

УДК 331.452

DOI: 10.30838/P.СММ.2415.250918.189.150

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОХРАНА ТРУДА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

ТАИРОВА Т. Н., к.х.н., с.н.с.

Научный отдел проблем охраны труда, Государственное учреждение «Национальный научно-исследовательский институт промышленной безопасности и охраны труда», ул. Вавиловых, 13, 04060, Киев, Украина, тел. +38 (095) 768-66-21, e-mail: [tairovatn@ukr.net](mailto:tairovatn@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-9601-3102

**Цель.** Оценка результативности функционирования системы охраны труда в строительной отрасли. **Метод.** Разработана методология оценки результативности функционирования системы охраны труда, определены показатели оценки ее подсистем. **Результаты.** В статье описывается построение математической модели системы охраны труда в строительной отрасли, результативность функционирования которой определена с учетом результатов функционирования ее подсистем. Для оценки результативности функционирования технической, организационной и санитарно-гигиенической подсистем системы охраны труда разработана система «работодатель-работник-рабочее место» и методика оценки каждой подсистемы с использованием показателей, определяющих уровень соблюдения работником и работодателем требований нормативных актов по охране труда. Установлены совокупные и наиболее влияющие показатели, которые характеризуют результативность каждой подсистемы системы охраны труда. Определены управляющие и управляемые факторы, выделены из них наиболее влияющие. Количественно оценен риск возникновения несчастных случаев в строительной отрасли с учетом уровня соблюдения работником и работодателем нормативных актов по охране труда. Построена математическая модель системы охраны труда в строительной отрасли. **Научная новизна.** Впервые изучена и оценена результативность функционирования системы охраны труда в строительной отрасли. **Практическое значение.** Предложенная методология оценки результативности функционирования системы охраны труда, которая включает количественную оценку результативности функционирования каждой ее подсистемы, позволяет использовать полученные результаты при разработке научно-обоснованных мероприятий по повышению результативности функционирования системы охраны труда в строительной отрасли.

**Ключевые слова:** результативность; функционирование; система охраны труда; подсистемы системы охраны труда; показатели оценки; риск; математическая модель; производственный травматизм; моделирование

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ОХОРОНА ПРАЦІ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

ТАИРОВА Т. М., к.х.н., с.н.с.

Науковий відділ проблем охорони праці, Державна установа «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці», вул. Вавилових, 13, 04060, Київ, Україна, тел. +38 (095)768-66-21, e-mail: [tairovatn@ukr.net](mailto:tairovatn@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-9601-3102

**Мета.** Оцінка результативності функціонування системи охорона праці в будівельній галузі. **Метод.** Розроблено методологію оцінки результативності функціонування системи охорона праці, визначено показники оцінки її підсистем. **Результати.** У статті описується побудова математичної моделі системи охорона праці в будівельній галузі, результативність функціонування якої визначено з урахуванням результатів функціонування її підсистем. Для оцінки результативності функціонування технічної, організаційної та санітарно-гігієнічної підсистем системи охорона праці розроблено систему «роботодавець-працівник-робоче місце» та методику оцінки кожної підсистеми з використанням показників, що визначають рівень дотримання працівником і роботодавцем вимог нормативних актів з охорони праці. Встановлено сукупні та найбільш впливові показники, які характеризують результативність кожної підсистеми системи охорона праці. Визначено керуючі та керовані чинники, виділено з них найбільш впливові. Кількісно оцінено ризик настання нещасних випадків в будівельній галузі з урахуванням рівня дотримання працівником і роботодавцем нормативних актів з охорони праці. Побудовано математичну модель системи охорона праці в будівельній галузі. **Наукова новизна.** Вперше вивчено і оцінено результативність функціонування системи охорона праці в будівельній галузі. **Практичне значення.** Запропонована методологія оцінки результативності функціонування системи охорона праці, яка включає кількісну оцінку результативності функціонування кожної її підсистеми, дозволяє використовувати отримані результати при розробленні науково-обґрунтованих заходів підвищення результативності функціонування системи охорона праці в будівельній галузі.

