

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

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

УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТЕ

Определён перечень факторов, способствующих возникновению пожаров на объекте, выбираются адекватные меры их предотвращения.

Ключевые слова: факторы пожарной опасности, управление системой предотвращения.

*B.A. Mavlyankariev, B.B. Hatamov, D.M. Tohtamuratov,
A.Yu. Pen, E.E. Sabirov*

MANAGEMENT SYSTEM OF PREVENT FIRES IN THE FACILITY

The list of factors contributing to the occurrence of fires in the facility is defined, the adequate measures for his prevention is chosen.

Key words: fire safety factors, management system of prevent.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 20 января 2014 г.

При решении проблем снижения угроз пожаров и сопутствующих им взрывов паро-, газо- и пылевоздушных смесей очень важно увидеть картину возникновения и развития способствующих факторов на основе использования методов анализа рисков.

Специалисты многих областей техники заметили закономерность и пришли к выводу [1]: при обеспечении качественного протекания технологического или иного процесса недостаточно констатировать факт его разладки и устранять возникшие последствия. Следует, изучив особенности протекания этого процесса, предсказать (прогнозировать) его динамику и, в случае неблагоприятных симптомов, оперативным образом внести необходимые коррективы.

Существующие *системы пожарной безопасности (СПБ)*, как правило, регистрируют, локализуют или ликвидируют уже совершившееся загорание, хотя экономически более целесообразно не допустить возникновения пожара, используя при этом возможные методы и имеющиеся технические средства технологического контроля пожароопасных параметров.

Однако на пути решения задачи оперативной оценки лежат значительные математические трудности и сложности в самой её постановке.

На первом этапе решения задачи использовались так называемые модели "чёрного ящика", основанные на построении функции регрессии.

Постановка задачи следующая [2]: Y – выходная оцениваемая характеристика системы, состояние которой описывается набором $X = [X_1, X_2, \dots, X_m]^T$ параметров, $X_j, Y_o, X_{j_o}, \beta_j$ – коэффициенты, определяемые по предистории путём обработки опытных данных.

В общем рассматривается статическая задача в том смысле, что зависимость Y и X_j от времени не учитывается. В качестве исходных данных используются результаты опыта, обычно представляемые таблично.

Каждая i -я строка такой таблицы соответствует одному i -му испытанию, в котором получены значения Y_i величины Y и значения $X_{i,1}, \dots, X_{i,m}$ переменных X_1, X_2, \dots, X_m . В роли такого испытания может выступать i -й вызов угроз (реальный риск) объекту, наличие пожароопасной ситуации.

Запишем исходное уравнение n раз (где n – число испытаний) для каждой из строк таблицы. При этом учтена возможность возникновения отклонений расчётных значений от опытных значений.

Предположим осуществлено усреднение по столбцам таблицы и считается, что ε_i – случайные, независимые при $i = 1, n$ с одинаковым математическим ожиданием, но неизвестной дисперсией σ^2 .

Обозначая соответствующим образом и представляя упомянутые уравнения в матричной форме, находим для искомого вектора β оценку β'' по **методу наименьших квадратов (МНК)**, который состоит в нахождении значения $\beta - \beta''$ такого, что минимизируется по β выражение $\|A_\beta - b\| = \sum \varepsilon_i^2$.

Если ранг r матрицы A равен m , то, как известно [3], можно определить численные значения β'' , её суммарного значения, а также δ^2 .

Определив из выражения вектор $\beta'' = [\beta_1'' \beta_2'' \beta_m'']^T$ оценок β_i'' , для коэффициентов β_i'' , с целью прогноза используем зависимость

$$Y = Y'' + \sum_{j=1}^m \beta_j'' (X_j - X_{j_o}), \quad (1)$$

где $Y'', X_{j_o}'', \beta_j''$ найдены по предистории, а X_j – значения переменных, влияющих на выходную характеристику исследуемой пожароопасной ситуации.

Точность прогноза характеризуется ковариационной матрицей $\Sigma\beta''$ и оценкой дисперсии σ^2 .

Недостатками в методе оценки с помощью (1) являются:

А) постулирование линейной зависимости Y от X ;

Б) отсутствие динамического построения, позволяющего учесть зависимость Y от времени.

В [3] предлагается следующий подход, допускающий построение эволюционной модели оценки, в которой используются и соотношения вида (1).

Исходя из принципов диалектики, постулируется, что скорость $Y'' = dY/dt$ изменения выходной характеристики $Y = Y(t)$ определяется как результат взаимодействия двух тенденций, выражаемых функциями U (фактор развития) и V (фактор торможения).

При этом U и V действуют на Y'' противоположным образом, что выражается в форме дифференциального уравнения $Y'' = U - V$, $Y(0) = Y_0$, которое и задаёт закон развития выходной характеристики $Y = Y(t)$, изучаемый в [1].

В каждой конкретной задаче следует провести специальное исследование с тем, чтобы установить вид функций U и V , отражающих упомянутые тенденции роста и торможения.

