

*М.А. Федоренко, адъюнкт, УГЗУ,  
И.А. Чуб, канд. техн. наук, доц., докторант, УГЗУ*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ  
ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
ПОДСИСТЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ  
ГАЗОНЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**  
(представлено доктором техн. наук В.М. Комяк)

Предлагается методика определения количественных значений параметров формального описания подсистемы профилактики системы пожарной безопасности предприятий газоперерабатывающей промышленности на основе экспертного оценивания с использованием метода анализа иерархий.

**Постановка проблемы.** Одним из путей повышения пожарной безопасности промышленных предприятий является совершенствование функционирования системы обеспечения пожарной безопасности (СОПБ), в частности, ее подсистемы профилактики (ПП). Целью функционирования ПП СОПБ является предотвращение появления и устранение нарушений требований пожарной безопасности (НТПБ), приводящих к снижению общего уровня пожарной безопасности объекта. На данный момент существует необходимость в определении оптимальных параметров ПП СОПБ в зависимости от типа предприятия. Наиболее остро эта проблема стоит для предприятий газоперерабатывающей отрасли, как наиболее пожаровзрывоопасных.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Как указывалось в [1, 2], эффективность функционирования ПП СОПБ можно характеризовать количеством выявленных и устраненных нарушений НТПБ, а общее количество НТПБ на объекте может выступать в качестве показателя его пожарной опасности (ПО). При этом все множество НТПБ представляется в виде шести кластеров  $N_t = \{N_{t_j}\}$ ,  $j=1,2,\dots,6$ , обладающих разной степенью влияния (важностью) на уровень ПО объекта.

Важность НТПБ  $i$ -го типа из кластера  $j$  характеризуется важностью  $\lambda_{ij}$  класса нарушения. В работе [1] рассмотрены некоторые аспекты моделирования оптимальной структуры ПП СОПБ, в частности, получены количественные оценки  $\lambda_{ij}$  для машиностроительного предприятия. Однако для предприятий газонефтеперерабатывающей промышленности такие исследования пока не проводились.

---

**Постановка задачи и ее решение.** Анализ литературы показал, что установить количественные значения параметров  $\lambda_{ij}$  методами корреляционного, регрессионного и других видов статистического анализа весьма затруднительно. Это объясняется отсутствием детерминистических связей и недостаточностью эмпирического материала для нахождения устойчивых зависимостей. Поэтому для определения весовых коэффициентов  $\lambda_{ij}$  газонефтеперерабатывающего предприятия используем результаты экспертного оценивания, проведенного по схеме метода анализа иерархий [3].

В качестве экспертов были выбраны 13 высококвалифицированных специалистов пожарно-профилактической работы, представляющих:

- отделы надзорно-технической работы (ОНТР) Главных управлений МЧС Украины Киевской, Волынской, Полтавской, Луганской, Ивано-Франковской, Харьковской и Черниговской областей;
- подразделения, обеспечивающие противопожарную защиту предприятий газонефтеперерабатывающей отрасли Украины;
- руководство предприятий газонефтеперерабатывающей отрасли Украины.

Экспертам были розданы анкеты, содержащие информацию о распределении НТПБ по 6 кластерам (табл. 1). Целью экспертного опроса было установление степени влияния (важности) каждого НТПБ на уровень ПО объекта газонефтеперерабатывающей промышленности Украины. При этом использовалась двухуровневая иерархическая схема сравнения – исследовалось влияние НТПБ внутри кластера (второй или нижний уровень) и кластеров между собой (первый или верхний уровень).

В результате опроса эксперта заполнялась матрица парных сравнений  $A = (a_{ij})$  для каждого уровня [3].

Обработка результатов опроса включала в себя:

1. Анализ индексов согласованности (ИС) и отношений согласованности (ОС) экспертов [3];
2. Анализ матрицы парных сравнений  $A = (a_{ij})$  и определение векторов приоритетов для каждого эксперта по формуле [3]

$$\lambda_i = \sum_{j=1}^6 a_{ij} / \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^6 a_{ij}, \quad i, j = 1, 2, \dots, 6;$$

3. Поиск среднего геометрического для определения единого вектора приоритетов.