**Ключові слова:** результативність; функціонування; система охорона праці; підсистеми системи охорона праці; показники оцінки; ризик; математична модель; виробничий травматизм; моделювання

## MATHEMATICAL MODEL OF LABOR PROTECTION SYSTEM IN CONSTRUCTION INDUSTRY

TAIROVA T. N. *Ph.D. (Chem.), Senior Researcher*

Scientific department of problems of labor protection, Public Agency "National scientific and research institute of industrial safety and occupational safety and health", vul. Vavilovykh, 13, 04060, Kyiv, Ukraine, phone +38 (095)768-66-21, e-mail: [tairovatn@ukr.net](mailto:tairovatn@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-9601-3102

**Purpose.** Evaluation the performance of the labor protection system in the construction industry. **Method.** The methodology for assessing the performance of the labor protection system is worked out; indicators of evaluation of its subsystems are determined. **Results.** The article describes the construction the mathematical model of labor protection system in the construction industry, the performance of which functioning is determined taking into account the results of the functioning of its subsystems. To assess the performance of the functioning of the technical, organizational and sanitary-hygienic subsystems of the labor protection system, a system of "employer-worker-workplace" and a methodology for evaluating each subsystem with the use of indicators determining the level of compliance by the worker and the employer with the requirements of normative acts on occupational safety are developed. The aggregate and most influential indicators, that characterize the performance each subsystems of the security system, have been established. The managing and managed factors were identified; the most influential ones were highlighted. The risk of accidents in the construction industry was quantified, taking into account the level of compliance with the labor protection regulations by the worker and the employer. The mathematical model of the labor protection system in the construction industry has been built. **Scientific novelty.** For the first time, the effectiveness of the functioning of the labor protection system in the construction industry was studied and evaluated. **Practical significance.** The proposed methodology for assessing the effectiveness of the functioning the labor protection system, which includes a quantitative assessment of the performance of each of its subsystem, allows to obtained use the results of scientifically-based measures to increase the performance of the functioning of the labor protection system in the construction industry.

**Key words:** performance of the system of labor protection; labor safety subsystems; evaluation indicators; risk; mathematical model; occupational injuries; modeling

### Постановка проблеми

Будівельна галузь в Україні займає одне з провідних місць за кількістю нещасних випадків на виробництві, в тому числі із смертельним наслідком та входить до складу найбільш травмонебезпечних видів економічної діяльності [7]. За останні 4 роки на підприємствах будівельній галузі України загинуло майже 1700 працівників і понад 19 000 тис. було травмовано. Аналіз даних щодо смертельного травматизму в Україні показав, що будівельна галузь займає третє місце після вугільної промисловості та соціально-культурної сфери за кількістю загиблих на виробництві, на неї припадає понад 12 % нещасних випадків з тяжким та смертельним наслідком від загальної кількості нещасних випадків на виробництвах країни. Оцінювання травматизму за методикою Міжнародної організації праці (МОП), тобто за коефіцієнтом МОП ( $K_{МОП}$ ), який характеризує рівень достовірності обліку виробничого травматизму в країні та показує кількість травмованих, що припадає на 1 випадок травматизму із смертельним наслідком за звітний період у галузі або в країні, свідчить про те, що в будівельній галузі на 1 смертельний випадок припадає в середньому до 10 травмованих осіб, проте у 2016 році зазначене співвідношення досягло найнижчого значення за останні 25 років і становило 1 : 4,5. У той же час у європейських країнах цей показник становить - 1 : 600...1200 травмованих [5]. У зв'язку з вищезазначеним проблема виробничого травматизму в будівельній галузі, як одна з найактуальніших, на сучасному етапі набуває особливого зна-

чення та потребує розроблення науково-обґрунтованих заходів з підвищення результативності її функціонування, розроблення яких неможливо без урахування досвіду європейських країн [9] та системного підходу до дослідження охорони праці в будівельній галузі як системи, визначення впливу на результативність її функціонування правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших чинників [8].

