ПІДВИЩЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАПОБІГАННЯ ВИРОБНИЧОМУ ТРАВМАТИЗМУ НА ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ В МАШИНОБУДУВАННІ

Т. М. Таїрова^{1*}, Н. В. Романенко², О. А. Сліпачук¹

¹Державна установа «Національний НДІ промислової безпеки та охорони праці», Київ, Україна

²Центр підвищення кваліфікації працівників водного господарства, Київ, Україна

*E-mail для листування: tairovatn@ukr.net

Отримано: 10 Грудня 2020; **Прийнято:** 15 Грудня 2020

Цитувати як: Таїрова, Т. Н., Романенко, Н. В., Сліпачук, О. А. (2020). Підвищення результативності заходів з профілактики виробничого травматизму на основі моделювання системи охорони праці в машинобудуванні. *Проблеми охорони праці в Україні*, 36(4), 23–29.

Мета цієї роботи – підвищення результативності заходів із запобігання виробничому травматизму на основі моделювання системи охорони праці в машинобудуванні. Для розробки ефективних управлінських рішень щодо виробничої безпеки було побудовано математичну модель системи охорони праці для машинобудування, яка враховує правову, соціально-економічну та організаційну складові. Дослідження базуються на фактичних статистичних даних щодо причин і наслідків виробничого травматизму за 12 років. Доцільність застосування методу математичного моделювання на основі показників травматизму є виправданим, оскільки такий підхід пов'язує превентивні заходи у галузі охорони праці з результатами оцінки ризиків та знижує суб'єктивність прийняття управлінських рішень. Розроблена модель системи охорони праці дозволяє підвищити результативність заходів зі зниження виробничих ризиків у машинобудуванні з урахуванням дій або бездіяльності працівника і роботодавця та оптимізувати розмір штрафних санкцій на працівника і роботодавця за порушення трудової та виробничої дисципліни. Обґрунтовано доцільність запровадження ефективного правового механізму регулювання відповідальності працівника і роботодавця як суб'єктів трудового права щодо виконання вимог з охорони праці. Запропоновані заходи з профілактики виробничого травматизму є універсальними. Розроблено алгоритм прийняття управлінських рішень щодо зниження ризиків настання випадків травматизму в машинобудуванні, який передбачає використання критеріїв вибору заходів за результатами математичного моделювання системи охорони праці (працівник, роботодавець). Запропонований підхід щодо управління охороною праці в машинобудівній галузі базується на компонентному та функціональному методах, оцінці настання травматичних подій через порушення працівником, роботодавцем трудової та виробничої дисципліни. Ця модель відрізняється від існуючих тим, що ґрунтується на математичному моделюванні системи охорони праці, враховує наявну статистичну інформацію, пов'язану з ризиком настання небезпечних ситуацій з тяжкими наслідками в галузі через недотримання працівником, роботодавцем трудової та виробничої дисципліни, стимулює профілактичну діяльність та дозволяє встановити залежність рівня виробничого ризику від обґрунтованості заходів з охорони праці та зменшити вплив суб'єктивної складової експертних суджень.

Ключові слова: система охорони праці, ризик, управлінські рішення, виробничий травматизм, математична модель.

IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF MEASURES FOR THE PREVENTION OF OCCUPATIONAL INJURY ON THE BASIS OF MODELING THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY SYSTEM IN MECHANICAL ENGINEERING

T. Tairova^{1*}, N. Romanenko², O. Slipachuk¹

¹Public Agency "National Scientific and Research Institute of Industrial Safety and Occupational Safety and Health", Kyiv, Ukraine

²Center for advanced training of water management workers, Kyiv, Ukraine

*E-mail for correspondence: tairovatn@ukr.net

Received: 10 December 2020; **Accepted:** 15 December 2020

Cite as: Tairova, T., Romanenko, N., Slipachuk, O. (2020). Improving the effectiveness of measures for the prevention of occupational injury on the basis of modeling the occupational health and safety system in mechanical engineering. *Проблеми охорони праці в Україні*, 36(4), 23–29.

