

УДК 004.031.2:681.5

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ ОСОБОЙ ВАЖНОСТИ И ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

Бондарчук А.С., Зарубский В.Г.

ФКОУ ВО «Пермский институт ФСИН России», Пермь, e-mail: volen3030@rambler.ru

Актуальность исследований, посвященных автоматизации процессов охраны и обороны различных объектов особой важности и повышенной опасности, не вызывает сомнений, так как применяемые на сегодняшний день интегрированные системы безопасности в большей степени решают вопросы информационного обеспечения сил реагирования сведениями о попытках проникновения на объект, при этом не обеспечивая решения вопросов руководства и координации противодействия данным фактам. В статье предлагаются подходы автоматизации процесса принятия решений силами охраны и обороны объектов охраны при попытках воздействия на них нарушителями. Для этого рассматривается один из этапов разработки автоматизированных систем принятия решений – этап построения математической модели предотвращения нарушения системой охраны рассматриваемых объектов. В результате осуществления предварительный этап обоснования научной задачи описания комплексной оценки эффективности системы охраны на основе функций осуществляемых системой охраны в период нарастания угрозы воздействия на объект охраны, описываемый моделью предотвращения нарушения системой охраны, в частности техническими средствами воздействия. Определены дальнейшие направления исследования рассматриваемой модели учитывающие, в отличие от известных способов описания, специфику системы охраны и специфику тактики действий возможных нарушителей.

**Ключевые слова:** объекты особой важности и повышенной опасности, система охраны, интегрированные системы безопасности, технические средства охраны, технические средства поражения, нарушитель

## AUTOMATED DECISION-MAKING SYSTEMS FOR THE SYSTEM OF PROTECTION OF OBJECTS OF SPECIAL IMPORTANCE AND INCREASED DANGER

Bondarchuk A.S., Zarubskiy V.G.

Federal state public educational institution of higher education Perm Institute of the Federal penitentiary service of Russia, Perm, e-mail: volen3030@rambler.ru

The relevance of research on the automation of security and defense processes of various objects of special importance and increased danger is not in doubt, since the currently used integrated security systems to a greater extent solve the issues of providing information to the response forces with information about attempts to penetrate the object, while not providing solutions leadership and coordination of counteraction to these facts. The article proposes approaches to automating the decision-making process by the security and defense forces of security facilities when trying to influence violators. For this, one of the stages in the development of automated decision-making systems is considered – the stage of constructing a mathematical model to prevent violation by the security system of the objects in question. As a result, the preliminary stage of substantiation was carried out, the scientific task of describing a comprehensive assessment of the effectiveness of the security system on the basis of the functions performed by the security system during the growing threat of exposure to the security object, described by the model for preventing violations by the security system, in particular technical means of influence. Further areas of research of the considered model are determined taking into account, in contrast to the known methods of description, the specifics of the security system and the specific tactics of actions of potential violators.

**Keywords:** objects of special importance and increased danger, security system, integrated security systems, technical means of protection, technical means of destruction, violator

Современные тенденции внедрения автоматизированных систем управления в различные отрасли деятельности человека затронули и такую сферу деятельности, как обеспечение безопасности объектов особой важности и повышенной опасности.

В связи с этим необходимо отметить, что вопросы обеспечения безопасности указанных категорий объектов достаточно актуальны в свете отмечаемой на сегодняшний день в стране и в мире повышенной террористической активности, а также в рамках возможности возникновения конфронтации с рядом мировых держав, связанных с нестабильной геополитической обстановкой в мире.

В настоящее время решение задачи обеспечения охраны и обороны объектов особой важности и повышенной опасности связано с внедрением на данных объектах интегрированных систем безопасности (ИСБ) [1], которые призваны обеспечить комплексное взаимодействие, входящих в их состав подсистем, нацеленное на обеспечение информацией сил охраны о попытках проникновения нарушителей на объект охраны и об их последующих действиях. Однако кроме информационной составляющей ИСБ, при возникновении угрозы целостности объектов охраны, других функций, в частности функций эффек-

тивного управления действиями сил реагирования, не обеспечивают.