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Для ефективного пошуку шляхів зниження рівня виробничого травматизму і розроблення інструментарію прийняття управлінських рішень як на рівні підприємства, так і на рівні будівельної галузі ведуться дослідження, спрямовані на визначення впливу на рівень виробничого травматизму шкідливих та небезпечних чинників, наглядової діяльності з охорони праці, стану нормативно-правового забезпечення, тощо [3-5]. Значна увага науковців приділяється аналізу проблем та перспективам підвищення результативності функціонування системного менеджменту з охорони праці на підприємствах країни, тобто проблемі удосконалення системи управління охороною праці. Зазначені питання знайшло відображення у роботах Г. Г. Гогіташвілі [2], Г. Г. Лесенко [4]. Першими науковими здобутками, спрямованими на визначення закономірностей опосередкованого впливу чинників зовнішнього середовища на ризик травмування, зокрема соціально-економічних та правових, для трансформування отриманих оцінок у ефективні

профілактичні заходи, були роботи А. О. Водяника [1], Г. Г. Дегтяренка [3] та ін. Зокрема, А. О. Водяником було розроблено методологію аналізу причин і чинників, що впливають на ризик травмування, яка полягала у комплексному врахуванні та кількісному оцінюванні впливу на рівень травматизму характеристик виробництва. Питання оцінювання чинників зовнішнього середовища, зокрема впливу наглядової діяльності з охорони праці на рівень виробничого травматизму, знайшли відображення у науковій публікації О. Є. Кружилка [6], в якій określено підходи до вирішення проблеми запобігання виробничому травматизму. При цьому автор акцентував увагу на необхідності підвищення ефективності наглядової діяльності з охорони праці шляхом удосконалення інформаційно-методичного забезпечення державного нагляду у сфері охорони праці та застосування математичного моделювання показників виробничого травматизму.

#### **Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми**

Відаючи належне науковим напрацюванням з проблематики виробничого травматизму, слід зауважити, що такий напрям досліджень як оцінювання результативності системи охорони праці науковцями не розглядався. Дослідження, в основному, проводились у декількох основних напрямках, які перш за все, стосувались вузьких питань конкретного підприємства, технологічного процесу або обладнання, що мало конструктивні недоліки або морально застаріло, вичерпало передбачений паспорт ресурс, але до цього часу ще експлуатується. При цьому спроби вирішити проблемні питання технічного та організаційного характеру майже не відбивалися на рівні виробничого травматизму, оскільки були спрямовані на подолання вузьких проблемних питань охорони праці на конкретному обладнанні чи на об'єктах будівництва на тлі експлуатації вже морально застарілого обладнання. Потрібно зазначити, що реальні можливості підготовки, прийняття та реалізації управлінських рішень, спрямованих на підвищення результативності СУОП та запобігання виробничому травматизму на рівні галузі можуть бути реалізовані тільки при системному підході до дослідження системи управління охороною праці, комплексному та об'єктивному аналізі впливу чинників зовнішнього і внутрішнього середовища на ефективність функціонування її підсистем, зокрема системи охорони праці з урахуванням дій або бездіяльності учасників трудового процесу.

В контексті зазначеного актуальною науковою задачею є розроблення математичних моделей системи охорони праці в будівельній галузі, результати оцінювання якої мають бути покладено в основу розроблення наукових засад запобігання виробничому травматизму. До речі, огляд наукових джерел свідчить не тільки про відсутність оцінювання результативно

сті системи охорони праці як цілісного утворення, що складається з окремих підсистем та елементів, а навіть про непередбачуваність можливості такого оцінювання.

#### **Формування мети статті**

Розроблення математичної моделі системи охорони праці в будівельній галузі.

#### **Виклад основного матеріалу**

Система управління охороною (СУОП) праці є складовою частиною загальної системи управління на будь-якому рівні управління та являє собою упорядковану сукупність підсистем (елементів), між якими існує закономірний зв'язок і взаємодія. СУОП як і будь-яка система управління передбачає наявність як керованої системи - об'єкта управління, тобто системи охорони праці, так і суб'єкта управління - керуючої системи, яка має забезпечувати нормальний режим роботи підсистем об'єкта управління в умовах впливу зовнішнього середовища. Керуючими параметрами системи є такі характеристики системи, які, за необхідності, можна змінити як за величиною, так і за напрямом зв'язку зовнішніх стосовно досліджуваної системи впливів. У загальному випадку для кожного стану системи керуючі параметри будуть різними. Керована система у взаємодії з керуючою утворює замкнену систему управління охороною праці.

