

**В. Н. ПУРИЧ**, канд. техн. наук, доц., ОНПУ, Одесса;  
**А. Ю. МОСКАЛЮК**, ст. преп., ОНПУ, Одесса

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ОХРАНЫ ТРУДА**

Задачей управления проектами охраны труда (ПОТ) является осуществление рационального выбора необходимых в организации проектов с целью повышения эффективности труда и минимизации травматизма. Выбор ПОТ рассматривается как информационный процесс, который слабо формализован вследствие субъективности целей управления. Предлагается осуществлять выбор ПОТ через оценку состояния охраны труда (ОТ) и уровня промышленной безопасности предприятия с помощью нечеткой логики и лингвистических переменных на основе базы знаний по ОТ.

**Ключевые слова:** проект охраны труда, оценка охраны труда, лингвистические переменные, нечеткая логика, база знаний.

**Введение.** Неустойчивая работа промышленных предприятий в Украине привела к тенденции ухудшения условий труда, несмотря на сокращение объемов производства [1].

Неудовлетворительные условия труда повышают вероятность происшествий, инцидентов и несчастных случаев, а это повышает уровень травматизма на предприятии. Из-за этого происходит снижение комплексной конкурентоспособности предприятия. Это обусловлено противоречием между состоянием безопасности работников и научно-техническими и ресурсными ограничениями предприятия [1].

В современном мире проектное управление стало одним из мощных факторов, влияющих на успех любого бизнеса. Использование методологии проектного управления позволяет предприятию достигать безопасных условий труда через внедрение в жизнь проектов охраны труда (ПОТ) [2,3].

**Анализ литературы и основных достижений.** В настоящее время источником информации о состоянии производственного травматизма и его причин, является официальная статистическая информация по форме № 7-тнв. Это результирующий документ о расследовании несчастного случая, с обобщением его причин. Кроме этого источника, информацию о состоянии охраны труда можно почерпнуть из протоколов внешних и внутренних проверок по охране труда и из протоколов аттестации рабочих мест по условиям труда [4].

Несовершенство методов анализа текущего состояния охраны труда предприятия не позволяет осуществить достоверные прогнозы вероятных изменений в будущем под воздействием возмущающих факторов внешней среды и изменений от управленческих решений. А без прогноза невозможно управлять проектами охраны труда, т.е. трудно оценить степень и направленность влияния результата ПОТ на состояние условий труда на предприятии.

**Цель исследования, постановка задачи.** Задача исследования заключается в описании структуры базы знаний в области охраны труда на предприятии, которая должна служить основой в процессе выбора тех ПОТ для организации, что являются актуальными на момент выбора.

**Материалы исследования.** Текущее состояние уровня охраны труда предприятия предлагается классифицировать по следующим группам факторов, влияющих на наступление несчастного случая [5]:

1. Факторы условий труда (УТ) это освещение, микроклимат, излучения и др. УТ рассматриваются как совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника. Состояние условий труда оценивается как «оптимальные», «допустимые», «вредные», «опасные», «экстремальные».

2. Факторы организации труда. Под организацией труда понимается определенная система действий по объединению, согласованию, упорядочению, приведению в стройную систему деятельности людей во взаимодействии друг с другом и применяемыми в процессе труда техническими средствами. Состояния организации труда оценивается как «отличная», «допустимая», «плохая», «хаотичная».

3. Природные факторы (экологические) – это совокупность природных условий, способствующих или препятствующих проявлению трудовой деятельности. Они отражают влияние природных условий на производственные процессы, работников, здания и сооружения. Состояние природных факторов оценивается как «благоприятные», «нейтральные», «неблагоприятные», «сурьовые».

4. Психо-эмоциональный статус работника. Это особая форма психических состояний человека. Эмоциональные проявления в реагировании на действительность регулируют его самочувствие и функциональное состояние. Оптимальное эмоциональное возбуждение – условие готовности к безопасной трудовой деятельности. Психоэмоциональный статус оценивается как «индифферентный», «спокойный», «взволнованный», «стресс», «аффект».

5. Функциональное состояние организма работника — отражение уровня функционирования как отдельных систем, так и всего организма. Это характеристика уровня функционирования систем организма в определенный

период времени, отражающая особенности гомеостаза и процесса адаптации. Функциональное состояние организма оценивается как «бодрый», «нормальный», «утомленный», «уставший».

