

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ

МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА НА ОСНОВЕ СИСТЕМ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА

Ю.А. Булавка, Е.В. Галынская
Новополоцк, ПГУ

Проблема оценки профессионального риска приобрела особую значимость и актуальность в связи с принятием Закона Республики Беларусь «Об охране труда» № 356-З от 23.06.2008 г. (с изменениями и дополнениями от 12.07.2013 г. № 61-З), предусматривающего обязанности работодателя по обеспечению идентификации опасностей, оценки профессиональных рисков и определению мер по их управлению [1].

Главными особенностями профессиональных рисков являются их многообразие, трудно предсказуемые и длительные во времени последствия при их реализации. Специалисты МОТ и ВОЗ выделяют более 150 классов профессиональных рисков и до 1000 их видов, представляющих реальную опасность для работников двух тысяч различных профессий. При этом указывается, что данная классификация неполная и охватывает только отдельные аспекты безопасности и гигиены труда [1].

Концептуальные подходы, существующие в настоящее время, основаны либо на экспертном оценивании профессиональных рисков, либо на объективном подходе, учитывающем количественные данные по уровню производственных факторов, соотнесенных с ущербом для здоровья работников, либо на сочетании субъективного и объективного подходов. Вместе с тем не учитывается важное обстоятельство: используемые информативные признаки, получаемые при идентификации опасности условий труда, носят неполный и нечеткий характер, что не позволяет однозначно и количественно точно оценить степень воздействия производственных факторов.

Снижение неопределенности, затрудняющей применение количественных методов оценки профессиональных рисков, явилось обоснованием выбора направления диссертационного исследования, *актуальность* которого заключается в необходимости совершенствования научно-методического аппарата количественной оценки профессионального риска для работников различных предприятий Республики Беларусь, с целью повышения ее достоверности.

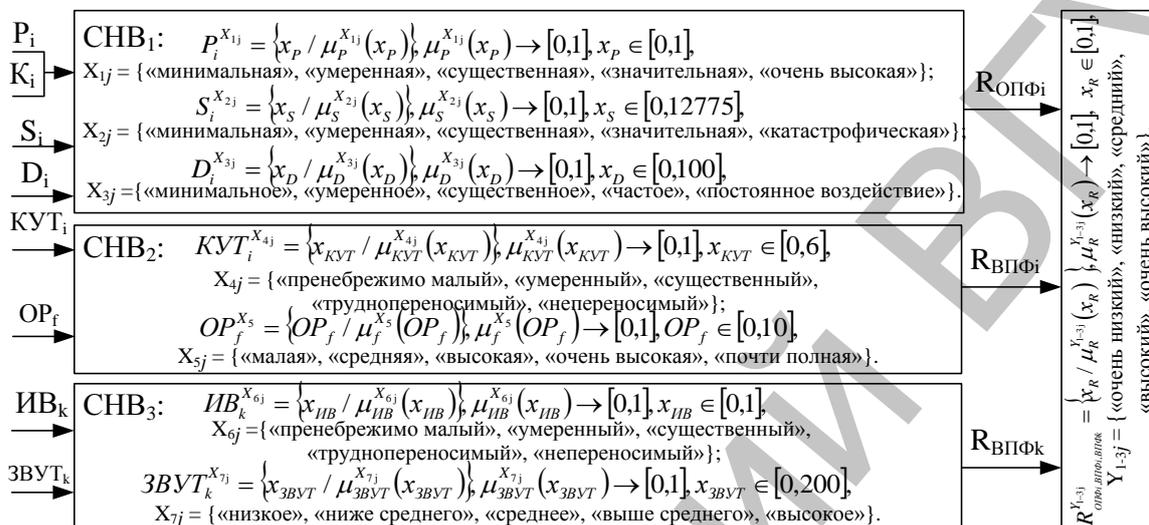
Цель исследования – разработать методику комплексной оценки профессионального риска по критериям вредного и опасного воздействия условий труда и медико-статистическим показателям состояния здоровья персонала, работоспособную в условиях информационной неопределенности.

Материал и методы. Неопределенность, обусловленную недостаточностью информации и ограничивающую применение строгих вероятностных моделей при работе с интервальными величинами, по мнению некоторых исследователей [1] можно устранить в рамках теории нечетких множеств и нечеткого вывода. На практике, как правило, на основе статистического материала или опроса группы специалистов-экспертов, возможно определение интервала, который может принимать нечеткая величина и соответствующая ей функция принадлежности, характеризующая допустимость каждого значения внутри заданного интервала. Применение математических вычислений, используемых в нечеткой логике, позволяет по максимуму значения функции принадлежности нечеткой величины получить точечную (четкую) оценку.

В связи с тем, что процедура оценки профессионального риска характеризуется значительной неопределенностью, связанной с отсутствием точных количественных кри-

териев его оценки; кроме того, уровень риска и исходные показатели для его оценки зачастую задаются в виде нечетко заданной лингвистической переменной, эти обстоятельства дают возможность оперировать нечеткими понятиями в процессе оценки риска и использовать аппарат теории нечетких множеств и нечеткого вывода.

Результаты и их обсуждение. В качестве нечеткой модели приняты три системы нечеткого вывода: СНВ₁, СНВ₂ и СНВ₃ (рисунок 1).