Чинники, що впливають на результативність функціонування системи охорони праці, поділяються на дві групи: чинники внутрішнього та зовнішнього середовища. Чинники внутрішнього середовища являють собою сукупність технічних об'єктів (машини, механізми, технологічні процеси) та рівень їх відповідності нормативним актам з охорони праці - технічна та санітарно-гігієнічна підсистема, а також сферу людської діяльності, як рівень дотримання роботодавцем і працівником нормативних актів з охорони праці (організаційна підсистема). Зазначені чинники в цілому характеризують стан охорони праці на кожному робочому місці. За відсутності зовнішніх збурюючих впливів система охорони праці зберігає свій стан певний період часу, а під їх впливом відповідно його змінює.

На результативність функціонування системи охорони праці в будівельній галузі безпосередньо впливають чинники зовнішнього середовища прямої дії (правові) та непрямой дії (економічні), які змінюючись, порушують баланс зовнішнього середовища СУОП, що відбивається на результативності функціонування системи охорони праці. У разі, якщо стаються зміни стану системи, виникає потреба у її стабілізації, для чого застосовуються корегувальні заходи, спрямовані на зміну тих параметрів системи, які можна змінювати (керуючі параметри). Для того, щоб управляти системою охорони праці потрібно володіти інформацією щодо тих параметрів системи охорони праці, які

можна змінювати, тому для прийняття обґрунтованих управлінських рішень виникає потреба у кількісному оцінюванні результативності функціонування системи охорона праці.

Дослідження системи охорона праці з позицій системного підходу (при якому кожен елемент системи розглядається у взаємозв'язку з іншими елементами) дозволяє спостерігати зміни в системі внаслідок змін окремих її підсистем.

Для розроблення математичної моделі системи охорона праці в будівельній галузі сформульовано такі завдання:

визначити теоретичні і методичні положення дослідження охорони праці в будівельній галузі як складної динамічної системи, виявити проблеми її розвитку та сформулювати показники її оцінювання, враховуючи наявну статистичну інформацію про чинники зовнішнього та внутрішнього середовища;

виявити закономірності впливу чинників зовнішнього і внутрішнього середовища на результативність функціонування системи охорона праці з урахуванням поведінки учасників трудового процесу - працівника та роботодавця;

розробити методологію та показники оцінювання її підсистем (внутрішнє середовище системи охорона праці) - технічної, організаційної та санітарно-гігієнічної для урахування їх у математичній моделі системи охорона праці;

побудувати математичні моделі системи охорона праці в будівельній галузі, які встановлюють аналітичні залежності функціонування системи охорона праці з урахуванням результативності функціонування всіх її підсистем, для учасників трудового процесу - працівника та роботодавця.

Система охорона праці залежно від мети оцінювання характеризується множиною вхідних і вихідних даних. Комплексне аналітичне оцінювання результативності функціонування системи охорона праці являє собою результат взаємодії всіх елементів системи та характеризується системою показників, що відображають основні аспекти її функціонування.

Такими показниками є показники виробничого травматизму, професійних захворювань та матеріальних втрат. Оскільки показники професійної захворюваності та матеріальних втрат характеризують систему за період, відтермінований у часі, вони не можуть слугувати оціночними показниками для прийняття поточних управлінських рішень, тому для оцінювання системи охорона праці, використано показники виробничого травматизму, із множини яких вибрано коефіцієнт тяжкості виробничого травматизму (1):

$$K_m = D / T_3, \quad (1)$$

де  $T_3$  - загальна кількість травмованих;  $T_c$  - загальна кількість загиблих;  $Ч$  - загальна чисельність працюючих;

Для кількісного оцінювання результативності функціонування охорони праці, як складної динамічної

системи, виконано модельні дослідження, які реалізовано шляхом побудови математичної моделі системи охорона праці в будівельній галузі, яка дозволяє встановити взаємозв'язок у часі між узагальненими показниками, які інтегрально характеризують кожен підсистему системи охорона праці: економічну ( $E$ ), правову ( $P$ ), технічну ( $T$ ), організаційну ( $O$ ) та санітарно-гігієнічну ( $G$ ) та їх сукупність [8].

