

УДК 629.7

© Дмитраков Ф.И.
Dmitrakov F.

ПОВЫШЕНИЕ РОЛИ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СРЕДСТВ ОБОРОНЫ ЭВЕНТУАЛЬНОГО ПРОТИВНИКА

INCREASE OF A ROLE OF SPACE SUPERVISION SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF EXPANSION OF THE PROSPECTIVE OPPONENT MEANS OF DEFENCE

Аннотация. На основе анализа оценок эффективности ударных средств оперирующей стороны обосновывается положение о возрастании роли её космических средств наблюдения в условиях развертывания системы обороны эвентуального противника.

Annotation. On the basis of the analysis of estimation of efficiency of the operating party shock means is grounded the statute about increase of a role of its space supervision systems in the conditions of expansion means of defence of the prospective opponent.

Ключевые слова. Оперирующая сторона, средства обороны, средства космического наблюдения, информация, эффективность.

Key words. Operating party, means of defence, means of space supervision, information, efficiency.

В моделях для оценки эффективности ударных средств оперирующей стороны, как правило, не учитывается её информированность о местах расположения мобильных средств обороны (СО) противоборствующей стороны [1, 2]. Однако такая информация может быть получена при использовании космических средств наблюдения.

В идеальном случае, например, при условии, что вероятность поражения ударных средств оперирующей стороны не зависит от расположения средств обороны, ценность информации о их размещении может быть близка к нулю.

Насколько важна информация о конкретном размещении мобильных СО для оперирующей стороны при существующей существенной зависимости вероятности поражения её ударных средств от расположения средств обороны?

Для получения качественного ответа на этот вопрос рассмотрим следующий гипотетический пример. Пусть десять одинаковых объектов обороняются таким же количеством мобильных средств обороны, каждое из которых может защитить только один близлежащий объект. При этом вероятность поражения ударного средства, атакующего обороняемый объект, одним средством обороны равна единице, а для уничтожения любого объекта достаточно одного ударного средства. Если оперирующая

сторона в момент формирования варианта своего удара информирована о местоположении мобильных средств обороны, то при их рациональном размещении (за каждым объектом закреплено одно мобильное средство обороны) для поражения всех объектов потребуется 20 ударных средств. В случае отсутствия информации о местах расположения средств обороны 20 ударных средств при их рациональном целераспределении смогут поразить всего лишь 5 объектов, т.е. в два раза меньше, а для гарантированного поражения всех объектов уже понадобится 110 ударных средств, т.е. в ~5 раз больше!

Возможность существенного влияния информированности оперирующей стороны о местоположении средств обороны на результаты удара по объектам противоборствующей стороны обусловила разработку методики для оценки эффективности её действий с учетом этого нового фактора.

Постановка задачи. Рассматривается конфликтная ситуация с участием двух противоборствующих сторон. Сторона 2 имеет в своем распоряжении фиксированное количество разнотипных мобильных средств обороны, которые перед началом конфликта она размещает для защиты заданной совокупности своих объектов таким образом, чтобы минимизировать ущерб, который может быть ей нанесен стороной 1 (оперирующей сто-

Дмитраков Филипп Игоревич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, ФГУП ЦНИИМаши, тел. 513-54-36.

Dmitrakov Filipp – the candidate of technical sciences, the senior research scientist, TSNIIMASH, tel. 513-54-36.

роной). Сторона 1 при помощи средств космической разведки наблюдает за действиями стороны 2. Полученную информацию она использует при формировании рационального целераспределения фиксированного количества ударных средств по объектам стороны 2 с целью максимизировать её ущерб. Объем и достоверность используемых данных наблюдения или, иначе, информированность стороны 1 о координатах СО зависит от детерминированных параметров, которыми являются характеристики средств противоборствующих сторон, а также от случайных факторов ξ , влияющих на процесс обнаружения мобильных средств обороны стороны 2 средствами космического наблюдения стороны 1.

Законы распределения случайных величин ξ , а также характеристики средств противоборствующих сторон, необходимые для расчета оценки ущерба для фиксированных стратегий их размещения и применения, известны.

