

«МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ»

Булавка Ю.А., Галынская Е.В.

УО «Полоцкий государственный университет»

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]

Процесс воздействия производственных факторов на работников, в т.ч. служащих воинских частей и подразделений, труднопрогнозируем, зависит от многих обстоятельств и условий, поэтому процедура принятия решения по определению уровня профессионального риска представляет собой совокупность переменных различной природы. В связи с этим, по нашему мнению, применительно к данному процессу целесообразно использовать модель нечеткого вывода.[2]

Таким образом, целью данной работы является разработка модели системы управления профессиональными рисками в условиях неопределенности воздействия производственных факторов на основе теории нечетких множеств и процедур нечеткого вывода.

В качестве нечеткой модели приняты три системы нечеткого вывода CHV_1 , CHV_2 и CHV_3 (рисунок 1) с различными входными переменными и базами правил, содержащими нечеткие высказывания в форме «если – то» и функциями принадлежности для соответствующих лингвистических термов.

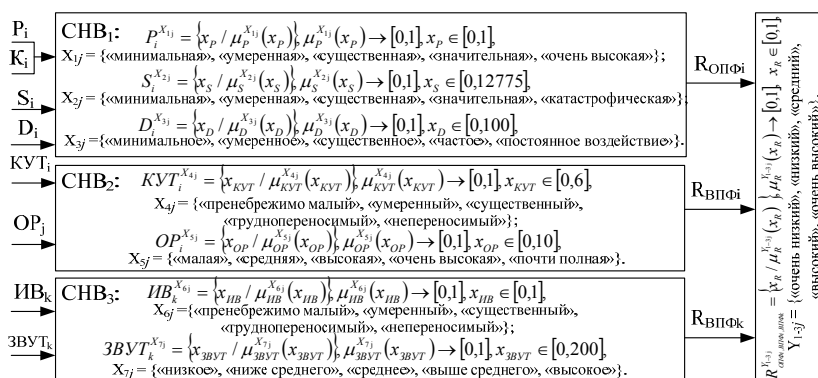


Рисунок 1. Системы нечеткого вывода в модели оценки профессиональным риском: X_j , Y_j - значения лингвистических переменных (термы). Выражение: $A = \{x / \mu_A(x)\}$ – совокупность упорядоченных пар нечеткого подмножества A , где $\mu(x)$ - функция принадлежности значения базовой переменной x к подмножеству A

Входными переменными первой системы нечеткого вывода являются составляющие риска для i -й опасности: вероятность (частота) проявления опасности (P_i) с учетом давности происшествий (K_i), серьезность (тяжесть) последствий воздействия опасности (S_i) и длительность воздействия опасности (D_i). Коэффициент давности происшествий (K_i) учитывается при определении вероятности (частоты) проявления опасности, увеличением его величины от 10 до 40%. В качестве выходной переменной первой системы нечеткого вывода используется уровень профессионального риска воздействия опасного производственного фактора (ОПФ) по i -й опасности ($R_{опфi}$), который является основой для принятия решения о необходимости мер по управлению риском.

Для второй системы нечеткого вывода приняты две переменные: *класс условий труда* – KVT_i по i -й опасности, полученный в результате аттестации рабочих мест по условиям труда и характеризующий меру вероятности вреда для здоровья при воздействии вредного

производственного фактора (ВПФ) и *относительный риск* (OP_j) для j - го класса болезней, получаемый в результате анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) и выступающий в качестве критерия тяжести. Результатом нечеткого вывода второй системы является лингвистическая переменная – «профессиональный риск воздействия ВПФ» по i -й опасности ($R_{ВПФi}$), с помощью которой принимается решение о необходимости разработки эффективных превентивных управленческих решений.

Первой переменной третьей системы нечеткого вывода является индекс вредности (IB_k) для k -й профессии (должности) либо общий показатель для структурного подразделения (установки, цеха, производства), рассчитываемый в соответствии с методикой [3] и характеризующий комплексное воздействие факторов производственной среды, определяемых в результате аттестации рабочих мест по условиям труда и выступающий в роли вероятности воздействия ВПФ, второй переменной СНВ₃ принят показатель характеризующий тяжесть вреда для всех систем организма – число случаев временной нетрудоспособности по всем болезням, на 100 работающих ($ЗВУТ_k$) для k -й профессии (должности). Выходной лингвистической переменной третьей системы нечеткого вывода является «профессиональный риск комплексного воздействия ВПФ» по i -й опасности ($R_{ВПФk}$), которая характеризует опасность производственной среды для профессий (должностей) либо всего структурного подразделения (цеха, производства).

