

УДК 623.618

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В СОСТАВЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЫ

*канд. техн. наук, доц. А.В. ХИЖНЯК, Е.И. МИХНЁНОК
(Военная академия Республики Беларусь, Минск)*

Представлена разработанная методика оценки эффективности технических средств в составе интегрированной системы охраны Государственной границы. Приведен расчет показателя эффективности охраны зоны ответственности, выраженный через вероятность обнаружения нарушителя техническим средством охраны, учитывающий вероятность появления ошибки при принятии решения о его наличии.

Ключевые слова: *технические средства охраны, эффективность, интегрированная система охраны.*

Введение. В настоящее время идет активное внедрение различных технических средств и систем в повседневную деятельность человека. Не являются исключением и подразделения, решающие задачи охраны Государственной границы. Правильное применение данных средств и систем способствует уменьшению служебной нагрузки на личный состав подразделений, уменьшает количество использованного моторесурса транспортных средств, экономит топливо.

Однако возникают ситуации, когда срабатывание технических средств охраны (ТСО) происходит под влиянием внешних факторов: животные, сильный ветер, град и др. Отсутствие возможности визуального определения причины срабатывания технических средств охраны дежурным по подразделению требует привлечения дежурных сил и средств для уточнения данной информации, что в отдельных случаях не позволяет существенно снизить служебную нагрузку. Необходимо отметить, что в отечественной и зарубежной литературе недостаточно рассмотрен вопрос оценки эффективности технических средств охраны в целях определения необходимого качественного и количественного их состава для решения функциональных задач на должном уровне, поэтому, в настоящее время актуальной задачей является разработка методики оценки эффективности технических средств в составе интегрированной системы охраны.

Основная часть. Зона ответственности подразделения охраны Государственной границы представляет собой участок местности сложной формы, на котором осуществляется обнаружение и задержание нарушителей. Для выполнения данных задач подразделения оснащаются различными техническими средствами и системами, на базе которых создается интегрированная система охраны.

Следует подчеркнуть, что единых подходов к оценке эффективности интегрированных систем охраны, особенно применяемых на Государственной границе, пока не выработано [1]. Это обусловлено спецификой объектов с большим периметром, которая должна учитываться при построении современной территориально распределенной системы охраны.

Наиболее близко к решению задачи оценки эффективности системы охраны Государственной границы подошли авторы в работе [2]. В то же время попытки авторов представить факторы нестохастической природы (например, поведение нарушителя в различных условиях и др.) условными вероятностями, на наш взгляд, однозначно приведут к ошибкам оцениваемых показателей. С другой стороны, не описано, каким образом вычисляются значения отдельных показателей (например, вероятность движения нарушителя через k -й участок и др.).

Для получения значений показателей авторами статьи предлагается использовать данные о зарегистрированных нарушениях Государственной границы как от ТСО, так и дежурных сил. Учет данных нарушений ведется в каждом подразделении.

Зарегистрированные причины срабатывания ТСО на каждом отдельном участке зоны ответственности подразделения охраны позволяют рассчитать вероятности срабатываний технических средств охраны от воздействия животных, ложных срабатываний от фона, вероятность появления нарушителя, а также вероятность успешной имитации различных воздействий [3].

Согласно [4], под вероятностью наступления искомого события будем понимать его статистическую вероятность P , равную частоте события:

$$P = \frac{m}{n}, \quad (1)$$

где m – число срабатываний ТСО в зависимости от исследуемой причины;
 n – общее число срабатываний ТСО.

Таким образом, методика оценки эффективности ТСО в составе интегрированной системы охраны состоит из выполнения следующих этапов.

1. *Разбиение исследуемой зоны ответственности на участки.* На данном этапе осуществляется подготовка исходных данных:

- разбиение исследуемой зоны ответственности на участки;
- определение количественного и качественного состава ТСО на каждом отдельном k -ом участке;
- определение значений вероятности обнаружения нарушителя $P_{о_j}$ j -м ТСО (согласно тактико-техническим характеристикам), вероятности технического исправного состояния $P_{тс_j}$ j -го ТСО, вероятности доставки сообщения об обнаруженном нарушителе $P_{д_j}$ j -м ТСО.

2. *Анализ статистики срабатывания технических средств охраны.* Основываясь на данных о зарегистрированных нарушениях Государственной границы как от ТСО, так и от дежурных сил, и используя выражение 1, рассчитываются составляющие вероятности появления ошибки $P_{ош}$ при принятии решения о наличии «реального» нарушителя Государственной границы.

К ним относятся:

- вероятность появления i -го нарушителя $P_{Н_i}$;
- вероятность появления животного $P_{ж}$;
- вероятность пропуска i -го нарушителя $P_{проп_i}$;
- вероятность функционирования ТСО в отсутствие воздействий от нарушителей, животных $P_{ф}$;
- вероятность ложного срабатывания от фона $P_{лсф}$.

