

УДК 331. 45. 658

О.Г. Ревук, О.Є. Кружилко, В.Д. Гулевець

**АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ЗНАЧИМОСТІ І ДОСТОВІРНОСТІ СТАТИСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО СТАН ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІДПРИЄМСТВА**

*Розроблено математичну модель ефективного застосування для оптимізації розподілу ресурсів на потреби охорони праці й формування плану заходів на майбутній період, а також для оцінювання значимості вірогідності статистичної інформації, використаної для прийняття управлінських рішень. Комплекс математичних моделей, які описують різні показники і процеси управління охороною праці, являють собою систему підтримки прийняття рішень.*

Головна мета управління охороною праці – забезпечення безпеки, збереження здоров'я і високої працездатності людини у процесі праці. Виконання поставленої задачі на практиці вимагає удосконалення методів контролю, аналізу, моделювання і прогнозування стану охорони праці. Традиційні форми управління умовами праці на сучасному етапі виявляються недостатніми, оскільки при плануванні заходів щодо розподілу ресурсів на потреби охорони праці не запроваджуються спеціальні алгоритми моделювання, які дозволяють оцінити наслідки виконання цих заходів. Тому на практиці управління переважають емпіризм і приватні рішення. Оцінити наслідки прийнятих управлінських рішень і на цій основі раціонально сформулювати план заходів можна за допомогою спеціальних математичних моделей. Математична модель – це система співвідношень, яка визначає характеристики станів об'єкта управління, а через них і керуючі впливи, при яких досягається оптимальне управління.

Основною використовуваною інформацією для управління охороною праці підприємства є: інформація про виробничий травматизм, форми звітності, витрати засобів на потреби охорони праці, виконання заходів з охорони праці та інша статистична інформація. Якісне управління охороною праці вимагає точності вихідних даних.

Точність статистичної інформації – це, насамперед, рівень відповідності документально зареєстрованого значення розглядуваного фактора дійсному його значенню. Відхилення значень зареєстрованих документально факторів від дійсних їхніх значень є помилками статистичного спостереження. Точність статистичних матеріалів забезпечується детальною розробкою бланків і інструкцій до їх заповнення та чіткою організацією роботи і систематичним контролем матеріалу.

Для максимально можливого зменшення числа випадків появи помилок необхідно розрізняти помилки різних видів і причини їх виникнення.

Залежно від характеру та ступеня впливу на кінцеві результати і якість управління, а також, виходячи з джерел і причин виникнення неточностей, допущених у процесі обліку інформації, виділяють помилки реєстрації і помилки репрезентативності.

Помилки реєстрації виникають внаслідок невірної встановлення фактів при обліку або неправильного їх запису. Ці помилки, у свою чергу, бувають випадковими і систематичними.

Випадкові помилки спостереження можуть виникати як з вини керівників, відповідальних за упорядкування документів, так і з вини реєстратора, а також через нечіткий облік на підприємствах та неуважність робітника при заповненні документів. Виникнення випадкових помилок попереджують організацією первинного обліку, ретельнимбором кваліфікованих кадрів, автоматизацією процесу обліку факторів.

Систематичні помилки можуть бути навмисними і ненавмисними. Навмисні помилки виникають внаслідок свідомого прагнення осіб, які виконують облік, перекрутити істину. Цей вид помилок найбільш небезпечний для досліджень і потребує значних зусиль для виявлення їх і усунення.

Ненавмисні помилки виникають через випадкові причини, неточність вимірювальних приладів, неувважність реєстратора тощо. Ці помилки не є небезпечними для результатів спостереження, оскільки підлягають виявленню засобами логічного контролю.

Помилки репрезентативності виникають у випадку, коли склад відібраного для дослідження підмножини сукупності недостатньо повно відображає склад усієї досліджуваної сукупності, хоч реєстрація зведень була проведена точно.

Таким чином, на якість управління охороною праці суттєво впливають систематичні навмисні помилки, які не піддаються виявленню засобами логічного контролю.

