

УДК 658.382

**Б. В. Севастьянов**, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Р. О. Шадрин**, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛА ПОСТРАДАВШИХ СО СМЕРТЕЛЬНЫМ ИСХОДОМ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В ОТРАСЛИ ЭНЕРГЕТИКИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Исследованы тенденции изменения коэффициентов частоты со смертельным исходом и показателей профессиональной заболеваемости в отрасли энергетики Удмуртской Республики, разработаны математические модели, рассчитаны прогнозируемые величины.*

**Ключевые слова:** безопасность, травматизм, несчастные случаи на производстве, профессиональные заболевания.

**А**нализ травматизма на производстве по видам экономической деятельности Удмуртской Республики проводился по данным за 2004–2009 годы. Это связано с тем, что в 2003 году Росстат перешел на новую классифика-

цию организаций ОКВЭД, которая значительно отличается от предыдущей (ОКОНХ).

Исходные данные о прогнозируемых показателях по видам экономической деятельности представлены в табл. 3.1–3.4.

**Таблица 3.1. Среднесписочная численность работающих в отрасли энергетики и по Удмуртской Республике за 2004–2009 годы, тыс. чел.**

| Вид экономической деятельности | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Удмуртская Республика          | 343,6   | 351,9   | 357,9   | 339,1   | 324,5   | 291,8   |
| Отрасль энергетики             | 17,0    | 17,6    | 17,3    | 17,7    | 14,7    | 17,8    |

**Таблица 3.2. Численность пострадавших со смертельным исходом в отрасли энергетики и по Удмуртской Республике за 2004–2009 годы, чел.**

| Вид экономической деятельности | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Удмуртская Республика          | 28      | 30      | 31      | 33      | 17      | 18      |
| Отрасль энергетики             | 4       | 5       | 2       | 1       | 2       | 1       |

**Таблица 3.3. Численность лиц с установленным в отчетном году профессиональным заболеванием в отрасли энергетики и по Удмуртской Республике за 2004–2009 годы, чел.**

| Вид экономической деятельности | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Удмуртская Республика          | 66      | 47      | 33      | 28      | 32      | 59      |
| Отрасль энергетики             | 4       | 0       | 0       | 0       | 0       | 1       |

**Таблица 3.4. Израсходовано на мероприятия по охране труда за год в отрасли энергетики и по Удмуртской Республике за 2004–2009 годы, тыс. руб.**

| Вид экономической деятельности | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Удмуртская Республика          | 2221,3  | 2519,4  | 3155,6  | 4194,5  | 5488,4  | 4992,5  |
| Отрасль энергетики             | 2177,4  | 2347,8  | 3115,0  | 3257,5  | 3930,7  | 3961,0  |

Представим коэффициент частоты смертности в следующем виде:

$$K_{cm}(t) = \sum_{i \in \Omega} p_i(t) \cdot K_{cmi}(t),$$

где  $p_i(t)$  – доля работников, занятых в  $i$ -м виде экономической деятельности в год  $t$ ;  $K_{cmi}(t)$  – коэффициент частоты смертности в  $i$ -м виде экономической деятельности в год  $t$ ;  $\Omega = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, N, O\}$  – литера вида экономической деятельности в соответствии с ОКВЭД.

Распределение коэффициента частоты травматизма отрасли энергетики Удмуртской Республики представлено в табл. 3.5.

Структура коэффициента частоты смертельных исходов за 2004–2009 годы по отрасли энергетики Удмуртской Республики приведена в табл. 3.6.

Для прогноза числа смертельных исходов по видам экономической деятельности будем рассматривать пирамидальную модель распределения травматизма. Сделаем предположение о том, что для каждого вида экономической деятельности, где были случаи травматизма со смертельным исходом, коэффициент будем определять по формуле

$$K_{\text{сми}}(t) = \gamma_i K_{\text{чи}}(t),$$

где  $\gamma_i$  – доля смертельных исходов в  $i$ -м виде экономической деятельности. А по видам экономической деятельности, где не было зафиксировано смертельных случаев, будем считать, что этот показатель равен константе

$$K_{\text{сми}}(t) = \gamma^0 K_{\text{чи}}(t),$$

где  $\gamma^0 = 0,019$  – средний показатель по всем видам экономической деятельности за 2004–2009 годы. В табл. 3.7 представлены оценки параметра  $\gamma_i$  за 2004–2009 годы как отношения  $\gamma_i = K_{\text{сми}}(t)/K_{\text{чи}}(t)$ .

Таблица 3.5. Численность пострадавших со смертельным исходом в отрасли энергетики и по Удмуртской Республике за 2004–2009 годы

| Вид экономической деятельности | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Удмуртская Республика          | 0,081   | 0,085   | 0,087   | 0,097   | 0,052   | 0,062   |
| Отрасль энергетики             | 0,235   | 0,285   | 0,116   | 0,057   | 0,136   | 0,056   |

Таблица 3.6. Структура коэффициента частоты пострадавших со смертельным исходом на 1 000 человек в отрасли энергетики и по Удмуртской Республике за 2004–2009 годы, %

| Вид экономической деятельности | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | Среднее |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Удмуртская Республика          | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   |
| Отрасль энергетики             | 14,3    | 16,7    | 6,5     | 3,0     | 11,8    | 5,6     | 9,6     |

Таблица 3.7. Оценка отношения коэффициента частоты смертельных исходов к коэффициенту частоты травматизма  $\gamma_i$  в отрасли энергетики и по Удмуртской Республике за 2004–2009 годы, %

| Вид экономической деятельности | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | Среднее |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Удмуртская Республика          | 1,63    | 1,82    | 2,01    | 2,51    | 1,50    | 2,00    | 1,91    |
| Отрасль энергетики             | 7,27    | 9,62    | 6,25    | 2,78    | 6,06    | 2,38    | 5,73    |

Заметим, что коэффициент  $\gamma_i$  не является безусловным индикатором степени повышенного риска травматизма со смертельными исходами в видах экономической деятельности. Это связано с дискретностью рассматриваемых объектов, относительно небольшими объемами данных и малым числом рассматриваемых случаев. В данной работе  $\gamma_i$  используется только при вычислении коэффициента частоты смертельных случаев в прогнозируемые годы.

Результаты прогнозирования числа смертельных исходов по видам экономической деятельности представлены в табл. 3.8.

Анализ данных профессиональных заболеваний по видам экономической деятельности Удмуртской Республики проводился по данным за 2004–2008 годы, представленным в табл. 3.3.

Определим число лиц с установленными профессиональными заболеваниями на 2010–2014 годы на основе структуры профзаболеваний, прогноза коэффициента частоты профзаболеваний и прогноза численности работающих по видам экономической дея-

тельности Удмуртской Республики. Коэффициент частоты для  $i$ -го вида экономической деятельности рассчитывается следующим образом:

$$K_{\text{пзи}}(t) = \frac{K_{\text{пз}}(t) \rho_i(t)}{p_i(t)},$$

где  $\rho_i(t)$  – доля  $i$ -го вида экономической деятельности в структуре профессиональных заболеваний Удмуртской Республики с поправкой на предположение о том, что численность по всем видам экономической деятельности, кроме «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» и «Обрабатывающие производства», не изменяются. Наиболее вероятное число профзаболеваний вычисляется по формуле

$$m_{\text{пзи}}(t) = K_{\text{пзи}}(t) L_{i_i}(t).$$

Результаты прогнозирования наиболее вероятного числа зарегистрированных профессиональных заболеваний по видам экономической деятельности представлены в табл. 3.9.

Таблица 3.8. Прогноз числа смертельных исходов в отрасли энергетики и по Удмуртской Республике на 2010–2014 годы, чел.

| Вид экономической деятельности | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Удмуртская Республика          | 20      | 19      | 17      | 15      | 13      |
| Отрасль энергетики             | 2       | 2       | 2       | 2       | 2       |

Таблица 3.9. Прогноз числа профессиональных заболеваний в отрасли энергетики и по Удмуртской Республике на 2010–2014 годы, чел.

| Вид экономической деятельности | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Удмуртская Республика          | 43      | 41      | 39      | 35      | 31      |
| Отрасль энергетики             | 1       | 1       | 0       | 0       | 0       |

**Библиографические ссылки**

1. *Севастьянов Б. В.* Разработка модели прогнозирования и управления рисками повреждения здоровья работающими. Отчет по НИР по государственному контракту от 23 августа 2010 г. № 28/МТ-10 / Б. В. Севастьянов, А. П. Тюрин, Р. О. Шадрин, И. Г. Русяк, В. Г. Суфиянов, И. В. Васильева. – Ижевск : ИжГТУ, 2010.

2. Теория систем и системный анализ в управлении организациями : Справочник : учеб. пособие / под ред. В. Н. Волковой и А. А. Емельянова. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 848 с.

3. *Севастьянов Б. В., Лусина Е. Б., Тюрикова И. Г.* Управление безопасностью труда : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. В 2 ч. / под общ. ред. проф.

Б. В. Севастьянова. – Ч. I. Государственное управление охраной труда. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2010. – 296 с.

4. Доклад «Состояние условий и охраны труда в Удмуртской Республике в 2009 году и меры по их улучшению» // Министерство труда Удмуртской Республики. – URL: <http://mintrud.udmurt.ru/>

5. *Gretl User's Guide: Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library.* – URL: <http://gretl.sourceforge.net>

6. *Saini Rautaharju.* ТУТА-модель – модель для оценки расходов создания условий труда в машиностроительных фирмах. – М. : Министерство труда, отдел охраны труда, 1995. – 48 с.

7. *Prais S. J., Winsten C. B.* Trend Estimators and Serial Correlation // Cowles Commission Discussion Paper No. 383. – Chicago, 1954.

*B. V. Sevastyanov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*R. O. Shadrin*, Postgraduate Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Prediction of Number of Victims Fatalities and Occupational Morbidity in the Energy Sector of the Udmurt Republic**

*Trends in fatalities and occupational diseases in the energy sector of the Udmurt Republic are investigated. Mathematical models are elaborated and predicted indicators are calculated.*

**Key words:** safety, injury rate, industrial mortal accidents, occupational diseases.

УДК 004.932.75'1

**Н. С. Исупов**, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**А. В. Кучуганов**, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**РАСПОЗНАВАНИЕ СЛИТНЫХ РУКОПИСНЫХ ТЕКСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

*Представлен краткий обзор основных методик распознавания. Предложен новый подход в распознавании слитных рукописных текстов, основанный на представлении векторизованного текста в виде нечетких нагруженных графов.*

**Ключевые слова:** распознавание, нечеткая логика, нечеткий граф, рукописный текст, типовой опорный узел, эталон.

Существует множество работ, связанных с автоматизацией процесса распознавания графических изображений, начиная с печатных символов и до обработки трехмерных изображений [1, 2]. Используются различные методики по улучшению качества исходного изображения и выделению признаков, по которым ведется распознавание. Тем не менее возможности интеллектуального анализа изображений с помощью компьютеров оставляют желать лучшего. Так, например, существует острая необходимость в создании эффективных систем распознавания рукописных текстов.

Известны несколько крупных проблем в задаче распознавания рукописных текстов:

- большое количество разновидностей почерка;
- индивидуальные особенности почерка, такие как раздельное написание некоторых элементов слов или наличие декоративных элементов;
- сложность выявления отдельных символов в слитном рукописном слове;

- зависимость написания символа от его положения в слове.

На данный момент существует ряд систем распознавания текстов, например ABBYY Finereader, OmniPage, OCR CUNEIFORM, Readiris, Microsoft Office Document Imaging. Все они довольно успешно справляются с задачей распознавания печатных текстов, в то время как задача распознавания слитных рукописных текстов является нерешенной.

В теории распознавания образов выделяются различные группы признаков, по которым ведется сравнение распознаваемой области и эталона. По типу выделяемых признаков методы распознавания делятся [3]:

- на статистические;
- детерминированные;
- логические;
- структурные, или лингвистические;
- нейросистемные.