

УДК 331.452

В.В. МАЙСТРЕНКО (канд. тех. наук, зав. наук. лаб.)

І.М. ТКАЛИЧ (ст. наук. співробітник)

Державна установа «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці», Україна, м. Київ

О.І. ПОЛУКАРОВ (канд. тех. наук, доц.)

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна, м. Київ

ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

В статті розглянуто питання використання економічних методів та методів математичного моделювання в процесі прийняття управлінських рішень щодо фінансування заходів з охорони праці на підприємстві. Наведено особливості побудови математичної моделі прогнозованого рівня втрат, пов'язаних з невиконанням вимог щодо забезпечення безпечних умов праці на виробництві та визначення обсягу фінансування, який дозволяє мінімізувати сумарні витрати на охорону праці.

Ключові слова: охорона праці, економічна ефективність, математична модель, заходи з охорони праці, планування

Вступ. Однією з задач, які вирішується в рамках функціонування систем управління охороною праці (СУОП) у гірничорудній промисловості є обґрунтування доцільності фінансування заходів з охорони праці та раціональний розподіл ресурсів на їх фінансування.

Актуальним залишається питання застосування економічних методів управління в сфері охорони праці. Оцінка економічної ефективності від реалізації профілактичних заходів з охорони праці базується на зіставленні очікуваного рівня зниження збитків внаслідок виробничого травматизму з обсягами фінансування, що виділяються на вказані заходи. Зіставлення необхідних обсягів фінансування та очікуваного рівня зниження збитків проводиться для кожного із запропонованих варіантів управлінських рішень, за його результатами здійснюється обґрунтування обсягів фінансування та формування плану профілактичних заходів. Оцінка економічної ефективності заходів повинна проводитись на етапі їх планування з урахуванням можливих результатів їх реалізації.

Виклад основного матеріалу. Однією з причин недостатньої ефективності застосування економічних методів управління є неповнота та недостатня достовірність початкової інформації, недосконалість алгоритмів прогнозування, відсутність спеціалізованих інформаційно-аналітичних систем.

Для прийняття управлінських рішень щодо фінансування тих чи інших заходів на рівні підприємства пропонується алгоритм, в основі якого покладено аналіз залежності обсягу втрат в залежності від чинників, які впливають на стан безпеки виробництва. Критерій прийняття рішення щодо доцільності фінансування заходів є порівняння прогнозованого рівня втрат, пов'язаних з невиконанням вимог щодо забезпечення безпечних умов праці на виробництві з плановими обсягами фінансування заходів.

Основні етапи алгоритму прийняття управлінських рішень щодо фінансування тих заходів з охорони праці на рівні підприємства:

Етап 1. Підготовка вихідних статистичних даних.

До вихідних даних відносяться:

- дані про виплати потерпілим у результаті нещасних випадків профзахворювань;
- дані про витрати на розслідування і ліквідацію наслідків аварій;
- дані про виплати штрафів;

- дані про чисельність персоналу, специфіку технологічних процесів (стан безпеки виробничого устаткування і технологічних процесів, стан умов праці, стан будинків і споруджень, забезпеченість персоналу засобами індивідуального захисту і санітарно-побутових приміщень).

Етап 2. Побудова математичної моделі прогнозованого рівня втрат, пов'язаних з невиконанням вимог щодо забезпечення безпечних умов праці на виробництві.

За результатами проведених досліджень для моделювання рівня витрат, пов'язаних з невиконанням вимог щодо забезпечення безпечних умов праці на виробництві і гірничорудній галузі пропонується при формуванні масиву початкових даних провести зміщення значень прогнозованого показника на один інтервал часу вперед. Таким чином буде отримано множину кортежів

$$(y_2, x_{11}, \dots, x_{1n}), (y_3, x_{21}, \dots, x_{2n}), \dots, (y_{m+1}, x_{m1}, \dots, x_{mn}).$$

Для побудови моделі доцільно використовувати метод розподіленого лага з запізненням, особливістю якого є те, що він має три складові: стаціонарну, яка включає в себе дві складові – залежну від чинників (F_1); нестаціонарну – залежну від часу (F_2) та лагові значення з запізненням у часі показника, що моделюється (F_3).

