

## ОСНОВНІ АСПЕКТИ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

*О. Є. Кружилко, канд. техн. наук, Ю. О. Полукаров, інж. (ННДІОП)*

*Выполнен анализ существующих методов прогнозирования производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. Определены задачи и требования к информационно-аналитической системе предупреждения профессиональной заболеваемости. Обоснована целесообразность применения распределения Пуассона при прогнозировании уровня профессиональной заболеваемости.*

Травматизм і професійна захворюваність – об’єктивні характеристики стану охорони праці. Від результатів аналізу причин нещасних випадків та професійних захворювань, запланованих та реалізованих заходів щодо попередження таких випадків залежать економічні показники підприємства. Своєчасна і цілеспрямована профілактична працезахоронна діяльність дозволить знизити рівень травматизму та професійної захворюваності і, як наслідок, втрати, пов’язані з компенсаціями потерпілим, виплатами штрафів тощо.

Методи прогнозування дають можливість оцінити ефективність профілактичних заходів [1]. Однак, якщо рівень травматизму і профзахворюваності у звітному періоді менший, ніж у попередньому, то це ще не означає, що працезахоронна діяльність ведеться на належному рівні. Тільки зниження рівня травматизму та профзахворюваності порівняно з даними, отриманими за методикою прогнозу, може свідчити про ефективну профілактичну роботу. Проте на сьогодні не існує універсального методу, який би дозволяв реально оцінювати стан у тій чи іншій галузі за конкретний проміжок часу. Відчутною проблемою є також відсутність тематичних баз даних з питань засобів індивідуального захисту. Існуючі системи мають переважно рекламний характер і не передбачають аналітичної функції.

Метою даної статті є обґрунтування необхідності розроблення нових науково-методичних основ прогнозування рівня профзахворюваності та травматизму.

Основні задачі дослідження:

проведення аналізу існуючих методів прогнозування рівня профзахворювання та травматизму;

розроблення нового алгоритму розрахунку рівня профзахворюваності та травматизму;

формування науково-методичних вимог до інформаційно-аналітичної системи попередження професійної захворюваності.

Для аналізу виробничого травматизму на підприємствах найчастіше використовують такі методи: статистичні, топографічні, монографічні,

економічні, ергономічні, психофізіологічні, метод експертних оцінок, імовірнісний метод та ін. [1, 2].

**Статистичні методи** базуються на використанні кількох статистичних показників, на їх кількісному аналізі. Щоб оцінити рівень травматизму, необхідно розрахувати множину загальноприйнятих для сфери охорони парці показників [1, 3].

Коефіцієнт частоти загального травматизму характеризує кількість нещасних випадків, що припадають на тисячу працюючих за період, який аналізується:

$$K_{\text{ч}} = \frac{n}{p} \cdot 1000, \quad (1)$$

де  $n$  – кількість нещасних випадків за період, що аналізується;  $p$  – середньооблікова кількість працівників за цей же період.

Як свідчать статистичні дослідження в Україні,  $K_{\text{ч}}$  становить 4...5, найвищий рівень спостерігається у вугільній та машинобудівній галузях промисловості, АПК.

Коефіцієнт важкості травматизму характеризує середню тривалість періоду непрацездатності, що припадає на один нещасний випадок:

$$K_{\text{в}} = \frac{D}{n}, \quad (2)$$

де  $D$  – загальна кількість днів непрацездатності.

Коефіцієнт виробничих втрат характеризує кількість днів непрацездатності, що припадає на тисячу працюючих:

$$K_{\text{вв}} = K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{в}} = \frac{D}{p} \cdot 1000. \quad (3)$$

Коефіцієнт нещасних випадків, що закінчились смертю або каліцтвом

$$K_{\text{ск}} = \frac{n_{\text{ск}}}{n} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

де  $n_{\text{ск}}$  – кількість нещасних випадків, що закінчились смертю або каліцтвом.

Ці коефіцієнти дають можливість вивчати динаміку травматизму, порівнювати його рівень на різних підприємствах.

Недоліком статистичного методу є те, що його застосування можливе лише після накопичення великої кількості даних про нещасні випадки та професійні захворювання. Крім того, статистичний метод не передбачає аналізу причин і обставин нещасних випадків.

**Топографічні методи** дозволяють вести більш ефективну боротьбу з травматизмом [2]. Суть їх полягає у тому, що на планах цеху (підприємства) умовними позначеннями помічають місця, де відбулися травми. Таким чином можна виявити робочі місця з підвищеною небезпекою, які вимагають ретельного обстеження та відповідних профілактичних заходів. Однак ці методи не дозволяють виявляти фактори, які найбільше впливають на рівень травматизму та профзахворювань.

**Монографічні методи** – спеціальні комплексні методи, суть яких полягає в дослідженні умов праці й відпочинку, аналізі обладнання, технологічних процесів, режиму праці [2]. Ці методи ґрунтуються на аналізі небезпечних та шкідливих факторів, властивих лише тій чи іншій ділянці виробництва, обладнанню, технологічному процесу. При цьому використовуються результати статистичного аналізу, топографічного та інших методів. Монографічні методи дозволяють виявити ті технологічні процеси, обладнання, умови праці та відпочинку, які вимагають зміни або вдосконалення. Однак суттєвим недоліком цих методів є їх складність, пов'язана з великою кількістю критеріїв, що використовуються для оцінки рівня професійної захворюваності та травматизму.

**Економічні методи** використовуються для визначення ефективності охорони праці [7]. За допомогою цих методів, як правило, визначаються збитки від травматизму, професійних захворювань та оцінюються затрати, які необхідно здійснити для того, щоб усунути травматизм або суттєво його зменшити. Порівнюються різні варіанти рішень, спрямованих на зниження рівня травматизму та професійної захворюваності, і вибирається оптимальний варіант. Основний недолік методу той, що він не дозволяє визначати причини та фактори, що призвели до травм або профзахворювань.

**Метод експертних оцінок** дає змогу встановлювати найважливіші причини травматизму на основі оцінок (рангів), поставлених експертами. Для використання цього методу попередньо розроблюється перелік можливих причин травматизму. Картки з можливими причинами (факторами) роздаються експертам. Залежно від важливості фактора експерти просявляють відповідний ранг. Цей метод дає змогу визначити найвагомійші причини травматизму на підприємстві, ділянці, у цеху і визначити найдоцільніший шлях до покращення охорони праці. Однак цей метод вимагає попередньої перевірки компетентності експертів (іноді її проводять також методом експертних оцінок). Тому ефективність цього методу цілком залежить від рівня підготовки експертів.

Для здійснення інженерних розрахунків найпростішим є імовірнісний метод прогнозу [1], який реалізується в такій послідовності.

1. Визначається ймовірність хоча б однієї травми або професійного захворювання.

2. Оцінюється число травм і захворювань  $\Pi$  в майбутньому за час  $t_1$  (на підприємствах, ділянках, в бригадах зі сталою технологією).

$$\Pi = p \cdot t_1. \quad (5)$$

3. Визначається сумарний економічний збиток.

4. Визначаються затрати на заходи щодо попередження подібних нещасних випадків.

Використання цього методу дозволяє виявити на підприємстві найбільш небезпечні місця, розробити заходи профілактики і з урахуванням їх виділити відповідні асигнування. Крім того, цей метод може застосовуватися для проведення порівняльного аналізу міри ризику для різних підрозділів підприємства зі схожими умовами праці. До плюсів цього методу слід також зарахувати простоту та наочність, він не потребує великої кількості статистичних даних і знань експертів.

Щоправда, метод має ряд суттєвих недоліків. Одним з них є спрощений підхід до визначення розподілу випадкової величини. Це означає, що метод може бути застосований лише в тих випадках, коли розподіл випадкової величини може бути визначений (в окремому випадку – розподіл Пуассона) [6]. Однак шляхом обробки статистичних даних про нещасні випадки, що відбулися, можна отримати розподіл випадкової величини (який не підлягає розподілу Пуассона).

Для знаходження невідомої залежності за вибірковими даними можна використати методи регресійного аналізу (статистичні методи планування факторних експериментів) [2]. Однак ці методи вимагають великого об'єму статистичних даних, що на практиці виконати важко. До недоліків методу можна зарахувати невисоку точність прогнозів, суб'єктивний характер вибору вигляду конкретної залежності [3]. Крім того, регресійний аналіз вимагає вибірки даних, де число змінних не більше числа рядків (точок спостереження).

Як впливає з наведеного вище, існує досить багато методів аналізу виробничого травматизму та профзахворювань. Однак у чистому вигляді більшість з них непридатна для прогнозування профзахворювань.

За своєю природою професійні захворювання більш поширені, ніж травми або аварії. Статистика показує, що рівень профзахворюваності за останні роки не тільки не падає, але й зростає у деяких галузях промисловості [4]. В першу чергу це стосується хронічних профзахворювань (які набуваються людиною внаслідок тривалої дії шкідливого фактора). Таким чином, хронічна профзахворюваність має накопичувальний характер, отже, є більш прогнозованою величиною, ніж травматизм та аварії. Тому рівень профзахворюваності можна визначити за формулою

$$R = F(X) = F(X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (6)$$

де  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  – множина факторів, що зумовлюють рівень профзахворюваності (час, впродовж якого працівник знаходиться під впливом небезпечного чи шкідливого фактора, його доза, умови праці тощо).

