

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ВНАСЛІДОК ТЕХНІЧНИХ ПРИЧИН

*Кружилко О. Є., д.т.н., т.в.о. генерального директора (Державна установа «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці»);
Полукаров О. І., к.т.н., доцент (каф. ОПЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. Розглянуто підхід до оцінки виробничих ризиків, що виникають внаслідок технічних причин (пов'язаних зокрема, з несправностями та виходом з ладу обладнання). Запропоновано для використання математичну модель яка описує діяльність структурного підрозділу, що виконує технічне обслуговування виробничого обладнання.

Ключові слова: математична модель, травматизм, виробничий ризик.

Abstract. An approach to the assessment of production risks arising from technical reasons (related in particular to malfunctions and equipment failure) is considered. It is proposed to use a mathematical model that describes the activities of the structural unit that performs maintenance of production equipment.

Keywords: information system, labor protection management,

Вступ. При дослідженні складних систем (процесів) застосовують методи математичного моделювання. Проведений огляд літературних джерел свідчить, що методи математичного моделювання дозволяють виявити залежності між показниками (для сфери охорони праці найбільш вагомими є показники виробничого травматизму) та чинниками, що на них впливають, а також отримати математичний вираз цих залежностей.

Суть вказаних методів полягає в тому, що досліджувана система відтворюється в експериментальних умовах, а математична модель розглядається як спеціально створюваний об'єкт, на якому відтворюються визначені характеристики досліджуваної системи. Процес моделювання – це відображення характеристик досліджуваного об'єкта для його вивчення. Моделювання є важливим інструментом наукової абстракції, що дозволяє виділити, відокремити й аналізувати істотні для даного дослідження характеристики об'єкта - властивості, взаємозв'язки, структурні та функціональні параметри.

Аналіз стану питання. Математичні моделі, що описують поведінку організаційних систем, можуть ефективно застосовуватись в сфері охорони праці для вирішення задач планування, задач, пов'язаних з розрахунком навантажень на фахівців, що здійснюють управлінську та наглядову діяльність (інспектори державних інспекцій, фахівці та керівники служб та відділів охорони праці підприємств) та інших [1, 2]. Використовуючи узагальнену схему об'єкта моделювання можна побудувати математичні моделі для зниження виробничих ризиків у конкретних виробничих умовах [3, 4].

Мета роботи: застосування засобів математичного моделювання для кількісної оцінки виробничих ризиків, що виникають внаслідок технічних причин.

Матеріали і результати досліджень.

Взято до розгляду один з напрямків діяльності з охорони праці, спрямований на планування та реалізацію заходів по зниженню виробничих ризиків, що виникають внаслідок технічних причин. Для побудови математичної моделі виробничих ризиків, що виникають внаслідок технічних причин, пов'язаних зокрема, з несправностями та виходом з ладу виробничого обладнання, визначено у формалізованому вигляді найбільш вагомні параметри:

структурний підрозділ (група фахівців), що виконує технічне обслуговування обладнання (X_1) – характеризується: кваліфікацією, досвідом роботи кожного з фахівців тощо;

потік заявок (X_2) – перелік робіт з технічного обслуговування обладнання, визначених за результатом оперативного обстеження обладнання а також з урахуванням регламентних робіт, визначених на підставі паспортів обладнання. Кожна заявка має свій пріоритет, який визначається важливістю конкретної роботи; Вказані роботи в загальному випадку можна вважати заходами з охорони праці.

диспетчеризація заявок (X_3) – передбачено, що всі заявки стають в чергу на виконання з урахуванням їх пріоритетів (пріоритет визначає фахівець з обслуговування або інша уповноважена на це посадова особа);

оцінка фактичних результатів виконання заявок (X_4) – перелік ознак, за якими оцінюються результати виконання робіт.

Отже, математична модель має такий вигляд:

$$Q = \langle X_1, X_2, X_3, X_4 \rangle. \quad (1)$$

Кожен з параметрів, що використовуються у моделі (1) $X_1 \dots X_4$ може бути представлений у вигляді функціональної залежності від множини чинників, що впливають: $X_i = X_i(X_i^1, X_i^2, \dots), i = 1 \dots 4$.

Як результат роботи системи Q з використанням побудованої математичної моделі формується статистичний матеріал щодо одного або декількох вихідних параметрів, що характеризують ефективність роботи фахівця з технічного обслуговування обладнання.

