

УДК 681.324

*М.П. Федоренко, соискатель УГЗУ,
И.А. Чуб, канд. техн. наук, доц., УГЗУ,
О.П. Алексеев, докт. техн. наук, проф., ХНАДУ*

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПОДСИСТЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ ПОЖАРА АРМ
ИНСПЕКТОРА ГПН**

Описывается разработанное программное обеспечение пожарно-профилактической работы на газонефтеперерабатывающем предприятии в составе АРМ инспектора государственного пожарного надзора.

Ключевые слова: программное обеспечение, подсистема профилактики пожара, оптимизация, газонефтеперерабатывающее предприятие.

Постановка проблемы. Одним из путей повышения пожарной безопасности промышленных предприятий является совершенствование пожарно-профилактической работы (ППР), выполняемой инспектором государственного пожарного надзора (ГПН). Автоматизация ППР, создание автоматизированных рабочих мест (АРМ) имеет своей целью повышение производительности и качества работы инспектора, что в конечном итоге обеспечивает повышение общего уровня пожарной безопасности подконтрольных объектов. На сегодняшний день существует необходимость в повышении эффективности функционирования ППР, особенно для предприятий газонефтедобывающей отрасли, как наиболее пожароопасных. Решение этой проблемы возможно с использованием математического моделирования с последующей разработкой на основе комплекса моделей программного обеспечения (ПО) в рамках АРМ инспектора ГПН.

Анализ последних исследований и публикаций. В работе [1] рассмотрена задача создания эффективной системы обеспечения пожарной безопасности (СОПБ) предприятия и предлагается методика построения формального описания подсистемы профилактики пожара (ПП) предприятий газоперерабатывающей промышленности. В работе [2] построена модель задачи оптимизации контрольно-профилактической работы по выявлению и устранению нарушений требований пожарной безопасности (НТПБ) на промышленном предприятии. Исследования [3, 4] посвящены определению количественных значений параметров оптимизационной математической модели подсистемы профилактики системы пожарной безопасности предп-

приятия газонефтеперерабатывающей промышленности. Однако, программное обеспечение АРМ инспектора ГПН, реализующее комплекс математических моделей с целью повышения эффективности пожарно-профилактических мероприятий, на сегодняшний день отсутствует.

Постановка задачи и ее решение. Построение подсистемы ПП АРМ инспектора ГПН имеет своей целью повышение производительности и качества работы инспектора, что в конечном итоге обеспечивает повышение общего уровня пожарной безопасности подконтрольных объектов.

Спектр задач, решаемых подсистемой, можно свести к двум группам:

- автоматизация процесса решения оптимизационных задач по повышению эффективности функционирования ПП на подконтрольном предприятии (выявление и устранение НТПБ) – блок задач «ОРТИМ»;
- организация оперативного взаимодействия с удаленными экспертами для получения данных по сложным плохо формализуемым понятиям, которые используются в качестве исходных при решении оптимизационных задач, – блок задач «EXPERT».

Исходя из указанного спектра задач, подсистема ПП АРМ инспектора ГПН представляет собой информационно-программный комплекс, ориентированный, во-первых, на решение внутренних задач самого инспектора ГПН, а во-вторых на организацию диалога с удаленными пользователями, в качестве которых выступают руководитель предприятия и группа экспертов. Функциональная схема подсистемы представлена на рис. 1.