Як показує практика, статистичні дані з охорони праці в ряді випадків містять помилки і неточності внаслідок об'єктивних і суб'єктивних причин. Помилки через неувважність реєстратора в значній мірі можуть бути усунуті при використанні засобів автоматизації і спеціалізованого програмного забезпечення для запровадження і збереження інформації. У цьому випадку виключаються неточності через нерозбірливий почерк, помилки форматів і кодів уведених даних, а отже, й помилки, пов'язані з виконанням математичних розрахунків при формуванні документів. Проте існує ряд помилок (у більшості випадків допущених свідомо), які спотворюють реальні дані. Стандартні засоби логічного контролю ці помилки виявити не можуть. Отже, дуже актуальною є задача створення спеціальних алгоритмів, які дозволять оцінити ступінь вірогідності статистичної інформації. Як показав аналіз наукових праць в області охорони праці, подібні алгоритми не застосовувалися. Основою їх можуть стати математичні моделі, які описують залежність показників ефективного функціонування системи управління охороною праці стосовно реєстрованих факторів [1].

Стан показників ефективного функціонування системи управління охороною праці підприємства характеризує ряд факторів – соціально-економічні, технічні, організаційні тощо. Для відображення залежностей між показниками і факторами, які характеризують умови праці, необхідно розробити математичні моделі. Ці моделі є основою для оптимізації алгоритмів управління охороною праці [2].

Множину враховуваних впливових факторів позначимо через  $X$ , причому кожний з його елементів може приймати одне з можливих значень:

$$X_i = \{X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im}\}, \quad (1)$$

де  $s = \overline{1, m}$ ;  $n$  - число враховуваних факторів;  $x_{is}$  (де  $s = \overline{1, m}$ ) – упорядковані множини припустимих значень  $i$ -го фактора.

Деякому сполученню значень факторів відповідає визначений стан досліджуваного показника, зокрема, кожний нещасний випадок (НВ) можна розглядати як точку в  $m$ -мірному просторі.

Існує ряд підходів до визначення можливості події НВ у конкретних виробничих умовах. Зокрема, прогнозування кількості НВ і матеріальних наслідків від НВ може бути виконане за допомогою теоретико-імовірного методу [3]. На жаль, цей метод не дозволяє оцінити ступінь впливу факторів на досліджуваний показник. Методи статистичної обробки інформації дають змогу побудувати математичну модель досліджуваного показника. За побудованою моделлю можна не тільки розрахувати значення показника, але й виявити внесок кожного із факторів.

Для вирішення поставленої задачі був використаний регресійний аналіз. Як досліджувані показники прийнято число НВ, число непрацевдатних днів, розмір матеріальних збитків у результаті НВ. Для побудови залежності між показниками і

факторами, які характеризують умови праці, необхідно мати базу даних (БД) про НВ. Розглянемо процедуру побудови моделі на прикладі показника – числа днів непрацездатності  $Y$ . На підставі побудованої моделі визначимо ступінь впливу кожного з реєстрованих факторів й оцінимо точність вихідних даних.

Визначимо залежність  $Y = F(X)$ , де  $X$  – множина факторів, яка характеризує НВ.

Будь-яка функціональна залежність може бути подана у вигляді полінома Колмогорова-Габора [4]:

$$Y = a_0 + \sum_i a_i x_i + \sum_i \sum_j a_{ij} x_i \cdot x_j + \dots \quad (2)$$

де  $x_i, x_j$  – незалежні перемінні;  $a_0, a_j, a_{ij}$  – постійні коефіцієнти.

Отже, загальний вигляд залежності буде поліномний. Ця властивість визначення залежностей знайшла широке застосування в моделюванні різних показників охорони праці.

Розглянемо підготовку вихідних даних для розрахунків. Кожному значенню фактора  $x_i$  поставлений у відповідність деякий розмір, суть якого – міра небезпеки даного значення фактора стосовно інших значень; чим вище передбачена небезпека значення фактора, тим більше значення розміру. У даному випадку як міру небезпеки кожного зі значень фактора використано його відносну частоту появи в БД за аналізований проміжок часу (для кожної професії потерпілих):  $x_{0i} = \{x_{0i1}, x_{0i2}, \dots, x_{0im}\}$ . При цьому сума значень усіх коефіцієнтів відносної частоти дорівнює 1, допустимі значення для кожного коефіцієнта – 0-1.

Запропонований засіб виявлення міри небезпеки факторів є простішим, хоч на практиці для визначення вагових коефіцієнтів факторів можуть використовуватися методи експертних оцінок.

