

ОСОБЛИВОСТІ КОМБІНОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ МЕТОДІВ DELPHI ТА АНР ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Кружилко О. Є., д-р. техн. наук, проф. (каф. БПОД ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»);

Струналь В. М., Шилкін А. С., студ. (гр. БП-24-1М ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»);

Полукаров О. І., канд. техн. наук, доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. Розглянуто підхід до удосконалення процесу планування заходів з безпеки праці шляхом комбінованого використання експертних методів Delphi та АНР. Обґрунтовано доцільність застосування цих методів за умов невизначеності та/або нестачі статистичних даних. Запропоновано послідовність дій для проведення експертної оцінки, визначено переваги інтеграції результатів у систему управління охороною праці підприємства відповідно до вимог ISO 45001.

Ключові слова: експертний метод, безпека праці, оперативне планування, промислове підприємство, управлінське рішення.

Abstract. The approach to improving the process of planning occupational safety measures through the combined use of expert methods Delphi and AHP is considered. The feasibility of using these methods under conditions of uncertainty and/or lack of statistical data is substantiated. A sequence of actions for conducting an expert assessment is proposed, and the advantages of integrating the results into the enterprise's occupational safety management system in accordance with the requirements of ISO 45001 are determined.

Keywords: expert method, occupational safety, operational planning, industrial enterprise, management decision.

Вступ. При оперативному плануванні заходів з безпеки праці на промислових підприємствах достатньо часто виникає проблема: відсутність повних кількісних даних для однозначного вибору заходів. Це пояснюється тим, що виробничі ризики мають суттєву якісну складову, контекст кожного підприємства – унікальний, а наслідки можуть бути багатовимірними. У таких умовах структуроване залучення експертного знання (expert judgment, expert elicitation) стає ключовим інструментом для обґрунтованого прийняття рішень, пріоритизації заходів і планування витрат. Існуючі підходи до експертних оцінок (Delphi-метод, метод аналізу ієрархій (АНР), fuzzy-АНР, Cooke's Classical Model) дозволяють формалізувати знання експертів, кількісно представити невизначеність та отримати агреговані, документовані пріоритети для програм зі зниження ризиків. Саме така комбінація методик дає можливість перейти від інтуїтивного до системного та підзвітного підходу в забезпеченні безпеки праці.

Аналіз стану питання. Системи управління охороною праці на сучасних промислових підприємствах все частіше орієнтуються на ризик-орієнтований

підхід, який передбачає: ідентифікацію небезпечних факторів, оцінку ризику, впровадження заходів і моніторинг їх ефективності. Однак, на практиці, у багатьох ситуаціях виникає дефіцит об'єктивних даних (наприклад, статистики по відмовах обладнання, інцидентів з людським фактором, параметрів технологічних процесів). У таких випадках експертні методи стають незамінними. Наприклад, у дослідженнях останніх років доведено, що комбінація Delphi + АНР є ефективним методом для вибору пріоритетних заходів у різних сферах ризик-менеджменту. Delphi застосований для виділення ризик-факторів, а потім АНР – для їх оцінки та ранжування [1, 2]. У контексті системи управління охороною праці методика Delphi + АНР дозволяє залучити групу експертів для отримання консенсусу та одночасно отримати кількісне ранжування заходів. Крім того, коли судження експертів мають нечіткий характер (наприклад, вплив людського фактора, складність впровадження), застосування fuzzy-версій підходу (fuzzy-АНР) додатково підвищує точність. Таким чином, комбіноване використання експертних методів стає особливо актуальним саме для оперативного планування заходів з безпеки праці – коли необхідно швидко обрати пріоритети й виділити ресурси, а повної статистики немає.

Мета роботи – розкрити особливості комбінованого використання експертних методів (Delphi + АНР, при потребі їх розширень) для оперативного планування заходів з охорони праці.

Методики, матеріали і результати досліджень. У дослідженні запропоновано універсальну процедуру застосування комбінованих експертних методів, яка складається з кількох ключових етапів:

1. Формулювання мети і завдань експертизи. Наприклад: «Сформувати множини та відібрати з неї 10 заходів для зниження ризику травматичних подій у цеху Х з обмеженим бюджетом Y». Визначаються горизонти: коротко-, середньо-, довгострокові.

2. Підбір і залучення експертів. Комбінування внутрішніх фахівців (технологи, майстри, інженери з ОП) і зовнішніх (галузеві консультанти, науковці). Рекомендовано не менше 7–8 експертів для Delphi/АНР.

3. Підготовка інформаційного пакету. Експертам надають: статистику інцидентів, опис технологічного процесу, альтернативні заходи, критерії оцінювання (наприклад: ефективність зниження ризику, вартість, легкість впровадження, вплив на продуктивність, сумісність із ISO 45001). Визначаються шкали: 1–9 для АНР, лінгвістичні шкали для fuzzy-методів.