*Результаты экспертизы на первом уровне (по кластерам).*

Общий вектор приоритетов  $\lambda = \{\lambda_j\}$  определялся как среднее геометрическое рассчитанных векторов приоритетов экспертов:

$$\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6\} = \{0.1569, 0.1640, 0.1378, 0.2289, 0.1880, 0.1243\}.$$

**Таблица 1 – Основные типы нарушений пожарной безопасности**

№ кластера	Тип НТПБ кластера, $\lambda_j$	Виды НТПБ внутри кластера, $\lambda_{ij}$
1	Нарушения, вызывающие образование горючей среды	1.1. При хранении и обращении ЛВЖ 1.2. При хранении и обращении ГЖ 1.3. При хранении и обращении горючих газов ГГ 1.4. При хранении и обращении твердых горючих материалов
2	Нарушения, вызывающие появление источников зажигания	2.1. Открытое пламя, горящие и раскаленные тела 2.2. Электрические разряды и искры 2.3. Искры от удара и трения 2.4. Тепловые проявления химической энергии 2.5. Тепловые проявления механической энергии 2.6. Электромагнитные и другие излучения
3	Нарушения, способствующие распространению пламени	3.1. По помещению 3.2. По этажу 3.3. По зданию, сооружению 3.4. По территории объекта (сырью, отходам)
4	Нарушения, препятствующие эвакуации	4.1. Препятствующие эвакуации людей 4.2. Препятствующие эвакуации материальных ценностей
5	Нарушения, препятствующие тушению пожара	5.1. Устройство и содержание подъездных путей и дорог 5.2. Содержание пожарной техники, оборудования 5.3. Содержание первичных средств пожаротушения 5.4. Устройство и содержание внутренних п/п водопроводов 5.5. Устройство и содержание наружного п/п водоснабжения 5.6. Устройство и содержание систем связи и АПС 5.7. Устройство и содержание систем АПТ
6	Нарушения организационных мероприятий по обеспечению ПБ объекта	6.1. Нарушения организационного и нормативного регламентирования ППЗ 6.2. Невыполнение должностным лицом обязанностей по ППЗ 6.3. Нарушения, связанные с участием общественности в обеспечении ППЗ

*Результаты экспертизы на втором уровне (внутри кластеров).*

- **кластер 1** – нарушения, повлекшие за собой образование горючей среды. Общий вектор приоритетов  $\lambda_1$  имеет вид:

$$\lambda_1 = \{\lambda_{11}, \lambda_{12}, \lambda_{13}, \lambda_{14}\} = \{0.37788, 0.16516, 0.340162, 0.116798\}.$$

- **кластер 2** – нарушения, повлекшие появление источников зажигания. Общий вектор приоритетов  $\lambda_2$  имеет вид:  $\lambda_2 = \{\lambda_{21}, \lambda_{22}, \lambda_{23}, \lambda_{24}, \lambda_{25}, \lambda_{26}\} = \{0.4368, 0.1920, 0.1236, 0.0860, 0.0850, 0.07667\}.$

---

• **кластер 3** – нарушения, способствующие распространению пламени. Общий вектор приоритетов  $\lambda_3$  имеет вид:  $\lambda_3 = \{\lambda_{31}, \lambda_{32}, \lambda_{33}, \lambda_{34}\} = \{0.0871, 0.1247, 0.3030, 0.4851\}$ .

• **кластер 4** – нарушения, препятствующие эвакуации при пожаре. Общий вектор приоритетов  $\lambda_4$  имеет вид:  $\lambda_4 = \{\lambda_{41}, \lambda_{42}\} = \{0.63, 0.37\}$ .

• **кластер 5** – нарушения, препятствующие тушению пожара. Общий вектор приоритетов  $\lambda_5$  имеет вид:  $\lambda_5 = \{\lambda_{51}, \lambda_{52}, \lambda_{53}, \lambda_{54}, \lambda_{55}, \lambda_{56}\} = \{0.0491, 0.1952, 0.1221, 0.1561, 0.1246, 0.2328\}$ .

• **кластер 6** – нарушения организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта. Общий вектор приоритетов  $\lambda_6$  имеет вид:  $\lambda_6 = \{\lambda_{61}, \lambda_{62}, \lambda_{63}\} = \{0.2793, 0.4924, 0.2282\}$ .

Если сумма рассчитанных весовых коэффициентов всех влияющих факторов оказывалась меньше единицы, то образовавшийся дефицит был «разбросан» – равномерно или по какому-либо закону, между всеми факторами.

**Выводы.** Полученные таким образом вектора приоритетов НТПБ как внутри кластеров, так и по кластерам, могут использоваться при построении математической модели задачи оптимизации ПП СОПБ предприятий газонефтеперерабатывающей отрасли Украины [4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сырых В.Н., Уваров Ю.В. Системный подход к оценке обеспечения пожарной безопасности объектов // Проблемы совершенствования пожарной безопасности. – Харьков: ХИПБ, 1997. – С. 142-144.

2. Федоренко М.П., Чуб И.А., Петрова Е.А. Определение параметров подсистемы профилактики системы обеспечения пожарной безопасности предприятия // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 2007. – Вип. 43. – С. 268-271.

3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 1993. – 235 с.

4. Чуб И.А., Федоренко М.П. Модель задачи оптимизации контрольно-профилактической работы на промышленном предприятии // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: УГЗУ, 2007. – Вып. 22. – С. 203-206.

Статья поступила в редакцию 16.09.2008 г.