The purpose of this work increasing the effectiveness of measures for the prevention industrial injuries on the basis of modeling the labor protection system in mechanical engineering. To develop effective management decisions on industrial safety, mathematical model of the labor protection system for mechanical engineering was built. It was taking into account the legal, socio-economic and organizational components. The studies was based on actual statistical data of the causes and consequences of occupational injuries in mechanical engineering over 12 years. The feasibility of using the method of mathematical modeling based on indicators of injury is justified, since this approach links preventive measures in the field of labor protection with the results of risk assessment and reduces the subjectivity of management decisions. The mathematical model of the labor protection system allows to increase the effectiveness of measures to reduce production risks in mechanical engineering, taking into account the actions or inaction of the employee and the employer, and to optimize the amount of penalties for the employee and employer for violation of labor and production discipline. The expediency of introducing the effective legal mechanism for regulating the responsibility of the employee and the employer as subjects of labor law for meeting labor protection requirements has been substantiated. The proposed measures for the prevention of industrial injuries are universal. The algorithm for making management decisions to reduce the risk of injuries in mechanical engineering, which involves the use of criteria for selecting measures based on the results of mathematical modeling of occupational safety (employee, employer). The proposed approach to occupational safety management in mechanical engineering enterprises is based on a component method of assessing the occurrence of traumatic events due to the actions or inaction of the employee and the employer. This model differs from the existing ones because it takes into account the available statistical information related to the risk of dangerous situations in the industry and the level of employee and employer compliance with occupational safety regulations stimulates prevention and allows to establish the dependence of production risk labor protection and reduce the impact of the subjective component of expert judgments.

Keywords: labor protection system, risk, managerial decisions, occupational injuries, mathematical model.

1. Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій.

Розвиток машинобудівного комплексу України є одним із пріоритетних напрямів діяльності держави, оскільки його продукція відіграє ключову роль у формуванні виробничого потенціалу інших галузей. Проте за останнє десятиріччя відчутно скоротилися частка великих та середніх машинобудівних підприємств, а малих навпаки – збільшилася. Такі структурні зміни призвели до значної втрати валового внутрішнього продукту, оскільки машинобудівна промисловість в сучасних умовах істотно впливає на темпи і напрями науково-технічного прогресу в різних галузях економіки та відіграє роль базового комплексу, навколо якого формується раціональна структура економіки України. Частка галузі в загальному обсязі продукції промисловості становить 13,4 %, у валовій доданій вартості промисловості – 15,6 %. У машинобудуванні зосереджено понад 15 % вартості основних засобів і майже 6 % оборотних активів вітчизняної промисловості та понад 22 % кількості найманих працівників. Рівень розвитку машинобудування є одним із основних показників економічного розвитку країни та основним індикатором, що дозволяє оцінити її інноваційну систему [1, 2, с. 181].

Машинобудування як комплексна галузь переробної промисловості України, включає 27 видів економічної діяльності згідно з Державним класифікатором ДК 009:2010 «Класифікація видів економічної діяльності» (КВЕД). Ступінь зносу основних засобів виробництва залежно від видів економічної діяльності коливався у 2018 році від 51,8 % (у виробництві хімічних речовин і хімічної продукції) до – 89,7 %, (виготовлення виробів із деревини); при цьому у машинобудуванні – 67 %, а в цілому по промисловості – 66,4 %. Експлуатація обладнання з високим ступенем зносу основних засобів виробництва призводить до виробничого травматизму, за показниками якого машинобудування відноситься до найбільш травмонезбезпечних галузей.

