

УДК 331.4(075)

О. В. Войналович

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

ОПТИМІЗАЦІЙНИЙ ВИБІР КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Розроблено алгоритм оптимізації програми впровадження заходів з охорони праці, що дозволяє змінювати їх оптимальну вибірку залежно від наявності фінансових ресурсів чи термінів планування. Для оптимального планування використання на працезахоронні потреби обмеженого обсягу коштів за умов невизначеності інформації про ефективність заходів потрібно застосовувати теорію нечітких множин.

Ключові слова: охорона праці, оптимізація витрат, ефективність заходів, цільова функція.

Поставлення проблеми

На великих підприємствах з розгалуженими об'єктами виробництва, до яких також належать підприємства комунального господарства, нині намагаються впровадити концепцію «нульового» травматизму, що передбачає розроблення комплексних заходів для усунення виробничих (професійних) ризиків [1]. Залишаючи поза межами даної статті питання можливості досягнення «нульових» професійних ризиків на виробництві за наявного рівня працезахоронної культури в Україні, потрібно звернути увагу на оптимізацію впроваджуваних заходів з охорони праці. У чинних нормативно-правових актах з охорони праці (НПАОП) зазначено лише нижню межу коштів, які необхідно спрямовувати щорічно на потреби охорони праці на підприємстві. Зрозуміло, що цих коштів на більшості підприємств України з високим ступенем зношеності засобів виробництва не достатньо не лише для повного усунення наявних на робочих місцях виробничих небезпек і шкідливостей, але й щоб знизити професійні ризики до прийняттого рівня [2]. На більшості підприємств кошти, які роботодавці можуть спрямувати на потреби охорони праці, завжди обмежені, тому постає задача їх оптимального розподілу для вирішення різноманітних працезахоронних запитів виробництва.

То ж виникає необхідність вибрати найбільш ефективні із запропонованих проектів для уведення їх до плану перспективних робіт з охорони праці на підприємстві. Доцільно вибрати не лише комплекс заходів, які суттєво поліпшать стан охорони праці на підприємстві протягом року (півріччя, кварталу тощо), а й визначити для впровадження найбільш оптимальні напрями працезахоронної роботи на більший період.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Поставлена задача оптимізації витрат на реалізацію комплексу заходів з охорони праці є достатньо важливою і складною, адже нині не існує єдиного методологічного підходу для оцінки

соціально-економічної ефективності від впровадження працезахоронних заходів з огляду на дуалізм самого поняття ефективності в охороні праці [3].

Соціально-економічний ефект від впровадження працезахоронних заходів полягає не лише у зниженні рівнів виробничого травматизму і професійної захворюваності на підприємстві (галузі), а й у покращенні умов праці на виробництві (у виробничому підрозділі) загалом, поліпшенні психологічного клімату в колективі, що на перший погляд, не належать до безпосередніх працезахоронних показників, сприяючи здебільшого підвищенню продуктивності праці [4].

Незважаючи на складність проблеми, потрібно запровадити алгоритм визначення найбільш оптимальних напрямів працезахоронної роботи на підприємстві (у корпорації, галузі тощо) на основі побудови адекватної моделі оптимізації плану впровадження заходів з охорони праці [5 - 7]. Зворотною ланкою такого алгоритму має стати система відстеження потенційних небезпек на робочих місцях, що передбачає моніторинг професійних ризиків [8].

Планування оптимального використання коштів на працезахоронні потреби часто відбувається за умов невизначеності початкової інформації про їх ефективність, що призводить до невизначеності умов планування. Основною причиною невизначеності є відсутність прямого зв'язку між здійсненими витратами на охорону праці та оцінками їх ефективності. Цю невизначеність можна охарактеризувати нечіткими категоріями, як у задачах оптимізації заходів, впроваджених у різних галузях економіки [9 - 12].

Формулювання мети статті

Розробити алгоритм оптимізації програми впровадження заходів з охорони праці на підприємстві, який дозволить би оперативно змінювати вибірку оптимальних заходів з охорони праці для отримання найбільшого соціально-економічного ефекту залежно від наявності фінансових ресурсів чи термінів планування.

Виклад основного матеріалу

Насамперед потрібно сформулювати організаційно-економічно-соціальну суть поставленої задачі. Позначимо вибрані працезохоронні заходи через n . Нехай їх загальна кількість також становить n з поточним індексом $j = 1, n$. Вважаємо, що вартісний еквівалент соціально-економічної ефективності кожного j -го працезохоронного заходу можна оцінити як c_j , а кошти, необхідні для його реалізації, як a_j . Відомим є також обмежений обсяг коштів R , які можна спрямувати на вирішення проблем охорони праці на підприємстві.

У поставленій задачі потрібно вибрати з ряду запропонованих працезохоронних заходів найбільш ефективні, що забезпечують максимальний соціально-економічний ефект після їх впровадження. Враховуючи, що кількість запропонованих заходів з охорони праці переважає загальну кількість розроблених і представлених для фінансування, вводимо дискретні змінні x_j , які відповідають кожному вибраному заходу. Тоді для $j = 1, n$

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j\text{-ий захід вибрана} \\ 0, & \text{якщо } j\text{-ий захід не вибрана} \end{cases}$$

Позначимо через $c_j \cdot x_j$ оцінку соціально-економічної ефективності (буде дорівнювати нулю, якщо захід не запропоновано для впровадження). Тоді максимум соціально-економічної ефективності буде становити $\sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j$, а відповідну цільову функцію можна представити у вигляді

$$Z = \max \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j.$$

Аналогічно можна записати обмежувальну умову: $a_j \cdot x_j$ – величина необхідних фінансових витрат, якщо j -ий захід вибирають, щоб ввести до плану (у іншому випадку витрати дорівнюють нулеві). Обсяг необхідних коштів для впровадження всіх заходів буде $\sum_{j=1}^n a_j \cdot x_j$. Ці витрати не повинні перевищувати суму коштів, виділених на реалізацію працезохоронної програми, тобто на введений ряд змінних x_j накладають обмеження

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_j \cdot x_j &\leq R; \\ x_j &= 0 \vee 1; \quad j = \overline{1, n}. \end{aligned}$$

Для підприємства, як правило, таким обмеженням є річний обсяг коштів, які згідно із Законом України «Про охорону праці» (2002 р.) необхідно спрямовувати на потреби охорони праці.

Представлений алгоритм розрахунку в даній роботі було реалізовано у вигляді розрахункового пакету для ПК, що дозволяє отримати оптимізаційну вибірку за допомогою методу повного (прямого) перебирання варіантів з врахуванням накладених

обмежень. Також розроблений пакет дозволяє оптимізувати заходи відповідної програми з охорони праці, якщо для її фінансування задіяно кілька джерел.

Як приклад, розроблений розрахунковий пакет було використано для оптимізації працезохоронної програми за критерієм ефективності заходів, представлених до фінансування на умовному підприємстві аграрного виробництва з чисельністю 100 штатних працівників. Вважали, що до програми належать як заходи, що фінансуються у рамках виконання колективного договору підприємства, тобто терміном 1-2 роки, так і розраховані на триваліших термін. Розглядаючи початкові дані для розрахунку, також умовно вважали, що вартісна оцінка соціально-економічної ефективності програми буде вдвічі перевищувати обсяг коштів, виділених у колективному договорі підприємства на наступний рік (відповідає 0,5% від фонду заробітної платні підприємства).

Для оцінки соціально-економічної ефективності кожного із запропонованих заходів можна використовувати усереднені прогностичні оцінки групи експертів, призначених з головних спеціалістів підприємства. Розрахунок було виконано для 30 пропозицій до річного плану (програми) поліпшення стану охорони праці на підприємстві (як організаційного, так і технічного плану), тобто функцію цілі було сформовано для 30 змінних.

Для річного плану заходів охорони праці зазначеного умовного підприємства (30 пунктів запропонованих заходів), задача оптимізації згідно із розробленим у даній роботі алгоритмом передбачає перебирання 200-250 тисяч комбінацій можливих варіантів.

Виконаний розрахунок та його аналіз показали, що перевагу потрібно надавати впровадженню заходів організаційного характеру, що стосуються багатьох працівників підприємства (оцінки виробничих ризиків на робочих місцях, проведення різних форм навчання з охорони праці, періодичних медоглядів, атестації робочих місць за умовами праці, задіяння сучасних інформаційних засобів у працезохоронній роботі та ін.). Також недоцільно залишати поза увагою і потрібно вводити до програми фінансування заходи щодо улаштування систем колективного захисту, забезпечення якнайширшого кола працівників засобами індивідуального захисту, оперативного визначення технічного стану вузлів і агрегатів мобільних сільськогосподарських машин після тривалої експлуатації.

Розроблений алгоритм розрахунку можна задіяти для оптимізації заходів державної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану охорони праці та довкілля, що неодмінно будуть затверджуватися протягом наступних років. Пріоритет потрібно надавати фінансуванню заходів у рамках функціонування у галузі (на підприємстві) системи відстеження потенційних небезпек та запобігання виробничим (професійним) ризикам.

Стратегія управління безпекою складних технічних систем, які нині присутні у різних галузях економіки, зокрема й в агропромисловому комплексі, має спиратися на системний аналіз, багатофакторне оцінки і багатокритеріальну мінімізацію ризиків аварійних ситуацій та нещасних випадків, що забезпечить суттєве підвищення безпеки працівників шляхом своєчасного виявлення ситуацій істотного, критичного і (або) катастрофічного ризику та впровадження ефективної системи запобігання їх наслідкам.

Потрібно вказати, що об'єктивно оцінити ефективність окремих працезохоронних заходів можна лише створивши галузеві системи відстеження потенційних небезпек, що дозволяє контролювати ступінь впровадження профінансованих заходів на всіх об'єктах (підприємствах) галузі та аналізувати отриману інформацію.

Потрібно зазначити, що використання запропонованого алгоритму для оптимізації працезохоронних витрат окремого підприємства є досить складною задачею. Це пов'язано з тим, що наслідки від їх впровадження виявляються через певний часовий інтервал, до того ж потрібно врахувати, що практично неможливо протягом календарного року профінансувати весь комплекс працезохоронних заходів. А невиконання окремих позицій плану заходів з охорони праці може суттєво вплинути на достовірність прогнозу соціально-економічної ефективності та показники виробничого травматизму і професійної захворюваності.

Тому методологія оптимізації витрат на потреби охорони праці підприємства повинна базуватися на застосуванні формалізованих таблиць, де кожному з типових працезохоронних заходів (для окремих виробництв і технологічних процесів) потрібно зіставити усереднений обсяг фінансування та узагальнену величину очікуваної ефективності, отримані на основі порівняння з галузевими аналогами та експертними оцінками значущості виробничих ризиків на робочих місцях, що корелюють з встановленими причинами нещасних випадків. Враховувати фінансування працезохоронних витрат, що стосуються загальної культури виробництва, наприклад придбання спецодягу, улаштування куточків з охорони праці тощо, потрібно комплексно з іншими заходами, де зв'язок із станом охорони праці більш зрозумілий.

Аналіз невизначеностей, які мають місце у разі формування оптимального плану впровадження працезохоронних заходів, дозволяє зробити висновок, що їх відповідна математична формалізація можлива у рамках теорії нечітких множин [13]. Зокрема, з'являється можливість безпосереднього виконання арифметичних операцій з параметрами, які задано у нечітко-інтервальній формі через їх суб'єктивну оцінку.

Залежно від виду задачі оптимізації (чітка чи нечітка цільова функція для чітких чи нечітких обмежень) – можливі чотири варіанти), для їх

вирішення застосовують метод згортання критеріїв з фіксованими пріоритетами або методи нелінійного програмування із змінними, частина яких є булевими [14 - 15].

Висновки

Запропонований алгоритм для оптимізації працезохоронних витрат на підприємстві (у галузі) є ефективним інструментом для розроблення управлінських рішень з охорони праці на основі планування оптимального використання обмеженого обсягу фінансування. З його допомогою можна змодельовати різні варіанти напрямів впровадження працезохоронних заходів, що забезпечують найбільш соціально-економічне використання коштів підприємства.

Планування оптимального використання наявного обсягу коштів на потреби охорони праці здійснюється, як правило, за умов невизначеності початкової інформації, що породжує невизначеність умов планування. Через це виникає необхідність застосування теорії нечітких множин для вирішення задачі планування оптимального використання обмеженого обсягу коштів на працезохоронні потреби.

Література

1. Лисанов М. В. О техническом регулировании и критериях приемлемого риска. / М. В. Лисанов // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 5. – С. 11-14.
2. Wojnalowicz A. W. Ocena ryzyka zawodowego w branżach rolniczych Ukrainy / A. W. Wojnalowicz, W.G. Capko //Ocena ryzyka zawodowego w rolnictwie. Praca zbiorowa pod redakcją Agnieszki Buczej, Leszka Soleckiego. – Lublin, Instytut medycyny wsi, 2010. – P. 239-246.
3. Іщенко М. І. Оцінка соціально-економічного ефекту від вжиття заходів щодо створення безпечних умов праці / М. І. Іщенко, В. Д. Воробйов, А. П. Пашков та ін. // Проблеми охорони праці в Україні. Збірник наукових праць. – К.: ННДІОП, 2004. – Вип. 8. – С. 97-107.
4. Бурков В. Н. Эффективность экономических механизмов управления риском / В. Н. Бурков // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1994. – № 1. – С. 32-45.
5. Елин А. М. О проекте модели и принципах управления безопасностью труда в муниципальных образованиях России / А. М. Елин // Охрана труда (ВЦОТ), 2004. – Вип. 12. – С. 39-43.
6. Спицнадель В. Н. Теория и практика принятия оптимальных решений: учеб. пособие / В. Н. Спицнадель. – СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2002. – 394 с.
7. Роик В. Д. Управление условиями и охраной труда / В. Д. Роик. – М.: Изд-во РАГС, 2004. – 256 с.
8. Шевченко Л. А. Алгоритм оценки эффективности системы управления охраной труда

и промышленной безопасностью на опасных производственных объектах электроэнергетики на примере ОАО «Южно-Кузбасская ГРЭС» / Л. А. Шевченко, А. Н. Поздняков // Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2014. – № 1 (101). – С. 111-116.

9. Розен В. П. Формирование оптимального плана внедрения энергосберегающих мероприятий на промышленных предприятиях в условиях неопределенности информации / В.П.Розен, А. И. Соловей, А. В. Чернявский и др. / Экономическая безопасность государства: территориальный аспект. – Дрогобич: Коло, 2006. – С. 229-238.

10. Разинькова О. П. Применение программных продуктов для оптимизации затрат предприятия на охрану труда персонала / О. П. Разинькова, А. В. Разумов // Программные продукты и системы. Международный журнал, 2013. – № 1. – С. 156-159.

11. Качалов Н. А. Эффективность затрат / Н. А. Качалов // Охрана труда и социальное страхование, 2010. – № 10. – С. 58-61.

12. Войналович О. В. Оптимізація заходів з охорони праці в АПК / О. В.Войналович, Д. А. Дерев'янка // Праці. Таврійський державний

агротехнологічний університет. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – Вип. 10. – Т. 6. – С. 45-50.

13. Алтунин А. Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.

14. Алиев Р. А. Управление производством при нечеткой исходной информации / Р. А. Алиев, А. Э. Церковный, Г. А. Мамедова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240с.

15. Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М.: Высш. шк., 2002. – 544 с.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Г.Здановський, ДУ «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці», Київ.

Автор: ВОЙНАЛОВИЧ Олександр Володимирович
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, кандидат технічних наук, доцент.
E-mail – voynalov@bigmir.net.

ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ ВЫБОР КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

А. В. Войналович

Разработанный алгоритм оптимизации программы внедрения мероприятий по охране труда позволяет изменять их оптимальную выборку в зависимости от наличия финансовых ресурсов или сроков планирования. Для оптимального планирования использования ограниченного объема средств в условиях неопределенности информации об эффективности мероприятий по охране труда необходимо применять теорию нечетких множеств.

Ключевые слова: охрана труда, оптимизация затрат, эффективность мероприятий, целевая функция.

OPTIMIZATION OF THE COMPLEX RANGE OF LABOR PROTECTION MEASURES

O. V. Voynalovych

On the most enterprises of Ukraine funds that employers can concentrate on the needs of labor usually limited, so there is the problem of optimal allocation to solve different queries production. Purpose of the work – to develop an algorithm optimization of the program implementation of safety at the plant, which would quickly change the selection of optimum safety measures for the greatest social and economic impact depending on the availability of financial resources or planning terms. In this paper, calculation algorithm was implemented as a settlement package for PC that allows you to sample optimization method using the full (forward) bulkhead options, taking into account the restrictions imposed. Also, a package of measures to optimize the appropriate program on safety, if it involves several funding sources. The calculation was performed for 30 proposals for the annual plan (program) improvement of safety at the plant (both organizational and technical plan), that targets the function was created to 30 variables. Planning of optimal using of funds for the needs of the safety often occurs in uncertainty of initial information about their effectiveness, leading to uncertainty planning conditions. The main reason for the uncertainty is the lack of a direct link between the expenses on safety and evaluate their effectiveness. This uncertainty can be characterized by fuzzy categories as in optimization problems measures implemented in different industries.

Keywords: health and safety, cost optimization, efficiency of measures, the objective function.