Также на данном этапе определяются факты противодействия нарушителя ТСО, которые являются причинами ошибок первого и второго рода при принятии решения о его наличии, что приводит к повышению вероятности его необнаружения. В зависимости от типа противодействия вычисляются:

- вероятность успешного противодействия i -го нарушителя (определяют ошибки 1-рода $P_{Н_{\phi_i}}$);
- вероятность успешной имитации i -м нарушителем срабатывания ТСО от животного $P_{Н_{ж_i}}$;
- вероятность успешной имитации i -м нарушителем срабатывания ТСО от фона $P_{Н_{\phi_i}}$.

3. *Расчет вероятности появления ошибки при принятии решения о наличии реального нарушителя.* Данная вероятность рассчитывается с учетом противодействующих мероприятий и вероятности классификации причины срабатывания ТСО. Отметим, что ошибки второго рода при принятии решения о наличии нарушителя могут формироваться в естественных условиях, т.е. без участия нарушителя.

Таким образом, с учетом значений компонентов выражения вероятности появления ошибки, рассчитанных на втором этапе, а также в зависимости от наличия либо отсутствия фактов противодействия нарушителя ТСО вероятность появления ошибки $P_{ош}$ при принятии решения о наличии реального нарушителя рассчитывается согласно нижеприведенным выражениям.

Без учета противодействия нарушителя

$$P_{ош_i} = P_{ош1_i} + P_{ош2_i} = (P_{Н_i} (1 - P_{о_{ij}})) + (P_{ж} (1 - P_{проп_i}) + P_{ф} P_{лсф}), \quad (2)$$

где $P_{ош1_i}$ – вероятность пропуска i -го нарушителя в естественных условиях функционирования;

$P_{ош2_i}$ – вероятность ложной тревоги в естественных условиях функционирования.

С учетом противодействия нарушителя

$$P_{ош_i} = \sum_i P_{ош1_{\Pi_i}} + \sum_i P_{ош2_{\Pi_i}} + P_{ош2_i}, \quad (3)$$

где $P_{ош1_{\Pi_i}}$ – вероятность пропуска i -го нарушителя с учетом его противодействия ТСО:

$$P_{ош1_{\Pi_i}} = P_{Н_i} (1 - P_{о_{ij}} (1 - P_{Н_{\phi_i}})); \quad (4)$$

$P_{ош2_{\Pi_i}}$ – вероятность появления ложной тревоги в результате противодействия i -го нарушителя:

$$P_{ош2_{\Pi_i}} = P_{Н_i} P_{Н_{ж_i}} (1 - P_{проп_i}) + P_{Н_i} P_{Н_{\phi_i}} P_{лсф} = P_{Н_i} (P_{Н_{ж_i}} (1 - P_{проп_i}) + P_{Н_{\phi_i}} P_{лсф}). \quad (5)$$

В случае наличия на участке ответственности ТСО с функцией отображения дежурному по подразделению охраны визуальной информации о причине срабатывания появляется возможность определения наличия «реального» нарушителя.

Таким образом, с учетом вероятности правильной классификации причины срабатывания ТСО P_k выражения для расчета вероятности появления ошибки $P_{ош}$ при принятии решения о наличии реального нарушителя примут следующий вид:

- без учета противодействия нарушителя

$$P_{ош_i} = P_{ош_{1i}} + P_{ош_{2i}} = (P_{H_i} (1 - P_{о_{ij}} P_k)) + (P_{ж} (1 - P_{про_{ij}}) (1 - P_k) + P_{ф} P_{лсф} (1 - P_k)); \quad (6)$$

- с учетом противодействия нарушителя

$$P_{ош_i} = \sum_i P_{ош_{1ji}} + \sum_i P_{ош_{2ji}} + P_{ош_{2i}}, \quad (7)$$

где

$$P_{ош_{1ji}} = P_{H_i} (1 - P_{о_{ij}} P_k (1 - P_{и_{ij}}));$$

$$\begin{aligned} P_{ош_{2ji}} &= P_{H_i} P_{и_{ji}} (1 - P_{про_{ij}} (1 - P_k)) + P_{H_i} P_{и_{фj}} P_{лсф} (1 - P_k) = \\ &= P_{H_i} (P_{и_{ji}} (1 - P_{про_{ij}} (1 - P_k)) + P_{и_{фj}} P_{лсф} (1 - P_k)). \end{aligned} \quad (8)$$

4. Расчет вероятности обнаружения нарушителя при его движении через k -й участок. На основании значений вероятности обнаружения $P_{о_{ij}}$ j -м ТСО, вероятности технического исправного состояния $P_{тс_j}$ j -го ТСО, вероятности доставки сообщения об обнаруженном нарушителе $P_{д_j}$ j -м ТСО (этап 1) рассчитывается вероятность обнаружения нарушителя на k -м участке j -м средством обнаружения $P_{о_{ij}} = P_{о_{ij}} P_{тс_j} P_{д_j}$.