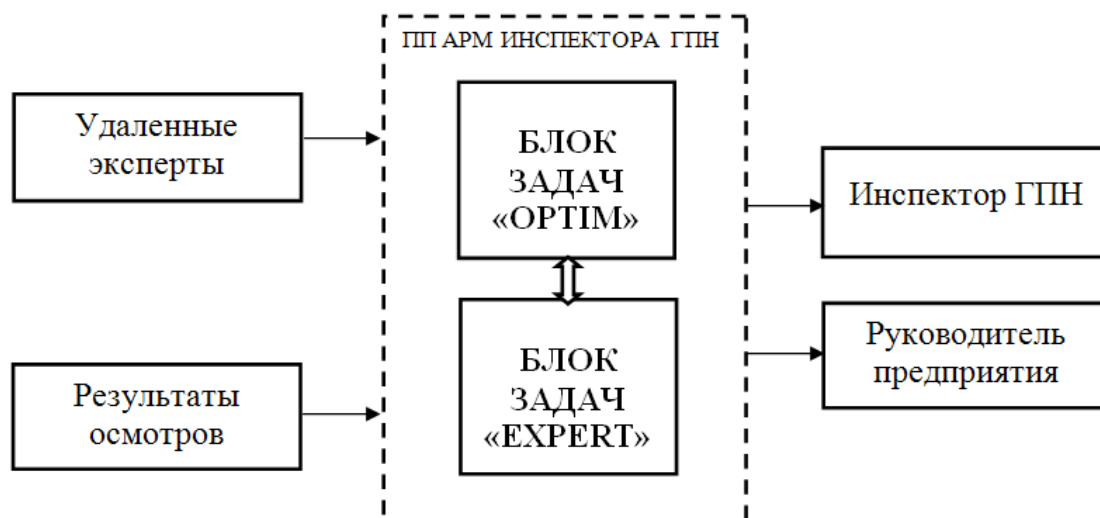


Рис. 1. – Функциональная схема подсистемы ПП АРМ инспектора ГПН

В качестве математического ядра разрабатываемого информационного и программного обеспечения используются численные методы решения задач оптимизации ПП СОПБ предприятия, а также метод обработки результатов экспертного оценивания, основанный на использовании метода анализа иерархий.

Основные функции подсистемы блока задач «ОРТИМ»:

- автоматизированное хранение данных по всем объектам предприятия;
- автоматизированная обработка входной информации о количестве и распределению по кластерам НТПБ по каждому объекту предприятия;
- автоматизированный расчет величины интегральных критериев, характеризующих качество функционирования ПП СОПБ на этапах выявления НТПБ и устранения НТПБ в режиме нормального функционирования предприятий, а также в условиях проводимой реконструкции [3, 4];
- решение оптимизационных задач по повышению эффективности пожарно-профилактической работы на всех этапах жизненного цикла предприятия [3, 4].

На этапе выявления НТПБ интегральный критерий, характеризующий качество функционирования ПП СОПБ, определялся следующим образом [3, 4]:

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

где M – количество объектов предприятия, подлежащих инспектированию; величины $k_{i\phi}^j$ и $k_{i\phi}^{j*}$ представляют собой количество НТПБ, относящихся к j -му типу из i -го кластера выявленных при инспектировании объектов предприятия представителем ГПН в момент времени t и имеющихся на объекте предприятия в момент времени t соответственно; Q_{qa} – вероятность аварии на q -ом объекте предприятия, которая может привести к пожару (взрыву); Q_{qp} – вероятность реализации пожара (взрыва) на q -ом объекте предприятия в результате аварии.

На этапе устранения НТПБ интегральный критерий, характеризующий качество функционирования ПП СОПБ, имел вид [3, 4]:

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

где M – количество объектов предприятия, на которых в результате инспектирования были выявлены НТПБ; $k_{i\phi}^j$ и $k_{i\phi}^{j*}$ – количество выявленных НТПБ на q -ом объекте предприятия и устраненных к моменту времени t , и общее количество НТПБ, выявленных на q -ом объекте предприятия, срок устранения которых истек к моменту времени t .

Математическая модель оптимизации работы ПП СОПБ на первом этапе (выявление НТПБ) сводится к решению задачи:

найти

$$\Lambda^1(\alpha_1, \dots, \alpha_M) = \sum_{q=1}^M \alpha_q \Lambda_q^1(k_{i\phi}) \rightarrow \max \quad (3)$$

при ограничениях

$$g(\alpha) := \sum_{q=1}^M \alpha_q \tau_q \leq T, \quad (4)$$

$$\alpha_q \in [0, 1], \quad q = 1, 2, \dots, M,$$

где τ_q – время, которое необходимо для обследования q -го объекта; T – фонд времени инспектора ГПН на инспектирование объектов предприятия.