Для получения в системах нечеткого вывода значений выходной нечеткой лингвистической переменной по значению входной с целью формализации процесса оценки профессионального риска определены базы правил: для СНВ₁ – 125 правил, для СНВ₂ и СНВ₃ – 25 правил для каждой.

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_j и IB_k и выходных переменных $R_{ОПФi}$, $R_{ВПФi}$, $R_{ВПФk}$, для которых характерны трапециевидные функции принадлежности).

В качестве алгоритма нечеткого вывода принят алгоритм Мамдани, который чаще других применяется при решении задач, в которых определяющим является объяснение и обоснование принятия решения.[2] Предлагаемый алгоритм управления профессиональными рисками в условиях неопределенности воздействия производственных факторов на работающих представлен на рисунке 2. В соответствии с которым для оценки уровня профессионального риска от воздействия i -й опасности (для k -й профессии) на работающих предусмотрены следующие последовательные этапы:



Рисунок 2. Алгоритм управления профессиональными рисками в условиях неопределенности воздействия производственных факторов

1) определить общепризнанными экспертно-статистическими методами входные параметры CHB_{1-3} : уровни критериев опасного (P_i, K_i, S_i, D_i) и вредного (KVT_i, IB_k по формуле (1)) воздействия условий труда и медико-статистических показателей состояния здоровья работающих ($OP_f, ZVUT_k$);

2) выполнить фаззификацию входных параметров нахождением значений на соответствующих графиках функции принадлежности термов ($X_{lj} - X_{7j}$) на основе полученных значений количественных либо качественных критериев на этапе 1 (т.е. значений $P_i, S_i, D_i, KVT_i, IB_k, OP_f, ZVUT_k$);

3) определить степень истинности условий по каждому из 125 правил CHB_1 и по каждому из 25 правил CHB_2 и CHB_3 ;

4) построить результирующие функции принадлежности для выходных параметров ($R_{OP\Phi i}, R_{ВП\Phi i}, R_{ВП\Phi k}$) с учетом степени истинности всех продукционных правил;

5) вычислить результирующее (четкое) значение выходных параметров ($R_{OP\Phi i}, R_{ВП\Phi i}, R_{ВП\Phi k}$) путем дефаззификации с использованием метода центра тяжести по формуле:

$$R_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k} = \frac{\int_{\min}^{\max} r_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k} \cdot \mu_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k}(r_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k}) dr_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k}}{\int_{\min}^{\max} \mu_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k}(r_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k}) dr_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k}},$$

где $R_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k}$ – безразмерная величина уровня профессионального риска от воздействия i -й опасности (для k -й профессии); $r_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k}$ – переменная, соответствующая выходной лингвистической переменной; $\mu(r_{OP\Phi i, ВП\Phi i, ВП\Phi k})$ – функция принадлежности нечеткого множества, соответствующего выходной переменной; $\min$ и $\max$ – левая и правая точки интервала носителя нечеткого множества выходной переменной;

6) принять решение относительно приемлемости и необходимости разработки превентивных управленческих воздействий по установленному на этапе 5 уровню профессионального риска от воздействия i -й опасности (для k -й профессии). Предложена шкала оценки уровня приемлемости рисков по нечеткому 01-классификатору, в соответствии с которой в диапазоне $0 \leq R < 0,6$ риски назначаются приемлемыми, при $R \geq 0,6$ – условно-допустимыми, требующими разработки мер по управлению ими, а при $R \geq 0,8$ риски назначаются недопустимыми, подлежащими реализации срочных мероприятий по снижению уровня опасности или её устранению.

Предложенный алгоритм с целью упрощения и повышения качества оценки уровня профессионального риска реализован в виде программного обеспечения на языке программирования C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2010 Express Edition.

Применение предложенного концептуального подхода для управления профессиональными рисками, реализованного в программном продукте 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булавка, Ю. А. Оценка риска от воздействия вредных и опасных производственных факторов на состояние здоровья работающих нефтеперерабатывающего предприятия (на примере производства смазочных масел, битумов и присадок): автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.26.01 / Ю. А. Булавка; Полоцкий гос. ун-т. – Новополоцк, 2013. – 24с.
2. 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.
3. Булавка, Ю. А. Развитие комплексной оценки профессионального риска путем учета суммарной вредности условий труда / Ю. А. Булавка // Гигиена и санитария. – 2013. – № 4. – С. 47–54.