

*Б.А. Мавлянкариев¹, Б.Б. Хатамов², Д.М. Тохтамурадов¹,
А.Ю. Пен¹, Э.Э. Сабиров¹ (Узбекистан)*

(¹Высшая техническая школа пожарной безопасности МВД РУз, ²Ташкентское высшее военное техническое училище МВД РУз; e-mail: bahtierm@gmail.com)

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ГАРМОНИЗАЦИИ ЗАТРАТ И СОХРАНЕНИИ РЕСУРСОВ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

Предложен подход по аналитическому решению стратегических и тактических задач пожаровзрывобезопасности объекта и роли технических систем в оптимизации затрат при организации его комплексной безопасности

Ключевые слова: пожаровзрывобезопасность, технические системы, раннее обнаружение пожара, минимизация затрат, сокращение потерь.

*B.A. Mavlyankariev, B.B. Khatamov, D.M. Tohtamuradov,
A.Yu. Pen, E.E. Sabirov (Uzbekistan)*

TECHNICAL SYSTEMS IN HARMONIZATION OF COST AND CONSERVATION OF RESOURCES OF FIRE AND EXPLOSION SAFETY OBJECTS

Proposed is an approach to the analytical solution to strategic and tactical objectives of object's fire and explosion safety and the role of technical system in optimizing the cost in the organization of its integrated security

Key words: fire and explosion safety, technical systems, early fire detection, cost minimizing, loss reduction.

Эффективность выполнения поставленных перед *подразделениями правоохранительных структур (ППС)* задач по обеспечению безопасности объектов зависит от правильной организации работы, включающей обеспечение пожаровзрывобезопасности всей совокупности территории, где развёрнуты материальные ценности объекта экономики, торговли или дислоцированы подразделения силовых ведомств [1].

Статистика поджогов на объектах экономики, торговли, несмотря на принимаемые меры, характеризуется достаточно высоким уровнем. Причина данного явления довольно банальна – боязнь угрозы разоблачения в хищениях материальных ценностей, желание сокрытия фактов преступлений.

Мотивацией, истинными намерениями основных угроз, реализуемых через пожар или взрыв, на объектах силовых ведомств является создание кризисной ситуации, осуществляемой через: диверсию; хищение взрывчатых веществ и изделий военного назначения, комплектующих дорогостоящего оборудования; вывод из строя технических средств и систем, уникального технологического оборудования [2].

Реализация несанкционированных действий физическими лицами обычно связана с проникновением на объект. Поэтому к числу важных задач, решаемых системой безопасности, относятся: своевременное обнаружение нарушителя; оперативная реакция *технических средств (ТС)* на неправомерные действия последних, в том числе на поджог. Иными словами, технические возможности средств раннего обнаружения пожара (взрыва) существенно облегчают выполнение возложенных на *службу пожарной безопасности (СПБ)* объекта обязанностей и принятия адекватных действий [3].

Ниже, в предположении выполнения СПБ возложенных на неё обязанностей, связанных с обнаружением пожара, представлен векторный анализ оптимизации затрат по обеспечению безопасности объекта, а также условий минимизации суммарных потерь при реализации данной работы.

Обозначим через t_0 момент обнаружения пожара (взрыва) на объекте, а через $t_с$ момент срабатывания сигнализации. Тогда $\tau = t_с - t_0$ – время запаздывания, причём в силу нестабильности многих факторов, влияющих на t_0 и $t_с$, каждая из величин $t_с$, t_0 и τ являются случайными.

Пусть c – нормативная величина, постоянная для определённого комплекса условий, причём при $\tau \leq c$ время запаздывания является допустимым, при заданной инерционности системы сигнализации, тогда как при $\tau > c$ возгорание может принять необратимые размеры. Отметим, что определённое значение нормативного значения $c > 0$ приходится допускать по многим причинам: технические возможности и функционирование системы оповещения; мобильность и оперативность действий СПБ.

Так как величина τ случайная, то условие $\tau \leq c$ достаточной оперативности выполняется лишь с определённой вероятностью

$$R = P(\tau \leq c) = F(c), \quad (1)$$

которая определяется функцией F распределения величины τ .

Учитывая, что величина τ имеет экспоненциальную функцию распределения с параметром λ , можно утверждать, что вероятность R оперативной реакции СПБ из выражения (1) при указанных условиях будет определяться

$$R = P(\tau \leq c) = 1 - e^{-\lambda c}, \quad (2)$$

где $\lambda = 1/(\bar{t}_с - \bar{t}_0)$.

Вероятность $q = 1 - R$ (при том, что время τ задержки окажется больше допустимого значения c) будем называть вероятностью неудовлетворительной работы СПБ.

Время запаздывания τ зависит от номера i объекта, номера j системы сигнализации на объекте и номера k района (зоны) защиты, то есть $\tau = \tau_{ijk}$.

Аналогичными индексами необходимо выразить все составляющие формулы (2), и тогда

$$R_{ijk} = 1 - \exp(-\lambda_{ijk} c_{ijk}) = 1 - q_{ijk}, \quad (3)$$

где R_{ijk} – вероятность оперативных действий СПБ по пресечению возникших угроз пожара (взрыва) j -й системы сигнализации на i -м объекте в k -зоне защиты;

q_{ijk} – вероятность неудовлетворительных действий СПБ, вычисляемая при тех же условиях;

$$\lambda_{ijk} = 1/\bar{t}_{ijk},$$

где \bar{t}_{ijk} – среднее значение времени задержки для данных i, j, k ;

c_{ijk} – максимально допустимое значение инерционности системы сигнализации τ_{ijk} .

Будем считать, что случайные величины τ_{ijk} независимы при всех значениях индексов i, j, k . Тогда вероятность R_0 того, что ни для одного из N_1 объектов, ни для одного из N_2 систем сигнализаций, ни для одного из N_3 рассматриваемых зон защиты время τ_{ijk} задержки не превысит нормативного значения c_{ijk} и будет равно

$$R_0 = \prod_{i=1}^{N_1} \prod_{j=1}^{N_2} \prod_{k=1}^{N_3} [1 - \exp(-\lambda_{ijk} c_{ijk})] = 1 - q_0. \quad (4)$$

Вероятность $q_0 = 1 - R_0$ представляет собой суммарную долю издержек, связанных с невыполнением (неудовлетворительным исполнением) функциональных задач СПБ объекта [3].

Следовательно, усилие СПБ сосредоточивается на том, чтобы минимизировать суммарные потери q_0 , обеспечивая

$$\min \left\{ 1 - \prod_{i=1}^{N_1} \prod_{j=1}^{N_2} \prod_{k=1}^{N_3} \left[1 - \exp\left(-\frac{c_{ijk}}{\bar{t}_{ijk}}\right) \right] \right\} \quad (5)$$

по области Y_1 , определяемой рядом ограничений на переменные, от которых зависят \bar{t}_{ijk} и c_{ijk} .

В числе таких переменных отметим следующие:

вектор $x = x(t, i, j, k) = (x_1, x_2, \dots, x_{m1})$ параметров внешних факторов (освещённость, скорость ветра, температура, влажность, наличие и продолжительность осадков и т.п.).

Опуская совокупную составляющую и учитывая аналогичность представления, ниже приводится полный перечень векторов:

y – определяет характер возможных рисков пожара (взрыва);

z – степень подготовленности угрозы;

v – организационно-техническое обеспечение защиты объекта;

c – технико-экономические показатели охраны объекта;

u – суммарные затраты по обеспечению безопасности объекта.

При этом текущее время $t \in [0, T]$, где T – продолжительность рассматриваемого периода.

Итак, приходим к необходимости решения задач по определению вектора

$$W = \min_{(x, y, z, v, c, u)} \in Y \left\{ 1 - \prod_{i=1}^{N_1} \prod_{j=1}^{N_2} \prod_{k=1}^{N_3} \left[1 - \exp\left(-\frac{c_{ijk}(W)}{t_{ijk}(W)}\right) \right] \right\}, \quad (6)$$

где $W = W(t, i, j, k)$ набор векторов x, y, z, v, c, u .

Здесь x, y, z – векторы исходных данных, не управляемые ППС, а векторы v, c, u – управляемые.

Следовательно, $W = (L, K), L = (x, y, z), K = (v, c, u)$,

где L – набор векторов x, y, z состояния рассматриваемой системы;

$K = (v, c, u)$ – набор векторов v, c, u управляющих воздействий.

В задаче минимизации (6) следует обусловить два момента: область Y ограничений зависимости $c_{ijk}(w), \bar{t}_{ijk}(w)$, считая, что область Y ограничений определена, решение задачи представляется оптимальным набором векторов

$$W^* = (L^*, K^*), \quad (7)$$

где L^* – наиболее благоприятный (с точки зрения обеспечения минимума суммарных потерь стандартных условий и действий нарушителя, способствующих раскрытию несанкционированного проникновения) набор векторов x^*, y^*, z^* состояния воздействия v^*, c^*, u^* .

При разработке стратегии обеспечения безопасности объекта набор L векторов состояния считают заданным и полученным путём упразднения соответствующих показателей по предыстории.

