

## ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИКРЫТИЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Н. А. Гученко

Рассматривается вопрос организации системы прикрытия мобильных объектов от ударов воздушного противника. Предлагается один из возможных подходов количественной оценки принятия решения на основе имитационной модели.

В настоящее время и в обозримом будущем основную угрозу мобильным объектам представляют средства воздушного нападения (СВН). Исходя из этого, построение эффективной системы прикрытия является актуальной задачей.

Основным параметром целеполагания при построении системы прикрытия целесообразно выбрать число сохранившихся объектов после нанесения удара СВН. Тогда в качестве показателя эффективности системы прикрытия предлагается коэффициент  $K = (N-M)/N$ , где  $N$  - число объектов до удара СВН;  $M$  - число сохранившихся объектов.

При построении системы прикрытия используются имеющиеся пассивные средства противодействия  $P$  и активные средства  $A$  ПВО. Пассивные средства противодействия предназначены для затруднения прицеливания по цели и представлены дымовыми завесами, маскировочными сетями, тепловыми имитаторами, аэрозолями.

В качестве активных средств используются различные комплексы ПВО. Эффективность системы прикрытия зависит от выбранного способа ( стратегии ) ее построения, включающего разумное сочетание активных и пассивных средств противодействия [ 1 ]. Исходя из вышесказанного, математическая постановка задачи имеет вид: выбрать из множества стратегий  $U$  такую стратегию  $u \in U$ , при которой

$$K_n = \min \frac{N - M}{N} \quad (1)$$

с учетом ограничений:

$$P_n \leq P_m; \quad A_n \leq A_m, \quad (2)$$

где  $P_m, A_m$  - штатные средства противодействия.

Для построения модели выбора эффективной системы прикрытия мобильных объектов проведем анализ исходных данных.

Зададим параметры комплекса, определяющие его возможности по поражению воздушных целей [ 2 ].

Вероятность поражения цели при наличии и отсутствии помех.

Количество каналов стрельбы. Для получения заданного значения вероятности уничтожения цели комплекса имеет 2-3 канала на один целевой.

Комплекс средств поражения. Время реакции - интервал времени от начала обнаружения цели до готовности комплекса.

Зона поражения комплекса. Отметим, что положение границ зоны поражения определяется большим количеством факторов, связанных с техническими характеристиками отдельных элементов комплекса и контура управления в целом, условиями стрельбы, характеристиками и параметрами движения воздушной цели. Условно зона поражения представлена на рис. 1, где  $q_{max}$  - предельный курсовой угол,  $d_b, d_g$  - горизонтальная дальность до ближней и дальней границ.

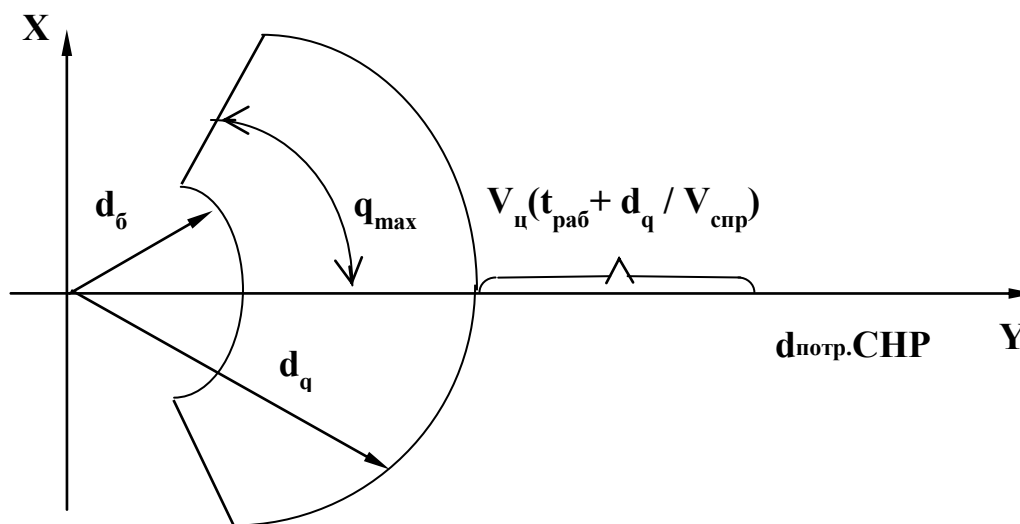


Рис. 1. Зона поражения комплекса

Положение дальней границы зоны поражения определяет необходимую дальность действий

$$d_{потр.спр} = d_g + V_{ц} \left( t_{раб.} + \frac{d_d}{V_{спр}} \right), \quad (3)$$

где  $V_{ц}$  - скорость цели,  $V_{спр.}$  - скорость СНР.

Возможность обстрела цели данным подразделением по балансу времени определяется выражением:

$$T_{\text{подл.ij}} \geq t_{\text{цуйj}} + t_{\text{раб.i}} + d_{\text{бj}} / V_{\text{спрj}}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{подл.ij}}$  - подлетное время  $i$ -й цели до ближней границы зоны поражения  $j$ -го комплекса,  $t_{\text{цуйj}}$  - время на подготовку огневой задачи по  $i$ -й цели  $j$ -му комплексу.