Аналогічно варто визначити коефіцієнти відносної частоти для значень всіх факторів. Тоді кожний НВ у БД буде визначатися кортежем коефіцієнтів відносних частот, підставлених замість відповідних кодів факторів. Таким чином, отримано масив вихідних даних із кількістю рядків, рівною кількості НВ і кількістю стовпчиків, що на одиницю більше від числа врахованих факторами (як перший стовпчик використовуємо значення досліджуваного показника). Отже, побудована математична модель відбиває залежність показників від врахованих факторів.

Використовуючи критерії перевірки гіпотез, слід визначити адекватність отриманої моделі вихідних даних. У випадку, коли модель адекватна, але коефіцієнт детермінації менше 1, можна зробити висновок про недостатню достовірність вихідних статистичних даних. Передбачається, що до перекручування схильна менша частина даних. Тобто із загальної множини точок варто виділити підмножину, яка вносить помилку. Необхідно оцінити ступінь відхилення показників, розрахованих за допомогою моделі, від фактичних показників для кожної точки множини  $X$ .

Запропонований алгоритм апробовано за допомогою даних з охорони праці одного з промислових підприємств (інформація про виробничий травматизм була подана за формою актів Н-1 положення про розслідування й урахування нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах й організаціях, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 10.08.93 за № 623).

На підставі зібраної інформації побудовані математичні моделі, які описували залежність показників травматизму від документально реєстрованих основних факторів.

Установлено, що дані про загальний стаж роботи постраждалого є в більшості випадків функціонально залежними від віку постраждалого, а отже, є надлишковими. Отже, врахування їх не підвищує інформативності процесу прийняття рішень управління станом

охорони праці. Крім того, дані, які реєструються в актах Н-1 про наявність провини підприємства, яке постраждало (0 – немає, 1 – є), і використовувані в математичній моделі, не впливають на результати моделювання, і часто відсіюються на підставі розрахованих коефіцієнтів кореляції. Отже, врахування їх у «бінарній» системі не є ефективним.

Таким чином, можна вважати цілком виправданим ту обставину, що в положенні про розслідування (що діє з 1998 р.) розглянуті поля будуть відсутні.

Для оцінки вірогідності статистичної інформації була використана інформація про виробничий травматизм, який реєструється за формою актів Н-1. Як показник була використана кількість днів непрацездатності. Математична модель, яка описує цю залежність, побудована за методом групового врахування аргументів, має коефіцієнт детермінації не нижче 0,975, що свідчить про високий ступінь адекватності моделі.

За допомогою побудованих моделей оцінено відхилення для кожної точки між фактичним значенням (zareєстрованої у відповідному акті) і розрахунковим. Як виявилось, незначне число точок мали відхилення, які перевищують 2,5%. Саме ці точки можна вважати недостовірними. Керівництво служби охорони праці підприємства провело оперативну перевірку достовірності zareєстрованих даних. У результаті встановлено, що в більшості виявлених актів були допущені систематичні помилки (навмисні і ненавмисні).

Підводячи результат проведеної роботи, можна зробити такі висновки.

Апарат математичного моделювання може ефективно застосовуватися в області охорони праці не тільки для оптимізації розподілу ресурсів на потреби охорони праці й формування плану заходів на майбутній період, але і для оцінки вірогідності й значимості інформації, використовуваної для прийняття управлінських рішень. Комплекс математичних моделей, які описують різноманітні показники і процеси управління охороною праці, являють собою систему підтримки прийняття рішень.

### Список літератури

1. *Ткачук С.П., Ткачук К.Н., Кружилко О.Є., Майстренко В.В.* Моделювання процесів управління в області охорони праці //Республіканський міжвідомчий науково-технічний збірник «Розробка рудних родовищ». – Кривий Ріг: Вид-во Криворізького техн. ун-ту. –1997. –Вип. 61. –С. 113-119.
2. *Ткачук С.П., Ткачук К.Н., Ревук А.Г., Кружилко О.Є.* Методологічні основи визначення критеріїв оцінки умов праці // Охорона праці. – 1996. – № 8. – С.34-39.
3. *Крикунов Г.Н., Беликов А.С., Залуний В.Ф.* Безопасность жизнедеятельности. – Днепропетровськ: Пороги, 1992. – 414 с.
4. *Ивахненко А.Г., Мюллер И.А.* Самоорганизация прогнозирующих моделей. – К.: Техніка, 1985. – 221 с.

Стаття надійшла до редакції 3 листопада 1999 року.