При цьому можна стверджувати, що невиконання запланованих заходів призводить до зростання з часом виробничих ризиків, імовірності настання негативної події (нещасного випадку, аварійної ситуації, аварії тощо), яка може спричинити людські жертви та матеріальні втрати.

Функціонування моделі, що формалізовано описує діяльність фахівця з технічного обслуговування обладнання здійснюється за таким алгоритмом. Формується потік заявок. Якщо вільний хоча б один з фахівців з технічного обслуговування (не виконує іншу заявку, яка надійшла раніше), він розпочинає виконання чергової заявки, що надійшла. Результат виконання заявки залежить від характеристик фахівця: виконано повністю (виконано частково). Крім того, час витрачений на виконання заявки залежить від конкретного виду роботи з

обслуговування. Результат виконання заявки характеризує ступінь зменшення ризику настання негативної події (нещасного випадку, аварійної ситуації тощо). Якщо заявка виконана повністю у встановлений строк – ризик не перевищує рівню, визначеного для умов, коли даний чинник не діє взагалі.

Формування потоку заявок. Інтенсивність потоку (кількість заявок за одиницю модельного часу) визначається особливостями конкретного виробництва, ритмічністю або неритмічністю роботи, зношеністю основних фондів, безпекою виробничого обладнання та технологічних процесів тощо. З урахуванням цього, при формуванні потоку заявок може використовуватись рівномірний або нормальний закон розподілу. Крім того, інтенсивність може визначатись як математична модель, отримана за результатами обробки наявних статистичних даних.

Вид заявки визначає кількість одиниць модельного часу, необхідних для її виконання. Як свідчить практика найбільш часто постають завдання, які вимагають незначних витрат часу для їх виконання, а завдання, які вимагають значних витрат часу виникають відносно рідко. Отже, можна визначити взаємозв'язок між інтенсивністю потоку заявок та витратами часу на їх виконання.

Розглянемо теоретично залежності імовірності настання негативних подій від невиконання різних заходів (наведені на рис. 1).

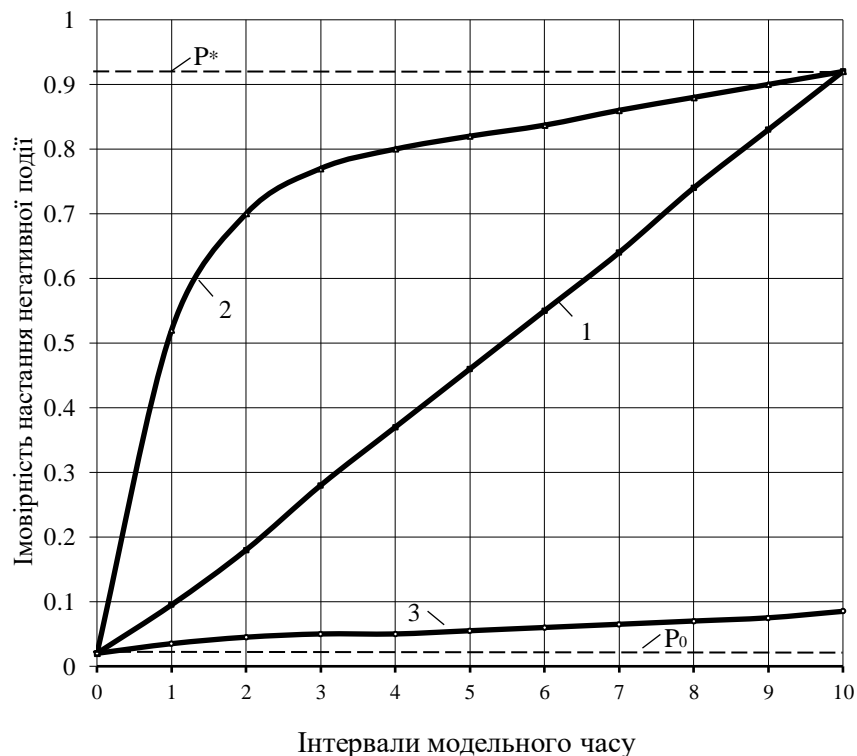


Рис. 1. Імовірності настання негативної події як результат невиконання заходів з охорони праці.

Залежність 1 характеризує випадок, коли невиконання необхідних заходів з охорони праці призводить до поступового погіршення стану виробничого

чинника, що, в свою чергу, призводить до зростання рівню його небезпеки. Цей випадок може характеризувати також відсутність або неякісне проведення інструктажів з охорони праці.

Залежність 2 характеризує випадок, коли невиконання необхідних заходів з охорони праці призводить до раптового погіршення стану виробничого чинника. Цей випадок може характеризувати широке коло заходів, що забезпечують безпеку виробничого обладнання, технологічних процесів, будівель та споруд. Наприклад, не виконання ремонту блоку живлення металообробного станка зумовлює протікання електричного струму на корпусі, доторкання до корпусу призводить до електротравми.

Якщо працівник навіть своєчасно попереджений про несправність обладнання, імовірність нещасного випадку зможе бути умовлена, наприклад, зниженою увагою через втому наприкінці робочої зміни та множиною інших причин. До моменту проведення ремонту нема жодних передумов щодо зниження імовірності настання нещасного випадку. Для випадків 1 та 2 існує деяка гранична імовірність P^* , перевищення якої можна вважати настанням нещасного випадку. Як свідчить практика, значення цієї імовірності лежить в межах 0,90...0,95.

Залежність 3 характеризує випадок, коли невиконання необхідних заходів з охорони праці впливає на імовірність настання нещасного випадку несуттєво.

Для всіх розглянутих випадків існує деяка гранична імовірність P_0 (див. рис. 1) настання нещасного випадку, зумовлена дією об'єктивних причин або обставин, які передбачити неможливо. Значення цієї імовірності визначається конкретним видом економічної діяльності а також особливостями організації виробничого процесу та множиною інших чинників.

Формування множини видів робіт, які підлягають вирішенню фахівцем з охорони праці. В залежності від конкретних умов пріоритетність роботи визначається як величина, пропорційна ступеню можливої небезпеки (шкідливості, економічних збитків тощо) в разі невиконання цієї роботи. Як приклади таких робіт можна навести: обстеження виробничого устаткування та приведення його у відповідність до вимог нормативних актів про охорону праці, а в необхідних випадках - заміну новим безпечним устаткуванням; проведення планово-попереджувальних ремонтів устаткування та інші.

Результати обробки заявок фахівцем можна інтерпретувати в такий спосіб:

$$\Delta P_i = P_i^n - P_i^k, \quad (2)$$

де ΔP_i - показник, що визначає імовірність настання нещасного випадку через невідповідність i -го чинника вимогам нормативних актів з охорони праці; P_i^n, P_i^k - імовірність настання нещасного випадку в результаті дії i -го чинника до та після виконання заходів з охорони праці відповідно.

В загальному випадку (якщо до уваги береться комплексна дія множини чинників) розраховується показник, який визначає імовірність настання

нешасного випадку для конкретного робочого місця (групи робочих місць, підрозділу або всього підприємства):

$$\Delta P = F(\Delta P_1, \dots, \Delta P_n), \quad (3)$$

де n - кількість чинників, що діють на працівника в умовах конкретного робочого місця.

Висновки. Показано, що застосування засобів математичного моделювання дозволяє кількісно оцінити виробничі ризики, що виникають внаслідок технічних причин. Отже, для обґрунтування планування заходів з охорони праці доцільно використовувати математичну модель, що описує поведінку виробничої системи з урахуванням діяльності фахівців з технічного обслуговування обладнання.

Література

1. Таїрова Т.М., Ткачук К.Н. Математичне моделювання показників оцінювання виробничого травматизму у машинобудівній галузі. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Кременчук: КрНУ, 2015. Випуск 4 (87). С.146–152

2. Таїрова Т.М., Ткачук К.Н., Мітюк Л.О. Математична модель коефіцієнта тяжкості виробничого травматизму на підприємствах вугільної промисловості: Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», Серія «Гірництво»: Збірник наукових праць. – Київ; НТУУ «КПІ», 2014. – Вип. 26. – С. 177 – 183.

3. Кружилко О.Є., Сторож Я.Б., Ткалич І.М., Полукаров О.І. Підвищення ефективності управління охороною праці на основі виявлення небезпек та оцінки ризиків виробничого травматизму. Адаптивні системи автоматичного управління : міжв. наук.-техн. зб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. Вип. 2(31). С. 38–45.

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.