

Шандиба О.Б.,
Шандиба І.О.,
Курило А.О.,
Шпетний Д.М.

Сумський національний аграрний університет,
40021, м.Суми, вул. Герасима Кондратьєва 160,
каф. охорони праці, (095) 21-300-19,
E-mail: environnement@mail.ru

**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ
ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ОХОРОНИ
ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ**

УДК 614.8.027

Стаття стосується методики оцінювання збитків внаслідок ненадійності технічних систем та помилок персоналу. Процедура розрахунку завданих збитків та планування заходів безпеки передбачає а) пряме оцінювання фінансової та інших видів шкоди та б) маркетинговий аналіз з мінімізацією співвідношення „витрати – попереджені збитки”. Впропонованій на розгляд роботі акцент зроблено на використанні імовірнісних середньостатистичних об’єктивних параметрів надійності машин та обладнання в сполученні з характеристиками безпомилкової роботи персоналу – суб’єкта виробничого процесу.

Ключові слова: ризик, надійність, нещасний випадок, травма, соціально-економічні втрати, аналіз, оптимізація.

Вступ. Внаслідок виробничого травматизму та захворюваності суспільство зазнає суттєвих економічних втрат. В процедурі оцінюванні завданих збитків та плануванні заходів безпеки, звичайно, виділяють два основних етапи, що полягають в а) прямому підрахунку різноманітної фінансової та інших видів шкоди та б) маркетинговому аналізі з мінімізацією співвідношення „витрати – попереджені збитки” [1-5]. В останньому випадку необхідно мати не лише репрезентативну статистичну базу даних розслідування нещасних випадків, але й прийнятну оптимізаційну модель з визначеними ризиками прояву небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Впропонованій на розгляд роботі акцент зроблено на використанні імовірнісних середньостатистичних об’єктивних параметрів надійності машин та обладнання в сполученні з характеристиками безпомилкової роботи персоналу – суб’єкта виробничого процесу.

Постановка задачі дослідження. Оцінити комплексний вплив об’єктивних та суб’єктивних факторів виробничого процесу на економічну ефективність впровадження систем охорони праці та довкілля. Визначити мінімальний рівень витрат, що забезпечують найбільш ефективні капіталовкладення в безпеку праці та захист довкілля..

Виклад основного матеріалу. Не викликає сумнівів обернена залежність можливої виробничої шкоди від обсягів та вартості впровадження заходів безпеки K . Інтегральну цільову функцію V запишемо у вигляді трьох складових – а) вартості впровадження систем безпеки та надійності $e_n K$, де e_n – коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень, б) інтегральної суми заподіяної шкоди

$$E = \sum_{i=1}^N p_i S_i + E_0 \cdot e^{-rK} \quad (1)$$

де $i = \overline{1, N}$, N – загальна кількість небезпечних виробничих факторів (НВФ) даного технологічного процесу з імовірністю їх прояву p_i , S_i – сума шкоди в результаті прояву i -го НВФ, виражена в грошових одиницях, r – коефіцієнт ефективності заходів безпеки та деякої постійної E_0 , що чисельно дорівнює витратам, незалежним від удосконалення систем безпеки.

$$B = e_n K + E + E_0, \quad (2)$$

Виходячи з теорії імовірності, можна показати, що ризик виникнення нещасного випадку, спричиненого i -м виробничим фактором визначається за умови прояву відповідних об'єктивних небезпечних виробничих факторів з ризиками $p(A_i)$ та суб'єктивних небезпечних дій персоналу з умовними ризиками $p(B_i/A_i)$ у вигляді добуток імовірностей $p(A_i)$ та $p(B_i/A_i)$. Інакше кажучи, ризик нещасного випадку для кожного i -го незалежного НВФ враховує об'єктивні і суб'єктивні чинники [6,7].

Інтегральний ризик виникнення нештатної виробничої ситуації або нещасного випадку, спричиненого i -м НВФ, визначається за умови одночасного прояву відповідних об'єктивних небезпечних виробничих факторів з ризиками $p(A_i)$ та суб'єктивних небезпечних дій персоналу з ризиками помилок

$$p(B_i / A_i) = (1 - q_i^m) \quad (3)$$

становить

$$p_i = 1 - \prod_i^N (1 - p(A_i)(1 - q_i^m)) \quad (4)$$

Тут q_i – надійність (правильність дій) працюючого при прояві i -го НВФ, m – кількість працюючих, які можуть одночасно спричинити прояв цього НВФ.

