

## ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

к.т.н. С.Н. Звиглянич, к.в.н. О.Н. Пилипенко, О.Н. Носатюк,  
к.т.н. А.И. Задонский, Ю.С. Литвинов  
(представил д.в.н., проф. И.О. Кириченко)

Приводится возможный подход к оценке требуемых характеристик беспилотного летательного аппарата (БПЛА) при их использовании для выполнения функций обнаружения подвижных объектов.

Мобильный характер боевых действий выдвигает новые требования к средствам поражения [1]. Наиболее полно этим требованиям в настоящее время отвечают сложные военно - технические системы (ВТС), элементы которых способны самостоятельно выполнять функции обнаружения и поражения подвижных объектов.

Рассмотрим вариант применения ВТС с использованием беспилотного летательного аппарата. Будем считать, что на БПЛА установлены оптические средства обнаружения объектов, позволяющие как уточнять координаты объекта в процессе его поражения, так и устанавливать факт выполнения поставленной задачи. Для выполнения указанных функций БПЛА должен после каждого применения ВТС обследовать некоторую площадь, перекрывающую объект. Средняя доля  $M_p$  площади района  $S_d$ , обследованная одним БПЛА, в случае отсутствия перекрытия маршрутов, за время  $t$  определяется по формуле [1]:

$$M_p = \frac{B \cdot v \cdot t}{S_d} P_o (1 - P_z) , \quad (1)$$

где  $B$  – ширина захвата;

$v$  – скорость БПЛА;

$P_o$  – вероятность обнаружения объекта;

$P_z$  – вероятность выхода БПЛА из строя.

В свою очередь ширина захвата  $B$  зависит от высоты полета БПЛА и угла обзора установленной на нем аппаратуры и определяется формулой

$$B = 2 \cdot h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (\text{рис.1}) .$$

С учетом того, что для корректировки применения

ВТС необходимо просмотреть всю площадь ( $M_p=1$ ), требуемое для этого время рассчитывается, исходя из (1), по формуле

$$t = \frac{S_d}{\mathbf{B} \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{P}_0 \cdot (1 - P_z)} . \quad (2)$$

Обработка полученного изображения и доведение корректуры до пункта управления происходит за время  $t_d$ . При получении уточненных координат объекта ВТС требуется некоторое время (так называемое время на введение корректуры)  $t_n$ . Подготовку системы к применению оценим временем  $t_p$ .

Действия противоборствующей стороны будем учитывать интервалом времени от обнаружения системы до принятия мер по противодействию. Обозначим его как  $t_r$ . В свою очередь, живучесть ВТС можно оценить временем  $t_s$ .

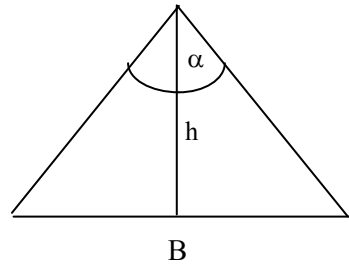


Рис.1. Ширина захвата БПЛА

Исходя из сказанного выше, с учетом действий противоборствующей стороны ВТС при выполнении задач располагает временем, которое определяется неравенством

$$(t + t_d + t_n) + t_p \leq t_r - t_s$$

или

$$\left( \frac{S_d}{\mathbf{B} \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{P}_0 \cdot (1 - P_z)} + t_d + t_n \right) + t_p \leq t_r - t_s . \quad (3)$$

Определяющей характеристикой цикла управления является время доведения. Тогда из (3):

$$t_d \leq \frac{t_y - t_s}{4} - \left( \frac{S_d}{\mathbf{B} \mathbf{v} \mathbf{P}_0 (1 - P_z)} + t_n \right) . \quad (4)$$

Формула (4) связывает время выполнения поставленной задачи при учете действий противоборствующей стороны с характеристиками БПЛА. Анализ этой формулы дает возможность определить некоторые требования к рассматриваемой системе. Недостаточность исходных данных (при данной постановке задачи) делает затруднительным использование аналитических способов исследования на экстремум функции  $t_d = f(\mathbf{h}, \mathbf{v}, \alpha)$ . В первую очередь, необходимо провести анализ зависимости  $\mathbf{P}_0$  от высоты полета БПЛА, его скорости и угла обзора  $\alpha$ , т.е.  $\mathbf{P}_0 = f(\mathbf{h}, \mathbf{v}, \alpha)$ . Определение этой зависимости напрямую связано с функционированием конкретной аппаратуры оптического обнаружения, установленной на БПЛА. В данном случае  $\mathbf{P}_0 = f(\mathbf{h}, \mathbf{v}, \alpha)$  служит ограничени-

ем при исследовании (4). Так же для (4) является ограничением и зависимость  $P_z$  от высоты и скорости полета БПЛА, т.е.  $P_z = f(h, v)$ , которая определяет его живучесть. Отметим, что определение  $P_0 = f(h, v, \alpha)$ ,  $P_z = f(h, v)$  является сложной самостоятельной задачей, требующей дополнительных исследований.

Определим требования к углу обзора  $\alpha$  с целью получения максимального значения времени доведения  $t_d$ , при котором обеспечивается наиболее благоприятный режим функционирования контура управления ВТС.

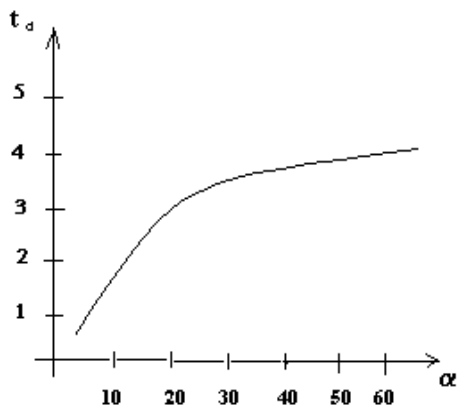


Рис.2. Зависимость времени доведения от угла обзора БПЛА

Максимальное значение времени доведения  $t_d$  при учете действий противоположающей стороны соответствует оптимальному режиму функционирования контура управления. Анализ зависимости времени доведения от угла обзора БПЛА (рис.2) показывает, что при заданных исходных данных увеличение угла обзора  $\alpha$  более  $60^\circ$  нецелесо-

образно.

Отметим, что предложенный подход можно положить в основу анализа требований к характеристикам беспилотного летательного аппарата при использовании различных средств обнаружения объектов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Родионов М.А. К вопросу о формах ведения информационной борьбы // Военная мысль. – 1992. – №3. – С. 42 - 47.
2. Чуев Ю.В. Исследование операций в военном деле. – М.: Воениздат, 1970. – 386 с.

*Поступила в редколлегию 25.09.2000*