Решение задачи повышения надежности охраны и обороны объектов особой важности и повышенной опасности видится в применении более совершенных ИСБ, обеспечивающих не только сбор информации от комплекса технических средств охраны развернутых на объекте, но и формирующих управленческие решения на эффективные действия сил охраны.

Одним из первоначальных этапов разработки такой ИСБ является этап построения математической модели предотвращения нарушения системой охраны [2] рассматриваемых объектов.

Цель исследования: разработка автоматизированных систем принятия решений для системы охраны объектов особой важности и повышенной опасности, научно-методической основой которых является обоснование тактико-технических требований к способам и средствам защиты рассматриваемых объектов в системе их охраны и обороны, а также предложений по их применению в качестве средств противодействия нарушителям в период нарастания угрозы агрессии.

В рамках указанной цели исследования в статье рассматривается частная задача по разработке структурно-функциональной модели формирования и функционирования системы охраны и обороны объектов особой важности и повышенной опасности на основе моделей разнородных воздействий нарушителей на объекты с учетом узвизимости их элементов.

Необходимо отметить, что функционирование системы охраны в период нарастания угрозы агрессии осуществляется в режиме прямого использования, который достигается выполнением частных действий:

- обнаружение нарушителя силами охраны (часовым) или техническими средствами охраны (ТСО);

- задержание нарушителя инженерными средствами охраны на время, необходимое для прибытия сил охраны к месту обнаружения нарушителя;

- воздействие на нарушителя техническими средствами или силами охраны с целью пресечения попытки совершения акции.

В соответствии с этим вероятность предотвращения силами охраны акции, совершаемой нарушителем, на объекте охраны можно записать как

$$P_{акции}^{пр} = P_{обн}^{н} \cdot P_{зад}^{из} \cdot P_{ун}^{н}, \quad (1)$$

где  $P_{обн}^{н}$  – вероятность обнаружения нарушителя многорубежной ИСБ;  $P_{зад}^{из}$  – вероятность того, что силы охраны выдвинутся и займут

исходные положения для действий (рубежи блокирования) раньше, чем нарушитель преодолеет полосу инженерных заграждений (для случая дистанционного воздействия нарушителя – это прибытие личного состава сил охраны к рубежу перехвата нарушителей до их выхода к центру площадки, с которой возможно поразить объекты);  $P_{ун}^{н}$  – вероятность уничтожения (поражения) нарушителя, преодолевающего инженерные заграждения (для случая дистанционного воздействия нарушителя – это его уничтожение до выхода к центру площадки, с которой возможно поразить объекты) под огнем стрелкового оружия сил охраны [3].

Вероятность обнаружения нарушителя многорубежной ИСБ  $P_{обн}^{н}$  вычисляется исходя из того, что сигнал тревоги выдается в случае срабатывания хотя бы одного рубежа обнаружения из всех установленных на контролируемом участке местности.

После определения вероятности обнаружения нарушителя ТСО, необходимо оценить, в какой степени установленные инженерные заграждения способны сыграть свою роль в предотвращении акции нарушителя. Для этого необходимо рассчитать вероятность своевременного занятия рубежа блокирования силами охраны  $P_{зад}^{из}$ . Вероятность того, что силы охраны успеют своевременно занять позиции для воздействия на нарушителя  $P_{зад}^{из}$ , вычисляется на основе анализа временного параметра действий нарушителя и сил охраны.

Считается, что силы охраны успевают своевременно занять исходные позиции для действий против нарушителя, если соблюдается условие

$$T_n \geq T_{блок}, \quad (2)$$

где  $T_n$  – время преодоления нарушителем инженерных заграждений (для случая дистанционного воздействия нарушителя – это время его движения к площадкам, с которых возможно поразить объекты);  $T_{блок}$  – время от получения силами охраны сигнала тревоги до их прибытия к месту нарушения запретной зоны (для случая дистанционного воздействия нарушителя – это прибытие личного состава сил охраны за минимальное из максимально возможных времен к рубежу перехвата нарушителей до их выхода к участку местности, с которого возможно поразить объекты).

Вероятность этого события можно вычислить по формуле

$$P_{зад}^{из} = e^{-\frac{0,2 T_{блок}}{T_n}}, \quad (3)$$

где 0,2 – эмпирически полученный коэффициент.

Для пресечения акции нарушителя необходимо оказать на него определенное воздействие. Воздействие могут оказать силы охраны или технические средства воздействия. К силам охраны относится личный состав караула или сил реагирования, который может либо поразить нарушителя огнем стрелкового оружия, либо задержать его физически. При применении технических средств воздействия, таких как мины или электризуемые заграждения, поражение противнику наносится поражающими факторами этих средств.

Поражение нарушителя не является самоцелью. Вполне достаточно его задержания силами охраны. Но событие задержания силами охраны наступает только в том случае, если созданы условия для поражения нарушителя. Иначе трудно назвать причину, по которой нарушитель отказался от акции и сдался наряду сил охраны. Следовательно, достаточно вычислить вероятность поражения, а физическое задержание силами охраны считать одним из возможных исходов, равновероятных поражению.

Таким образом, для предотвращения нарушения системы охраны нарушителем необходимо, чтобы:

- обнаружение нарушителя многорубежной ИСБ было осуществлено до момента его выхода к участкам местности, с которых возможно дистанционное применение обычных средств поражения по объекту охраны;

- было осуществлено воспреещение прорыва нарушителя на объект охраны или его недопущение к участку местности, позволяющему применить по объекту охраны обычные средства поражения дальнего действия;

- в блокированном районе поиск и уничтожение нарушителя было осуществлено в течение времени не превышающего заданное и с вероятностью не ниже заданной.

При этом эффективность основных составляющих систем охраны – системы обнаружения и системы воздействия следует оценивать значением вероятности обнаружения нарушителя  $P_{обн}^н$  и вероятности осуществления необходимого воздействия на обнаруженного нарушителя  $P_{ун}^н$  [4–6].

Вероятность уничтожения (поражения) нарушителя системой поражения техническими средствами или огнем стрелкового оружия сил охраны можно вычислить по формуле:

$$P_{ун}^н = 1 - (1 - P_{огн}) \cdot \sum_{j=1}^m (1 - P_{порj} \cdot P_{свj}), \quad (4)$$

где  $P_{огн}$  – вероятность поражения нарушителя огнем стрелкового оружия сил охраны;  $P_{порj}$  – вероятность поражения нарушителя техническим средством воздействия  $j$ -го

типа;  $P_{свj}$  – вероятность безотказной работы технических средств воздействия  $j$ -го типа;  $m$  – количество технических средств поражения (воздействия).

Вероятность безотказной работы технических средств воздействия  $j$ -го типа можно определить по формуле

$$P_{свj} = e^{-\frac{t_{свj}}{T_{оj}}}, \quad (5)$$

где  $t_{свj}$  – время преодоления нарушителем зоны воздействия  $j$ -го средства воздействия (поражения);  $T_{оj}$  – наработка на отказ  $j$ -го средства воздействия.

На основе вышеприведенных теоретических положений рассмотрим методику оценки вероятности предотвращения акции, совершаемой нарушителем, на объекте охраны.

Рассмотрим поражение диверсантов с помощью минно-взрывных средств.

При использовании в автоматизированных системах охраны минно-взрывных заграждений последние будут приводиться в действие автоматически в случае появления нарушителей, в зоне действия работающего совместно с миной сигнализационного датчика. Очевидно, что устанавливать мины при этом целесообразно вблизи сигнализационного датчика, благодаря чему обеспечится наибольшее соответствие чувствительных зон датчиков и зон поражения мин, а также существенно облегчится монтаж отдельных элементов системы охраны и связь между ними. В этом случае координаты расположения датчиков для системы охраны периметров ( $X_n^д, Y_n^д$ ) и мин ( $X_j^м, Y_j^м$ ) можно принять равными, т.е.  $X_j^м = X_n^д$  и  $Y_j^м = Y_n^д$ . Зависимость вероятности поражения диверсанта  $P_{порj}$  сработавшей миной от расстояния до него  $S_k^м$  с достаточной степенью точности представлена на рисунке.