Машинобудування відрізняється від інших галузей низкою специфічних особливостей, це насамперед:

наукоємність (розвиток може бути швидким і ефективним за умови впровадження у виробництво наукових досягнень, але для цього потрібна інтеграція науково-дослідних інститутів з конструкторськими бюро та заводами);

трудомісткість (для розвитку потрібні трудові ресурси високої кваліфікації та тривалий час для виготовлення готової продукції);

металомісткість (потребує значної кількості чорних і кольорових металів);

широкі виробничі зв'язки з різними підприємствами як свого спрямування, так і з підприємствами інших галузей, що виробляють метал, пластмаси, гуму).

Світова економічна криза негативно вплинула на машинобудування, зокрема у 2009 році, коли обсяги виробництва знизились на 58 %. Особливо це торкнулося автомобілебудування, важкого і транспортного машинобудування, питома вага яких найбільша в структурі продукції.

Основними проблемами розвитку машинобудування в Україні є:

застарілість основних засобів на підприємствах, що негативно впливає на конкурентоспроможність, якість та собівартість продукції;

недостатній рівень платоспроможності товаровиробників, що негативно впливає на фінансово-економічний стан підприємств;

обмежений внутрішній попит на вітчизняну продукцію; низький рівень інноваційної активності вітчизняних підприємств;

залежність вітчизняних підприємств від поставок вузлів, деталей та комплектуючих виробів з інших країн;

неефективна політика держави щодо діяльності монополістів і посередників, що призводить до підвищення вартості матеріалів, енергоресурсів [1, 2].

Програма розвитку галузі на період 2012–2017 рр. сприяла тому, що машинобудування України почало розвиватись більш динамічно. Однак збільшення обсягів і темпів виробництва негативно вплинуло на стан травматизму в галузі. Враховуючи, що останніми роками спостерігається погіршення статистичної картини травматизму на підприємствах машинобудування, виникає потреба в поглибленому дослідженні особливостей травматизму в галузі з метою розроблення заходів щодо його запобігання на основі сучасних підходів.

Зокрема, питанням з обґрунтування необхідності комплексного підходу до оцінювання впливу шкідливих виробничих факторів присвячено роботу О. М. Климової та М. А. Касьянова [3], проблем вибору рішень в системі управління охороною праці машинобудівного підприємства – О. М. Гунченко [4], оптимізації заходів з охорони праці – Н. В. Ступницької [5], ефективності управління охороною праці на підприємствах з використанням інформаційно-аналітичної підтримки планування працезахоронних заходів – О. Є. Кружилка [6], розвитку науково-методичних підходів та розробленню профілактичних заходів, що базуються на програмно-цільовому методі планування – М. В. Рєпіна [7], розробки заходів з охорони праці на машинобудівному виробництві на основі методів бенчмаркінгу – О. С. Ільчук [8]. Міжнародний досвід регулювання проблемних питань з безпеки праці також свідчить про те, що для досягнення цілей та вдосконалення управління охороною праці доцільно проводити постійний моніторинг травм та інцидентів, пов'язаних з виконанням певних видів робіт [9–12].

Аналіз останніх публікацій, присвячених дослідженням виробничого травматизму на підприємствах машинобудування, показав, що травматизм в галузі має певні особливості, пов'язані з динамікою причин настання нещасних випадків, діями або бездіяльністю працівника і роботодавця щодо виконання вимог нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП), віковою диференціацією потерпілих і загиблих, професіями та іншими критеріями оцінювання виробничого травматизму [8, 13–15]. Зазначені проблемні питання потребують детального вивчення, що сприятиме своєчасному виявленню небезпек та розробленню заходів із запобігання виробничому травматизму в галузі.

2. Постановка завдання та його вирішення.

Матеріали та методи дослідження. Теоретичною та методологічною базою дослідження є праці вчених у галузі управління процесом забезпечення промислової безпеки, охорони праці, надійності обладнання. У процесі дослідження використано методи статистичного, факторного, кількісного та якісного аналізу травматизму, прикладного системного аналізу, математичного моделювання, функціонального, соціально-економічного та кореляційно-регресійного аналізу.

