frac{u_0 \sqrt{a} + \sqrt{au_0^2 - q_1^2}}{-q_1}. \quad (5)$$

При $p_1 > 0$, $q_1 \leq 0$ и $p_1 \geq 0$, $q_1 < 0$ группировка А постоянно наращивает свои силы, а группировка В постоянно несет потери вплоть до полного уничтожения в момент времени T_B'' .

Таким образом, при $p_1 > q_1$ всегда побеждает группировка А.

Аналогичные соотношения имеют место при $q_1 > p_1$. В этом случае всегда побеждает группировка В.

При $p_1 = q_1 > 0$ силы и средства обеих группировок уничтожаются по экспоненциальному закону

$$\begin{cases} x(t) = \frac{1}{a\sqrt{b}} \left(p_1 \cdot e^{\sqrt{ab}t} + v_0 \sqrt{b} \right); \\ y(t) = \frac{1}{b\sqrt{a}} \left(q_1 \cdot e^{-\sqrt{ab}t} + u_0 \sqrt{a} \right), \end{cases} \quad (6)$$

приближаясь к значениям $\frac{v_0}{a}$ и $\frac{u_0}{b}$ сверху.

При $p_1 = q_1 < 0$ силы и средства обеих группировок наращиваются по закону (6), приближаясь к значениям $\frac{v_0}{a}$ и $\frac{u_0}{b}$ снизу.

Выводы. Результаты соотношений (2 – 6) дают возможность показать, что реальный бой между двумя группировками не может в этом случае проходить бесконечно долго, так как средства резерва группировок рано или поздно иссякнут.

Полученные результаты могут быть использованы и при планировании задач распределения однородных средств резерва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кушнерук Ю.И., Евстрат Д.И., Ольшевский И.П., Носик Ал.М. Разработка моделей динамических процессов конфликтных ситуаций // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2000. – Вып. 3(9). – С. 52 – 54.
2. Кононов В.Б., Евстрат Д.И., Рафальский Ю.И., Бабий И.Ф. Задачи оптимального распределения сил и средств в динамических процессах конфликтных ситуаций // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вып. 1(11). – С. 129 – 133.
3. Кононов В.Б., Кушнерук Ю.И., Евстрат Д.И. Распределение однородных средств резерва в ходе встречной конфликтной ситуации двух группировок // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2002. – Вып. 4(20). – С. 96 – 101.
4. Кононов В.Б., Кушнерук Ю.И., Кононова Е.А. Задача оптимального управления распределением однородных сил и средств по критерию минимума среднего суммарного количества сил противника // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 1. – С. 196 – 199.
5. Кононов В.Б. Задача оптимального управления распределением однородных сил и средств по критерию максимума среднего суммарного количества сил и средств оперирующей стороны. // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 2. – С. 146 – 149.
6. Кононов В.Б. Задача оптимального управления распределением однородных сил и средств по критерию максимума разности оставшихся средств противоборствующих сторон к концу конфликтной ситуации // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 3. – С. 68 – 71.

Поступила 17.02.2004

КОНОНОВ Владимир Борисович, кандидат технических наук, доцент, зам. нач. факультета ХВУ. В 1987 году окончил ХВВКИУ РВ. Область научных интересов – исследование операций.