Тоді, враховуючи об'єктивні та суб'єктивні чинники нещасного випадку, функція питомої вартості системи забезпечення надійності машини прийме наступний вигляд:

$$B = e_n K + \sum_i^N (1 - \prod_i^N (1 - p(A_i)(1 - q_i^m))) S_i \cdot e^{-rK} + E_0 \quad (5)$$

Проаналізуємо на графіку (рис. 1) характер зміни складових питомої вартості. Очевидно, що при деякій максимальній вартості K_{onm} , збільшення капіталовкладень в систему безпеки стає недоцільним, тому що не компенсується розміром попередженої шкоди S_i . Таким чином, мінімум функції вартості (4) системи заходів щодо забезпечення надійності та безаварійності експлуатації досягається саме при K_{onm} .

Після диференціювання функції питомої вартості отримаємо:

$$\frac{dB}{dK} = e_n - r \sum_i^N (1 - \prod_i^N (1 - p(A_i)(1 - q_i^m))) S_i \cdot e^{-rK}. \quad (5)$$

Її мінімум досягається при нульовому значенні першої похідної:

$$e_n - r \sum_i^N (1 - \prod_i^N (1 - p(A_i)(1 - q_i^m))) S_i \cdot e^{-rK_{onm}} = 0, \quad (6)$$

Звідки

$$K_{onm} = \sqrt[r]{\ln \frac{r \sum_i^N (1 - \prod_i^N (1 - p(A_i)(1 - q_i^m))) S_i}{e_n}}. \quad (7)$$

З постановки задачі $K_{onm} > 0$, підлогарифмічний вираз формули (7) буде більшим одиниці за умови достатньо високої ефективності заходів безпеки та ризиків виникнення аварійних ситуацій і нещасних випадків:

$$r \sum_i^N (1 - \prod_i^N (1 - p(A_i)(1 - q_i^m))) S_i > e_n, \quad S_i > \frac{e_n}{r \sum_i^N (1 - \prod_i^N (1 - p(A_i)(1 - q_i^m)))}. \quad (8)$$

Таким чином, ефективність збільшення капіталовкладень в системи охорони праці та довкілля буде зростати зі збільшенням імовірності і розміру попередженої шкоди від нещасних випадків та техногенних катастроф.

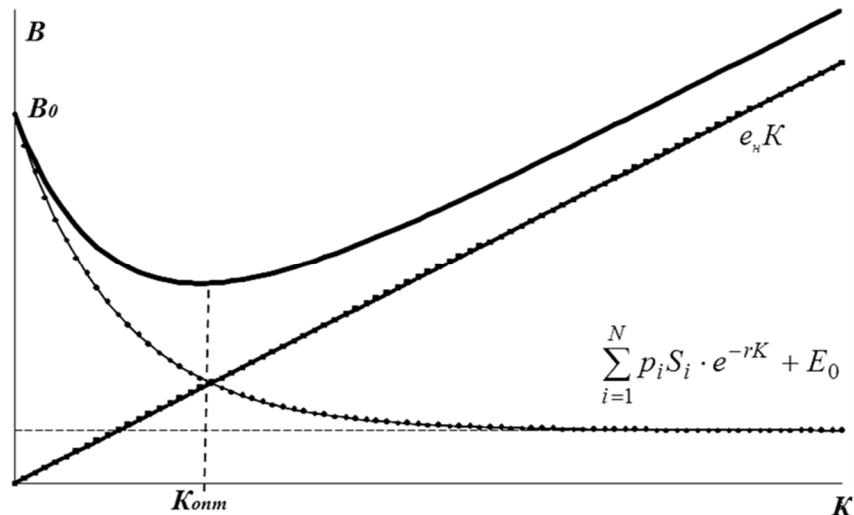


Рис.1 – Характер складових вартості заходів безпеки та надійності технічних систем

Висновки. Проведено комплексний аналіз впливу об’єктивних та суб’єктивних факторів виробництва на економічну ефективність впровадження систем охорони праці та довкілля. При наявності детальних статистичних даних на стадії техніко-економічного обґрунтування створена методологічна база оптимізації техніко-економічних показників конкретних технологічних процесів.