Проведений аналіз виробничого травматизму в машинобудуванні ґрунтується на даних матеріалів спеціального розслідування нещасних випадків на виробництві України, що надійшли до Державної установи «ННДІБООП» за період 2005–2018 рр. Формування електронної бази даних про травматизм на виробництві проводилось за допомогою програми Microsoft Excel. До

вибірці увійшло 980 нещасних випадків, що складає 9 % від загального масиву даних.

Результати досліджень. Для визначення особливостей травматизму в машинобудуванні було досліджено динаміку виробничого травматизму в галузі (рисунк 1). Визначено, що кількість загиблих за останні роки залишається незмінною. Проте кількість

Рисунок 1 – Динаміка загальної кількості потерпілих та загиблих на підприємствах машинобудування

Порівняльний аналіз потерпілих за віком у галузі показав, що найбільша кількість нещасних випадків зі смертельним наслідком на підприємствах машинобудування припадає на молодих працівників віком 25–29 років, а серед працівників старших вікових груп – 50–54 роки. При цьому необхідно зазначити, що високий рівень смертельного травмування серед молодих працівників віком 25–29 років спостерігається і в інших галузях економіки [16–17], а травматизм серед старшої вікової групи (50–54 роки) – характерний тільки для машинобудування.

Визначено, що до основних причин, що призводять до травмування та загибелі працівників у машинобудуванні відносяться організаційні, де переважає причина, пов'язана з порушеннями трудової і виробничої дисципліни (код 24).

Рисунок 3 – Динаміка змін питомої ваги причин нещасних випадків за особами чия дії або бездіяльність призвели до їх настання

Як видно з рисунку 4, найвищий рівень ризику в машинобудуванні реєструється через порушення трудової та виробничої дисципліни працівником, роботодавцем та становить $1,92 \cdot 10^{-4}$.

Для побудови математичної моделі системи охорони праці (працівник, роботодавець) для машинобудування та обґрунтування розміру штрафних санкцій, сформовано множини показників, що характеризують кожну її підсистему, а саме правову, соціально-економічну,

травмованих за цей же період має тенденцію до збільшення. Виявлено, що протягом останніх років достовірність реєстрації нещасних випадків у сформованій електронній базі даних зростає (відношення даних про травматизм за матеріалами спеціальних розслідувань, що надійшли до ДУ «ННДПБООП», та проведених розслідувань спеціальними комісіями) (рисунк 2).

Рисунок 2 – Динаміка достовірності реєстрації випадків у машинобудування

Ураховуючи, що кожна з причин нещасних випадків на виробництві пов'язана з невиконанням працівником, роботодавцем, роботодавцем і працівником вимог НПАОП, статистичні дані щодо травмованих у галузі було згруповано за причинами нещасних випадків і за особами, чия дії або бездіяльність призвели до їх настання. Динаміка змін питомої ваги причин нещасних випадків за особами чия дії або бездіяльність призвели до їх настання наведено на рисунку 3.

Результати групування статистичних даних щодо травмованих у машинобудуванні покладено в основу визначення ризику настання нещасних випадків на виробництві. Динаміку змін показників ризику настання нещасних випадків на виробництві через дії або бездіяльність працівника і роботодавця наведено на рисунку 4.

Рисунок 4 – Динаміка змін показників ризику настання нещасних випадків на виробництві через дії або бездіяльність працівника і роботодавця

організаційну. Досліджено динаміку економічних показників розвитку галузі та розміру штрафних санкцій, накладених на працівника і роботодавця за порушення трудової і виробничої дисципліни та математично оцінено їх взаємний вплив.

Динаміку змін питомої ваги порушень працівником і роботодавцем трудової та виробничої дисципліни, що призвели до нещасних випадків у галузі та індексу виробленої продукції наведено на рисунку 5.

Динаміку змін питомої ваги порушень працівником і роботодавцем трудової та виробничої дисципліни й

розміру штрафних санкцій наведено на рисунку 6.