Если найдена зависимость $Y = Y_p(t)$ путём решения эволюционного уравнения $Y'' = U - V$, $Y(0) = Y_0$, и известно, что при этом остались неучтёнными факторы X_1, X_2, \dots, X_m , влияющие на Y , то окончательное решение задачи в [3] предлагается находить в форме

$$Y(t) = Y_p(t) + \sum_{j=1}^m \beta_j (X_j - X_{0j}), \quad (2)$$

где коэффициенты β_j находятся по МНК для какого-либо момента времени t , а факторы X_j считаются не зависящими от времени.

Спорным моментом работы [2], который в ней не обсуждается, является следующее: верно, что Y'' является продуктом взаимодействия двух тенденций (выражаемых функциями U и V), но является ли единственной формой представления этого взаимодействия разность $U - V = \dot{Y}$?

Очевидно, что принцип составления эволюционного уравнения сохранится и в любом другом случае, при котором $Y'' = f(U, V)$, где f возрастает по U и убывает по V .

При этом случай $U = V$ должен оговариваться отдельно. Если при равенстве "сил U -развития" и "сил V -торможения" система ведёт себя так, что её выходная характеристика Y стабилизируется, то есть при $U = V$: $Y''(t) = 0$, $Y(t) = \text{const} = c$, то уравнение вида $Y'' = U - V$ описывает данную систему.

Если при $U = V$ система следует закону равномерного движения с постоянной скоростью c в том смысле, что при $U = V$, $Y'' = c$, $Y = Y_0 + ct$, то в скалярном случае может быть использовано другое, предлагаемое здесь соотношение

$$Y'' = c U/V + U - V, \quad Y(0) = Y_0. \quad (3)$$

Здесь предполагается, что $V \neq 0$, а функции U, V считаются скалярными (это позволяет рассматривать дробь U/V , $V \neq 0$).

Если $U = V$, то $Y'' = c$, $Y = Y_0 + ct$.

Оказалось, что в задачах рассматриваемого класса уравнение (3), используемое для оценки характеристик подобных процессов, более удобно, по сравнению с ранее предложенным соотношением вида $Y'' = U - V$, которое следует из (3) при $c = 0$.

Опуская получение возможных выражений для оценки характеристик объекта, определяемых коэффициентами скоростей развития и торможения, можно констатировать, что снижение риска пожаров на объекте за счёт повышения экспрессности и оперативности управления системой его пожарной безопасности может быть реализовано так:

- изучаются особенности объекта и системы его пожарной безопасности, на основе этого изучения устанавливаются смысловые значения и вид функций

$U = U(t)$ и $V = V(t)$, первая из которых развивает, а вторая сдерживает развитие выходной характеристики $Y = Y(t)$ процесса (например, может оказаться, что $U = at, V = bt$);

- определяется набор факторов X_1, X_2, \dots, X_m , влияющих на $Y(t)$, но не учитываемых с помощью U и V ;

- путём рассмотрения эволюционного уравнения (3) находится его решение $Y = Y_p(t)$ и по опытным данным устанавливаются значения коэффициентов, входящих в выражение для $Y(t)$;

- для одного из моментов времени $t = t_1$ определяется разность $Y''' = Y_{cp}(t_1) - Y_p(t_1)$, где $Y_{cp}(t)$ – фактическая кривая зависимости выходной характеристики от времени. Для Y по формуле (1) находится функция регрессии $Y''' = Y'' + \beta_j (X_j - X_{0j})$, после чего используется соотношение (2);

- определив из (2) оцениваемые значения выходной характеристики $Y(t)$ для предстоящих моментов времени, сравнивают их с допустимыми (по технической документации) границами.

В случае неблагоприятной оценки (прогноза пожаровзрывоопасной ситуации) рассматривается вопрос об управлении системой пожарной безопасности за счёт варьирования факторов X_j или за счёт реализации других организационно-технических мероприятий (принятия срочных мер противопожарной защиты или профилактических, организационных мер, снижающих уровень пожарной опасности).

В результате проведения вышепредложенных действий на конкретном объекте может быть создана система предупреждения пожароопасных ситуаций и исключения факторов, способствующих возникновению пожаров. Иными словами, проведённые мероприятия обеспечивают повышение эффективности системы пожарной безопасности объекта.

Предлагаемый подход, имеющий методологическую направленность, был апробирован при повышении пожарной безопасности склада материального обеспечения силового ведомства.

Для данного объекта вышеобозначенный перечень действий практически был реализован и признан эффективным при следующих условиях: использовании СПБ с извещателем раннего обнаружения возгорания; применении систем многофункционального назначения для оперативных действий по локализации и предотвращению развития пожара (выполняемых, желательно, до приезда пожарного расчёта).

Литература

1. **Судаков Р.С., Оленович И.Ф.** Прогноз взаимодействия конфликтующих сторон // Стохастические модели систем // Сб. научных трудов АН УССР. Киев, 1986. С. 12-21.
2. **Бусленко Н.П.** Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978. 399 с.
3. **Мавлянкариев Б.А.** Безопасность объекта: стратегия управления, модель // Матер. 14-й науч.-техн. конф. "Системы безопасности" – СБ-2005. М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. С. 67-70.