Анализ и последующая оценка рассмотренных групп факторов позволяет сделать логический вывод о вероятности наступления несчастного случая [6]. Чем выше вероятность происшествия (инцидента) и чем тяжелее его последствия, тем выше потребность в ПОТ. Структура логического вывода представлена на рисунке 1.

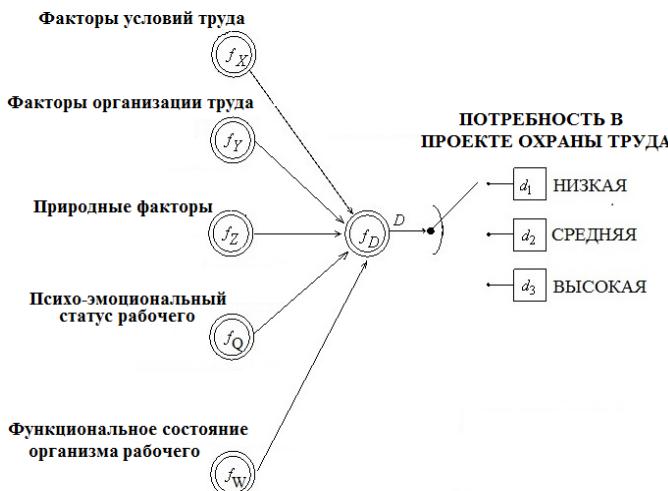


Рис. 1 – Структура логического вывода о потребности ПОТ

Для осуществления обоснованного выбора ПОТ необходима оценка степени влияния продукта проекта на уровень состояния охраны труда, а для этого необходима база знаний (БЗ). Под базой знаний охраны труда (БЗОТ) понимается совокупность знаний, относящихся к области ОТ и формально представленных таким образом, чтобы на их основе можно было осуществлять принятие решений по выбору и управлению ПОТ.

Знания в области управления ПОТ могут быть выражены естественным образом с помощью лингвистических переменных, которые описываются нечеткими множествами. Создатель теории нечетких множеств Л.Заде предложил лингвистическую модель [7], которая использует не математические выражения, а слова естественного языка человека, отражающие качество управления.

Применение теории нечетких множеств при управлении ПОТ позволяет управлять процессом принятия решений через формализацию знаний экспертов в области ОТ. При принятии решений важен способ представления неформализованных знаний эксперта.

Нечеткие модели являются мостом между двумя подходами – количественным и качественным моделированием, и являются приемлемыми для описания ПОТ, т.к. позволяют решать задачи интеллектуального характера. Это требует смысловой обработки больших объемов информации, хранящейся в базах знаний.

**Результаты исследования.** При описании модели базы знаний применен логико-лингвистический подход на базе теории нечетких множеств.

База знаний экспертной системы управления ПОТ представляет собой совокупность правил, описывающих закономерности наступления несчастных случаев, аварий и катастроф.

На вероятность наступления несчастного случая влияют большое число разнородных факторов и параметров. Для формирования базы знаний необходима группировка параметров по группам, где каждая группа определяет закономерности «условия»-«выводы».

Группирование рассматриваемых параметров осуществляется на всем множестве параметров описывающих УТ, уровень ОТ и т.д.:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_k, \dots p_N\} \quad (1)$$

А так же множество целевых параметров:

$$P_{out} = \{p_{out_1}, p_{out_2}, \dots, p_{out_j}, \dots p_{out_m}\} \subset P, \quad m < N, \quad m < N$$

где все  $p_{out_j}, j = \overline{1, m}$  принимают конечное дискретное множество значений.

Формирование групп параметров осуществляется по выражению:

$$G_j = \{P_j^{in}, p_{out}\}, j = \overline{1, m} \quad (2)$$

где  $P_j^{in} \subset P$  – множество входных параметров для каждого из целевого параметра  $p_{out_j} \subset P_j^{in}$ , значимо влияющих на него.