Рисунок 5 – Динаміка змін питомої ваги індексу виробленої продукції та порушень працівником і роботодавцем трудової та виробничої дисципліни

Рисунок 6 – Динаміка змін питомої ваги порушень працівником і роботодавцем трудової та виробничої дисципліни і розміру штрафних санкцій

Для побудови математичної моделі системи охорони праці (працівник, роботодавець) для машинобудування визначено найбільш вагомі з множини показники, що характеризують кожну з підсистем: правову, соціально-економічну, організаційну. Виділення найбільш впливового показника наглядності діяльності за охороною праці з їх множини проведено методом кореляційно-регресійного аналізу шляхом визначення тісноти та направленості зв'язку між кожним із них і показниками виробничого травматизму.

$$Y^{RP} = 29,21 + 0,0079 X_1^{RP} - 0,7859 X_1 + 0,0096 (X_2^{RP})^2 - 0,53 X_2^{RP} - 0,0091 (X_3^{RP})^2 + 0,3367 X_3^{RP} - 1,6 E 05 (X_2^{RP})^2 X_1 + 0,0003 X_2^{RP} X_1 + 0,00019 (X_3^{RP})^2 X_2^{RP} - 0,008 X_2^{RP} X_3^{RP} - 0,0002 X_1^2 X_3^{RP} + 0,014 X_3^{RP} X_1 \quad (1)$$

де X_1 – множина показників, за якими оцінюється стан соціально-економічного розвитку галузі за період дослідження (індекс виробленої продукції); X_2 – множина показників, за якими оцінюється порушення працівником і роботодавцем трудової та виробничої дисципліни; X_3 – множина вхідних змінних, за якими оцінюється стан

Результативність функціонування системи охорони праці оцінювали за показниками виробничого травматизму. Математична модель системи охорони праці (працівник, роботодавець) ґрунтується на залежностях між показниками, що характеризують кожну її підсистему, та показниками виробничого травматизму.

Математичну модель системи охорони праці (працівник, роботодавець) представлено рівнянням (1):

державного управління з охорони праці (найвпливовіший показник наглядової діяльності з охорони праці для машинобудівельної галузі); Y^{RP} – множина вихідних змінних, за якими оцінюється стан та результативність функціонування системи охорони праці (ОП) (показник виробничого травматизму).

Обговорення результатів дослідження

Одержані результати свідчать, що при прийнятті управлінських рішень з охорони праці, мають враховуватися показники наглядової діяльності з охорони праці, що мають найбільший вплив на рівень виробничого травматизму. Визначено, що таким є показник економічної мотивації (працівник, роботодавець). Запропонована модель системи охорона праці (працівник, роботодавець) дозволяє оцінювати розмір штрафних санкцій на роботодавця і працівника за порушення ними трудової та виробничої дисципліни. Визначення оптимального значення показників економічної мотивації роботодавця і працівника щодо дотримання трудової та виробничої дисципліни проведено на основі математичної

моделі системи охорона праці (працівник-роботодавець) шляхом знаходження екстремуму функції тобто, мінімального значення функції на заданій множині. Оскільки функція, що досліджується, оцінюється значеннями показників виробничого травматизму, то точка, в якій досягається екстремум функції, є точкою мінімуму екстремуму функціоналу та характеризується мінімальним значенням показника виробничого травматизму.

Алгоритм знаходження значення змінної x_3 (1) полягає у визначенні часткової похідної від даної функції прирівнюванням її до нуля та визначенням оптимального значення показника економічної мотивації роботодавця і працівника (рівняння (2)).

$$\frac{\partial y^{RP}}{\partial x_3} = 0,0182 x_3^{PR} + 0,3367 + 0,00038 x_3^{PR} x_2^{PR} - 0,008 x_2 x_3 + 0,0002x_1^2 + 0,014x_1 = 0. \quad (2)$$

На основі проведених розрахунків встановлено, що фактичний розмір штрафних санкцій, накладених на (працівник, роботодавець) за обраний період, був недостатній для забезпечення виконання ними вимог НПАОП. Адже навіть застосування розрахункового розміру штрафних санкцій, розмір якого в 1,3 раза мав би перевищував його фактичне значення, дозволило б лише на 1 % знизити рівень виробничого травматизму в галузі (рисунк 7).

■ штраф ■ Порушення трудової та виробничої дисципліни

Рисунок 7 – Динаміка фактичних та розрахункових показників штрафних санкцій за порушення працівником і роботодавцем трудової та виробничої дисципліни

Проте не тільки у Законі України «Про охорону праці», але й у чинному трудовому законодавстві України відсутнє чітке формування підстав відповідальності роботодавця. Без чіткого врегулювання юридичної відповідальності роботодавця як суб'єкта трудового права, законодавчої вказівки на можливі правові наслідки невиконання покладених на нього обов'язків щодо створення безпечних і здорових умов праці, неможливо очікувати сумлінного виконання роботодавцем своїх трудових обов'язків та виконання вимог з охорони праці, адже відсутня достатня мотивація роботодавця до дотримання вимог законодавства.

Звільнення роботодавця від відповідальності суперечить загальним положенням теорії права, згідно з якими наслідком правопорушення має бути юридична відповідальність винної особи [6]. Закріплення на законодавчому рівні відповідальності роботодавця має сприяти забезпеченню певних превентивних дій щодо запобігання порушення ним своїх обов'язків. Тому для створення ефективного правового механізму регулювання охорони праці в умовах ринкових відносин необхідна чітка вказівка на факт і види юридичної відповідальності роботодавця [18].

Висновки

На основі комплексного підходу до аналізу виробничого травматизму в машинобудуванні розроблено математичну модель системи охорона праці (працівник, роботодавець), визначено оптимальний розмір штрафних санкцій на працівника і роботодавця за порушення трудової та виробничої дисципліни. Застосування такого методу економічного мотивування дозволить підвищити результативність управлінських рішень.

Обґрунтовано доцільність впровадження ефективного правового механізму регулювання відповідальності працівника, роботодавця як суб'єктів трудового права щодо виконання вимог з охорони праці.

Перспективним напрямом подальших досліджень є математичне моделювання системи охорони праці для інших травмонебезпечних галузей економіки.

Висловлення вдячності

Автори висловлюють вдячність адміністрації ДУ «ННДІБПОП» за надану можливість проведення досліджень в умовах інституту.

Конфлікт інтересів

У авторів немає потенційних конфліктів інтересів, пов'язаних з цим дослідженням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пігуль, Н. Г., Пігуль, Є. І. Сучасний стан та перспективи розвитку машинобудівного комплексу України. *Економіка і суспільство*, 2018. 15. 444–449.
2. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 12.12.2020).
3. Климова, О. М., Касьянов, К. Н. Обоснование комплексного подхода при оценке влияния вредных производственных факторов на работников машиностроительных предприятий. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*. 2008. Ч. 2. 6 (124). 181–183.

