БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

УДК 351.78

А.П. Бочковський, *канд. техн. наук, доцент*
(Одеський національний політехнічний університет)

ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ

На основі проведеного аналізу нормативно-правових документів, виявлено низку недоліків методологічного характеру, що стосуються проведення процесу керування ризиками в рамках систем управління охороною праці. Основними проблемами, які ускладнюють або унеможливлюють проведення процесу керування професійними ризиками, є невизначеність цілей, складність процедури та відсутність наявних інструментів для можливості його оптимізації.

З метою усунення зазначених проблем автором розроблено та запропоновано метод оптимального керування професійними ризиками у вигляді математичних моделей. В рамках дослідження зазначено, що до складу математичних моделей доцільно включати показники, що пов'язані з витратами та ресурсами на охорону праці, а також номенклатурою шкідливих виробничих факторів та особливостями їх впливу на працівника.

Розроблені моделі можна розглядати як дві оптимізаційні задачі, що спрямовані на максимізацію рівня безпеки працівника від негативного впливу шкідливих виробничих факторів при мінімальних витратах ресурсів на охорону праці. Зазначені задачі оптимізації відносяться до області опуклого програмування та можуть бути вирішені як за допомогою чисельних методів, так і з використанням стандартного програмного забезпечення - пакету Excel.

Ключові слова: охорона праці, оптимізація, професійний ризик, керування, ресурси, витрати, професійні захворювання, опукле програмування.

A.P. Bochkovskyi

OPTIMIZATION OF OCCUPATIONAL RISK MANAGEMENT

The analysis of regulations in the field of labour safety and risks management was conducted. Several systemic methodological problems relevant to labour safety management system were identified. The main problems, complicating the realization of occupational risks management process are: uncertainty of purposes, complication of realization procedure and absence of tools for its optimization.

To eliminate these problems optimal method of occupational risks management, based on mathematical models, was developed and proposed. Results of this study prove that the models should include indexes related to expenditures on occupational safety and also to harmful factors and their influence on an employee.

The proposed models can be concidered as two optimization tasks, aiming at maximization of employee's safety together with the minimization of expenditures on occupational safety. These tasks are related to the convex programming and can be solved both with numerical methods and with the using of the standard MS Excel programme pack.

Keywords: labour safety, optimization, occupational risks management, resources, expenditures, industrial disease, convex programming.

Постановка проблеми. Ключовою вимогою міжнародних документів з менеджменту професійної безпеки та здоров'я є забезпечення стану безпеки та гігієни праці працівників під час виконання ними професійної діяльності. Це прямий обов'язок кожного роботодавця незалежно від сфери його діяльності. В контексті виконання своїх обов'язків роботодавець повинен створити та забезпечити функціонування системи управління охороною праці.

Система управління охороною праці – це невід'ємна частина системи управління підприємством, що спрямована на запобігання виникненню нещасних випадків, професійних

захворювань та виробничого травматизму. Зазначені явища прямо пов'язані з впливом на людину небезпечних та шкідливих виробничих факторів, час виникнення яких, інтенсивність, тривалість дії тощо достатньо важко передбачити.

Це пояснюється як стохастичною природою певних факторів, так і стохастичною динамікою змін їх характеристик та станів у часі. Можна лише казати про ймовірність такого впливу та певну важкість його наслідків для людини, тобто про ризик виникнення небезпек [1]. Отже, в рамках функціонування системи управління охороною праці повинен здійснюватися процес керування ризиками.

Сучасна світова стратегія керування ризиками побудована на принципах запобігання виникненню небезпек. Реалізація зазначених принципів полягає у послідовному виконанні низки етапів, основними з яких є:

- ідентифікація потенційних небезпек;
- оцінка ризиків виникнення небезпек;
- розробка та впровадження заходів безпеки;
- моніторинг та аудит ризиків.

Сукупність зазначених етапів та циклічність їх виконання можна вважати процесом керування ризиками виникнення небезпек. Кожен з етапів процесу керування є досить складним та потребує певної кількості ресурсів для втілення (фінансових, людських, методологічних тощо). Є очевидним, що за умови належного виконання своїх обов'язків учасниками, ефективність процесу керування ризиками буде залежати від кількості ресурсів, що виділяються підприємством на його реалізацію.

Бажаною метою, якої прагне досягти кожне підприємство, реалізовуючи цей процес, є досягнення нульового рівня ризику. Але в залежності від природи, кількості та характеристик небезпечних та шкідливих факторів кількість ресурсів, що потрібна для досягнення зазначеної мети, може перевищити економічні можливості не тільки певного підприємства, але й світової економіки в цілому.

Тому метою функціонування системи управління охороною праці є досягнення та підтримання прийнятного рівня ризику, який би був співвідносним з економічними можливостями підприємства. Тобто, основним завданням процесу керування є знаходження певного оптимального балансу між прийнятним рівнем професійного ризику та наявними ресурсами, що необхідні для його досягнення та підтримки протягом заданого часу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблематиці керування ризиками було присвячено ряд робіт [2 - 9]. Позитивною стороною досліджень [2, 3] можна вважати врахування в розроблених моделях оптимального управління ресурсних можливостей підприємства. Але ці роботи стосуються виключно процесу керування екологічними ризиками, що не є прямою сферою функціонування систем управління охороною праці. Дослідження [4 - 9] хоча і стосуються проблематики керування ризиками в галузі охорони праці, але присвячені лише удосконаленню певних етапів цього процесу, а саме – методів оцінювання. Окрім того, в зазначених роботах не враховується ресурсний аспект керування, що на практиці може унеможливлювати застосування певних методів з огляду економічної недоцільності.

Метою цієї роботи є розробка методу оптимального керування професійними ризиками при випадковому характері впливу шкідливих факторів на працівника у часі.

Досягнення поставленої мети у роботі передбачається у процесі вирішення таких **задач**:

- провести аналіз міжнародних нормативно-правових документів з охорони праці в галузі керування ризиками;
- інтерпретувати складові методу оптимального керування професійними ризиками;
- формалізувати метод оптимального керування у вигляді математичних моделей.
- Фундаментальною базою для проведення процедури керування ризиками є відповідні міжнародні нормативно-правові документи. Сучасна методологія керу-

вання ризиками в галузі охорони праці регламентується такими чинними міжнародними стандартами:

- OHSAS 18001:2007. Системи управління гігієною та безпекою праці;
- OHSAS 18002:2008. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001:2007;
- ILO-OSH 2001. Системи управління охороною праці. Загальні вимоги;
- IEC/ISO 31010:2009. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику;
- ISO Guide73:2009. Керування ризиком. Словник термінів.

Основним настановчим документом, який містить методологічні основи та інструментарій керування ризиками, є міжнародний стандарт IEC/ISO 31010:2009. «Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику». В зазначеному стандарті процедуру керування ризиками пропонується проводити за допомогою 30 методик, використовуючи їх окремо та в комбінаціях. Вибір методик пропонується здійснювати відповідно до цілей, ресурсних можливостей суб'єкта господарювання та етапів процесу керування. Однак, для можливості проведення процесу керування ризиками, відповідно до вимог стандарту, суб'єктові господарювання необхідно вирішити три основні проблеми.

Перша з них – невизначеність цілей керування ризиками. Ця проблема, насамперед пов'язана з відсутністю у відповідних нормативно-правових документах єдиної термінології щодо поняття «ризик». У різних стандартах ризик пов'язують як з ймовірною шкодою життю та здоров'ю людини, так і з матеріальною, і навіть екологічною шкодою. Така ситуація значно ускладнює проблему цільового призначення ресурсів, що виділяються на проведення процесу керування ризиками та, як наслідок, призводить до неоптимального їх використання.

Ціль керування ризиками в галузі охорони праці можна визначити виходячи з визначення відповідного терміну. Згідно із статтею 1 Закону України «Про охорону праці», охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Отже, основною ціллю керування ризиками в рамках функціонування систем управління охороною праці є збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Виходячи з вимог ДСТУ 2293:2014. «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять», в контексті завдання можливої шкоди людині, слід розглядати два види ризиків, що пов'язані з виконанням трудової діяльності:

- ризик виникнення професійних небезпек;
- професійний ризик.

В першому випадку слід розглядати ймовірність завдання шкоди здоров'ю людини, отримання нею травм та смертельні випадки, що пов'язані з виробництвом.

В другому випадку розглядається суто ризик шкоди здоров'ю людини, тобто ймовірність отримання професійних захворювань. В рамках цього дослідження будуть розглядатися саме професійні ризики.

Друга проблема – це складність виконання процедури керування ризиками в рамках стандартів [4]. Так, для можливості виконання кожного з етапів процедури керування ризиками необхідно аналізувати та обирати за незрозумілими критеріями одну з 20-25 методик. Зазначені методики детально в стандарті не описані, тому для вибору потрібної суб'єктові господарювання необхідно вільно володіти кожною з них, що є абсурдом.

Окрім того, проведення процедури керування ризиками потребує обробки достатньо великого об'єму інформації та складних математичних розрахунків. Зробити це без допомоги адаптованих до стандартного програмного забезпечення методик та відповідного рівня знань і компетенцій теж неможливо. Тому на практиці процедура керування ризиками, особливо на малих та середніх підприємствах не проводиться взагалі чи проводиться формально.

І остання, третя проблема – відсутність наявних підходів до можливості оптимального керування ризиками з урахуванням ресурсних можливостей суб'єкта господарювання. Хоча в настановному стандарті зазначено, що процес керування ризиками необхідно здійснювати у відповідності до наявних ресурсних можливостей, жодних рекомендацій чи інструментів яким чином це необхідно здійснювати не наведено.

В рамках виконання дослідження брались до уваги як зазначені проблеми, так і потенційні ситуації, що максимально наближені до реальних умов праці. А саме, випадкове перевищення у часі гранично-допустимих концентрацій (рівнів) шкідливих виробничих факторів у робочій зоні.

Під час розробки математичних моделей прийняті такі позначення основних складових: ***ШВФ*** – шкідливий виробничий фактор; B_1 – витрати суб'єкта господарювання на розробку та впровадження запобіжних організаційно-технічних заходів і засобів захисту працівника від впливу n видів ШВФ; B_2 – витрати на проведення лікувально-профілактичних заходів для працівників, що зазнали шкоди здоров'ю від впливу ШВФ; B – сумарні витрати суб'єкта господарювання на охорону праці ($B = B_1+B_2$); T – тривалість робочої зміни; α_i – випадкова інтенсивність впливу на працівника i-го ШВФ; k_i –гранично-допустима концентрація (ГДК) чи гранично-допустимий рівень (ГДР) i-го ШВФ; H_i – фінансові ресурси, що виділяє суб'єкт господарювання на мінімізацію наслідків впливу i-го ШВФ; p_i – питомі витрати на лікування професійного захворювання (відновлення нанесеної шкоди здоров'ю працівника) ; h_i – витрати на компенсацію шкоди здоров'ю, що обумовлені неможливістю мінімізації (усунення) негативного впливу на працівника і-го ШВФ (для кожного і-го фактора h_i = *const*); g_i, j_i – дані, які визначаються шляхом обробки статистичних (експертних) даних щодо фактичних перевищень ГДК (ГДР) при відповідних витратах, що виділені на захисні заходи.

Отже, вважаємо, що протягом робочої зміни (T), на працівника потенційно може впливати певна кількість шкідливих виробничих факторів (n). Процеси їх виникнення і тривалість негативного впливу на працівника є випадковими та незалежними один від одного. Відповідно величину заподіяної шкоди здоров'ю також можна вважати випадковою.

Припустимо, що в робочій зоні на працівника, протягом часу T, чинить негативний вплив i-й ШВФ з випадковою інтенсивністю α_i. Величина ГДК (ГДР) за i-тим фактором (k_i) визначається відповідно до чинних державних стандартів (ДСН, ДСТУ, ДБН тощо).

Розмір фактичного перевищення k_i, i-тим фактором визначається за формулою (1).

$$\Delta_i = \max(0, \alpha_i T - k_i). \tag{1}$$

Оскільки характеристики i-го фактора є випадковими, то для подальших розрахунків використовуємо закон розподілу випадкової величини α_i.

Позначимо через $F_i(y)$ функцію розподілу випадкової величини α_i, тобто

$$F_i(y) = \mathrm{P}\{\alpha_i \le y\}. \tag{2}$$

Тоді, відповідно до (1) і (2), маємо

$$\mathrm{P}\{\Delta_i \le x\} = \mathrm{P}\{\alpha_i T \le k_i\} + \mathrm{P}\{k_i < \alpha_i T \le x + k_i\} =$$
$$= \mathrm{P}\{\alpha_i T \le x + k_i\} = F_i\left(\frac{x + k_i}{T}\right). \tag{3}$$

При цьому, середнє значення випадкової величини Δ_i, відповідно до (3), дорівнює

$$\mathrm{M}\Delta_i = \int_0^{\infty} x dF_i\left(\frac{x + k_i}{T}\right), \tag{4}$$

де M – символ математичного сподівання.

Припустимо, що середні витрати $\overline{B}_{2^i}$ на ліквідацію наслідків реалізації професійного ризику $\{\alpha_i > k_i / T\}$ пропорційні математичному сподіванню $\mathrm{M}\Delta_i$, тобто

$$\overline{B}_{2i} = p_i \mathrm{M}\Delta_i, \tag{5}$$

Є очевидним, що α_i, Δ_i, (див. (1)) та відповідно $\mathrm{M}\Delta_i$ залежить від ресурсів $\boldsymbol{H_i}$. Тому, виходячи з (5)

$$\overline{B}_{2_i} \equiv \overline{B}_{2i}(H_i),$$

причому зазначені витрати повинні знижуватись зі збільшенням $\boldsymbol{H_i}$.

Витрати суб'єкта господарювання на організаційно-технічні заходи і засоби працівника від впливу ШВФ, на практиці спрямовані на запобігання виникненню професійних небезпек, тому справедливим буде вважати, що $B_{1i} = H_i$. Тоді середні сумарні витрати при обмеженні на прийнятний рівень професійного ризику, визначаються як

$$\overline{B} = \sum_{i=1}^{n} (H_i + \overline{B}_{2i}) \tag{6}$$

Залежність $\mathrm{M}\Delta_i$ від $\boldsymbol{H_i}$, взагалі кажучи, є деяка незростаюча функція. Наприклад, вона може мати такий вигляд:

$$\mathrm{M}\Delta_i = g_i (h_i + H_i)^{-j_i}, \; g_i, j_i > 0, \tag{7}$$

Параметри $\boldsymbol{g_i}$, $\boldsymbol{j_i}$, $\boldsymbol{h_i}$ можуть бути оцінені шляхом обробки статистичних даних або, за їх відсутності, експертних оцінок. Необхідно зазначити, що у формулі (7), величина $g_i h_i^{-j_i}$ визначається як середній розмір перевищення i-тим фактором значення $\boldsymbol{k_i}$, протягом часу $\boldsymbol{T}$, при нульових витратах на охорону праці.

Виходячи з (6) та (7), загальні середні витрати на охорону праці суб'єкта господарювання можна представити у вигляді

$$\overline{B}(\vec{H}) = \sum_{i=1}^{n} [H_i + p_i g_i (h_i + H_i)^{-j_i}], \tag{8}$$

де $\vec{H} = (H_1, ..., H_n)$.

Рівень безпеки працівника протягом робочої зміни може бути кількісно охарактеризований, як ймовірність ненастання жодної ризикової події за всіма потенційно можливим ШВФ – $P(\vec{H})$. Якщо вважати випадкові величини інтенсивності впливів $\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n$ взаємно незалежними, то така ймовірність за $\boldsymbol{n}$ кількістю ідентифікованих ШВФ визначається наступною залежністю

$$P(\vec{H}) = \prod_{i=1}^{n} F_i(k_i / T) \tag{9}$$

Використовуючи залежності (8) та (9), можна сформулювати дві оптимізаційні задачі. Вони дають змогу знайти такий рівень ресурсів на мінімізацію (усунення) професійних ризиків за всіма ШВФ ($\vec{H}$), який би мінімізував функцію (8) при обмеженні (9) або максимізував функцію (9) при обмеженні (8).

Іншими словами необхідно вирішити завдання максимізації рівня безпеки працівника при обмеженні на фінансові ресурси. Розглянемо детальніше обидві оптимізаційні задачі.

Процес оптимального управління професійними ризиками може бути представлений як задача максимізації функції (9) при обмеженні

$$\sum_{i=1}^{n}[H_i + p_i g_i (k_i + H_i)^{-j_i}] \le R, \tag{10}$$

де R – величина розміру фінансових ресурсів суб'єкта господарювання на охорону праці працівника протягом часу T. Таку постановку задачі оптимізації будемо вважати прямою.

Можна також сформулювати й зворотну задачу, а саме: знайти вектор $\vec{H}$, що мінімізує функцію (8), при обмеженні (див. (9))

$$1 - \prod_{i=1}^{n} F_i(k_i / T) \le r, \tag{11}$$

де r – критерій професійного ризику.

Для найбільш простого випадку рішення прямої та зворотної задач оптимізації приймемо рівномірний закон розподілу $F_i(y)$, тобто

$$F_i(y) = \begin{cases} 0, \text{если } y \le 0 \\ \dfrac{y}{\lambda_i}, \text{если } 0 < y < \lambda_i \\ 1, \text{ если } y \ge \lambda_i \end{cases}, \tag{12}$$

де λ_i – максимально можлива інтенсивність впливу i-го шкідливого виробничого фактора на працівника у робочій зоні. Таким чином, оскільки $\mathrm{M}\alpha_i = \frac{1}{2}\lambda_i$, то відповідно (1) отримуємо

$$\mathrm{M}\Delta_i = \frac{1}{2}\lambda_i T - k_i, \tag{13}$$

Тоді обмеження (11) набуде вигляду

$$1 - \prod_{i=1}^{n} \frac{k_i}{\lambda_i T} \le r, \tag{14}$$

причому, виходячи з (7) та (13)

$$\lambda_i = \frac{2}{T}[g_i (h_i + H_i)^{-j_i} + k_i]. \tag{15}$$

Таким чином, обмеження (14) можна представити у такому вигляді:

$$\frac{1}{2^n} \prod_{i=1}^{n} \frac{k_i}{g_i (h_i + H_i)^{-j_i} + k_i} \ge 1 - r, \tag{16}$$

або, після логарифмування та перемноження обох частин на -1, отримуємо

$$\ln 2 + \sum_{i=1}^{n} \{-\ln k_i + \ln[g_i (h_i + H_i)^{-j_i} + k_i]\} \le -\ln(1 - r). \tag{17}$$

Зворотна задача оптимізації формулюється як мінімізація функції (8), за умови обмежень (16) або (17). Така задача оптимізації відноситься до області опуклого програмування, оскільки як функція (8), так і ліва частина обмеження (17) є опуклими функціями від $H_1, H_2, \ldots, H_n$. Дійсно

$$\frac{\partial^2}{\partial H_i^2} \overline{B}(\vec{H}) = p_i g_i j_i (j_i + 1)(h_i + H_i)^{-j_i - 2} > 0.$$

Аналогічно, функція (17) у лівої частині є опуклою, оскільки її друга приватна похідна по H_i, що дорівнює

$$g_i j_i \frac{[g_i(h_i+H_i)+k_i(h_i+H_i)^{j_i+1}]'}{(h_i+H_i)^2[g_i+k_i(h_i+H_i)^{j_i}]^2},$$

також додатна. Зазначена оптимізаційна задача має спрощене рішення

$$P_i = (p_i g_i j_i)^{-1/(j_i+1)} - h_i, i = 1,2,...,n,$$

за виконання умови (див. (16))

$$\prod_{i=1}^{n} k_i \geq (1-r)2^n \prod_{i=1}^{n}[k_i + g_i(p_i g_i j_i)^{-j_i/(j_i+1)}].$$

Пряма задача оптимізації формулюється як задача максимізації функції (див. (16))

$$\frac{1}{2^n}\prod_{i=1}^{n}\frac{k_i}{g_i(h_i+H_i)^{-j_i}+k_i},$$

за умови (10). Представлена задача також відноситься до області опуклого програмування.

У разі невиконання зазначених умов, для рішення задач оптимізації необхідно застосовувати чисельні методи рішення задач нелінійного (опуклого) програмування.

Розроблений метод дає змогу не тільки оптимізувати витрати на охорону праці при заданому рівні безпеки працівника, але й визначати найбільш значущі за рангом негативного впливу ШВФ. В свою чергу це дає змогу вирішити проблему ефективного цільового використання наявних ресурсів, що виділяються на запобіжні заходи з охорони праці.

Наведені в рамках методу задачі оптимізації можуть бути вирішені як за допомогою чисельних методів, так і з використанням стандартного програмного забезпечення - пакету Excel. Це є дуже важливим, оскільки значно спрощує процедуру керування професійними ризиками, особливо для малих підприємств з обмеженими ресурсними можливостями.

Висновки

1. Проведений аналіз нормативно-правових документів в галузі керування ризиками виявив низку недоліків методологічного характеру. Основними з них є невизначеність цілей керування, складність процедури проведення та відсутність наявних інструментів щодо можливості оптимізації процесу відповідно до наявних ресурсних можливостей підприємства.

2. До складу моделей оптимального керування професійними ризиками доцільно включати показники, що пов'язані з витратами та ресурсами на охорону праці, номенклатурою шкідливих виробничих факторів, а також особливостями їх впливу на працівника.

3. Розроблені математичні моделі відносяться до області опуклого програмування та дають змогу вирішити задачу максимізації рівня безпеки працівника при мінімальних витратах ресурсів на охорону праці в умовах випадкового характеру негативного впливу шкідливих виробничих факторів на працівника у часі.

Список літератури:

1. Бочковський, А. П. "Людський фактор" та ризик виникнення небезпек: випадковість чи закономірність [Текст] / А. П. Бочковський. – О.: Юридична література, 2015. – 136 с.

2. Чикановский, В. А. Защита атмосферного воздуха от пыли при обработке судов с навалочными и насыпными грузами [Текст] / В. А. Чикановский. – О.: Астропринт, 2003. – 336 с.

3. Руденко, С.В. Метод оптимизации затрат на природоохранные мероприятия при случайной интенсивности загрязнения предприятием окружающей среды [Текст] /С.В. Руденко, М.Я. Постан // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць ОНМУ. − 2011. − Вип. 17. − С. 140−149.

4. Бочковський, А. П. Теоретичні аспекти універсалізації оцінки професійного ризику в системах управління охороною праці [Текст] / А. П. Бочковський // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 2016. – № 14 – С. 134–151 DOI: 10.13140/RG.2.2.22043.87848

5. Бочковський, А.П. «Людський фактор» та професійний ризик: випадковість чи закономірність [Текст] / А. П. Бочковський // Зернові продукти і комбікорми. – 2014. - № 4 (56). – С. 7-12. DOI: 10.15673/2313-478x.56/2014.36124.

6. Кружилко, О.Є. Методичні засади оцінки виробничих ризиків при плануванні профілактичних заходів [Текст] / О.Є. Кружилко, Я.Б. Сторож, З.І. Лютак, Н.А. Праховнік // Проблеми охорони праці в Україні: збірник наукових праць. – 2017. – № 33. – С. 15-21

7. Bochkovskyi, A. P. Legal and organizational issues of improving the labor protection and industrial safety level at the Ukrainian enterprises [Text] \ A.P. Bochkovskyi, N.Yu. Sapozhnikova, V. D.Gogunskii \\ Scientific Bulletin of National Mining University, 2017. № 5 (161). – P.100-108 doi:10.13140/RG.2.2.33613.23528 (Scopus)

