



## Оценка человеческого фактора при возникновении нештатных ситуаций на основе нечетких множеств

*Л.В. Гордиенко, И.А. Дмитриева*

*Южный Федеральный Университет, г. Таганрог*

**Аннотация:** Данная работа посвящена нечеткому моделированию процесса оценки влияния человеческого фактора при возникновении нештатных ситуаций в производственной деятельности. Актуальность исследования заключается в неопределенности, разнородности и неточности входных данных, на основе которых необходимо оценить степень влияния человеческого фактора при возникновении нештатных ситуаций. В статье описаны основные этапы нечеткого моделирования: фаззификация входных данных, построение правил логического вывода и дефаззификация выходной переменной. Предложенная база правил нечеткого вывода включает входные лингвистические переменные, нечеткие правила-продукции и выходную лингвистическую переменную. Построенная модель позволяет оценить степень влияния человеческого фактора в условиях субъективности и неопределенности.

**Ключевые слова:** лингвистическая переменная, нечеткое моделирование, человеческий фактор, нечеткие правила-продукции.

В современном мире на всех уровнях государственной власти всё больше внимания уделяется вопросам производственной безопасности. Обусловлено это статистическими данными о высоком уровне производственного травматизма за последнее десятилетие [1]. Работы российских и зарубежных ученых при изучении данной проблемы, в основном, посвящены исследованию методов оценки состояния технических систем [2]. Однако, при минимизации производственных рисков необходимо учитывать большое количество разнородной, зачастую неполной информации: статистические данные, качественные и количественные показатели, оценки экспертов и т.д. При этом доказано, что основополагающую роль при возникновении рисков играет человеческий фактор [3]. Поэтому задача разработки методики оценки производственных рисков с учетом человеческого фактора в условиях многофакторности и неопределенности входных [4] данных является актуальной.

Цель работы заключается в разработке методики оценки человеческого фактора при возникновении производственных рисков с использованием категории нечетких множеств.

В данной работе выделим следующие параметры для оценки человеческого фактора:

- Уровень профессионализма;
- Уровень виктимности;
- Физиологические качества.

Уровень профессионализма определяется на основе оценок экспертов.

Виктимность - повышенная способность человека в силу ряда духовных, физических, социальных качеств при определенных обстоятельствах становиться жертвой [5-6].

Уровень виктимности определяется с помощью специализированной диагностической системы.

Высокий уровень виктимности - высокая вероятность стать жертвой производственного травматизма. Испытуемый достаточно часто попадает в неприятные или даже опасные для его здоровья и жизни ситуации. Причиной этого является внутренняя предрасположенность и готовность личности действовать определенными, ведущими в индивидуальном профиле способами. Чаще всего это стремление к агрессивному, необдуманному действию спонтанного характера.

Средний уровень виктимности - средняя вероятность стать жертвой. У испытуемого присутствует внутренняя готовность к виктимному способу поведения. Скорее всего, ощущая внутренний уровень напряжения, человек стремится избегать опасные ситуации.

Низкий уровень виктимности - низкая вероятность стать жертвой производственного травматизма. Испытуемый нечасто попадает в

критические ситуации, либо уже выработался защитный способ поведения, позволяющий избегать опасных ситуаций.

К физиологическим качествам относятся: общее состояние здоровья, внимание, память, интеллект, которые определяются на основе специализированных тестов.

В качестве входных параметров рассмотрим три нечеткие лингвистические переменные [7-9]: «*professional*» (профессионализм), «*victim*» (виктимность), «*physiology*» (физиологические качества), а в качестве выходных – нечеткую лингвистическую переменную «*risk*» (уровень риска).

Терм-множество лингвистической переменной «*professional*»:

$$T_1 = \{little, medium, superior\}$$

Терм-множество лингвистической переменной «*professional*» представлено на рис. 1:

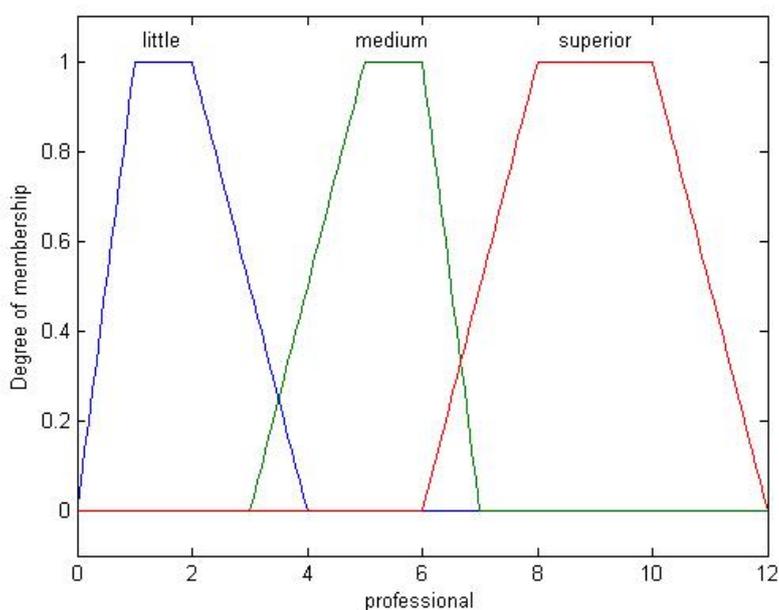


Рис. 1. – Терм-множество лингвистической переменной «*professional*»

Терм-множество лингвистической переменной «*victim*»  $T_2 = \{low, average, high\}$  представлено на рис. 2:

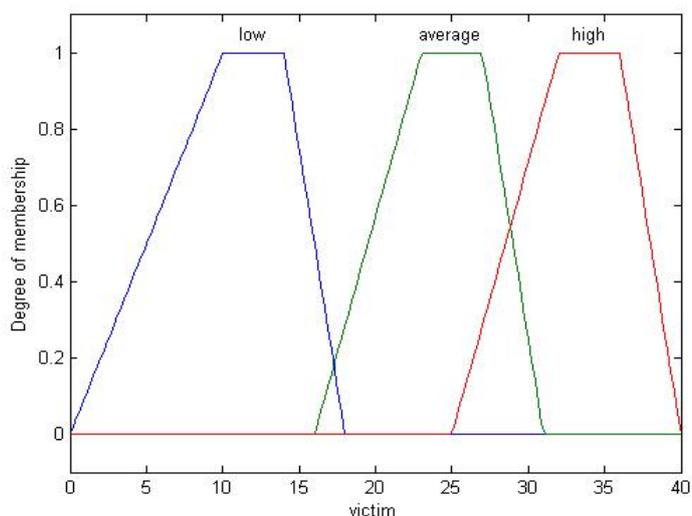


Рис. 2. – Терм-множество лингвистической переменной «*victim*»

Терм-множество лингвистической переменной «*physiology*»  $T_3 = \{poor, normal, good\}$  представлено на рис. 3:

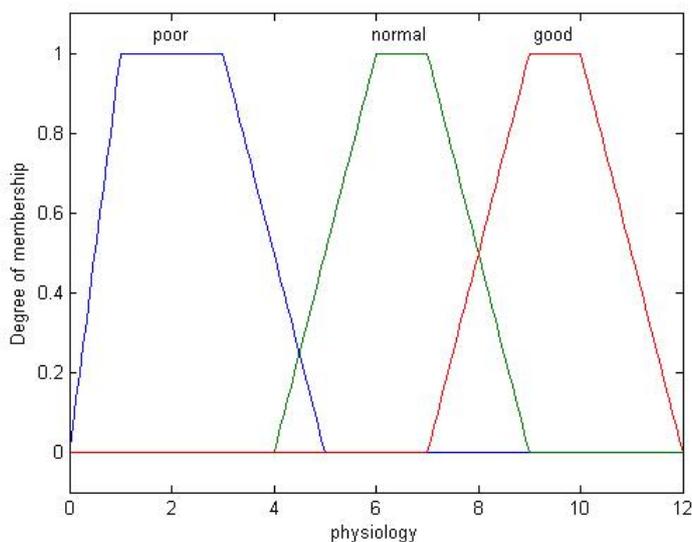


Рис. 3. – Терм-множество лингвистической переменной «*physiology*»

В качестве терм-множества выходной лингвистической переменной «*risk*» будем использовать множество  $T_4 = \{min, valid, critical\}$ , представленное на рис. 4:

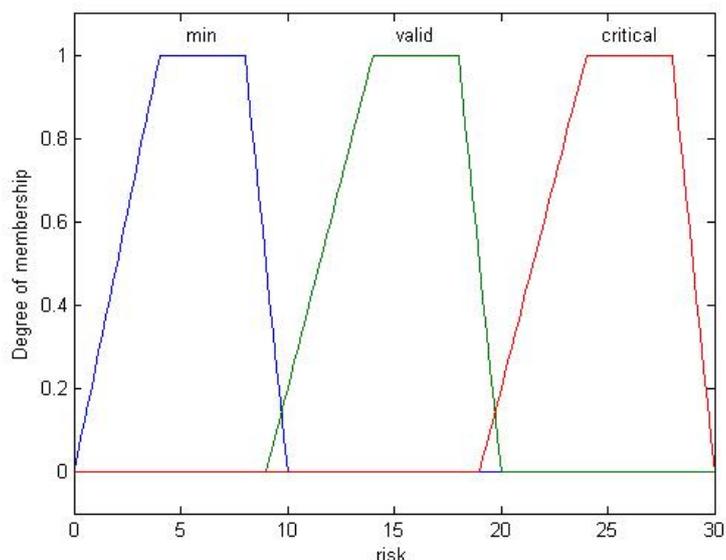


Рис. 4. – Терм-множество лингвистической переменной «risk»

Следующим этапом является организация базы правил нечеткого вывода на основе формализованных знаний экспертов в области безопасности производства. Правила нечеткого вывода должны удовлетворять требованию слабой согласованности, которое означает, что малые приращения входных параметров не должны приводить к скачкообразному изменению выходного параметра [10-11]. База правил нечеткого вывода включает в себя множество правил нечетких продукций, наименование входных и выходных лингвистических переменных:

ПРАВИЛО\_1: Если «*professional*» = *superior* И «*victim*» = *low* И «*physiology*» = *normal* ТО «*risk*» = *min*;

ПРАВИЛО\_2: Если «*professional*» = *medium* И «*victim*» = *average* И «*physiology*» = *good* ТО «*risk*» = *valid*;

ПРАВИЛО\_3: Если «*professional*» = *little* И «*victim*» = *high* И «*physiology*» = *normal* ТО «*risk*» = *critical*;

ПРАВИЛО\_4: Если «*professional*» = *superior* И «*victim*» = *average* И «*physiology*» = *normal* ТО «*risk*» = *valid*;

ПРАВИЛО\_5: Если «*professional*» = *superior* И «*victim*» = *average* И «*physiology*» = *good* ТО «*risk*» = *min*.

После заданий правил нечеткого вывода получаем результат нечеткого вывода (этап дефаззификации). На рис. 5 представлена оценка уровня производственного риска с учетом человеческого фактора на основе разработанных правил-продукций нечеткого вывода.

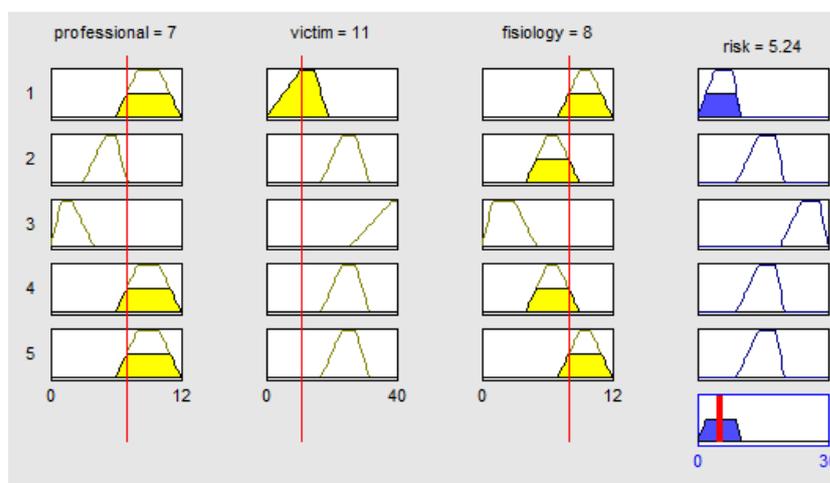


Рис. 5. – Оценка уровня производственного риска с учетом человеческого фактора с помощью нечетких множеств

Например, входные лингвистические переменные принимают следующие значения: «*professional*» = 7, «*victim*» = 11, «*physiology*» = 8. При данных значениях выходная лингвистическая переменная «*risk*» = 5.24, что соответствует низкому уровню риска «*min*».

Таким образом, применение теории нечетких множеств для анализа уровня производственных рисков с учетом человеческого фактора позволяет оценить вероятность возникновения нештатных ситуаций, учитывая при этом субъективные оценки экспертов и неопределенность входных данных.

### Литература

1. Концепция президентской программы «Здоровье работающего населения России на 2004 – 2015 гг.» // URL:



[budgetrf.ru/Publications/Magazines/VestnikSF/2003/vestniksf217-24/vestniksf217-24210.htm](http://budgetrf.ru/Publications/Magazines/VestnikSF/2003/vestniksf217-24/vestniksf217-24210.htm) (дата обращения: 22.12.2016).

2. Баширов М. Г. Система автоматизации управления техническим состоянием технологического оборудования нефтегазовых производств / М.Г. Баширов, Р.Н. Бахтизин, Э.М. Баширова, И.С. Миронова // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2011. – № 3. – С. 26 - 40. – URL: [ogbus.ru/authors/Bashirov/Bashirov\\_4.pdf](http://ogbus.ru/authors/Bashirov/Bashirov_4.pdf).

3. Бакаева Т.Н., Дмитриева И.А. О некоторых вопросах профотбора // Инженерный вестник Дона, 2014, № 4 (часть 2) URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2014/2635](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2014/2635).

4. Лаптев П.В. Моделирование системы контроллинга на промышленном предприятии // Инженерный вестник Дона, 2012, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/854](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/854).

5. Управление персоналом // URL: [psyfactor.org/personal/personal15-08.htm](http://psyfactor.org/personal/personal15-08.htm) (дата обращения: 23.11.2016).

6. Белян Д.М., Дмитриева И. А., Кибальченко И. А. Рефлексивная оценка потенциальной индивидуальной виктимности студентов. Сборник научных трудов ТТИ ЮФУ «Психология и педагогика». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – С. 63-77.

7. Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечеткие модели принятия решений: дедукция, индукция, аналогия. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001. – 110 с.

8. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

9. Поспелов Д.А. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Д.А. Поспелов. М.: Наука. Гл. Ред. физ.-мат. лит., 1986. 312 с.

10. Huang, C. Fuzzy risk assessment of urban natural hazards / C. Huang // Fuzzy Sets and Systems. – 1996. – № 83. – pp. 271 - 282.



11. Karwowski, W. Fuzzy concepts in Human Factors / Karwowski, W., Mital A. // Ergonomics Research. Application of Fuzzy Theory in Human Factors. – 1986. – pp. 41 - 53.

### References

1. Kontsepsiya prezidentskoy programmy “Zdorove rabotayuschego naseleniya Rossii na 2004-2015 gg.” [The concept of the presidential program "Health of working population of Russia for 2004 – 2015]. URL: [budgetrf.ru/Publications/Magazines/VestnikSF/2003/vestniksf217-24/vestniksf217-24210.htm](http://budgetrf.ru/Publications/Magazines/VestnikSF/2003/vestniksf217-24/vestniksf217-24210.htm) (accessed 22 December 2016).

2. Bashirov M.G., Bahtizin R.N., Bashirova E.M., Mironova I.S. Neftegazovoe delo: elektronny nauchny zhurnal. 2011. № 3. URL: [ogbus.ru/authors/Bashirov/Bashirov\\_4.pdf](http://ogbus.ru/authors/Bashirov/Bashirov_4.pdf).

3. Bakaeva T.N., Dmitrieva I.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № 4 (part 2). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2014/2635](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2014/2635).

4. Laptev P.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/854](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/854).

5. Upravlenie personalom [Personnel management]. URL: [psyfactor.org/personal/personal15-08.htm](http://psyfactor.org/personal/personal15-08.htm) (accessed 23 November 2016).

6. Belyan D.M., Dmitrieva I.A. Sbornik nauchnyh trudov TTI YUFU “Psihologiya i pedagogika” [Collection of scientific works TTI SFEDU "Psychology and pedagogy"]. Taganrog: TTI SFEDU, 2010, pp. 63-77.

7. Bershtein L.S., Bozhenyuk A.V. Nechetkie modeli prinyatiya resheniy: deduktsiya, induktsiya, analogiya [A fuzzy model of decision-making: deduction, induction, analogy], Taganrog: TSURE, 2001. 110 p.

8. Zade L. Ponyatie lingvisticheskoy peremennoy i ego primenenie k prinyatiyu priblizhennyh resheniy [The concept of a linguistic variable and its application to the adoption of approximate solutions]. Moscow, 1976. 165p.



9. Pospelov D.A. Nechetkie mnozhestva v modelyah upravleniya i iskusstvennogo intellekta [Fuzzy sets in management models and artificial intelligence]. Moscow, 1986. 312 p.

10. Huang, C. Fuzzy risk assessment of urban natural hazards. C. Huang. Fuzzy Sets and Systems. 1996. № 83. pp. 271 - 282.

11. Karwowski, W. Fuzzy concepts in Human Factors. Karwowski, W., Mital A. Ergonomics Research. Application of Fuzzy Theory in Human Factors. 1986. pp. 41 - 53.