4. Гунченко, О. М., Касьянова, К. М. Дослідження проблеми вибору рішень в системі управління охороною праці (СУОП) машинобудівного підприємства. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*, 2008. Ч. 2. 6 (124). 161–165.
5. Ступницька, Н. В. Підвищення ефективності планування заходів запобігання виробничому травматизму на підприємствах машинобудування: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01. Львів: Львівська політехніка, 1999. 22 с.
6. Кружилко, О. Є. Удосконалення комплексної оцінки стану охорони праці на підприємствах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01. Київ: НДІОП. 2001. 20 с.
7. Репін, М. В. Удосконалення методів розроблення профілактичних заходів з охорони праці на державному рівні: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01. Київ: ДУ «НДІПБОП». 2014. 20 с.
8. Ільчук, О. С. Підвищення рівня ефективності управління охороною праці на машинобудівному виробництві методами бенчмаркінгу: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01. Київ: ДУ «НДІПБОП». 2018. 24 с.
9. Bureau of labor statistic / United States Department of labor. URL : <http://www.dol.gov/>.
10. Five steps to risk assessment / Health and Safety Executive. URL : <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg163.pdf>.
11. Injuries, Illnesses, and Fatalities. Occupational Safety and Health Summary data / Bureau of labor statistic / United States Department of labor. URL : <http://www.bls.gov/iif/oshsum1.htm>.
12. «Work is Three Times More Deadly than War», *Guardian* (Лондон), 2.5.2002.
13. Таїрова, Т. М. Проблеми смертельного травмування працівників у машинобудуванні. Безпека життєдіяльності людини як умова сталого розвитку сучасного суспільства: наук.-техн. зб. Матеріали IV Міжнародної наук.-практ. конф., 2011. 87–90.
14. Таїрова, Т. М. Врахування ризику настання нещасних випадків при розробленні заходів підвищення результативності функціонування системи охорона праці. Свідectvo про реєстрацію авторського права на твір №94712, дата реєстрації 12.12.2019.
15. Левченко, О. Г., Ільчук, О. С. Аналіз та оцінка стану виробничого травматизму в галузі машинобудування. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. Серія : Гірництво. 2016. 30. 171–176. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_gir_2016_30_25.
16. Романенко Н. В. Дослідження закономірностей настання нещасних випадків на виробництві з урахуванням професійного досвіду працівників. *Проблеми охорони праці в Україні*. Київ: ДУ «НДІПБОП», 2018. 34. 123–130.
17. Романенко, Н. В. Оцінка виробничих небезпек при експлуатації обладнання харчової промисловості. *Проблеми охорони праці в Україні*. Київ: ДУ «НДІПБОП», 2019. 35 (1). 30–35.
18. Таїрова, Т. М. Проблемні питання охорони праці в Україні. *Проблеми охорони праці в Україні*. Київ: ДУ «НДІПБОП», 2017. 32. 3–15.

REFERENCES

1. Pigul, N. G., Pigul, Ye. I. Suchasnij stan ta perspektivi rozvitku mashinobudivnogo kompleksu Ukraїni. *Ekonomika i suspil'stvo*, 2018. 15. 444–449.
2. Derzhavna sluzhba statistiki Ukraїni. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (data zvernennya 12.12.2020).
3. Klimova, O. M., Kas'yanov, K. N. Obosnovanie kompleksnogo podkhoda pri ocnke vliyaniya vrednykh proizvodstvennykh faktorov na rabotnikov mashinostroitel'nykh predpriyatij. *Visnik Skhidnoukraїns'kogo nacional'nogo universitetu im. V. Dallya*. 2008. CH. 2. 6 (124). 181–183.
4. Gunchenko, O. M., Kasyanova, K. M. Research of a problem of a choice of decisions in system of management of a labor safety (SUOP) of the machine-building enterprise. *Bulletin of the East Ukrainian National University*. V. Dallya, 2008. Ch. 2. 6 (124). 161–165.
5. Stupnytska, N. V. Improving the effectiveness of planning measures to prevent occupational injuries in mechanical engineering enterprises: author. dis. ... cand. tech. Science: 05.26.01. Lviv: Lviv Polytechnic University, 1999. 22 p.
6. Kruzhiiko, O. E. Improving the comprehensive assessment of labor protection at enterprises: author. dis. ... Cand. tech. Science: 05.26.01. Kyiv: NDIOP. 2001. 20 p.
7. Repin, M. V. Improvement of methods of development of preventive measures for labor protection at the state level: author's ref. dis. ... cand. tech. Science: 05.26.01. Kyiv: State Institution "NDIPBOP". 2014. 20 p.
8. Ilchuk, O. S. Increasing the level of efficiency of labor protection management in machine-building production by benchmarking methods: author's ref. dis. ... Cand. tech. Science: 05.26.01. Kyiv: State Institution "NDIPBOP". 2018. 24 p.
9. Bureau of labor statistic / United States Department of labor. URL : <http://www.dol.gov/>.
10. Five steps to risk assessment / Health and Safety Executive. URL : <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg163.pdf>.
11. Injuries, Illnesses, and Fatalities. Occupational Safety and Health Summary data / Bureau of labor statistic / United States Department of labor. URL : <http://www.bls.gov/iif/oshsum1.htm>.
12. «Work is Three Times More Deadly than War», *Guardian* (Лондон), 2.5.2002.
13. Tairova, T. M. Problems of fatal injuries of workers in mechanical engineering. Safety of human life as a condition for sustainable development of modern society: scientific and technical. zb.: Materials of the IV International scientific-practical. Conf., 2011. 87–90.
14. Tairova, T. M. Taking into account the risk of accidents in the development of measures to improve the effectiveness of the health and safety system. Certificate of registration of copyright to the work №94712, date of registration 12.12.2019.
15. Levchenko, O. G., Ilchuk, O. S. Analysis and assessment of occupational injuries in the field of mechanical engineering. *Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"*. Series: Mining. 2016. 30. 171–176. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_gir_2016_30_25.
16. Romanenko, N. V. Research of patterns of accidents at work, taking into account the professional experience of workers. *Problems of labor protection in Ukraine*. Kyiv: State Institution "NNDIPBOP", 2018. 34. 123–130.
17. Romanenko, N. V. Assessment of industrial hazards in the operation of food industry equipment. *Problems of labor protection in Ukraine*. Kyiv: State Institution "NNDIPBOP", 2019. 35 (1). 30–35.
18. Tairova, T. M. Problematic issues of labor protection in Ukraine. *Problems of labor protection in Ukraine*. Kyiv: NNDIPBOP, 2017. 32. 3–15.