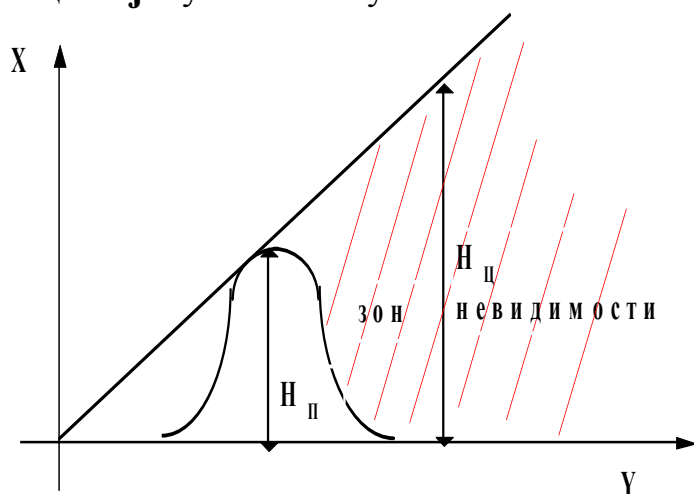


Рис. 2. Влияние рельефа местности на дальность стрельбы

Возможность поражения цели с учетом высоты. Определяется максимальной ( $H_{\text{max}}$ ) и минимальной ( $H_{\text{min}}$ ) высотами действия комплекса.

Влияние рельефа местности на дальность стрельбы. Представлено на рис.2, где  $H_{\text{п}}$  - высота препятствия,  $H_{\text{ц}}$  - высота цели, ниже которой образуется зона невидимости.

Для получения приемлемых значений выходных параметров модели целесообразно руководствоваться принципом гарантированного результата. Положению летательных комплексов в пространстве соответствуют уравнения:

$$\begin{aligned} X_{n+1} &= X_n + (V \cdot \Delta t) \cdot |\cos \varepsilon| \cdot \sin \alpha; \\ Y_{n+1} &= Y_n + (V \cdot \Delta t) \cdot |\cos \varepsilon| \cdot \cos \alpha; \\ Z_{n+1} &= Z_n + (V \cdot \Delta t) \cdot \sin \varepsilon, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $\alpha, \varepsilon$  - параметры приведённой системы координат рассматриваемого самолёта (рис.3).

Траектория самолёта аппроксимируется отрезками. Начало  $n$ -го отрезка определяется координатами  $X_n, Y_n, Z_n$ . Задаётся скорость самолёта  $V$ , направление движения (угол  $t$ ), угол  $\varepsilon$ , время  $T$  до достижения которого  $V, \alpha, \varepsilon$  не изменяются. Положение самолёта через время  $T$  определяется уравнениями (6), где  $X_{n+1}, Y_{n+1}, Z_{n+1}$  - начало  $n+1$  отрезка.

В качестве выходных параметров данной модели будут выступать математическое ожидание числа сохранившихся объектов, математические ожидания уничтоженных (сохранившихся) комплексов. Данные показатели будут зависеть от выбранной стратегии построения системы прикрытия. Таким образом, появляется возможность количественно оценить эффективность применения различных по своим характеристикам комплексов, задействование тех или иных пассивных средств противодействия.

Использование имитационной модели может позволить определить наиболее целесообразные варианты проведения натурных испытаний, и тем самым значительно сократить материальные затраты по построению системы прикрытия мобильных объектов.

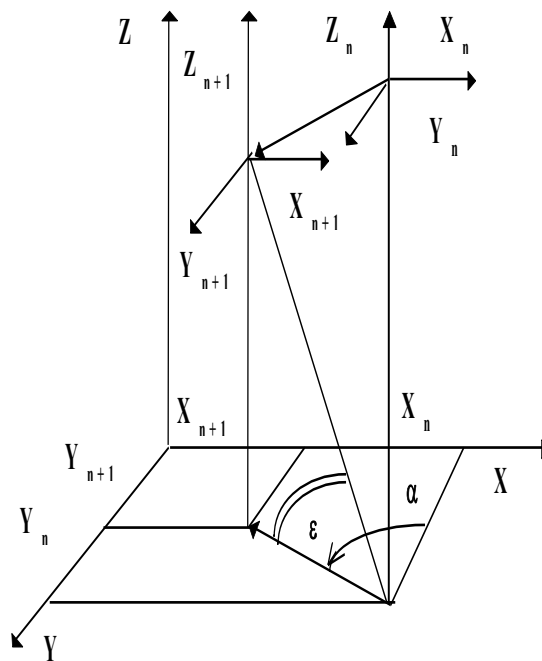


Рис. 3. Представление траектории самолёта

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Захаров. Алгоритмические методы решения задач оптимального планирования и управления. - М.: ВА им. Ф. Э. Дзержинского, 1986. - 375 с.
2. Г. В. Зимин, С. К. Бурмистров. Справочник офицера ПВО. - М.: Воениздат, 1987. - 430 с.