P_i – вероятность проявления i -й опасности; K_i – коэффициент давности происшествий, обусловленных i -й опасностью; S_i – серьезность последствий воздействия i -й опасности; D_i – длительность воздействия i -й опасности; $ИВ_k$ – индекс вредности для k -й профессии; $ЗВУТ_k$ – число случаев временной нетрудоспособности по всем болезням, на 100 работающих; $КУТ_i$ – класс условий труда для i -й опасности, OP_f – относительный риск по f -й причине ЗВУТ; $R_{ОПФ_i}$ – профессиональный риск воздействия i -го опасного производственного фактора (опасности); $R_{ВПФ_i}$, $R_{ВПФ_k}$ – профессиональный риск воздействия i -го вредного производственного фактора (опасности) и при комплексном влиянии для k -й профессии (должности) соответственно; X_j , Y_j – значение j -й лингвистической переменной (терма);

Рис. 1 – Системы нечеткого вывода в модели оценки профессионального риска

Для получения в системах нечеткого вывода значений выходной лингвистической переменной по значению входной с целью формализации процесса оценки профессионального риска определены базы правил. На основе экспертных оценок и принципа лингвистического распознавания образов установлено, что наиболее полно описывают изменение входных переменных термы, распределенные по треугольной функции принадлежности (кроме входных переменных OP_f и $ИВ_k$ и выходных переменных $R_{ОПФ_i}$, $R_{ВПФ_i}$, $R_{ВПФ_k}$, для которых характерны трапециевидные функции принадлежности). В качестве алгоритма нечеткого вывода принят алгоритм Мамдани. Оценка уровня профессионального риска от воздействия i -й опасности (для k -й профессии) на работающих по предлагаемой методике предусматривает следующие последовательные этапы:

- 1) определить общепризнанными экспертно-статистическими методами входные параметры СНВ₁₋₃: уровни критериев опасного (P_i , K_i , S_i , D_i) и вредного ($КУТ_i$, $ИВ_k$) воздействия условий труда и медико-статистических показателей состояния здоровья работающих (OP_f , $ЗВУТ_k$);
- 2) выполнить фаззификацию входных параметров нахождением значений на соответствующих графиках функции принадлежности термов (X_{1j} – X_{7j}) на основе полученных значений критериев на этапе 1;
- 3) определить степень истинности условий по каждому из 125 правил СНВ₁ и по каждому из 25 правил СНВ₂ и СНВ₃;
- 4) построить результирующие функции принадлежности для выходных параметров с учетом степени истинности всех продукционных правил;

5) вычислить результирующее (четкое) значение выходных параметров путем дефаззификации с использованием метода центра тяжести:

б) принять решение относительно приемлемости и необходимости разработки превентивных управленческих воздействий по установленному на этапе 5 уровню профессионального риска от воздействия i -й опасности.

Заключение. Применение предложенного метода для управления профессиональными рисками, реализованного в программном продукте (на языке программирования C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2010 Express Edition) позволит предопределять адекватные управленческие решения по устранению либо ограничению воздействия опасности в условиях неопределенности воздействия производственных факторов, обосновано определять приоритетность превентивных мер по сокращению производственного травматизма и профзаболеваний и как следствие повысить качество функционирования систем управления охраной труда в организациях.

Список литературы

1. Булавка, Ю. А. Нечетко-множественный подход к экспертной оценке профессиональных рисков на примере условий труда работников нефтеперерабатывающего завода / Ю. А. Булавка // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. С. Фундаментальные науки. – 2013. – № 12. – С. 59–66.

ОБ ОПЕРАТОРЕ ЛОКЕТТА И ПРОИЗВЕДЕНИИ ФИТТИНГОВЫХ ФУНКТОРОВ

Е.А. Витько
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

В определениях и обозначениях мы следуем [1].

Все рассматриваемые в работе группы конечны.

Пусть X – некоторый непустой класс Фиттинга. Напомним, что отображение f , которое каждой группе $G \in X$ ставит в соответствие некоторое непустое множество ее подгрупп $f(G)$, называется [2] фиттинговым X -функтором, если выполняются следующие условия:

(i) если $\alpha: G \rightarrow \alpha(G)$ – изоморфизм, то

$$f(\alpha(G)) = \{\alpha(X): X \in f(G)\};$$

(ii) если N – нормальная подгруппа группы G , то

$$f(N) = \{X \cap N: X \in f(G)\}.$$

Фиттингов X -функтор называется 1) наследственным, если класс X наследственен; 2) сопряженным, если для каждой группы $G \in X$, множество $f(G)$ есть класс сопряженных подгрупп группы G .

Напомним, что произведением наследственных фиттинговых X -функторов f и g называется отображение $f \circ g$, сопоставляющее каждой группе $G \in X$ непустое множество подгрупп $\{X: X \in f(Y) \text{ для некоторой подгруппы } Y \in g(G)\}$.

Пусть f – сопряженный фиттингов X -функтор. Определим функтор f^* следующим образом:

$$f^*(G) = \{\pi_1(T): T \in f(G \times G)\}$$

для любой группы $G \in X$, где $\pi_1(T)$ – проекция подгруппы T на первую компоненту.

Доказана

Теорема. Для любых сопряженных наследственных фиттинговых X -функторов f и g справедливо равенство

$$(f \circ g)^* = f^* \circ g^*.$$