В загальному випадку працівники зазнають дії шкідливих факторів впродовж не всієї робочої зміни. Можна стверджувати, що фактори не діють на працівників при налагодженні та підготовці пристроїв та механізмів до роботи, при вмиканні установок для запуску технологічного процесу. До цього періоду можна також зарахувати час, впродовж якого працівник знаходився поза впливом шкідливих факторів (відпочинок, тимчасова відсутність на робочому місці тощо).

Загальний час дії на працівника шкідливого фактора

$$T = \sum_{i=1}^n (t_i^3 - t_i^n) = \sum_{i=1}^n \Delta t_i^n, \quad (7)$$

де  $t_i^3$ ,  $t_i^n$  – час закінчення та початку дії шкідливого фактора на працівника протягом  $i$ -го проміжку часу.

Отже, фіксуючи час початку і закінчення дії шкідливого фактора, можна визначити загальний час дії шкідливого фактора на працівника. Якщо знати

умовну дозу впливу шкідливого фактора, яку отримує працівник за цей проміжок часу, можна обчислити “ступінь профзахворюваності” за будь-який період часу. З цього випливає, що систематично фіксуючи значення  $t_i^3$ ,  $t_i^п$  протягом робочої зміни та маючи довідкові дані щодо дози впливу шкідливих факторів на організм людини, можна прогнозувати рівень профзахворюваності працівника.

Якщо розглядати профзахворюваність як найпростіший потік подій (випадкову перервну величину, яка може приймати лише позитивні числа) то, згідно з законом Пуассона, імовірність безпечної роботи за певний проміжок часу  $t$  при  $k$  подіях

$$P_{k(t)} = \frac{(t\lambda)^k e^{-\lambda t}}{k!}, \quad (8)$$

де  $\lambda$  – інтенсивність потоку, тобто число подій, що відбуваються за одиницю часу;  $k = 0, 1, 2 \dots n$  [6].

Отже, імовірність відсутності загрози отримання профзахворювання за час  $t$  можна розрахувати за формулою

$$P_{k=0}(t) = e^{-\lambda t}. \quad (9)$$

Імовірність хоча б одного випадку профзахворювання за той же період

$$P_{k>0}(t) = 1 - e^{-\lambda t}. \quad (10)$$

Застосування такого підходу дозволить отримати прогнозну оцінку профзахворюваності на підприємстві. Важливою задачею є визначення  $\lambda$ , тобто середнього значення кількості подій за певний проміжок часу.

У випадку відсутності інформації про можливі наслідки проведення заходів з охорони праці або неможливості розрахунку за допомогою відомих методів необхідно створити спеціальний математичний апарат для визначення величини зниження втрат у вигляді інформаційно-аналітичної системи, яка б дозволяла:

за допомогою банку даних здійснювати ефективний вибір ЗІЗ залежно від умов праці;

оцінювати комплексний вплив небезпечних та шкідливих факторів на працівника;

забезпечувати керівників підприємств, фахівців відділів (служб) охорони праці та інших зацікавлених осіб систематизованою, актуалізованою інформацією з питань засобів індивідуального захисту;

прогнозувати наслідки дії на працівників множини шкідливих факторів залежно від умов праці на конкретних робочих місцях;

обґрунтувати плани працезохоронних заходів залежно від умов праці на підприємстві.

1. Крикунов Г. Н., Беликов А. С., Залунин В. Ф. Безопасность жизнедеятельности. – Днепропетровск: Пороги, 1992. – 414 с.

2. *Основи охорони праці: Підручник / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. / За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – К.: Основа, 2003. – 472 с.*
3. *Иберла К. Факторный анализ: Пер. с нем. – М.: Статистика, 1980. – 398 с.*
4. *Ивахненко А. Г. Непрерывность и дискретность. – К.: Наукова думка, 1990. – 224 с.*
5. *Дородников А. Г. Охрана труда в угольной отрасли: Учеб. пособие / Донбасский горно-металлургический ин-т. – Алчевск: ДГМИ, 2002. – 149 с.*
6. *Ещенко А. И. Основы теории риска: Учеб. пособие для студ., изучающих дисциплины «Охрана труда», «Безопасность жизнедеятельности», «Основы экологии» / Сумской гос. университет. – Сумы, 1998. – 147 с.*
7. *Бажин И. И. Информационные системы менеджмента. – М.: ГУ-ВШЭ, 2000. – 688 с.*