У загальному випадку така модель має вигляд (1):

$$Y = F_1(X_1, \dots, X_n) + F_2(X_{n+1}, \dots, X_{n+t}) + F_3(Y(X_{n+1}-1), \dots, Y(X_{n+1}-k)), \quad (1)$$

де Y – вихідний показник (критерій) наглядової діяльності, що моделюється;

X_1, \dots, X_n – чинники, які впливають на показник, що моделюється;

n – число врахованих чинників;

X_{n+1}, \dots, X_{n+t} – часові складові математичної моделі;

$Y(X_{n+1}-1), \dots, Y(X_{n+1}-k)$ – лагові зрушення показника, що моделюється з запізненням у часі;

k – кількість лагових зрушень;

t – кількість нестаціонарних змінних.

Етап 3. Установлення залежностей кількісного рівню впливу чинників від обсягів фінансових коштів, що виділяються на вжиття заходів щодо зниження рівня небезпеки його впливу.

Вигляд таких залежностей, отриманих з урахуванням нормативів на вартості проведення робіт, придбання необхідних комплектуючих, матеріалів тощо, такий:

$$X_j(Z) = X'_j - \frac{Z_i}{C_i}, \quad (2)$$

де X'_j – кількісний рівень впливу чинників небезпеки на момент виконання розрахунків;

C_j – вартість проведення одного заходу, спрямованого на усунення (зниження) дії j -го чинника виходячи з тарифів на виконання робіт, вартості комплектуючих тощо.

Z_i – суми фінансових засобів, що виділяються на проведення всіх заходів, спрямованих на усунення (зниження) дії i -го чинника.

Етап 4. Побудова математичної моделі залежності величини втрат невиконання заходів з охорони праці від обсягів фінансування.

Для розрахунку величини втрат невиконання заходів з охорони праці визначаємо величину кількісного рівню впливу чинників

$$X_j = X_j^* - X_j^{3K3}, \quad (3)$$

де X_j^* – значення j -го чинника на початок планового періоду;

X_j^{3K3} – запланована кількість заходів щодо підвищення безпеки праці, пов'язаних зі зниженням впливу чинника X_j .

Для оцінки економічної ефективності проведення заходів щодо зниження впливу j -го чинника розраховуються витрати на їх реалізацію:

$$Z_j = X_j^* - (C_{j2} - C_{j1}) \cdot X_j^{3k3}, \quad (4)$$

де C_{j2} – розмір компенсації за роботу в умовах впливу j -го чинника;

C_{j1} – середня вартість проведення одного заходу щодо зниження впливу j -го чинника.

Значення C_{j2} визначається із співвідношення (5):

$$C_{j2} = L_j \cdot (P_{НСj} \cdot C_{НСj} + P_{ННj} \cdot C_{ННj} + P_{ПЗj} \cdot C_{ПЗj} + P_{Рj} \cdot C_{Рj}) + P_{Шj} \cdot C_{Шj}. \quad (5)$$

де L_j – кількість працюючих в умовах впливу j -го чинника; $P_{НСj}, C_{НСj}$ – відповідно імовірність і розмір компенсації з причини нещасного випадку зі смертельним наслідком в умовах впливу j -го чинника; $P_{ННj}, C_{ННj}$ – відповідно імовірність і розмір компенсації з причини нещасного випадку з несмертельним наслідком в умовах впливу j -го чинника; $P_{ПЗj}, C_{ПЗj}$ – відповідно імовірність і розмір компенсації з причини профзахворювання в умовах впливу j -го чинника; $P_{Рj}, C_{Рj}$ – відповідно імовірність і розмір компенсації з причини роботи в умовах впливу j -го чинника; $P_{Шj}, C_{Шj}$ – відповідно імовірність і розмір штрафу за роботу в умовах впливу j -го чинника.