Требуется с учетом информированности стороны 1 о местоположении средств обороны найти оценку эффективности действий её ударных средств, в качестве которой принимается оценка ущерба, наносимого стороне 2,

$$W = \min_{\mathbf{y}_{\text{разм}} \in Y_{\text{разм}}} M_{\xi} \max_{\mathbf{x} \in X} \min_{\mathbf{y}_{\text{кр}} \in Y_{\text{кр}}(\xi, \mathbf{y}_{\text{разм}})} \min_{\mathbf{z} \in Z(\mathbf{y}_{\text{кр}})} U(\mathbf{x}, \mathbf{y}_{\text{кр}}, \mathbf{z}, \xi), (1)$$

где $\mathbf{y}_{\text{разм}}$ и $Y_{\text{разм}}$ – вариант и множество вариантов размещения мобильных средств обороны, соответственно;

M – оператор математического ожидания;

\mathbf{x} и X – целераспределение и множество вариантов стратегий применения ударных средств стороны 1 по объектам стороны 2, соответственно;

$\mathbf{y}_{\text{кр}}$ – вариант возможного размещения мобильных средств обороны, прогнозируемый стороной 1 с учетом данных, полученных от средств космической разведки к моменту выбора варианта применения ударных средств;

$Y_{\text{кр}}(\xi, \mathbf{y}_{\text{разм}})$ – множество таких вариантов, сформированное для реализовавшихся ξ и фиксированного $\mathbf{y}_{\text{разм}}$;

\mathbf{z} и $Z(\mathbf{y}_{\text{кр}})$ – соответственно целераспределение средств обороны и множество допустимых стратегий их применения при расположении СО, описываемое вектором $\mathbf{y}_{\text{кр}}$;

U – ущерб, наносимый стороне 1, для фиксированных стратегий.

Методика решения. Методика оценки ущерба W основана на следующих допущениях. Сторона 2 формирует вариант размещения средств обороны, придерживаясь своей минимаксной стратегии ($\mathbf{y}_{\text{разм}}^*$), т.е. при условии, что их местоположение может стать известным противоположной стороне. Сторона 1 с использованием

средств космической разведки получает достоверную информацию в полном объеме только о координатах мобильных средств обороны, расположенных в некоторой части территории стороны 2. Требуемая информация о СО, расположенных в другой части территории, отсутствует или устарела настолько, что для стороны 1 их размещение принимается неопределенным, т.е. эти средства обороны могут находиться в любом месте "непросмотренной" территории. Средства обороны, находящиеся на одной части территории, не участвуют в отражении удара, наносимого по объектам другой части территории стороны 2.

Эти допущения позволяют записать задачу (1) в виде

$$W = M_{\xi} U_{\xi}(\mathbf{m}_1, \mathbf{m}_2, \mathbf{y}_{\text{разм}}^*, \xi),$$

где $\mathbf{m}_1 = \mathbf{m}_1(\xi)$ и $\mathbf{m}_2 = \mathbf{m}_2(\xi)$ – вектор-функции, описывающие наряды ударных средств стороны 1, выделяемые ею для поражения объектов стороны 2 на территории с известным и с неопределенным размещением средств обороны, соответственно.

Для реализовавшихся значений ξ' случайных величин ξ формируется множество $Y_{\text{кр}}(\xi', \mathbf{y}_{\text{разм}}^*)$, включающее подмножество, состоящее из единственного элемента, которым является вектор координат СО с известным местоположением $\mathbf{y}'_{\text{разм}}$ и подмножество Y векторов \mathbf{y} , описывающих возможные варианты размещения СО с неизвестными координатами. Оценка ущерба U_{ξ} и векторы $\mathbf{m}_1 = \mathbf{m}_1(\xi')$, $\mathbf{m}_2 = \mathbf{m}_2(\xi')$ определяются в результате решения следующей системы подзадач:

$$\begin{cases} U_{\xi} = U_1(\mathbf{m}_1) + U_2(\mathbf{m}_2) \xrightarrow{\mathbf{m}_1, \mathbf{m}_2} \max; & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_1(\mathbf{m}_1) = \max_{\mathbf{x}_1} \min_{\mathbf{z}_n \in Z(\mathbf{y}'_{\text{разм}})} \min_{k \in K_1} U_k(\mathbf{x}_1, \mathbf{z}_n); & (3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_2(\mathbf{m}_2) = \max_{\mathbf{x}_2} \min_{\mathbf{y} \in Y} \min_{\mathbf{z}_n \in Z(\mathbf{y})} \sum_{k \in K_2} U_k(\mathbf{x}_2, \mathbf{z}_n); & (4) \end{cases}$$