Література

1. David Weil, “Valuing the Economic Consequences of Work Injuries” Department of Finance / Economics,- Режим доступу:
2. http://ksghauser.harvard.edu/index.php/content/download/70061/1253054/version/1/file/weil_99_
3. Стан виробничого травматизму та підсумки роботи робочих органів виконавчої дирекції Фонду соціального страхування щодо профілактики нещасних випадків на виробництві за 2008 рік [Електронний ресурс] // Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України – Режим доступу : <http://www.social.org.ua/view/927>
4. Методология оценки и мониторинга риска событий в деятельности авиакомпании [Електронний ресурс] / Шаров В.Д. - Режим доступу : <http://www.klubok.net/article2444.html>
5. Идентификация опасностей, оценка рисков и управление рисками [Електронний ресурс] // Услуги по охране труда и безопасности в Беларуси и Минске – Режим доступу : <http://helper.by/identifikaciya-opasnosteie-i-ocenka-riskov-upravleni.html>
6. Підготовка документів для оцінки ступеня професійного ризику виробництва / Г. Лесенко // Охорона праці. – 2004. - № 5. - С. 39-40.
7. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск / Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003. – 154 с.
8. Шандиба І.О., Кузема О.С., Шандиба О.Б. Оцінювання впливу виробничих факторів

на рівень техногенної безпеки // VI Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»: Зб. Наук. статей, Т.2 / Укр-НДІЕП.-Х.: Райдер, 2010.- С. 147-150.

Summary

Shandyba O.B., Shandyba I.A., Shpetnyy D.M. Economic performance implementation to labour and environment protection

The article deals with methods of evaluation of losses due to the reliability of technical systems and human error. The procedure for calculating the damage and planning security involves a) direct assessment of the financial and other types of damage and b) marketing analysis minimizing the ratio "cost - warned the damage." In the proposed work to the emphasis on using objective parameters probability of average reliability of machines and equipment, combined with error-free performance of the staff - the subject of the production process.

The complex analysis of influence of objective and subjective factors of production is conducted with economic efficiency of the safety system introduction and environment protection. At the present time the detailed statistical data on the stage of feasibility study as well as the methodological base of the technical economical parameters for different technological processes is created.

Key words: risk, reliability, accident, injury socio-economic losses, analysis, optimization.

References

1. David Weil, "Valuing the Economic Consequences of Work Injuries" Department of Finance / Economics, http://ksghauser.harvard.edu/index.php/content/download/70061/1253054/version/1/file/weil_99_
2. Stan výrobnického traumatizmu ta pidsumki roboti robočih organiv vikonavčoi direkcii Fondu social'nogo strahuvannâ šodo profilaktiki nešasnih vipadkiv na virobničtvi za 2008 rik [Elektronnij resurs] // Fond social'nogo strahuvannâ vid nešasnih vipadkiv na virobničtvi ta profesijnih zahvorûvan' Ukraïni – Režim dostupu : <http://www.social.org.ua/view/927>
3. Metodologija ocenki i monitoringa riska sobytij v deatel'nosti aviakompanii [Elektronnij resurs] / Šarov V.D. - Režim dostupu : <http://www.klubok.net/article2444.html>
4. Identifikacija opasnostej, ocenka riskov i upravlenie riskami [Elektronnij resurs] // Uslugi po ohrane truda i bezopasnosti v Belarusi i Minske – Režim dostupu : <http://helper.by/identifikaciya-opasnosteie-i-ocenka-riskov-upravleni.html>
5. Pidgotovka dokumentiv dlâ ocinki stupenâ profesijnogo riziku virobničtva / G. Lesenko // Ohorona pracj. – 2004. - № 5. - S. 39-40.
6. Vetoškin A.G. Nadežnost' tehničeskih sistem i tehnogennyj risk / Penza: Izd-vo PGUAIŠ, 2003. – 154 s.
7. Šandiba I.O., Kuzema O.S., Šandiba O.B. Ocinûvannâ vplivu virobničih faktoriv na riven' tehnogennoi bezpeki // VI Mižnarodna naukovopraktična konferenciâ «Ekologična bezpeka: problemi i šlâhi virišennâ»: Zb. Naук. statej, T.2 / UkrNDIEP.-H.: Rajder, 2010.- S. 147-150.