Учитывая все множество M технических средств и систем, находящихся на участке зоны ответственности, а также вероятность появления ошибки $P_{ош}$ при принятии решения о наличии реального нарушителя, вероятность обнаружения нарушителя $P_{обн_i}$ при его движении через k -й участок, определяется следующим образом:

$$P_{обн_i} = \left(1 - \prod_{j=1}^M (1 - P_{о_{ij}}) \right) (1 - P_{ош}). \quad (9)$$

5. Определение частного показателя эффективности охраны участка зоны ответственности. Исходя из основных функций технических средств и систем, решающих задачи охраны Государственной границы, частный показатель эффективности охраны участка зоны ответственности примет вид:

$$q_k = P_{обн_i}, \quad (10)$$

где $P_{обн_i}$ – вероятность обнаружения нарушителя при его движении через k -й участок.

6. Определение обобщенного показателя эффективности охраны зоны ответственности. Учитывая количество участков N , на которые разбита зона ответственности (этап 1), а также значения частных показателей эффективности охраны данных участков q_k , обобщенный показатель эффективности охраны зоны ответственности Рассчитывается как

$$Q = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N q_k, \quad (11)$$

Следует отметить, что применение данной методики позволяет провести оценку эффективности ТСО и интегрированной системы охраны как для отдельных подразделений (например, пограничной заставы (поста), так и для более крупных участков (частей и соединений).

На рисунке представлена блок-схема алгоритма методики оценки эффективности ТСО в составе интегрированной системы охраны.

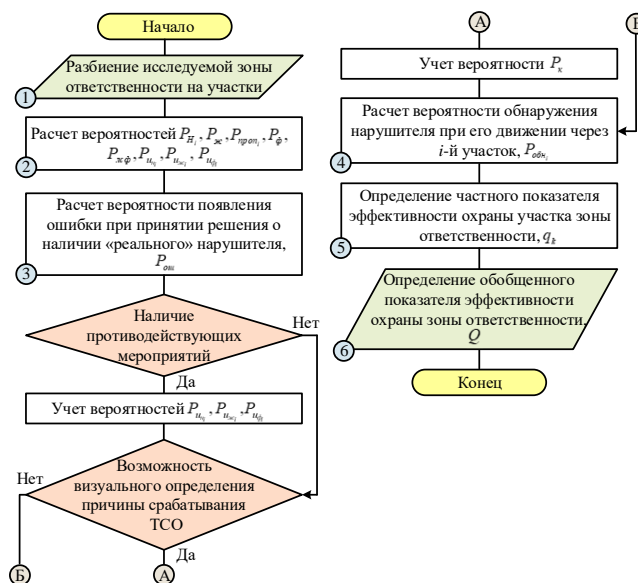


Рисунок. – Блок-схема алгоритма методики оценки эффективности ТСО в составе интегрированной системы охраны

Заключение. Разработана новая методика оценки эффективности как технических средств, так и интегрированной системы охраны Государственной границы. Предложено совместно с вероятностью обнаружения ТСО (определяется тактико-техническими характеристиками изделия) учитывать вероятность возникновения ошибки при принятии решения о наличии «реального» нарушителя Государственной границы. Определены выражения для расчета данной ошибки при наличии на одном рубеже различных технических средств, функционирующих как отдельно, так и в составе интегрированной системы охраны. Данные выражения позволяют проводить учет возможных имитирующих действий нарушителя, повышающих вероятность его необнаружения.

Предложенная методика позволяет: во-первых, проводить количественную оценку качества решения задач имеющимися системами и средствами охраны; во-вторых, обосновывать состав и структуру ТСО при проектировании новых рубежей охраны Государственной границы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Звездинский, С.С. Моделирование функциональной эффективности системы охраны периметра территориально распределенного объекта / С.С. Звездинский, В.А. Иванов, И.В. Парфенцев. // Спецтехника и связь. – 2010. – № 1. – С. 15–19.
2. Гришко, В.Д. Подход к выбору структуры показателя эффективности варианта решения на охрану зоны ответственности подразделения / В.Д. Гришко, В.В. Колесников // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2010. – № 19. – С. 91–94.
3. Михнёнок, Е.И. Подход к оценке эффективности технических средств, применяемых для решения задач охраны государственной границы / Е.И. Михнёнок, А.В. Хижняк // Изв. Гом. гос. ун-та. – 2019. – № 3 (114). – С.112–116.
4. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: учеб. пособие для вузов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – 2-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2000. – 480 с.

Поступила 17.09.2019

METHOD OF AN ESTIMATION OF EFFICIENCY OF TECHNICAL MEANS PART OF AN INTEGRATED SYSTEM OF STATE BORDER PROTECTION

A. KHIZNIAK, E. MIKHNIONAK

The article presents the developed technique of an estimation of efficiency of technical means part of an integrated system of protection of the State border. Calculation of efficiency of protection of areas of responsibility, expressed through the probability of intruder detection technical means of protection, taking into account the probability of errors when making decisions about its presence.

Keywords: technical means of protection, efficiency, integrated security system.