Знания экспертов по ОТ предлагается представлять через описания зависимостей в сформированных группах параметров, следующим образом:

$$\text{ЕСЛИ } x_1 = \overset{\leftrightarrow}{A}_1(w_1) \text{ И } x_2 = \overset{\leftrightarrow}{A}_2(w_2) \text{ И } x_n = \overset{\leftrightarrow}{A}_n(w_n), \text{ то } y = B[CF] \quad (3)$$

где  $x_i$  – входные переменные;

$$w_i \in [0,1] – \text{веса условий для } x_i = \overset{\leftrightarrow}{A}_i, \quad \overset{\leftrightarrow}{A}_i = \{A_i, \tilde{A}_i\},$$

где  $A_i$  – четкое значение входа;

$\tilde{A}_i$  – нечеткое значение входа,  $\tilde{A}_i = \{x_i, \mu_{\tilde{A}_i}(x_i)\}$  ;

где  $\mu_{\tilde{A}_i}(x_i)$  – функция принадлежности;

$y$  – выходная переменная;

$B$  – четкое значение выхода;

$CF \in [0,1]$  – достоверность правила.

Создание системы правил по сформированных ранее группами параметров (1) осуществляется в 3 этапа:

1. Для всех параметров  $p_k \in G_j$  определяется  $g_k = \{\hat{g}_k, \tilde{g}_k\}$ , где  $\hat{g}_k$  – число значений четкого параметра  $p_k$ , а  $\tilde{g}_k$  – число градаций нечеткого параметра;

2. Определение множества всех комбинаций из значений входных и целевых параметров;

3. Задание правила в виде (2).

Таким образом, созданная система правил  $S_{R_j}, j = \overline{1, m}$  будет иметь вид:

$$S_{R_1} : \begin{cases} \text{ЕСЛИ } p_1 = \tilde{A}_1^1(w_1^1) \text{ И...} p_{13} = \tilde{A}_1^{13}(w_1^{13}) \text{ ТО } p_5 = A_1^5[CF_1^1] \\ \dots \\ \text{ЕСЛИ } p_1 = \tilde{A}_{g1}^1(w_{g1}^1) \text{ И...} p_{13} = \tilde{A}_{g13}^{13}(w_{13}^{13}) \text{ ТО } p_5 = A_{g1}^5[CF_{N_{g1}}^1] \end{cases}$$

$$S_{R_m} : \begin{cases} \text{ЕСЛИ } p_4 = \tilde{A}_1^4(w_1^4) \text{ И...} p_{23} = \tilde{A}_1^{23}(w_1^{23}) \text{ ТО } p_{20} = A_1^{20}[CF_1^m] \\ \dots \\ \text{ЕСЛИ } p_4 = \tilde{A}_{g4}^4(w_{g4}^4) \text{ И...} p_{13} = \tilde{A}_{g23}^{23}(w_{23}^{23}) \text{ ТО } p_{20} = A_{g20}^{20}[CF_{N_{g4}}^1] \end{cases}$$

$S_{R_j}$  – система правил описывающих группу параметров  $G_j$  ;

$g_k$  – число градаций нечеткого параметра  $p_k$  ;

$N_{R_j} = \prod_{k: p_k \in G_j} g_k$  – число правил в системе  $S_{R_j}, j = \overline{1, m}$ .

Построенная таким образом совокупность систем правил вида (3) представляет собой модель состояния рабочего места с точки зрения ОТ. Параметрами модели являются функции принадлежности  $\mu_{\tilde{A}_i}(x_i)$ , правила, достоверность каждого правила  $CF$ , а также веса условий  $w_i$  в правилах.

Знания по ОТ в системе управления ПОТ можно представить так:

$$M = \left\{ S_i, G_j, P_p, BS_i, BG_j \right\} , \quad (4)$$

где  $S_i$  – множество советов (рекомендаций по ПОТ пользователям экспертной системы);

$G_j$  – множество условий (организация и реализация производственной трудовой деятельности);

$P_p$  – множество указаний по управлению ПОТ, т.е. законодательные и нормативно-правовые акты, такие, как предписания должностных лиц;

$BS_i$  – описание на языке совета;

$BG_j$  – описание на языке условий.

Тогда математический вывод рекомендации по управлению ПОТ можно представить в следующей форме:

$$G_1 \wedge G_2 \wedge G_3 \wedge G_4 \wedge G_5 \wedge G_6 \wedge \dots G_n \Rightarrow S \quad (5)$$

где  $G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6 \dots G_n$  – факты, значения, знания, т.е. условия;

$S$  – рекомендация – результат вывода системы на основе заданных условий.

Причем параметры  $G_j$  – являются лингвистическими переменными, а значения лингвистических переменных – слова, фразы реализованы на естественном языке.

**Выводы.** При управлении ПОТ лица, принимающие решения, испытывают трудности от размытости исходных данных, т.к. это затрудняет оценку фактического состояния уровня ОТ предприятия.

