

развертывание кабельных линий связь с несколькими подразделениями может обеспечиваться по одной линии.

УДК 519.8:623

### **Структура и методы расчета показателя эффективности варианта решения на охрану зоны ответственности подразделения**

Гришко В.Д., Колесников В.В., Шкодич О.Н.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

В последнее время в «силовых» структурах большое внимание уделяется разработке и внедрению в повседневную деятельность органов управления систем поддержки принятия решения (СППР) различного назначения. Как правило, результатом работы таких систем является вариант применения имеющихся сил и средств для решения поставленной задачи в конкретных условиях обстановки. Одним из актуальных вопросов, стоящих перед разработчиками подобных систем, является обоснование эффективности варианта решения, предложенного системой, возможность использования методики его оценки к вариантам, полученным с использованием других, как, правило, традиционных методов работы управленческого аппарата.

Цель настоящей статьи заключается в обосновании структуры показателя эффективности варианта решения на применение сил и средств пограничной заставы при организации охраны соответствующей зоны ответственности (участка государственной границы), а также используемых при его вычислении методов.

В интересах наиболее полного представления данной задачи рассмотрим ее формальную постановку.

Зона ответственности пограничной заставы (зона ответственности) представляет собой участок местности (площадной объект сложной формы), в котором, на основе обработки исходных данных, определены направления вероятного движения нарушителя, а также возможность (вероятность) его перемещения по участкам местности с учетом физико-географических и других условий. Охрану зоны ответственности осуществляет подразделение, основными функциями которого являются обнаружение и задержание нарушителя. Для реализации данных функций в подразделении имеется некоторое множество средств обнаружения и сил охраны.

Решение представляет собой вариант размещения (в пределах зоны ответственности) имеющихся в подразделении технических средств обнаружения, а также размещения и распределения имеющихся сил для эффективного решения задачи охраны зоны ответственности.

Необходимо оценить эффективность использования сил и средств подразделения при решении задачи охраны соответствующей зоны ответственности.

С формальной точки зрения для решения настоящей задачи зона ответственности может быть представлена в виде множества распределенных однородных элементарных участков охраны, каждый из которых может характеризоваться некоторым частным показателем эффективности. При этом отсутствие взаимного влияния элементарных участков (с точки зрения решаемой задачи) определяет аддитивную свертку частных показателей эффективности при расчете обобщенного показателя эффективности варианта решения на охрану зоны ответственности подразделения (пограничной заставы, поста):

$$Q = \sum_{i=1}^N q_i \quad (1)$$

где  $q_i$  – частный показатель эффективности организации охраны  $i$ -го элементарного участка зоны ответственности;  
 $N$  – количество элементарных участков, на которые разбита зона ответственности.

Выражение (1) позволяет осуществить абсолютную оценку варианта решения и может быть применено только для сравнения эффективности нескольких вариантов, синтезированных для одной зоны ответственности. Для сравнения эффективности вариантов, построенных для различных зон ответственности, определения суммарного показателя зоны ответственности верхнего уровня (имеющего в своем составе несколько зон ответственности отдельных подразделений) необходимо использовать относительный показатель:

$$Q = \frac{1}{I_{30}} \sum_{i=1}^N q_i \quad (2)$$

где  $I_{30}$  – суммарная протяженности зоны ответственности подразделения.

Таким образом, решение рассматриваемой задачи сводится к рассмотрению частных показателей эффективности организации охраны элементарных участков, выражение для расчета которых, исходя из основных функций подразделения охраны, имеет вид:

$$q_i = P_i(D)P_i(A|D)P_i(B|A)P_i(C|B), \quad (3)$$

где  $P_i(D)$  – вероятность движения нарушителя через  $i$ -й участок;

$P_i(A|D)$  – вероятность обнаружения нарушителя при его движении через  $i$ -й участок;

$P_i(B|A)$  – вероятность перехвата нарушителя при его обнаружении в  $i$ -м участке;

$P_1(C|B)$  – вероятность нейтрализации нарушителя.

С учетом наличия на участке некоторого множества  $\bar{M}$  объектов обнаружения, вероятность обнаружения нарушителя при его движении через элементарный участок может быть рассчитана, исходя из следующего выражения.

$$P_1(A|D) = 1 - \prod_{i=1}^{card(\bar{M})} (1 - P_{ij}(A)), \quad (4)$$

где  $P_{ij}(A)$  – вероятность обнаружения нарушителя на  $i$ -ом участке  $j$ -ым объектом обнаружения, определяемая, как:

$$P_{ij}(A) = P_j^{(0)} P_j^{(T)} P_j^{(D)} T_{ij}, \quad (5)$$

где  $P_j^{(0)}$  – заявленная (техническая) вероятность обнаружения  $j$ -м объектом;

$P_j^{(T)}$  – вероятность исправного действия  $j$ -го объекта;

$P_j^{(D)}$  – вероятность доставки сообщения об обнаружении нарушителя  $j$ -м объектом в  $i$ -м участке;

$T_{ij}$  – относительное время обзора  $i$ -го участка  $j$ -м объектом, такое, что

$$T_{ij} = \frac{t_{ij}}{t_{sum}},$$

где  $t_{ij}$  – суммарное время наблюдения  $i$ -го участка  $j$ -м объектом;

$t_{sum}$  – продолжительность анализируемого периода.