У процесі функціонування на систему охорона праці (керовану систему) впливають чинники зовнішнього середовища, зокрема економічний та правовий, під впливом яких відбуваються зміни у функціонуванні системи охорона праці, що відображається на кінцевих результатах функціонування системи, зокрема на рівні виробничого травматизму.

Вхідними змінними системи охорона праці є:

множина змінних, що характеризує економічну підсистему як стан економічного розвитку галузі за певний часовий період ( $E$ ) - ( $x_1$ ).

множина змінних, що характеризує правову підсистему, як стан нормативно-правового забезпечення з охорони праці та рівень його дотримання роботодавцем і працівником, та як державне управління охороною праці, тобто наглядову діяльність з охорони праці ( $P$ ) - ( $x_2$ );

Внутрішніми змінними системи охорона праці ( $x_2$ ) є:

множина змінних, що характеризує технічну підсистему системи охорона праці ( $T$ );

множина змінних, що характеризує організаційну підсистему системи охорона праці ( $O$ );

множина змінних, що характеризує санітарно-гігієнічну підсистему системи охорона праці ( $G$ ).

Для кількісного оцінювання результативності функціонування системи охорона праці в будівельній галузі та побудови математичної моделі системи охорона праці із множини показників, що характеризують кожен її підсистему, виокремлено найбільш впливові або агреговані (у тому числі узагальнені).

Економічний чинник, як чинник зовнішнього середовища, характеризує економічний стан розвитку будівельної галузі та оцінюється індексом виробленої продукції. Україна характеризується не інтенсивним, а екстенсивним шляхом економічного розвитку, при якому збільшення обсягів виробництва відбувається шляхом кількісного приросту продуктивних сил, і відповідно забезпечення зростання обсягів випуску продукції будівництва досягається шляхом збільшення кількості устаткування та працівників певної кваліфікації та освіти. Зазначене пояснює доцільність включення узагальненого економічного показника - індексу будівельної продукції до математичної моделі системи охорона праці в будівельній галузі.

Правовий чинник, як чинник зовнішнього впливу, характеризується станом нормативно-правового забезпечення та рівнем державного управління охороною праці - наглядова діяльність з охорони праці, яка безпосередньо впливає на результативність функціонування системи охорона праці.

Для виділення із множини показників наглядової діяльності з охорони праці тих, що мають найбільший вплив на рівень виробничого травматизму, використано метод кореляційно-регресійного аналізу, за результатами якого визначено тісноту і направленість зв'язку між ознаками за коефіцієнтами парної кореляції та виокремлено найбільш впливові показники наглядової діяльності з охорони праці, якими виявились ті показники, для яких коефіцієнти парної кореляції мали від'ємне значення. Такими показниками є: середній розмір штрафу, накладеного на керівника та середній розмір штрафу, накладеного працівника.

Для кількісного оцінювання чинників внутрішнього середовища системи охорона праці, тобто технічного ( $T$ ), організаційного ( $O$ ) та санітарно-гігієнічного ( $G$ ), які характеризують стан умов та безпеки праці на робочому місці, розроблено систему «роботодавець-працівник-робоче місце» ( $RPP$ ) та методику оцінювання кожної її підсистеми. Методика визначає порядок трансформації даних щодо травмованих за причинами нещасних випадків у показники кількісного оцінювання рівня дотримання роботодавцем та працівником законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці.

Всі елементи системи  $RPP$  є імовірнісними дже-релами небезпечних ситуацій ( $НС$ ) - що відбиваються як діями, так і бездіяльністю працівника або роботодавця, та які можуть призводити до настання нещасного випадку на виробництві. Основною сполучною і первинною ланкою в цій системі є робоче місце, раціональна організація якого, істотно впливає на виробниче середовище, безпеку і продуктивність праці персоналу.