Использование теории нечетких множества для обработки неопределенностей знаний, необходимых в процессе принятия решения, позволяет более точно оценить уровень охраны труда.

Использование нечетких лингвистических оценок для определения уровня безопасности труда на предприятии позволит проводить оценку важности ПОТ в процессе выбора.

Результаты исследований могут применяться при создании экспертных систем управления ПОТ на предприятиях.

**Список литературы:** 1. Управление условиями труда: проблемы перестройки / А.И.Амоша, В.С.Губин, В.В.Туринов и др. – К. : Наук. думка, 1990. – 216 с. 2. Москалюк А.Ю. Место проектного управления в предметной области охраны труда / А.Ю. Москалюк, П.А. Тесленко, // Тези доповідей ІІ Міжнародної наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених «Стан та перспективи розвитку соціально-економічних систем в епоху економіки знань» // Східноукраїнський національний університет ім.. В. Даля, 2013. – С. 44 – 49. 3. Москалюк А.Ю. Проектізація процесів охорони труда / А. Ю. Москалюк, П.А.Тесленко // Управління проектами: Стан та перспективи: Матеріали 7-ї Міжнародної науково-практичної конференції. – Миколаїв :

НУК, 2011. – С. 208 – 210. **4.** Серия нормативных документов для оценки организации работ по охране труда / OHSAS 18001:2007 «Occupational Health and Safety Assessment Series. Specification». – Режим доступа : <http://vestnik.kpi.kharkov.ua>. – Дата обращения : 5 ноября 2014. **5.** OHSAS 18001:2007 «Система менеджменту в галузі охорони праці та попередження професійних захворювань - Вимоги», «Керівні вказівки по застосуванню OHSAS 18001» – Режим доступа : <http://vestnik.kpi.kharkov.ua>. – Дата обращения : 5 ноября 2014. **6.** Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 1999. –320 с. **7.** Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: МИР, 1976. 165 с.

**Bibliography (transliterated):** **1.** Amosha, A.I, et al. *Ypravlenie ysloviami tryda: problem perestroika*. Kiev: Nayk.dymka, 1990. Print. **2.** Moskaliuk, A.Y., and P.A. Teslenko "Proektizacia procesov oxranu tryda" *Tezu dopovidei VI mijnarodnoi naykovo-practuchnoi konferencii "Ypravlinnia proektami: stan ta perspektivu"*. Vidpovidalnui za vypysk K.V. Koskin. Kiev: NYK, 2011. 208 — 210. Print. **3.** Seria nor, atovnux dokumentov dla ocenki organizacii rabot po oxrane tryda / OHSAS 18001:2007 "Occupational Health and Safety Assessment Series. Specification". Web. 5 November 2014. <<http://www.iso.kiev.ua>>. **4.** OHSAS 18001:2007 "Sistema menedjmenta v galyzi oxorona praci ta poperedjenia profesiinu zaxvoruvan – Vumogu", "Kerivni vkaivki po zastosuvaniy OHSAS 18001". Web. 5 November 2014. <<http://www.ilo.org>>. **5.** Rotshtain A.P. *Intelecylalne texnologii sidentifijacii: nechetkaia logika, geneticheskie algoritmu, neironnue seti*. – Vinica: YNIVERSYM-Vinica, 1999. Print. **6.** Zade L. *Poniatie lingvisticheskoi peremennoi I ego primenenie k priniatiy priblijennu resheniu*. Moscow: MIR. 1976. Print.

Поступила (received) 27.11.2014

УДК 005.8: 621:56

**C. A. КРАМСКОЙ**, канд. техн. наук, ОНМУ, Одесса

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МИНИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЭКИПАЖА СУДНА

В статье проведено исследование состояния национальной морской индустрии и определена проблема формирования неоднородных команд проектов экипажей морских судов.

**Ключевые слова:** численность состава экипажа, формирование экипажей судов, безопасность судоходства, судовладелец, команда проекта, компетенции команды.

**Введение.** Проектно-ориентированный контекст современного управления проектами в условиях турбулентного окружения и необходимости соответствующих трансформаций отечественной индустрии, в том числе морской. В фокусе специального внимания должны быть не только уникальные контекстные особенности предприятия, но и вопрос создания качественного организационно-социального пространства. Так, в

---

© С. А. Крамской, 2015