

ОПИС АЛГОРИТМУ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ

*Полукаров О.І., канд. техн. наук, доц. (каф. ОПЦБ НТУУ “КПІ”),
Путін О.Ю., студент (ФБТ НТУУ “КПІ”)*

Комплексне застосування методів математичного моделювання та експертних при створенні інформаційно-аналітичної системи в галузі охорони праці дозволить перейти до нової технології прийняття рішень, яка має такі переваги в порівнянні з традиційною технологією: можливість вирішувати завдання управління наглядною діяльністю, що важко формалізуються; оперативність у виробленні і прийнятті управлінських рішень; зниження об'ємів монотонного рутинної праці при роботі з інформаційними матеріалами.

За результатами аналізу існуючих методів математичного моделювання встановлено, що основними для вирішення поставленої задачі є статистичний аналіз (насамперед, регресійний аналіз) та імовірнісні методи. Крім названих методів були розглянуті та проаналізовані також: метод групового урахування аргументів; метод регресорів; метод динамічного моделювання; методи мережевого планування.

Для кожного з цих методів були окреслені напрямки їх можливого використання для моделювання показників травматизму, визначені задачі, для вирішення яких доцільно використовувати ті чи інші методи.

Отримані результати дозволили перейти до розроблення математичних моделей показників травматизму на підприємствах.

За допомогою аналітичних методів математичного моделювання, насамперед регресійного аналізу та методу групового урахування аргументів, вдалося виявити залежність між показниками травматизму та чинниками, що на них впливають, а також отримати математичний вираз цієї залежності. Під час планування заходів щодо забезпечення безпечних (нешкідливих) умов функціонування треба враховувати весь спектр існуючих небезпек. Саме їх було покладено в основу запропонованого алгоритму математичного моделювання показників виробничого травматизму.

Алгоритм складається з таких етапів.

Етап 1. Виявлення множини чинників, що впливають на досліджуваний показник. Формування масивів статистичних даних ретроспективного характеру для кожного з множини виявлених чинників та показника.

Етап 2. Визначення для показника та чинників шкал їх оцінювання. Оскільки початкові дані можуть мати як кількісний так і якісний характер, слід забезпечити спеціальну процедуру, яка б дозволила сформуванню масиву кількісних даних для подальших математичних розрахунків. Слід зауважити, що для галузі охорони праці доцільно використовувати шкалу оцінювання чинників, при якій значення змінної, що апроксимує чинник, пропорційно рівню небезпеки (шкідливості) цього чинника.

Етап 3. Формування масиву початкових даних у вигляді таблиці.

Таблиця 2.1

Масив початкових даних для застосування методів статистичного аналізу

№ періоду	Показник	Чинники		
		X_1	...	X_n
1	y_1	x_{11}	...	x_{n1}
...
m	y_m	x_{1m}	...	x_{nm}

Етап 4. Формування звітних документів з використанням баз даних. Звітні документи за встановленими формами та обраними користувачем налаштуваннями формуються з можливістю збереження у файлі формату Word.

Етап 5. На першому етапі побудови моделі визначається щільність зв'язку між показником та чинниками. Можна виділити два типи зв'язків залежно від їх характеру: функціональний і кореляційний. При функціональному зв'язку певному значенню показника відповідає значення чинника (групи чинників). Ця залежність може бути виражена деякою аналітичною функцією. При кореляційному зв'язку (у загальному випадку) не існує строгої відповідності між значеннями показника та чинника.

Застосування на цьому етапі кореляційного аналізу дозволяє виключити з подальшого розгляду ті чинники, які не мають істотного впливу на досліджуваний показник. Для цього необхідно розрахувати коефіцієнти парної кореляції $R_{X_i Y}$, які встановлюють щільність зв'язку між показником Y та чинниками X_i . Для чинників X_i та для показника Y обчислюємо їх середні значення:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{m} \sum_j x_{ij}, \quad \bar{y} = \frac{1}{m} \sum_j y_j. \quad (2.1)$$

Коефіцієнт кореляції між показником Y та чинником X_i розраховується за формулою:

$$R_{X_i Y} = \frac{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_i) \cdot (y_j - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \cdot \sum_{j=1}^m (y_j - \bar{y})^2}}. \quad (2.2)$$

Після проведення розрахунків коефіцієнтів кореляції необхідно відсортувати множину чинників у порядку убутання значень коефіцієнтів

кореляції $R_{X,Y}$. Для випадку, коли число чинників перевищує число точок спостереження ($n > m$), максимально припустимим числом чинників для побудови математичних моделей буде $m - 1$. В цьому випадку з відсортованої множини даних відбираються перші $m - 1$ чинників, решта виключається з подальшого розгляду.

Визначення аналітичного виразу зв'язку між досліджуваним показником та групою чинників. В найбільш загальному вигляді математична модель, що встановлює залежність показника від множини чинників, має вигляд поліному:

$$Y = F(X) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i X_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} X_i X_j + \dots, \quad (2.3)$$

де Y - вихідна змінна (показник); X_i, X_j - вхідні змінні (чинники); a_0, a_i, a_{ij} - постійні коефіцієнти моделі; n - кількість чинників, що враховуються.

Слід зазначити, що для пошуку вказаної залежності найчастіше використовується регресійний аналіз. Застосування цього методу для вирішення широкого класу задач управління в сфері охорони праці зумовлено простотою обчислювальних алгоритмів та високою точністю апроксимації отриманих моделей [31].

Етап 6. Оцінка точності апроксимації отриманої залежності за коефіцієнтом множинної детермінації. Якщо точність моделі задовільна, перехід до етапу 7, в іншому випадку – перехід до етапу 1.

Етап 7. Використання математичної моделі при практичному вирішенні поставлених задач. Використання отриманої моделі стає інструментом виявлення й дослідження ситуацій, які визначаються набором значень чинників та розрахунковими значеннями показника. В задачах управління охороною праці показник Y апроксимує рівень виробничого травматизму, загального та смертельного, збитків з охорони праці та інші. Чинники апроксимують обсяги фінансування працезахоронних заходів, стан безпеки обладнання, технологічних процесів, стан умов праці, кількість виявлених порушень нормативних актів про охорону праці, кількість призупинених робіт і об'єктів тощо. Обґрунтованим вважається варіант збалансованих витрат на створення систем безпеки за рахунок зниження рівня ризику і підвищення вигоди, яка одержується від господарської діяльності.

Результати розрахунків, відповідно до побудованих моделей використовуються при розробленні рекомендацій щодо планування заходів з охорони праці, обґрунтування необхідних обсягів їх фінансування тощо.

Розроблений алгоритм дозволяє врахувати особливості управлінської діяльності в галузі охорони праці, узагальнює позитивний досвід математичного моделювання показників, що характеризують стан охорони праці.