Значение заявленной вероятности обнаружения  $P_j^{(0)}$  нарушителя необходимо рассматривать исходя из технических характеристик средства обнаружения с учетом фактора противодействия нарушителей в интересах ложной тревоги от «вредных» объектов и фона.

Вероятность движения нарушителя через  $i$ -й участок является функцией его (участка) удаленности от некоторого множества  $\bar{W}$  критичных объектов местности и обстановки:

$$P_i = \varphi(d_i, \bar{W}), \quad (6)$$

где  $d_i$  – координаты  $i$ -го участка;

$\bar{W}$  – множество критичных объектов, определяющих возможность передвижения нарушителя через охраняемую зону.

В свою очередь, множество  $\bar{W}$  можно представить в виде некоторого набора подмножеств, каждое из которых определяет возможность передвижения нарушителя по охраняемой зоне в соответствии с источником такой информации. В первом приближении, при рассмотрении варианта охраны участка пограничной заставы (поста), можно выделить два таких

подмножества критичных объектов: объекты местности, характеризующие ее проходимость, и объекты обстановки, характеризующие оперативную информацию  $\bar{W} = \{\bar{W}^{(1)}, \bar{W}^{(2)}\}$ . При этом функционал  $\varphi(\cdot)$  определяет свертку результатов влияния объектов каждой группы на  $i$ -й участок местности:

$$P_i(D) = \varphi(f(d_i, \bar{W}^{(1)}), f(d_i, \bar{W}^{(2)})). \quad (7)$$

Функционал  $f(\cdot)$  в выражении (7) является пороговой функцией, отражающей удаленность  $i$ -го участка местности от ближайшего объекта конкретного подмножества критичных объектов.

Вероятность  $P_i(C|B)$  нейтрализации нарушителей при условии их перехвата является функцией соотношения сил охраны и нарушителей, их вооруженности, уровня подготовки и т.д. По аналогии с квадратичной зависимостью Ланчестера-Осипова, в случае столкновения малых групп вероятность нейтрализации нарушителей при превосходстве численности подразделения охраны  $n$  над численностью нарушителей  $m$  ( $n \geq m$ ) можно представить в упрощенном виде:

$$P_i(C|B) = 1 - (1 - P_0)^k, \quad (8)$$

где  $P_0$  – расчетная вероятность нейтрализации нарушителя при равных возможностях противоборствующих сторон;

$k$  – коэффициент превосходства сил охраны такой, что  $k = k_1 k_2 k_3$ ,

$k_1$  – коэффициент превосходства по численности

$$k_1 = \frac{n}{m};$$

$k_2$  и  $k_3$  – коэффициенты превосходства сил охраны над нарушителем по вооруженности и подготовленности соответственно;

$n$  – численность сил охраны;

$m$  – численность нарушителей такая, что  $m = M \pm \epsilon$ ;

$M$  – оценка численности нарушителей;

$\epsilon$  – значение ошибки, наличие которой обусловлено вероятностным характером данных о количестве нарушителей.

Коэффициент превосходства по каждому фактору определяет во сколько раз средний сотрудник подразделения охраны по этому фактору превосходит среднего нарушителя. При этом коэффициент превосходства по вооруженности определяется по тактико-техническим характеристикам используемых образцов оружия после перехода к некоторой обобщенной характеристике, а по подготовленности – экспертно.

Вероятность перехвата нарушителя при его обнаружении в  $i$ -м участке  $P_i(B/A)$  зависит от многих факторов и в настоящее время ее аналитическое определение остается открытым вопросом в силу неопределенности боль-

шинства его аргументов. Возможным подходом к решению данной проблемы может быть использование на данном этапе метода имитационного моделирования, при котором логико-математическая модель исследуемого объекта представляет собой алгоритм его функционирования, реализованный в виде программного комплекса. Вне всяких сомнений, формирование адекватной имитационной модели является весьма трудоемкой и субъективной задачей, требующей значительных вычислительных ресурсов. Однако, с точки зрения авторов, данный подход является единственно возможным при формализации процесса оценки эффективности варианта решения на охрану участка ответственности.

Таким образом, в качестве основного метода расчета показателя эффективности варианта размещения сил и средств территориально-распределенной системы охраны необходимо применять аналитико-имитационное моделирование, позволяющее использовать мощный аналитический аппарат при рассмотрении вопросов обнаружения нарушения зоны ответственности, и имитационное – при рассмотрении вопросов перехвата.

УДК 934.74.290

### **Перспективы развития вооружения и средств войск РХБ защиты в современных условиях**

Кобелев А.А., Колмаков А.А.

Белорусский государственный университет

Основными задачами войск РХБ защиты в мирное время являются: выявление РХБ обстановки в районах размещения и деятельности войск; осуществление радиационного и химического контроля; обеспечение функционирования подсистемы СВОП и осуществление мероприятий по обеспечению РХБ безопасности войск; выполнение задач по ликвидации (локализации) чрезвычайных ситуаций на РХБ опасных объектах; обеспечение войск вооружением и средствами РХБ защиты, контроль за их эксплуатацией и ремонтом; накопление, хранение и освежение запасов вооружения и средств РХБ защиты; совершенствование и строительство учебно-материальной базы РХБ защиты; поддержание экологической безопасности на объектах. Однако сегодня, исходя из сложившихся новых форм и методов ведения войн, анализа современных конфликтов, можно констатировать появление дополнительных задач и мероприятий для войск РХБ защиты: