

Б.О. Білінський, О.А. Гаврилко
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 кафедра будівельних конструкцій та мостів

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАХОДІВ З ЗАПОБІГАННЯ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ У ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛАХ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

© Білінський Б.О., Гаврилко О.А., 2011

Розглянуто заходи з запобігання виробничого травматизму, що викладені в наказі МНС України № 312. Проведено рангування їх коефіцієнтів за певними ознаками залежно від його значення: ефективності, обов’язковості, можливості, тривалості реалізації. Отже комплексно оцінюємо впровадження кожного заходу з метою оптимізації планування.

Ключові слова: виробничий травматизм, пожежно-рятувальні підрозділи.

The row of the facilities of the prevention production traumatic, which is specified in order ministry of internal affairs № 312. It is organized division of these factors on determined sign depending on their importance’s: efficiency, obligations, possibility, time of realization. Thereby we give complex estimation to introduction of each facility for the reason optimization of the planning.

Key words: production traumatism, fire-rescue subsections.

Постановка проблеми. Аналіз всіх відомих заходів з запобігання травматизму (позначимо їх Y_{mnf}), викладених у наказі МНС України від 07.05.2007 р. № 312 „Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України” [1], дозволяє класифікувати їх за такими ознаками:

- заходи забезпечення безпеки службових приміщень та споруд ($m=1$)
- заходи безпеки до пожежних машин ($m=2$)
- заходи безпеки експлуатації та комплектності пожежного обладнання, оснащення, рятувальних пристроїв та засобів індивідуального захисту ($m=3$):
- заходи безпеки під час несення служби та гасіння пожеж ($m=4$):
- заходи безпеки під час проведення занять та навчань ($m=5$):

Крім того кожна Y_{mn} -а класифікаційна група містить множину $\{f_{mn}\}$ конкретних заходів, дотримання яких гарантує безпеку роботи пожежників під час виконання ними своїх службових обов’язків. Наприклад, класифікаційна група $Y_{3,5}$ (заходи безпеки та комплектність газорізальних апаратів) містить такі заходи:

- $f=1$ – перевірка справності захисного одягу та захисних окулярів газорізальника;
- $f=2$ – перевірка тиску у балонах апарата (1 МПа – для ацетиленових балонів, 10 МПа – для кисневих балонів);
- $f=3$ – перевірка справності вентилів та штуцерів;
- $f=4$ – технічне обслуговування оснащення газорізальника за правилами Держнаглядохорон-праці;
- $f=5$ – перевірка герметичності з’єднання мильним розчином.

Всі ці заходи становлять базу даних системи автоматизованої системи планування заходів з запобігання травматизму у пожежно-рятувальних підрозділах МНС України.

Мета роботи. Проведення рангування коефіцієнтів виробничого травматизму за певними ознаками залежно від його значення: ефективності, обов'язковості, можливості, тривалості реалізації.

Викладення основного матеріалу. Кожен такий захід характеризується множиною параметрів:

$$\{M\} = \langle D_1(Y_{mnf}; Z_{rt}); D_2(X_{ijk}; Y_{mnf}; Z_{rt}); D_3(X_{ijk}; Y_{mnf}; Z_{rt}); D_4(Y_{mnf}); D_5(Y_{mnf}) \rangle, \quad (1)$$

де $D_1(Y_{mnf})$ – бінарний коефіцієнт обов'язковості Y_{mnf} -го заходу з запобігання травматизму для умов функціонування r -ї пожежної частини в t -й період (умова Z_{rt}) (цей коефіцієнт може приймати значення 0 – в разі необов'язковості проведення заходу і 1 – в разі його обов'язковості згідно з правилами безпеки праці або з черговістю його виконання в t -й період часу (наприклад, своєчасне посвідчення підйимальних засобів тощо); $D_2(X_{ijk}; Y_{mnf}; Z_{rt})$ – варіаційний імовірнісний коефіцієнт ефективності застосування Y_{mnf} -го заходу з запобігання травматизму для уникнення X_{ijk} -го потенційно-небезпечного фактора в умовах функціонування r -ї пожежної частини в t -й період. Цей коефіцієнт може приймати значення від 0 (абсолютна неефективність цього заходу) до 1 (безперечна імовірність уникнення випадку травматизму як прояв X_{ijk} -го фактора внаслідок застосування Y_{mnf} -го заходу для r -ї пожежної частини в t -й період часу); $D_3(X_{ijk}; Y_{mnf}; Z_{rt})$ – бінарний коефіцієнт можливості реалізації Y_{mnf} -го заходу з запобігання травматизму для уникнення X_{ijk} -го потенційно-небезпечного фактора в умовах функціонування r -ї пожежної частини в t -й період часу. Коефіцієнт D_3 може приймати значення 1 – у разі можливості проведення такого заходу або 0, у разі неможливості його реалізації; $D_4(Y_{mnf})$ – тривалість реалізації (розроблення, впровадження, навчання тощо) Y_{mnf} -го заходу запобігання травматизму. Цей показник визначатиметься в умовних годинах реалізації проекту; $D_5(Y_{mnf})$ – вартість реалізації Y_{mnf} -го заходу запобігання травматизму.

