

Дейнеко Н.В., к.т.н.
Національний університет цивільного захисту України
Мишеніна О.С.
ТОВ «Завод «ТехноНіколь», м. Дніпродзержинськ

ОБГРУНТУВАННЯ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУ РІВНЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ

Управління охороною праці на державному, а також на виробничому рівнях не може бути здійснено без урахування прогностичних оцінок. Показано, що використовуючи дані щодо нещасних випадків в Україні та Харківській області за 2009–2013 роки, були отримані лінійні моделі, які можна застосовувати для короткострокового прогнозу загального професійного ризику та професійного ризику зі смертельними наслідками. Аналогічним чином були визначені моделі для провідних виробничих об'єднань Харківщини, які зумовлюють рівень професійного ризику в області. Визначено, що застосування прогностичних моделей дозволяє здійснювати порівняльний аналіз вжитих профілактичних заходів за короткостроковий та більш довгий періоди, які можна використовувати для короткострокового прогнозу загального професійного ризику

Ключові слова: виробничий травматизм, короткостроковий прогноз, професійний ризик, експоненціальна залежність, прогностична оцінка.

Дейнеко Н.В., к.т.н.
Национальный университет гражданской защиты Украины
Мишеніна О.С.
ООО «Завод «ТехноНіколь», г. Днепродзержинск

ОБОСНОВАНИЕ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

Управление охраной труда на государственном, а также на производственном уровнях не может быть осуществлено без учета прогностических оценок. Показано, что используя данные по несчастным случаям в Украине и Харьковской области за 2009–2013 годы, были получены линейные модели которые можно применять для краткосрочного прогноза общего профессионального риска и профессионального риска со смертельным исходом. Аналогичным образом были определены модели для ведущих производственных объединений Харьковщины, которые обуславливают уровень профессионального риска в области. Определено, что применение прогностических моделей позволяет осуществлять сравнительный анализ принятых профилактических мероприятий по краткосрочный и более длинный периоды, которые можно использовать для краткосрочного прогноза общего профессионального риска

Ключевые слова: производственный травматизм, краткосрочный прогноз, профессиональный риск, экспоненциальная зависимость, прогностическая оценка.

Deyneko N., PhD
National University of Civil Defense of Ukraine
Mishenina O.
LLC «Technonikol», Dneprodzerzhinsk

JUSTIFICATION SHORT-TERM FORECASTS OF LEVEL OCCUPATIONAL RISK

The issue of safe working conditions, prevention of occupational injuries and occupational diseases in manufacturing were, are and should remain one of the most important and relevant to any enterprise, regardless of ownership, size of enterprises and number of employees. Condition of occupational safety remains important and topical in Ukraine.

Increased attention to safety problems due to the fact that, despite the measures taken at national level, employers of occupational accidents in general in the country remains high. One of the most visible indicators of this problem is the statistics of occupational injuries. Despite some positive developments, including the reduction of the total number of cases of occupational injuries in recent years, the level of fatal accidents in Ukraine remains one of the highest compared with European countries. According to foreign experts who worked on the program of the ILO in Ukraine, a large number of accidents with fatalities due inadequate training workers and employers on health and lack of proper monitoring of workplace safety and compliance with established standards.

Absolute numbers of occupational injuries, as primary indicators describing working conditions in the enterprise, industry or region, obtained by mixing and compilation of enterprises. However, the absolute figure alone does not always give the correct assessment of occupational risk. At the same time, as the number of insured to date is an actual number of employees, it allows you to move relative to the use of indicators that are the basis for comparison of different objects monitoring. As the same estimates used to determine the corrective management actions using absolute increase from the previous year. Go to the ratios allows the first stage as the indicators for monitoring improvement of safety ratios to choose the frequency of occupational injuries per thousand employees.

Enough universal character representation of long-term prognosis accident risk (the risk of an accident with fatal consequences) as an exponential equation to determine the trend for short-term (1 – 2 years) prediction of occupational risk for initial data that correspond to the same parameters for the last 5 – 7 years.

As for linear dependencies enough statistical data for the past 5 – 7 years, this forecast could be used for the third level of management monitoring safety, ie the level of manufacturing enterprises. As a result, so by models for the leading industrial associations Kharkiv, as they determine the level of occupational risk in the region.

The initial data to develop a method of short-term forecasting of labor protection used statistics that characterize injuries production in Ukraine in Kharkiv region and some enterprises for 2009 – 2013.

Shown that short-term forecasting of occupational risk at the national, regional and site level it is advisable to use a linear model. It was determined that the use of predictive models allows comparative analysis undertaken preventive measures for the short and longer periods.

Keywords: *occupational injuries, short-term forecast, the occupational risk, exponential dependency, projected estimation.*

Вступ. У науково-технічній літературі [1, 2] відзначається, що управління соціальними системами, до яких належить і система управління охороною праці [3], повинно здійснюватися за результатами аналізу прогностичних оцінок. Це підкреслено й у системі менеджменту професійного здоров'я і безпеки OSHAS 18001:2007, яка є частиною реалізації стратегії управління професійними ризиками у виробничій діяльності [4].

Аналіз останніх джерел досліджень та публікацій показав, що в Україні існуюча система моніторингу виробничого травматизму [5] використовує абсолютні показники, тоді як у роботі [6] та в науково-технічній літературі [7, 8] відмічено, що управління у сфері охорони праці повинно здійснюватися за відносними показниками.

Аналіз стану охорони праці в Україні та в окремих галузях народного господарства, а також окремих областей, який було проведено в роботі [9], показав, що для довгострокового прогнозування рівня професійного ризику доцільно використовувати експоненціальну модель. Проте вона вимагає наявності вихідних даних за останні 15 – 20 років і не дозволяє оцінити існуючий у конкретний момент (рік) рівень професійного ризику та спрогнозувати його на короткостроковий (1 – 2 роки) термін.

Постановка завдання. Усе це свідчить про те, що існує необхідність у розробленні математичної моделі, здатної забезпечити адекватний рівень короткострокового прогнозу рівня професійного ризику.

Основний матеріал і результати. Достатньо універсальний характер подання довгострокового прогнозу ризику виникнення нещасного випадку $V_{нев}$ (ризик виникнення нещасного випадку зі смертельними наслідками $V_{см}$) у вигляді експоненціального тренду подано в роботі [9]

$$V_{нев(см)} = A_0 \cdot e^{\lambda t}, \quad (1)$$

де A_0 – оцінка ризику виникнення нещасного випадку, котра відповідає тому року, з якого починався розрахунок тренда [рік⁻¹];

λ – інтенсивність виробничого травматизму [рік⁻¹];

t – період, котрий оцінюють [рік].

дозволяє визначити рівняння для короткострокового (1 – 2 роки) прогнозування рівня професійного ризику за вихідними даними, що відповідають аналогічним показникам за останні 5 – 7 років. Для цього експоненціальну залежність уявімо у вигляді ряду Маклорена

$$V_{нев} = A_0 e^{\lambda t} = A_0 (\lambda t + (\lambda^2 t^2) / 2! + (\lambda^3 t^3) / 3! + \dots). \quad (2)$$

У першому наближенні, яке відповідає короткостроковому прогнозу, експоненціальна залежність може розглядатись у вигляді лінійної функції

$$V_{нев} \approx A_0 (\lambda t). \quad (3)$$

З використанням даних щодо нещасних випадків в Україні та Харківській області за 2009 – 2013 роки [8] були отримані лінійні моделі (див. рис.1), які можна використовувати для короткострокового прогнозу загального професійного ризику:

$$V_{нев} (Україна) = 0,023 \cdot t + 47,52, \quad (4)$$

$$V_{нев} (Хар.обл.) = 0,025 \cdot t + 51,81 \quad (5)$$

та професійного ризику зі смертельними наслідками (див. рис.3)

$$V_{см} (Україна) = 0,00003 \cdot t - 0,0058, \quad (6)$$

$$V_{см} (Хар.обл.) = 0,0025 \cdot t + 4,9935, \quad (7)$$

де $t = T - 2009$; T – рік, в якому оцінюється показник.

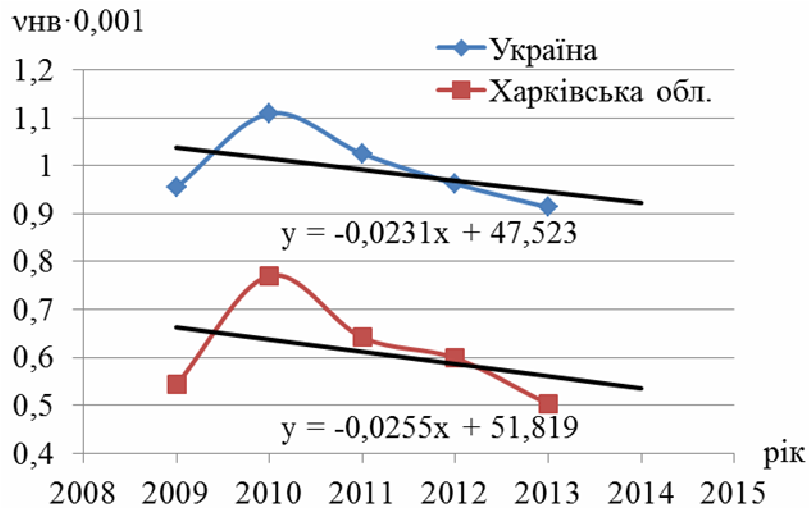


Рисунок 1 – Зміна показника професійного ризику в Україні та Харківській області за 2009 – 2013 роки

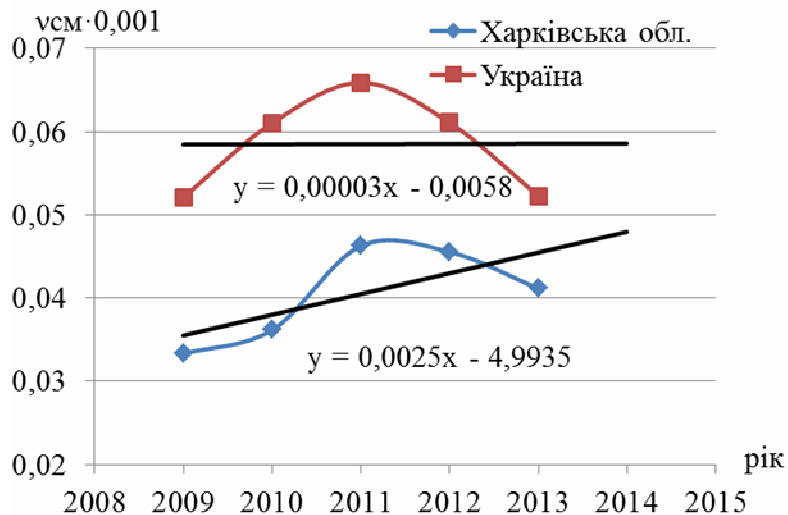


Рисунок 2 – Зміна показника професійного ризику зі смертельними наслідками в Україні та Харківській області за 2009 – 2013 роки

Аналіз отриманих результатів показує позитивну динаміку виробничого травматизму не тільки в Україні й у Харківській області (рис. 1) і дозволяє очікувати подальшого зменшення показників професійного ризику. Проте це не стосується показників професійного ризику зі смертельними наслідками (див. рис. 2). Аналіз отриманих залежностей (6) – (7) показує, що якщо в Україні останнім часом цей показник фактично стабілізувався, то в Харківській області можна очікувати підвищення рівня професійного ризику зі смертельними наслідками. Це може бути, на нашу думку, результатом зростання промислового виробництва в регіоні без приділення належної уваги профілактиці травматизму.

Оскільки для отримання лінійних залежностей достатньо статистичних даних за останні 5 – 7 років, то такий прогноз може використовуватись і для третього рівня управління моніторингом охорони праці, тобто для рівня виробничих підприємств. Аналогічним чином були визначені моделі для провідних виробничих об'єднань Харківщини, оскільки саме вони зумовлюють рівень професійного ризику в області.

Наприклад, для виробничих об'єднань «Турбоатом» та «Завод ім. Малишева» (див. рис. 3) ці моделі мають вигляд:

$$V_{нев} (\text{ВО «Турбоатом»}) = -0,291 \cdot t + 588,2, \quad (8)$$

$$V_{нев} (\text{ВО «Завод ім. Малишева»}) = 0,037 \cdot t - 73,31. \quad (9)$$

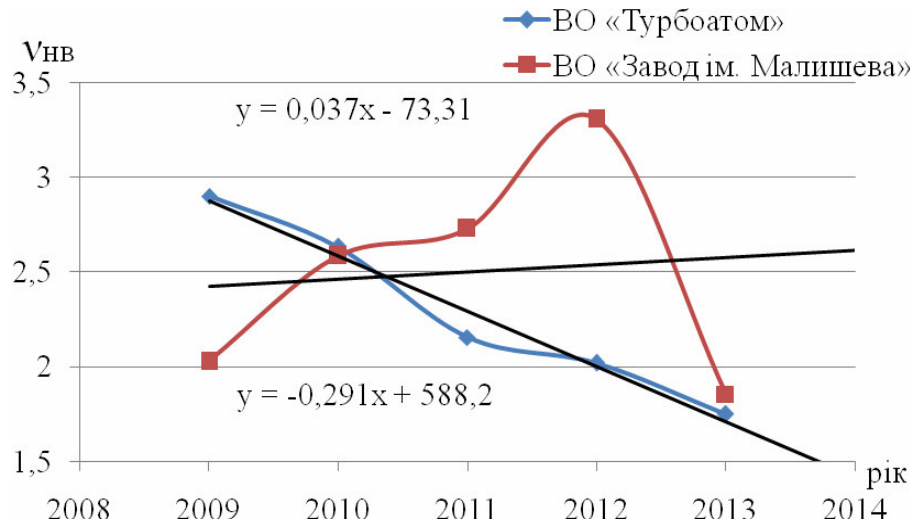


Рисунок 3 – Зміна показника професійного ризику на провідних виробничих об'єднаннях Харківщини за 2009 – 2013 роки

Негативна динаміка професійного ризику на заводі ім. Малишева зумовлена різким зростанням обсягів виробництва останнім часом [10], що підтверджує висновок щодо зростання рівня професійного ризику в Харківській області.

Одночасно застосування такого підходу до короткострокового прогнозу дозволяє перейти і до показників довгострокового прогнозу, а саме інтенсивності виробничого травматизму λ , за параметрами лінійної функції A_0 та b , а також часу t короткострокового прогнозу, оскільки

$$v_{нев} \approx A_0(\lambda t) = A_0 + b \cdot t. \quad (10)$$

Звідси

$$A_0(\lambda t) - A_0 - b \cdot t = 0 \quad (11)$$

і відповідно

$$\lambda \approx \frac{1}{t} + \frac{b}{A_0}. \quad (12)$$

Це дозволяє провести порівняльний аналіз того, наскільки вжиті заходи останнім часом були ефективними порівнянно з попереднім достатньо довгим періодом.

Наприклад, в Україні інтенсивність виробничого травматизму за останні п'ять років становила

$$\lambda \approx \frac{1}{5} + \frac{-0,07}{1,04} \approx 0,133, \quad (13)$$

а в Харківській області –

$$\lambda \approx \frac{1}{5} + \frac{-0,05}{0,61} \approx 0,118. \quad (14)$$

Порівняння з відповідними показниками інтенсивності виробничого травматизму ($\lambda_{1996-2012} = 0,095$ для України та $\lambda_{1990-2012} = 0,063$ для Харківської області) свідчить, що вжиті останнім часом заходи дали позитивний ефект.

Висновки:

– отримані моделі короткострокового прогнозу доцільно використовувати для управління моніторингом охорони праці на всіх рівнях (державному, регіональному й об'єктовому);

– показники короткострокового прогнозу професійного ризику дозволяють перейти до показників довгострокового прогнозу, а саме інтенсивності виробничого травматизму;

– застосування отриманих прогнозних моделей дає змогу здійснювати порівняльний аналіз того, наскільки ефективними будуть профілактичні заходи як на короткостроковий термін, так і на достатньо довгий період.

Література

1. Which management system failures are responsible for occupational accidents? / L. Bellamy, M. Mud, M. Damen, H. Baksteen, O. Aneziris, I. Papazoglu, A. Hale and J. Oh. // *Safety Science Monitor*. – 2010. – Vol 14. – P. 42 – 48.
2. Bottani E. L. Safety management systems: Performance differences between adopters and non-adopters. / E. L. Bottani, M. Vignali, G. Vignali // *Safety Science*. – 2009. – Vol. 47. – P. 155 – 162.
3. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2695-XII (зі зм. і доп.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.
4. OHSAS 18001 – OHSAS 18000 Occupational health and safety information, guidance and resources to support this standard. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.ohsas-18001-occupational-health-and-safety>.
5. Про затвердження Положення про службу страхових експертів з охорони праці, профілактики нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань: постанова Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України від 20.12.2011 № 63 // *Офіційний вісник України*. – 3 лютого 2012. – С. 133.
6. Таїрова Т. М. *Методологічні засади моніторингу виробничого травматизму* / Т. М. Таїрова. – К. : Основа, 2014. – 201 с.
7. Гандзюк М. П. *Основи охорони праці* / М. П. Гандзюк, Е. П. Желібо, М. О. Халимовський. – К. : Каравела, 2005. – 393 с.
8. Запорожець О. І. *Основи охорони праці* / О. І. Запорожець, О. С. Протоєрейський, Г. М. Франчук, І. М. Боровик. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
9. Єрьомін О. В. *Розробка моделей для довгострокового прогнозування рівня професійного ризику* / О. В. Єрьомін, Н. В. Дейнеко, В. М. Стрілець // *Проблеми надзвичайних ситуацій: зб. наук. пр.* – 2014. – Вип. 20. – С. 44 – 52.
10. Офіційний сайт заводу ім. Малишева. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.malyshevplant.com>.

© Дейнеко Н.В., Мішеніна О.С.
Надійшла до редакції 1.12.2015