Для этого случая можно записать

$$P_{пор}^м = \begin{cases} 1 - S_k^м \cdot t_g \cdot \alpha_1 & \text{при } 0 \leq S_k^м \leq R_{сн} \\ 0,63 - S_k^м \cdot t_g \cdot \alpha_2 & \text{при } R_{сн} \leq S_k^м \leq R_{уб} \\ 0 & \text{при } S_k^м > R_{уб} \end{cases}, \quad (6)$$

где  $R_{сн}$  – радиус сплошного поражения, км;  $R_{уб}$  – убойный радиус, км;  $\alpha_1 = \frac{1 - 0,63}{R_{сн}}$ ,

$$\alpha_2 = \frac{0,63}{R_{уб} - R_{сн}}$$

Величина убойного радиуса  $R_{уб}$  находится из выражения

$$R_{уб} = \frac{1}{\lambda} \cdot l_n \cdot \frac{V_0}{V_{кр}} \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

где  $V_0$  – начальная скорость осколков, м/с;  $V_{кр}$  – минимальная скорость, при кото-

рой осколки сохраняют убойную силу, м/с (около 440 м/с);  $\lambda = \frac{C_r \cdot \rho_1 \cdot F}{2 \cdot m_{oc}}$ ,  $C_r$  – коэффициент сопротивления воздуха ( $\approx 1-1,5$ );  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup> (1,227 кг/м<sup>3</sup>);  $m_{oc}$  – масса убойного осколка, кг ( $\approx 0,001$  кг);  $F$  – плотность миделевого сечения осколка, м<sup>2</sup> ( $F = \pi \cdot r_{oc}^2$ ,  $r_{oc} = 3,14 \cdot 10^{-3}$  м при  $m_{oc} = 0,001$  кг).  
Значение  $V_o$  определяется как

$$V_o = U_o \cdot \sqrt{\frac{\eta \cdot C}{M}}, \quad (8)$$

где  $M$  – масса корпуса мины, кг;  $C$  – масса заряда мины, кг;  $\eta$  – коэффициент, характеризующий полноту использования энергии взрыва ( $\eta = 0,4 - 0,5$ );  $U_o$  – скорость разлета продуктов взрыва, м/с (для тротила  $U_o = 2900$  м/с).

При условии нормального закона распределения вероятностей величины радиуса сплошного поражения в реальной обстановке,  $R_{сп}$  можно определить как

$$R_{сп} = \sigma_R \cdot \left[ \frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{RR-0,5} e^{-\frac{u^2}{2}} \cdot du \right]^{-1} + \overline{R_{сп}} = \sigma_R \cdot \sqrt{2} \left( \sum_{j=1}^6 RR - 3 \right) + \overline{R_{сп}}, \quad (9)$$

где  $\overline{R_{сп}}$  – математическое ожидание величины  $R_{сп}$ , км;  $\sigma_R$  – среднее квадратическое отклонение величины  $R_{сп}$ ;  $u$  – случайное значение величины  $R_{сп}$ , км.

Величина  $S_k^M$ , входящая в выражение (6), определяется как расстояние между двумя точками с известными координатами

$$S_k^M = \sqrt{(X_k^\lambda - X_j^M)^2 + (Y_k^\lambda - Y_j^M)^2}. \quad (10)$$

При отсутствии заблаговременно установленной системы охраны вероятность поражения  $P_{пор}$  без использования ТСО определяется аналогично, как и  $P_{пор}$ , при использовании ТСО

$$P_{пор} = P_{пор}^M \cdot \frac{K_\wedge^M \cdot n_{уст}^M \cdot T_\phi \cdot RR}{N_M}, \quad (11)$$