На втором этапе (выявление НТПБ) математическая модель задачи оптимизации работы ПП СОПБ имеет вид:

найти

$$\Lambda^2(\alpha_{ij}) = \sum_{q=1}^M \Lambda_q^2(\alpha_{ij}, k_{i\phi}) = \frac{1}{6} \sum_{q=1}^M Q_{qa} Q_{qp} \sum_{i=1}^6 \lambda_i \sqrt{\frac{1}{s} \sum_{j=1}^s \alpha_{ij} \lambda_{ij} \left(\frac{\bar{m}_{ij}^{qt}}{m_{ij}^{qt*}} \right)^2} \rightarrow \max \quad (5)$$

при ограничениях

$$\sum_{q=1}^M r_q \leq R, \quad (6)$$

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

Для решения оптимизационных задач (3 - 6) используется метод ветвей и границ. Результатом работы блока «ОРТИМ» является:

- перечень объектов предприятия, подлежащих инспектированию в текущем квартале;
- перечень нарушений НТПБ по объектам предприятия, подлежащих первоочередному устранению, сформированный исходя из его реальных финансовых возможностей.

Основные функции подсистемы блока задач «EXPERT»:

- автоматизированный расчет вектора важности НТПБ по каждому эксперту и по группе экспертов в целом [3, 4];
- контроль согласованности решения, вырабатываемого группой

экспертов, включающий определение коэффициента и индекса согласованности [3, 4];

- автоматизированное хранение информации об экспертах в системе;
- автоматизированное выполнение почтовых функций.

Для определения весовых коэффициентов λ_{ij} моделей (3 – 6) в разработанном программном обеспечении использованы результаты экспертного оценивания, основанного на методе анализа иерархий. При этом использовалась двухуровневая иерархическая схема сравнения – исследовалось влияние НТПБ внутри кластера (второй или нижний уровень) и кластеров между собой (первый или верхний уровень). Коэффициенты λ_{ij} находятся по формуле:

$$\lambda_{ij} = \sum_{j=1}^6 a_{ij} / \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^6 a_{ij}, \quad (7)$$

где a_{ij} - элемент матрицы попарных сравнений.

Результатом работы блока «EXPERT» является:

- вектор приоритетов каждого эксперта по оцениваемой проблеме;
- коэффициенты и индексы согласованности суждений экспертов;
- результирующий вектор приоритетов по группе экспертов.

Программное обеспечение разработано на языке Object Pascal в объектно-ориентированной среде Delphi 6.0 и реализует описанные функции ПП АРМ инспектора ГПН. Оно может быть установлена на персональных компьютерах под управлением операционных систем Windows 9x/2000/XP/Vista.

Предлагаемая подсистема может служить инструментальным средством как инспектора ГПН, так и руководителя предприятия при принятии решения о рациональном распределении ограниченных ресурсов для повышения общего уровня пожарной безопасности предприятия.

Выводы. Разработанное ПО ПП АРМ инспектора ГПН позволяет:

- в автоматизированном режиме формировать планы осмотров объектов нефтеперерабатывающего предприятия на всех этапах его жизненного цикла с учетом дефицита времени инспектора ГПН, реализация которых максимально увеличивает эффективность ППР при выявлении НТПБ;
- в автоматизированном режиме формировать планы устранения выявленных НТПБ на объектах нефтеперерабатывающего предприятия с учетом ограниченных материальных и финансовых ресурсов, реализация которых максимально повышает общий уровень пожарной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чуб І.А. Моделювання системи пожежної безпеки виробничого об'єкту / І.А. Чуб, М.В. Новожилова, М.П. Федоренко // Науковий вісник будівництва. – 2005. – Вип. 33. – С. 216-219.

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

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

4. Чуб И.А. Определение количественных значений параметров математической модели подсистемы профилактики системы пожарной безопасности предприятия газонефтеперерабатывающей промышленности / И.А. Чуб, М.П. Федоренко // Проблемы пожарной безопасности. – 2008. – Вып. 24. – С. 232-235.

nuczu.edu.ua

М.П. Федоренко, І.А. Чуб, О.П. Алексеев

Розробка програмного забезпечення підсистеми профілактики пожежі АРМ інспектора ДПН.

Описується розроблене програмне забезпечення пожежно-профілактичної роботи на нафтопереробному підприємстві в складі АРМ інспектора ДПН.

Ключові слова: програмне забезпечення, підсистема профілактики пожежі, оптимізація, нафтопереробне підприємство.

M.P. Fedorenko, I.A. Chub, A.P. Alekseev

Software ARM subsystem fire prevention inspector DPN.

We describe the developed software for fire-prevention work at refineries within the ARM inspector DPN.

Keywords: software subsystem fire prevention, optimization, oil refining enterprise.