Відношення між цими показниками мають безумовно реляційний характер і можуть бути реалізовані винятково з врахування евристичного апарата на основі дослідження семантичних та прагматичних процедур формування конкретних рішень. Розглянемо кожен з цих показників і визначимо їхній вплив на формування науково-обґрунтованого плану заходів з запобігання травматизму.

Бінарний коефіцієнт обов'язковості будь-якого Y_{mnf} -го заходу $D_1(Y_{mnf}) = 1$ для визначеної підмножини встановлюються декларативно на основі виконання диз'юнктивної процедури (2):

$$D_1(Y_{mnf}; Z_{rt}) = 1 \Leftrightarrow (Y_{mnf} \in \{Y'\} \vee T(Y_{mnf}; Z_{rt}) \geq T'(Y_{mnf}) \mid T'(Y_{mnf}) > 0). \quad (2)$$

Тобто, Y_{mnf} -й захід є обов'язковим для включення до плану заходів за умови належності її підмножині $\{Y'\}$ декларативно-обов'язкових заходів або в результаті протермінування виконання цього заходу ($T(Y_{mnf}; Z_{rt}) \geq T'(Y_{mnf})$), якщо такий термін є встановлений ($T'(Y_{mnf}) > 0$).

Реалізувати таку процедуру найкраще в програмному циклі з залученням ітераційних методів розрахунку.

Умова обов'язковості проведення конкретного заходу з запобігання травматизму ($D_1(Y_{mnf}; Z_{rt}) = 1$) робить недоцільними розрахунки імовірнісного коефіцієнта ефективності застосування та бінарного коефіцієнта можливості реалізації цього заходу, які для завершеності реляційних таблиць встановлюють за замовчуванням такими, що дорівнюють 1 ($D_2(X_{ijk}; Y_{mnf}; Z_{rt}) = 1$; $D_3(X_{ijk}; Y_{mnf}; Z_{rt}) = 1$). Це дозволяє значною мірою зменшити розрахункові ресурси обчислювальної техніки і спростити алгоритм розрахунку.

Для визначення варіаційного імовірнісного коефіцієнта ефективності застосування Y_{mnf} -го заходу з запобігання травматизму ($D_2(X_{ijk}; Y_{mnf}; Z_{rt})$) для уникнення X_{ijk} -го потенційно-небезпечного фактора в умовах функціонування r -ї пожежної частини в t -й період проводяться статистичні дослідження впливу кожного заходу протягом T років ретроспективи. Для цього встановлюються значення фактичного коефіцієнта непрацездатності в кожному t -му році і аналізуються причини травматизму. Приймається значення булевої змінної $\beta_{mnf} = 1$, якщо Y_{mnf} -й захід запобігання травматизму призвів би до уникнення X_{ijk} -го потенційно-небезпечного фактора в умовах

функціонування r -ї пожежної частини і $\beta_{mnf}=0$ – у протилежному випадку. Тоді коефіцієнт ефективності можна визначити за формулою

$$D2(X_{ijk}, Y_{mnf}, Z_{rt}) = \frac{\sum_x \sum_t \left(\left(\frac{D_{xt} \cdot 1000}{S_{rt}} \right) \cdot \beta_{mnf} \right)}{\sum_t \hat{E}_{it}}, \quad (3)$$

де D_{xt} – кількість робочих днів, загублених у зв'язку з непрацездатністю пожежника в результаті випадку травматизму як результат X_{ijk} -го потенційно-небезпечного фактора, що стався в r -й пожежній частині в t -му році; S_{rt} – штатна кількість пожежників r -ї пожежної частини у t -му році ретроспективи.

Бінарний коефіцієнт можливості реалізації кожного Y_{mnf} -го заходу запобігання травматизму для уникнення X_{ijk} -го потенційно-небезпечного фактора в умовах функціонування r -ї пожежної частини в t -й період часу ($D_3(X_{ijk}; Y_{mnf}; Z_{rt})$) може приймати значення :

$$D_3(X_{ijk}, Y_{mnf}, Z_{rt}) = \zeta(m, n, r, t) \cdot \xi(m, n, r, t) \cdot \zeta(m, n, r, t), \quad (4)$$

де $\zeta(m, n, r, t)=1$ – за умови технічної можливості реалізації Y_{mnf} -го заходу запобігання травматизму (наявність необхідного обладнання, оснащення, без яких реалізація проекту є неможливою) для умов функціонування r -ї пожежної частини в t -й період часу; $\zeta(m, n, r, t)=0$, у зворотному випадку. Наприклад, для реалізації електрозахисного заходу – перевірка гумових діелектричних рукавиць, галосів та ботів – необхідне спеціальне оснащення для аналізу електропровідності, сертифіковане Держенергонаглядом. За його відсутності, несправності, прострочування періоду планової повірки тощо можна вважати цей коефіцієнт таким, що дорівнює 0; $\xi(m, n, r, t)=1$ за умови організаційної можливості реалізації Y_{mnf} -го заходу запобігання травматизму (наявність фахівців (зокрема тих, які повинні мати відповідні сертифікаційні документи) для проведення цього виду робіт тощо), $\xi(m, n, r, t)=0$, у зворотному випадку. Наприклад, проводити своєчасну повірку балонів для газополум'яного оброблення металів має право лише спеціаліст, який пройшов відповідне навчання і допущений для роботи з результатами, що працюють під тиском. За відсутності такого фахівця у цій r -й пожежній частині, реалізація такого заходу є неправомірною, а отже, приймаємо $\xi(m, n, r, t)=0$; $\zeta(m, n, r, t)=1$ за умови фінансової можливості реалізації Y_{mnf} -го заходу для умов функціонування r -ї пожежної частини в t -й період часу; $\zeta(m, n, r, t)=0$, у зворотному випадку.

Отже, імовірність реалізації будь-якого заходу можлива лише за кон'юнктивної умови (3.11):

$$\zeta(m, n, r, t) \neq 0 \wedge \xi(m, n, r, t) \neq 0 \wedge \zeta(m, n, r, t) \neq 0. \quad (5)$$

У випадку $D_1(Y_{mnf}; Z_{rt})=1 \wedge D_3(X_{ijk}; Y_{mnf}; Z_{rt})=0$ (тобто обов'язковості, але неможливості реалізації будь-якого Y_{mnf} -го заходу запобігання травматизму), у програмі формування плану генерується запрограмоване повідомлення про помилку, її причини і шляхи можливого уникнення (додаткове доукомплектування пожежної частини, рекомендації щодо збільшення коштів на заходи з запобігання травматизму тощо). Без вирішення такого протиріччя адекватність запропонованого плану заходів до реальних умов є незначною.

Показник тривалості реалізації Y_{mnf} -го заходу запобігання травматизму ($D_4(Y_{mnf})$) визначається в умовних годинах реалізації проекту за такою формулою:

$$D_4(Y_{mnf}) = T_{mnf}^1 \cdot \phi_{mnf} + T_{mnf}^2 \cdot \phi_{mnf} + T_{mnf}^3 \cdot \eta_{mnf} + T_{mnf}^4 \cdot \lambda_{mnf}, \quad (6)$$

де T_{mnf}^1 – несуміщена нормативна тривалість проектно-конструкторських робіт з розроблення документації для впровадження Y_{mnf} -го заходу ; $\phi_{mnf}=1$, якщо для реалізації Y_{mnf} -го заходу необхідно проводити будь-які проектно-конструкторські роботи; $\phi_{mnf}=0$, у зворотному випадку; T_{mnf}^2 – трудомісткість монтажних, механоскладальних, електромонтажних та інших робіт виробничого характеру, необхідних для реалізації Y_{mnf} -го заходу ; $\phi_{mnf}=1$, за умови необхідності проведення вищезгаданих робіт для впровадження Y_{mnf} -го заходу ; $\phi_{mnf}=0$, у зворотному випадку;