Величина витрат на охорону праці розраховується з використанням співвідношення (6):

$$Y(Z) = \frac{\sum C_{j2} X_j}{\sum Z_j}. \quad (6)$$

Етап 5. Розрахунок максимально можливого значення витрат з охорони праці.

Розрахунок виконується для випадку відсутності фінансування заходів шляхом введення у залежність, отриману на етапі 4, нульових значень змінних Z_i, Z_j . З урахуванням критерію нульової прибутковості. Максимальна сума фінансування заходів приймається рівній розрахунковій величині максимальних збитків з охорони праці (Z_{max}).

Етап 6. Розрахунок коефіцієнта доцільності фінансування заходів з охорони праці (K_ϕ) за умов наявності фінансування в обсягах $0 \dots Z_{max}$. Розрахунок виконується для випадку, коли критерій нульової прибутковості має вигляд лінійної залежності (7):

$$K_\phi = \frac{Z}{Y(Z)}, \quad (7)$$

де $Z \leq Z_{max}$ – змінна, що апроксимує загальний обсяг фінансування заходів з охорони праці.

Етап 7. Оцінка доцільності фінансування заходів щодо охорони праці.

За результатом аналізу значення K_ϕ , отриманих на етапі 6 для різних обсягів фінансування заходів, необхідно зробити висновок про доцільність фінансування заходів. Якщо $K_\phi \leq 1$ – фінансування доцільне.

Етап 8. За умови доцільності фінансування заходів з охорони праці, визначається обсяг фінансування, який дозволяє мінімізувати сумарні витрати на охорону праці. Математичний вираз визначення обсягів фінансування заходів має такий вигляд (8):

$$Z_0 = \arg(\min_Z (Y(Z) + Z)), \quad (8)$$

де Z_0 - оптимальний обсяг фінансування заходів з охорони праці на запланований період.

Для оцінки ефективності запланованих заходів необхідно в доповнення до множини умов праці, чинників небезпечності виробничого процесу та об'єктів управління $\{X_j\}$ ввести множину $\{X_j^*\}$ заходів щодо підвищення безпеки праці. Реалізація певного заходу тією чи іншою мірою змінює значення рівня небезпеки для визначених чинників, а також (через взаємовплив чинників небезпеки та умов праці) і стан умов праці. Задача полягає у плануванні та реалізації заходів щодо оптимального поліпшення умов праці при заданому рівні витрат. Критерій ефективності може задаватися різними способами (наприклад досягненням заданого рівня безпеки досліджуваних об'єктів охорони праці при фіксованих витратах, заданого значення показника рівня витрат тощо). Введення в задачу множини можливих заходів і встановлення їх впливу на різні чинники дозволяє варіювати заходи, що виконуються, тобто дає деяку свободу вибору.

Узагальнений показник ефективності функціонування СУОП можна представити у вигляді (9):

$$Y = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m b_i Y_i, \quad (9)$$

де m – число показників ефективності функціонування СУОП; b_i – вагові коефіцієнти i -го показника системи (в окремих випадках значення всіх коефіцієнтів приймаються рівними одиниці, у загальному випадку – визначаються на основі експертних оцінок або обчислюються в процесі статистичної обробки даних); Y_i – математичні моделі показників ефективності функціонування СУОП.

$$Y_i = f(X_j),$$

де X_j – належить множині $\{X_j\}$; n – число чинників, які впливають на узагальнений показник Y .

Задача визначення оптимального плану управління з урахуванням зроблених припущень має вигляд (10):

$$Y = \sum_{i=1}^n Y_i \rightarrow \min \quad (10)$$

при обмеженнях (11):

$$\begin{aligned} Y_i &\leq Y_i^{зад} \\ \sum Z_j &\leq C \\ 0 &\leq X_j^{екз} \leq X_j^* \end{aligned} \quad (11)$$

Функція мети є мінімумом узагальненого показника ефективності функціонування служби охорони праці, а обмеження – вимогами неперевищення показників заданих значень та гранично допустимим рівнем Z_0 витрат на охорону праці.