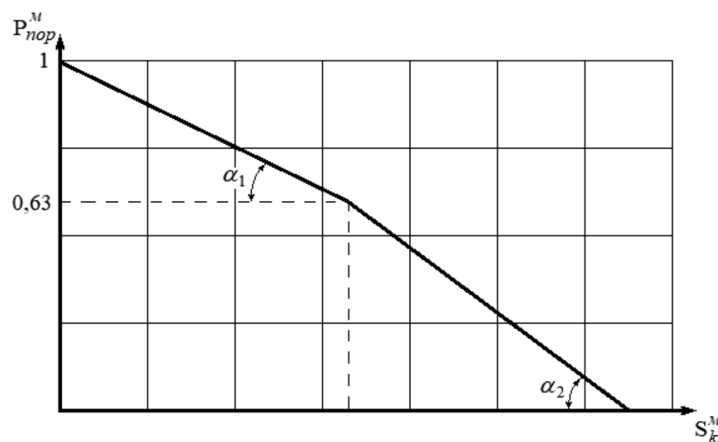
где  $K_\wedge^M$  – количество людей, одновременно занятых установкой мин, чел.;  $n_{уст}^M$  – количество мин, устанавливаемых одним человеком за один час работы, шт/чел.час;  $T_\phi$  – фактическое время работ по установке мин, час;  $N_M$  – общее количество мин, планируемых к установке, шт.

Таким образом, следует, что для каждого технического средства поражения необходимо использование индивидуальной методики расчета.

### Заключение

Однако для получения полной и адекватной математической модели предотвращения нарушения системой охраны объектов особой важности и повышенной опасности целесообразно дополнить её оценками вероятности поражения нарушителя огнем стрелкового оружия сил охраны. При этом необходимо учесть последовательное влияние на вероятность обнаружения целей, возможности наблюдателей (стрелков), характеристики объектов и физических условий распространения сигнала во внешней среде, определяющих видимость цели.

Дальнейшие исследования в данной области предполагается продолжить в рамках решения определенных выше задач, что в итоге позволит провести полный анализ факторов влияющих на предотвращение нарушения целостности охраняемых объектов их системой охраны.



Зависимость вероятности поражения нарушителя  $P_{пор}^M$  от расстояния до него  $S_k^M$  для случая использования противопехотных осколочных мин

Успешное получение указанной выше модели позволит обосновать и решить научную задачу описания комплексной оценки эффективности системы охраны на основе функций осуществляемых системой охраны в период нарастания угрозы агрессии, которая, в отличие от известных способов описания, будет учитывать специфику системы охраны и специфику тактики нарушителей.

Это позволит более обоснованно исследовать эффективность предотвращения нарушения системой охраны при различных схемах ее построения и действиях нарушителей; варианты применения инженерно-технических средств охраны на участке системы охраны объекта и выбирать наиболее рациональные варианты применения сил и средств в системе охраны и обороны объекта с целью обеспечения безопасности охраняемого объекта.

На основе исследований с применением данных методик, в перспективе возможно разработать конкретные предложения по применению способов и средств противо-

действия нарушителям в период нарастания угрозы агрессии, а также разработать автоматизированную систему принятия решений для системы охраны объектов особой важности и повышенной опасности.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 53704-2009 Системы безопасности комплексные и интегрированные. Общие технические требования. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200080466> (дата обращения: 18.11.2019).
2. Бондарчук А.С., Зарубский В.Г. Алгоритм решения задачи обоснования рациональной структуры и параметров системы охраны и обороны объектов различной категории // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 11. С. 195–198.
3. Астахов А.Д. Методика военно-экономического обоснования принимаемых решений. М.: ВИА, 2005. 55 с.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978. 254 с.
5. Касаткина Т.И., Душкин А.В. Системный анализ и моделирование сложных систем. Иркутск: Мегапринт, 2018. 151 с.
6. Чикуров Н.Г. Моделирование технических систем: учеб. пособие. 2-е изд. перераб. и доп. Уфа: УГАТУ, 2012. 435 с.