Ефективне функціонування системи «роботодавець-працівник-робоче місце» має гарантувати досягнення таких цілей:

безпечні умови праці для працівника;

недопущення появи або зменшення до допустимих меж дії вражаючих, небезпечних і шкідливих чинників, які призводять до втрати працездатності;

додержання роботодавцем вимог Закону України «Про охорону праці» щодо створення безпечних умов праці, а також - працівником і роботодавцем вимог щодо дотримання трудової і виробничої дисципліни та статей 139, 141 Кодексу Законів про працю.

Ризик настання нещасних випадків в будівельній галузі в останні роки через недотримання роботодавцем нормативних актів з охорони праці становив  $0,64 \cdot 10^{-4}$ , працівником відповідно  $0,19 \cdot 10^{-4}$ .

Структуру основних рівнянь математичної моделі системи охорона праці представлено у вигляді диференціальних рівнянь її підсистем (2-4):

$$dE / dt = a \cdot E + b \cdot E \cdot (T + O + G) + c \cdot E \cdot P, \quad (2)$$

$$dP / dt = j \cdot P + k \cdot P \cdot (T + O + G) + n \cdot E \cdot P, \quad (3)$$

$$d(T + O + G) / dt = h \cdot (T + O + G) + g \cdot E \cdot (T + O + G) \quad (4)$$

З урахуванням математичного опису кожної підсистеми системи охорона праці та виявлених закономірностей впливу чинників зовнішнього і внутрішнього середовища на показник виробничого травматизму побудовано математичні моделі системи охорона праці в будівельній галузі для учасників трудового процесу роботодавця (5) та працівника (6):

$$Y = 18,1 - 0,004x_1^2 + 0,4647x_1 - 0,1374x_3^2 + 2,2776x_3 - 0,0596x_2^2 + 1,1095x_2 - 0,0008x_1^2x_3 - 0,061x_1^2x_3 + 0,2243x_1x_2 + 0,015x_3^2x_2 - 0,3244x_3x_2. \quad (5)$$

$$Y = 18,1 - 0,0064x_1^2 + 0,2347x_1 + 0,005x_3^2 + 0,5565x_3 + 0,0276x_2^2 - 0,1763x_2 - 0,2312x_1^2x_3 + 0,0033x_1^2x_3 - 0,2837x_1x_2 + 0,00086x_3^2x_2 - 0,064x_3x_2. \quad (6)$$

Результативність функціонування системи охорона праці залежить від дій або бездіяльності працівника та роботодавця.

Управління системою охорони праці є ефективним у разі, якщо працівник та роботодавець дотримуються вимог нормативних актів з охорони праці, чим забезпечують найнижчий рівень виробничого травматизму в галузі.

### Висновки та напрями подальших досліджень

У процесі математичного моделювання системи охорона праці в будівельній галузі розроблено оціночні показники для кожної підсистеми системи охорона праці, побудовано математичні моделі системи охорона праці для працівника та роботодавця, отримано аналітичні залежності для оцінювання результативності функціонування системи охорона праці в умовах впливу чинників внутрішнього та зовнішнього середовища. Результати дослідження є достовірними, оскільки використовувались аналітичні методи та статистичні дані. У подальшому планується проводити дослідження щодо побудови математичних моделей системи охорони праці для інших травмонезбезпечних галузей економіки.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Водяник А. О., Ткачук К. Н. Дослідження впливу на причини виробничого травматизму факторів зовнішнього середовища. Містобудування та територіальне планування. 2005. - Вип. 20. - С. 50-58.
2. Гогіташвілі Г. Г. Карчевські Є. Т., Лапін В. М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: навч. посіб. К.: Знання, 2007. 367 с.
3. Дегтяренко Г.Є. Водяник А.О., Чуркін В.В., Теличко К.Е. Динаміка травматизму в Україні в умовах змінювання обсягів виробництва // Проблеми охорони праці в Україні. - Київ: 2001. - Вип. 4. - С. 24-29.