Если $L_0 = (x_0, y_0, z_0)$ – такой усреднённый набор векторов состояния, то задача (6) состоит в нахождении

$$\min_{K \in Y_1} \left\{ 1 - \prod_{i=1}^{N_1} \prod_{j=1}^{N_2} \prod_{k=1}^{N_3} [1 - \exp x \left(-\frac{C_{ijk}(L_0, K)}{t_{ijk}(L_0, K)} \right)] \right\}, \quad (8)$$

где Y_1 – область возможных значений набора K управляющих воздействий v, c, u .

При разработке тактики обеспечения безопасности объекта наборы $L = L_t$ векторов состояния получают на момент t проведение расчётов и задача состоит в нахождении оптимального набора $K = K^*$ управляющих воздействий, обеспечивающих

$$\min_{K \in Y_1} \left\{ 1 - \prod_{i=1}^{N_1} \prod_{j=1}^{N_2} \prod_{k=1}^{N_3} [1 - \exp x \left(-\frac{C_{ijk}(L_t, K)}{t_{ijk}(L_t, K)} \right)] \right\}. \quad (9)$$

Для установления зависимости $\bar{t}_{ijk} = \bar{t}_{ijk}(L_t, K)$ среднего времени запаздывания для i -го объекта, j -й системы сигнализации и k -й зоны от L_t и K можно использовать аппроксимацию, включающую параметры состояния (x_{y1}, y_{y2}, z_{y3}) и управления (v_{y4}, c_{y5}, u_{y6}) . Другие же коэффициенты определяются методом наименьших квадратов по статданным относительно значений t_{ijk} при различных L_t и K .

Аналогичная зависимость записывается таким для допустимого нормативного значения $c_{ijk}(L_t, K)$.

Рассмотрены разновидности ограничений задающих Y_1 (суммарное финансирование, транспортные, технико-экономические и др.).

Таким образом, авторами предложен подход по анализу проблем пожаро-взрывобезопасности при организации комплексного обеспечения безопасности объекта ППС, состоящий из следующих этапов:

- формируется область Y_1 ограничений на набор K управляющих воздействий v, c, u , для чего используются соотношения (8 и 9) (с учётом материально-технических и финансовых ресурсов);

- по имеющимся статданным находятся коэффициенты для среднего времени t_{ijk} запаздывания и нормативного максимально допустимого значения c_{ijk} для всех сочетаний индексов i, j, k ;

- решается задача для исходных данных L_t , если речь идёт о стратегии (б) или тактике обеспечения пожаровзрывобезопасности объекта.

В результате для данного t получают набор $K^* = (v^*, c^*, u^*)$ управляющих векторов v, c, u .

Если векторы v и c фиксированы ($v = v_0, c = c_0$), то $K^* = (v_0, c_0, u^*)$, то есть в этом случае выбору подлежит только вектор $u = u(t, i, j, k)$ – относительных затрат по обеспечению пожаровзрывобезопасности объекта. Компоненты $u_{i,j,k}$ (+) с номером k вектора u^* означают оптимальные затраты, выделяемые на обеспечение пожаровзрывобезопасности при одном из стандартных действий, (определяемых угрозами объекту) извне в момент времени t на i -й объект, j -ю систему сигнализации, в k -й район защиты объекта. В общем, расчёт позволяют установить не только оптимальный вектор u^* , но и оптимальные векторы v^*, c^* , определяющие наилучшую структуру организационно-технического обеспечения защиты объекта (транспорт и т.д.); технических средств безопасности, наилучший состав вектора выделяемых затрат.

Литература

1. **Оленин Ю.А., Алаухов С.Ф.** К вопросу категорирования объектов с позиции охранной безопасности // Системы безопасности, связи и телекоммуникаций. 1999. № 30. С. 26.

2. **Линев Н.В., Никитин А.А., Климов А.В.** Раннее обнаружение несанкционированного проникновения // Системы безопасности. М., 1999. С. 24.

3. **Мавлянкареев Б.А.** Обоснование ресурсной потребности групп риска в чрезвычайных ситуациях и при террористических актах // Матер. 13-й междунар. конф. "Проблемы управления безопасностью сложных систем". М., 2005, С. 27-29.

4. **Мавлянкареев Б.А.** Повышение надёжности информационно – технического обеспечения систем управления безопасностью объекта // Матер. 12-й междунар. конф. "Проблемы управления безопасностью сложных систем". М., 2004. С. 275-277.

5. **Лукацкий А.В.** Средства защиты корпоративных сетей // Системы безопасности связи и телекоммуникаций. 1997. № 6. С. 88-90.

6. **Мавлянкареев Б.А., Насыров А.А.** Проблемы безопасности при организации связи подразделений правоохранительных структур // Тр. 8-й межд. науч.-техн. конф. "Новое в безопасности жизнедеятельности". Ч. 1. Алматы, 2006. С. 480-484.

Статья опубликована 15 января 2013 г.