Т. Таїрова, Н. Романенко, А. Слипачук

ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Цель этой работы – повышение результативности мероприятий по предотвращению производственного травматизма на основе моделирования системы охраны труда в машиностроении. Для разработки эффективных управленческих решений по производственной безопасности была построена математическая модель системы охраны труда для машиностроения, которая учитывает правовую, социально-экономическую и организационную составляющие. Исследования базируются на фактических статистических данных о причинах и последствиях производственного травматизма за 12 лет. Целесообразность применения метода математического моделирования на основе показателей травматизма является оправданным, поскольку такой подход связывает превентивные меры в области охраны труда с результатами оценки рисков и снижает субъективность принятия управленческих решений. Разработанная модель системы охраны труда позволяет повысить результативность мероприятий по снижению производственных рисков в машиностроении с учетом действий или бездействия работника и работодателя и оптимизировать размер штрафных санкций на работника и работодателя за нарушение трудовой и производственной дисциплины. Обоснована целесообразность внедрения эффективного правового механизма регулирования ответственности работника и работодателя как субъектов трудового права по выполнению требований по охране труда. Предложенные меры по профилактике производственного травматизма являются универсальными. Разработан алгоритм принятия управленческих решений по снижению рисков наступления случаев травматизма в машиностроении, который предусматривает использование критериев выбора мер по результатам математического моделирования системы охраны труда (работник, работодатель). Предложенный подход к управлению охраной труда в машиностроении базируется на компонентном и функциональном методах, оценке наступления травматических событий за нарушения работником, работодателем трудовой и производственной дисциплины. Эта модель отличается от существующих тем, что основывается на математическом моделировании системы охраны труда, учитывает имеющуюся статистическую информацию, связанную с риском наступления опасных ситуаций с тяжелыми последствиями в отрасли из-за несоблюдения работником, работодателем трудовой и производственной дисциплины, стимулирует профилактическую деятельность и позволяет установить зависимость уровня производственного риска обоснованности мероприятий по охране труда и уменьшить влияние субъективной составляющей экспертных суждений.

Ключевые слова: система охраны труда, риск, управленческие решения, производственный травматизм, математическая модель.

Таїрова Т.М. <https://orcid.org/0000-0001-9601-3102>Романенко Н.В. <https://orcid.org/0000-00031-0792-2035>