4. Проведення експертної сесії / опитування.

Delphi: письмові раунди (2-4) анонімно; після кожного раунду експертам передається зведення відповідей (без імен), вони можуть переглянути або відкоригувати свої судження, поки не досягнуть прийнятного консенсусу.

АНР: експерти здійснюють парні порівняння критеріїв і альтернатив, потім обчислюються ваги критеріїв та ранжування альтернатив.

5. Обробка оцінок і агрегування.

У Delphi-етапі аналізується динаміка раундів, виявляються зони розбіжностей, за потреби проводиться фокус-інтерв'ю із зовнішніми стейкхолдерами.

У АНР-етапі: перевірка узгодженості ($CR \leq 0,10$ прийнятно). У методі АНР важливо не лише отримати ваги критеріїв, а й перевірити, наскільки узгоджені судження експертів. Для цього використовують три індекси: CI (Consistency Index, індекс узгодженості); RI (Random Index, випадковий індекс); CR (Consistency Ratio, коефіцієнт узгодженості).

6. Перетворення результатів у проект заходів. За результатами ранжування формують програму заходів: визначають пріоритети (заходи 1-N), бюджетні оцінки, календарні терміни, відповідальних осіб. Розробляються KPI: кількість нещасних випадків на 100 працівників, % виконання заходів, показник загальної безпеки.

7. Валідація та моніторинг. Через 6-12 місяців проводиться перегляд, оцінка ефективності заходів, коригування пріоритетів через повторну експертизу (раунд Delphi або доповнення АНР-оцінок).

Результати. Практичне впровадження такого підходу дозволяє швидко отримати узгоджені пріоритети заходів з безпеки, документовані дані для планування бюджету й термінів, зменшити ризик суб'єктивності, підвищити прозорість процесу. Систематичний огляд показує, що поєднання Delphi + АНР стає «найбільш застосовним інструментом» у багатьох галузях для пріоритизації ризиків та заходів.

Інтеграція результатів експертних оцінок у систему менеджменту охорони праці відповідно до вимог ISO 45001:2018 значно підвищує їхню практичну цінність і ефективність управлінських рішень. Самі по собі результати експертних методів (Delphi, АНР тощо) мають аналітичний характер, однак лише вбудування їх у діючі процеси системи менеджменту (політику, реєстри ризиків, планування заходів, моніторинг та аналіз ефективності) дозволить забезпечити реальне використання отриманих висновків. ISO 45001 вимагає, щоб організація системно ідентифікувала небезпеки, оцінювала ризики та можливості, а також упроваджувала заходи з їхнього контролю. Експертні методи надають формалізовану, прозору і документовану основу для таких оцінок, що підвищує достовірність і прийнятність управлінських рішень. Крім того, інтеграція забезпечує безперервність циклу PDCA: експертні оцінки використовуються для планування, реалізації, перевірки та вдосконалення системи охорони праці, сприяючи її адаптивності, відповідності аудиторам і сталому розвитку підприємства.

Висновки. Комбіноване використання експертних методів, зокрема Delphi і АНР, у контексті оперативного планування заходів з охорони праці дозволяє поєднати переваги кожного підходу: Delphi забезпечує консенсус експертів у складних умовах невизначеності, а АНР надає кількісне ранжування альтернатив за чітко визначеними критеріями. За умови дотримання процедур (визначення мети, підбір експертів, підготовка даних, перевірка узгодженості) підприємство

може отримати ефективний інструмент для прийняття управлінських рішень у сфері ОП. Разом з тим, важливо враховувати, що якість результатів залежить від компетентності експертів, якості підготовки інформаційного пакету та прозорості агрегування оцінок. Інтеграція результатів у систему менеджменту ОП, наприклад із відповідністю стандарту ISO 45001, підвищує практичну цінність. Отже, застосування комбінованих експертних методів є обґрунтованою стратегією для зміцнення культури безпеки та оптимізації ресурсів на підприємстві.

Література

1. Khan M.R., Alam M.J., Tabassum N., Khan N.A. A Systematic Review of the Delphi–AHP Method in Analyzing Challenges to Public-Sector Project Procurement and the Supply Chain: A Developing Country’s Perspective. *Sustainability*. 2022;14(21):14215. URL: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/21/14215?utm_source=chatgpt.com
2. Lamii N., Bentaleb F., Fri M., Mabrouki C., Semma E. Use of DELPHI-AHP Method to Identify and Analyze Risks in Seaport Dry Port System. *Transactions on Maritime Science*. 2022;11(1):185-206. URL: https://www.toms.com.hr/index.php/toms/article/view/468?articlesBySimilarityPage=2&utm_source=chatgpt.com