

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Чуб И.А., начальник лаборатории, к.т.н., доцент
Левтеров А.А., ведущий научный сотрудник, к.т.н.,
Кирочкин А.Ю., научный сотрудник
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

С целью повышения экономической эффективности мероприятий по обеспечению пожарной безопасности предприятий необходимо решать задачу оптимизации систем пожарной безопасности (СПБ). Предметом исследования в данной работе является подсистема профилактики (ПП) СПБ предприятия.

Подсистема профилактики характеризуется множеством частных свойств каждое из которых задает частное (локальное) функциональное качество, а вместе они довольно полно характеризуют подсистему профилактики в целом. Частные свойства системы, определенные количественно, являются частными критериями.

Группа критериев $K_{\phi} = \{k_{1\phi}, \dots, k_{m\phi}\}$ оценивает полезные свойства системы и необходимо содержит критерий $k_{1\phi}^1$ – время, затраченное на профилактические мероприятия, и критерий $k_{1\phi}^2$ – уровень опасных факторов пожара или взрыва.

В работе [1] предложена количественная оценка частных критериев и введен интегральный показатель Λ качества состояния ПП СПБ.

Целью функционирования ПП является предотвращение появления и устранение нарушений требований пожарной безопасности (НТПБ), приводящих к снижению общего уровня пожарной безопасности объекта.

Обозначим $Nt = \{Nt_j\}, j=1,2,\dots,J$ – множество НТПБ, имеющее иерархическую структуру. Обозначим также $Mr = \{Mr_i\}, i=1,2,\dots,I$ – множество профилактических мероприятий (ПМ), направленных на устранение элементов множества Nt . При рассмотрении ПП предлагается в качестве значения $k_{i\phi}^{j*}$ j -го элемента критерия $k_{i\phi}$ рассматривать максимальное число возможных нарушений Nt_j .

Важность λ_{Mr_i} мероприятия Mr_i определяется важностью λ_{Nt_j} нарушения Nt_j , на устранение которого направлено данное ПМ. Все множество НТПБ представляется в виде шести кластеров $Nt = Nt^k, k=1,2,\dots,6$, обладающих разной степенью влияния на уровень ПБ объекта, при этом степень влияния зависит от типа объекта. Определение вектора важности нарушений проводилось с применением метода анализа иерархий [2, 3].

Решение задачи оптимизации работы ПП СПБ может осуществляться в два этапа: выявление имеющихся НТПБ и устранение имеющихся НТПБ.

На первом этапе возникает задача обоснования выборки периодически инспектируемых объектов. Данная задача обусловлена фактической

невозможностью органа ГПН одновременно и качественно проверять все объекты. Поэтому необходимо в каждый период времени определить такой состав выборки производственных объектов, при котором обеспечивается исследование наиболее критичных для общего уровня пожарной безопасности предприятия объектов, а требуемые для трудозатраты — не превышают выделенных на эти цели.

Обозначим N – количество подконтрольных объектов, $\alpha_i(\tau) \in \{0,1\}$ – булева переменная, принимающая значение 0, если объект не подвергается текущему контролю (в момент времени t), и 1 – в противном случае. Каждый объект характеризуется количеством $M_i(t-1)$ выявленных при предыдущем инспектировании нарушений.

Полагая, что объем этой информации пропорционален числу изученных там таких событий, для повышения эффективности инспектирования, в первую очередь следует планировать объекты с максимальным числом происшествий и предпосылок с учетом приоритета нарушения и времени последнего осмотра, тогда как посещение других, сравнительно благополучных, можно перенести на более поздние сроки.

Обозначим $k_j = \{k_j^1, \dots, k_j^N\}$, $j=1,2,\dots,6$ – частный критерий, характеризующий степень пожарной опасности всего предприятия по виду нарушений кластера Nt_j .

$$\text{Тогда } k_j^i(\alpha_1, \dots, \alpha_N) = \sum_i^N \alpha_i n_{ij},$$

где n_{ij} – количество нарушений j -го типа на i -м объекте, причем $\sum_j^6 n_{ij} = M_i(\tau - 1)$, $i=1,2,\dots,N$.

Математическая модель первого этапа задачи оптимизации работы ПП СПб имеет вид:

$$F(\alpha_1, \dots, \alpha_N) = \sum_j^6 \lambda_{Nt_j} k_j(\alpha_1, \dots, \alpha_N) / k_j^* \rightarrow \max,$$

$$g(\alpha) := \sum_{i=1}^N \alpha_i \tau_i \leq T_s,$$

$$\tau_i = rM_i(t-1) + sd_i,$$

где r, s – постоянные, пропорциональные времени, которое необходимо для изучения обстоятельств возникновения одного нарушения или предпосылки к нему на i -м объекте и для прибытия на него, соответственно.

На втором этапе решения задачи оптимизации подсистемы профилактики СОПБ предприятия целевая функция имеет вид

$$\Lambda^2 = \sum_{q=1}^M \Lambda_q^2(t, k_{i\phi}) = \sum_{q=1}^M Q_{qa} Q_{qp} \left[\frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \lambda_i \sqrt{\frac{1}{s} \sum_{j=1}^s \lambda_{ij} \left(1 - \frac{m_{ij}^{qt}}{m_{ij}^{qt*}}\right)^2} \right],$$

где M – количество объектов предприятия, на которых в результате инспектирования были выявлены НТПБ; m_{ij}^{qt} – количество выявленных НТПБ на q -ом объекте предприятия, относящихся к j -му типу из i -го кластера, срок устранения которых истек в период времени $(t-1, t)$, и устраненных к моменту времени t ; m_{ij}^{qt*} – общее количество НТПБ, относящихся к j -му типу из i -го кластера и выявленных на q -ом объекте предприятия при инспекции его представителем ГПН в моменты времени $t-1, t-2$, а также ранее, срок устранения которых истек в период времени $(t-1, t)$, т.е. к моменту времени t .

Система ограничений на этом этапе включает неравенство вида (2.13), определяющее верхний уровень затрат средств предприятия в период времени $(t-1, t)$ на устранение выявленных НТПБ:

$$\sum_{q=1}^M r_q \leq R,$$

где R – фонд средств, выделенных на проведение пожарно-профилактической работы на предприятии.

Список литературы

1. Чуб И.А., Федоренко М.А., Петрова Е.А. Определение параметров подсистемы профилактики системы обеспечения пожарной безопасности предприятия // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 2007. – Вип. 43. – С. 268-271.
2. Литвак Б.Г. Разработка управленческого решения. – М.: Изд-во ДЕЛЮ, 2004. – 416с.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 385с.