T_{mnf}^3 – трудомісткість робіт навчально-методичного характеру для впровадження Y_{mnf} -го заходу ; $\eta_{mnf}=1$, якщо для реалізації Y_{mnf} -го заходу необхідно проводити навчально-методичні роботи; $\eta_{mnf}=0$, у зворотному випадку; T_{mnf}^4 – несуміщена трудомісткість організаційних робіт , пов'язаних з сертифікацією, технічним обслуговуванням, налагодженням тощо обладнання та оснащення, необхідного для реалізації Y_{mnf} -го заходу ; $\lambda_{mnf}=1$, за умови необхідності проведення таких робіт для впровадження Y_{mnf} -го заходу ; $\lambda_{mnf}=0$, у зворотному випадку.

Отже, можна врахувати комплексну трудомісткість впровадження кожного заходу з метою оптимізації оперативного-календарного планування .

Наприклад, для реалізації заходів, спрямованих для безпеки гасіння пожеж у приміщеннях з холодильними установками, що пов'язані з використанням аміаку, пропонується впровадити спеціальні захисні костюми згідно з спеціальними рекомендаціями Правил пожежної безпеки в ДПО МНСУ (згідно з вищенаведеною класифікацією – захід $Y_{3_10_16}$). Проектно-конструкторські та виробничо-монтажні роботи для реалізації цього заходу⁴ не проводяться ($\phi_{3_10_16}=0$, $\Phi_{3_10_16}=0$). Роботи з навчання особового складу пожежної частини для ефективного використання цього спеціального оснащення становлять згідно з нормативами [2] 50 год. ($T_{3_10_16}^3=50$; $\eta_{3_10_16}=1$). Трудомісткість організаційних робіт, необхідних для реалізації $Y_{3_10_16}$ -го заходу [3] – 40 год ($T_{3_10_16}^4=40$; $\lambda_{3_10_16}=1$). Отже, $D_4(Y_{3_10_16})=90$ год.

Вартість реалізації Y_{mnf} -го заходу запобігання травматизму($D_5(Y_{mnf})$) визначається за формулою:

$$D_5(Y_{mnf}) = S_{mnf}^0 \cdot \mu_{mnf} + S_{mnf}^1 \cdot T_{mnf}^1 \cdot \phi_{mnf} + S_{mnf}^2 \cdot T_{mnf}^2 \cdot \Phi_{mnf} + \dots \quad (7)$$

$$\dots + S_{mnf}^3 \cdot T_{mnf}^3 \cdot \eta_{mnf} + S_{mnf}^4 \cdot T_{mnf}^4 \cdot \lambda_{mnf}$$

де S_{mnf}^0 – вартість основних засобів (обладнання, оснащення тощо) для реалізації Y_{mnf} -го заходу; $\mu_{mnf}=1$, якщо для впровадження даного заходу необхідно придбати будь-яке обладнання або оснащення; $\mu_{mnf}=0$, у зворотному випадку; S_{mnf}^1 – собівартість однієї години проектно-конструкторських робіт з розроблення документації для впровадження Y_{mnf} -го заходу; S_{mnf}^2 – собівартість однієї години монтажних, механоскладальних, електромонтажних та інших робіт виробничого характеру, необхідних для реалізації Y_{mnf} -го заходу; S_{mnf}^3 – собівартість однієї години навчально-методичної роботи для впровадження Y_{mnf} -го заходу; S_{mnf}^4 – собівартість однієї години організаційних робіт, пов'язаних з сертифікацією, технічним обслуговуванням, налагодженням тощо обладнання та оснащення, необхідного для реалізації Y_{mnf} -го заходу .

Висновки. На цьому прикладі показано, що розрахунок тривалості реалізації заходів з запобігання травматизму нескладний, проте він потребує значної роботи з довідковими та нормативними даними. Це підтверджує доцільність застосування автоматизованого планування , що дає можливість оперативної роботи з базами даних, їх своєчасне поновлення, адаптивність та адекватність прийняття рішень.

1. Наказ МНС України від 07.05.2007 р. № 312 „Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України”. – К., 2007. – 386 с. 2. Наказ МНС України від 01.07.09 р. № 444 „Настанова з професійної підготовки та післядипломної підготовки рядового і начальницького складу МНС України”. 3. Наказ МНС України від 01.09.09 р. № 601 „Положення про службову підготовку особового складу органів та підрозділів цивільного захисту”.