Розв'язком такої задачі є оптимальний план заходів щодо управління охороною праці.

Висновок. Впровадження викладеного підходу до розрахунку оптимального плану управління охороною праці дозволяє мінімізувати витрати, пов'язані з реалізацією заходів

щодо підвищення безпечності виробничого процесу, а також прогнозувати результати їх реалізації.

Библиографический список

1. Кириченко О.А., Хороновський М.О., Полукарова О.І., Богданович Л.Е. Поліпшення умов і охорони праці та зменшення травматизму як фактор зниження собівартості на підприємстві // Інформаційний бюлетень з охорони праці. – К. ННДІПБОП, 2014.- №2 (72) – с.28-34.
2. Малихін О.В. Про економічну оцінку проведення розслідування тазбитки підприємства від нещасних випадків // Інформаційний бюлетень з охорони праці. – К. ННДІПБОП, 2014.- №3 (73) – с.107-114.
3. Кружилко О.Є. Використання прогнозних оцінок при оперативному управлінні безпекою праці / Кружилко О.Є., Майстренко В.В., Ткачук К.Н., Полукаров О.І. // Вісник Державної установи «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці». – К.: ДУ «ННДІПБОП», 2013. – № 29 – С.25-28.
4. Майстренко В.В. Урахування ризику при інвестування капітальних вкладень в охорону праці // Зб. наук. праць «Проблеми охорони праці в Україні». – К.: ННДІОП. – 2002. – Вип.6. – С.9-12.
5. Майстренко В.В. Економічне моделювання системи управління охороною праці / Майстренко В.В., Кириченко О.А., Полукаров О.І. // Зб. наук. праць «Проблеми охорони праці в Україні». – К.: ННДІОП. – 2000. – Вип.3. – С.51-54.
6. Ткачук С.П. Методи визначення економічної ефективності заходів з охорони праці / Ткачук С.П., Водяник А.О. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2000. – Вип. 2. – С.110-114.
7. Лапшин О.Є. Априорний аналіз вибору факторів для оцінки заходів з охорони праці на гірничих підприємствах Кривбасу методом експертних оцінок / О.Є. Лапшин, О.В. Пищикова // Зб. наук. праць «Проблеми охорони праці в Україні». – 2003. – Вип. 7. – С.19-25.

Надійшла до редакції 21.04.2017

В.В. Майстренко, И.Н. Ткалич

Национальный научно-исследовательский институт промышленной безопасности и охраны труда, Украина, г. Киев

А.И. Полукаров

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Украина, г. Киев

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

В статье рассмотрены вопросы использования экономических методов и методов математического моделирования в процессе принятия управленческих решений относительно финансирования мероприятий по охране труда на предприятии. Приведены особенности построения математической модели прогнозируемого уровня потерь, связанных с невыполнением требований по обеспечению безопасных условий труда на производстве и определение объема финансирования, который позволяет минимизировать суммарные расходы на охрану труда.

Ключевые слова: охрана труда, экономическая эффективность, математическая модель, меры по охране труда, планирование.

V. Maystrenko, Y. Tkalich,

National research institute of industrial safety and labour protection, Ukraine, Kyiv

A. Polukarov

National technical university of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named Igor Sikorsky", Ukraine, Kyiv

THE APPLICATION OF ECONOMIC METHODS FOR THE PLANNING OF LABOR PROTECTION MEASURES

The article discusses the use of economic methods and methods of mathematical modeling in the process of making managerial decisions regarding the financing of labor protection measures at the enterprise. The features of constructing a mathematical model of the projected level of losses associated with non-fulfillment of the requirements for ensuring safe working conditions at work and determining the amount of financing that allows to minimize total expenditures on labor protection are given.

Keywords: labor protection, economic efficiency, mathematical model, labor protection measures, planning.