4. Лесенко Г.Г., Цибульская О.В., Непогодъев С.В. До питання оцінки результативності функціонування системи управління охороною праці на підприємстві. Проблеми охорони праці в Україні. Київ. : ННДІПБОП, 2011. - Вип. 20. - С. 129-139.
5. Martin Butz, Burkhard Hoffman. Охрана здоров'я робочих и статистика травматизма и профессиональных заболеваний в системе профессионального страхования в Германии (HVBG). <http://baze.safework.ru>.
6. Кружилко О.Є. Експериментальне дослідження впливу показників наглядової діяльності на стан охорони праці підприємств // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. Київ : ННДІПБОП, 2008. - Вип. 15. - С. 3-8.
7. Таїрова Т. М. Дослідження виробничого травматизму в будівельній галузі з використанням системного підходу. *Строительство, материаловедение, машиностроение* : сб. науч. трудов. Днепропетровск, ГВУЗ ПГАСА, 2013. Вып. 71. Т. 1. С. 230 - 235.
8. Tairova T. The mathematical model of occupational injuries in construction industry. Riadenie bezpečnostizložitéch systémov 24-28 februára 2015 : Zbornik vedeckých a odborných prác - Liptovský Mikuláš - Liptovský Feb., 2015. - p. 521-528.
9. Health and Safety Executive. Annual Report and Accounts 2014/15. 2015. URL: <http://www.hse.gov.uk/aboutus/reports/ara-2014-15.htm> (дата звернення: 15.05.2018).

## REFERENCES

1. Vodyanik A.O., Tkachuk K. N. *Doslidzhennia vplyvu na prychyny vyrobnychogo travmatyzmy*. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2005. - Vip. 20. - S. 50-58. (n Ukraine).
2. Gogitashvili G. G., Karchevskiy Y. T., Lapin V. M. *Upravlinnia okhoroioiu pratsi ta rizykom za mizhnarodnymy standartamy: navch.pocib*. K.: Znannia, 2007. 367 s. (Ukraine).
3. Dygtyarenko G. E., Vodyanik A.E, Churkin V.V. Telichko K. E. *Dynamica traumatizmu v Ukraine v umovakh zminiuvannia jbciaigiv virobnitstva* // Problemy okhorony pratsi v Ukraine. - Kiev: 2001. - Vip. 4. - S. 24-29. (Ukraine).
4. Lesenko G.G., Tsybul'skaya O.V., Nepogodev S.V. *Do pytannia otsinky rezyltatyvnosti functionuvannia systemy okhoroioiu pratsi na pidpriemstvi*. Problemy okhorony pratsi v Ukraine. -Kiev. : NNIPBOP, 2011. - Vip. 20. - S. 129-139. (Ukraine).
5. Martin Butz, Burkhard Hoffman. Охрана здоров'я робочих и статистика травматизма и профессиональных заболеваний в системе профессионального страхования в Германии (HVBG). <http://baze.safework.ru>.
6. Kruzhilko O. Y. *Experimentalne doslidzhennia vplyvu pokaznikov nagliadovoi diialnosti na stan okhorony pratsi pidpriemstva*. Problemy okhorony pratsi v Ukraine. - Kiev: NNIPBOP, 2008. Vip. 15. - S. 3-8. (Ukraine).
7. Tairova T.N. Investigation of occupational injuries in the construction industry using a systematic approach. Construction, Materials Science, Mechanical Engineering: Sat. scientific of labor. Dnipropetrovsk, GVUZ PGASA, 2013. Izp. 71. T. 1. P. 230-235.
8. Tairova T. The mathematical model of occupational injuries in construction industry. Riadenie bezpečnosti zložitéch systémov 24-28 februára 2015 : Zbornik vedeckých a odborných prác - Liptovský Mikuláš - Liptovský Feb., 2015. - p. 521-528. (Clovakia).
9. Health and Safety Executive. Annual Report and Accounts 2014/15. 2015. URL: <http://www.hse.gov.uk/aboutus/reports/ara-2014-15.htm> (date of treatment: 15.05.2018).

Надійшла до редколегії 5.10.2018 р.