8. Bochkovskyi, A. P. Labour protection and industrial safety in Ukraine: problems of transition period and perspective ways of development [Text] \ A.P. Bochkovskyi, N.Yu. Sapozhnikova, V. D.Gogunskii \\ Grain Products and Mixed Fodder's, 2016. – Vol. 4 (64) – P. 42 - 50 DOI:10.13140/RG.2.2.20894.13126

9. Бочковський, А. П. Підвищення ефективності функціонування системи управління охороною праці методами статистичного аналізу [Текст] / А. П. Бочковський, Н.Ю. Сапожнікова // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 2017. – № 16 – С. 84–99 DOI: 10.13140/RG.2.2.29863.24480

References:

1. Bochkovskyi, A. P. (2015). "Liudskyi faktor" ta ryzyk vynyknennia nebezpek: vypadkovist chy zakonomirnist ["Human factor" and the risk of danger: accident or regularity]. Yurydychna literatura, 136.

2. Chikanovskiy, V.A. (2003). Zaschita atmosfernogo vozduha ot pyili pri obrabotke sudov s navalochnimi i nasyipnyimi gruzami [Protection of atmospheric air from dust during the processing of ships with bulk and bulk cargoes]. Astroprint, 336.

3. Rudenko, S.V., Postan, M.Ya. (2011). Metod optimizatsii zatrat na prirodoohrannyie meropriyatiya pri sluchaynoy intensivnosti zagryazneniya predpriyatiem okruzhayuschey sredyi [The method of optimization of costs for environmental protection measures with a random intensity of pollution by the enterprise environment]. *The method of managing the development of transport systems, 17, 140-149.*

4. Bochkovskyi, A. P. (2016). Teoretychni aspekty universalizatsii otsinky profesiinoho ryzyku v systemakh upravlinnia okhoronoiu pratsi [Theoretical aspects of the universalization of professional risk assessment in occupational safety management systems]. *Visnyk of Lviv State University of Life Safety, 14, 134-151.* DOI: 10.13140/RG.2.2.22043.87848

5. Bochkovskyi, A. P. (2014). «Lyudskiy faktor» ta profesiyniy rizik: vipadkovist chi zakonomirnist ["Human factor" and professional risk: accident or regularity]. *Grain Products and Mixed Fodder's, 4 (56), 7-12.* DOI: 10.15673/2313-478x.56/2014.36124

6. Kruzhylko, O.Ie., Storozh, Ya.B., Liutak, Z.I., Prakhovnik, N.A. (2017). Metodychni zasady otsinky vyrobnychykh ryzykiv pry planuvanni profilaktychnykh zakhodiv [Methodical principles of estimation of industrial risks in the planning of preventive measures]. *Problems of Labor Protection in Ukraine: a collection of scientific works, 33, 15-21.*

7. Bochkovskyi, A. P., Sapozhnikova, N.Yu., Gogunskii, V. D. (2017). Legal and organizational issues of improving the labor protection and industrial safety level at the Ukrainian enterprises. *Scientific Bulletin of National Mining University, 5 (161), 100-108.* DOI:10.13140/RG.2.2.33613.23528 (Scopus)

8. Bochkovskyi, A. P., Sapozhnikova, N.Yu., Gogunskii, V. D. (2016). Labour protection and industrial safety in Ukraine: problems of transition period and perspective ways of development. *Grain Products and Mixed Fodder's, 4 (64), 42 – 50.* DOI:10.13140/RG.2.2.20894.13126

9. Bochkovskyi, A. P., Sapozhnikova, N.Yu. (2017). Pidvyshchennia efektyvnosti funktsionuvannia systemy upravlinnia okhoronoiu pratsi metodamy statystychnoho analizu [Improvement of the effectiveness of the system of management of occupational safety by methods of statistical analysis]. *Visnyk of Lviv State University of Life Safety, 16, 84-99.* DOI: 10.13140/RG.2.2.29863.24480

❖❖❖