где K_1 и K_2 – множества номеров объектов стороны 2, которые обороняются мобильными СО с известным и неопределенным местоположением;

\mathbf{x}_1 и \mathbf{x}_2 – векторы, описывающие целераспределение ударных средств по объектам этих двух групп (состав нарядов описывается векторами \mathbf{m}_1 и \mathbf{m}_2 , соответственно);

U_k – оценка ущерба, наносимого k -му объекту стороны 2;

\mathbf{z}_n и \mathbf{z}_n – целераспределение средств обороны с известными и неопределенными координатами, соответственно.

Подзадача (2) является координирующей и заключается в поиске рационального разбиения общего количества ударных средств стороны 1 на две части (наряда). Первая предназначена для поражения объектов,

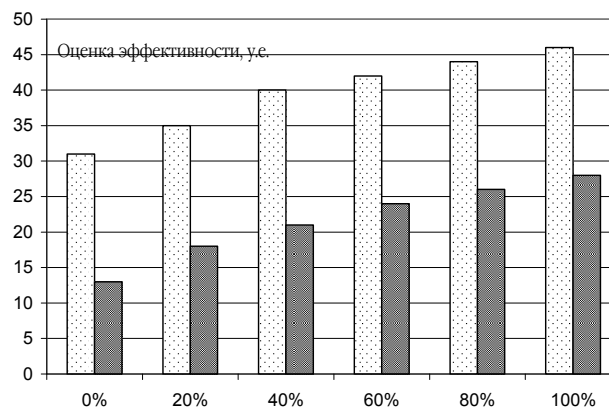
обороняемых СО с известными координатами, вторая – с неизвестными. Она решается стандартными методами нелинейного программирования. Полученные на каждом шаге её решения наряды ударных средств распределяются для поражения объектов стороны 2. Рассчитываются соответствующие оценки ущерба.

Для формирования вектора $y^*_{разм}$, решения подзадач (3) и (4) используются модификации методов, изложенных в работах [1, 3]. Эффективность операций средств противоборствующих сторон при решении оптимизационных задач оценивается при помощи быстродействующих аналитических моделей [4], а для оценки ущерба при сформированном рациональном распределении ударных средств стороны 1 используется имитационная модель конфликта.

Полученные по представленной методике результаты оценки эффективности гипотетических действий стороны 1 в зависимости от процентного соотношения количества мобильных средств обороны стороны 2 с известными координатами к общему их количеству приведены на рисунке.

Видно, что информация о конкретном расположении мобильных СО, поступающая от космических средств наблюдения, имеет для оперирующей стороны исключительно важное значение.

Например, использование достоверной информации о местах дислокации 1200 мобильных СО приводит



Оценка эффективности действий оперирующей стороны в зависимости от процентного соотношения мобильных средств обороны с известными координатами к их общему количеству: □ – развертывание 500 мобильных СО; ■ – развертывание 1200 мобильных СО

к увеличению оценки эффективности в несколько раз по сравнению с вариантом её отсутствия!

Выводы. Таким образом, в условиях развертывания мобильных средств обороны возрастают требования к системе космического наблюдения оперирующей стороны. Средства космического наблюдения должны оперативно снабжать оперирующую сторону информацией о местоположении мобильных средств обороны противоборствующей стороны в объеме и с достоверностью, достаточными для обеспечения эффекта её сдерживания от развязывания конфликта.

Литература

1. Берзин Е. А. *Оптимальное распределение ресурсов и теория игр*/ Под редакцией Е.В. Зотова. – М.: Радио и связь, 1983.
2. Битюцких В. Т. *Минимаксная задача распределения средств нападения и обороны* // *Техническая кибернетика*. – 1990 – №4.
3. Гермейер Ю.Б. *Введение в теорию исследования операций*. – М.: Наука, 1971.
4. Ильичев А. В., Волков В. Д., Грущанский В. А. *Эффективность проектируемых элементов сложных систем*. – М.: Высшая школа, 1982.

Материал поступил в редакцию 12. 04. 2010 г.