

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНЮВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В МАШИНОБУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Т. М. Таїрова

ДУ «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки і охорони праці»
вул. Вавилових, 13, м. Київ, 04060, Україна. E-mail: tairovatn@ukr.net

К. Н. Ткачук

Національний технічний університет України «КПІ»
просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна.

Проведено аналіз стану виробничого травматизму на підприємствах машинобудівельної галузі залежно від соціально-економічних показників, специфіки галузі й особливостей виробництва. Розроблено критерії визначення осіб, які допустили порушення вимог законодавства про охорону праці і чії дії або бездіяльність призвели до настання нещасних випадків із тяжким наслідком на підприємствах машинобудівельної галузі. Побудовано математичні багатофакторні моделі, які описують залежність показників оцінювання виробничого травматизму від індексу продукції машинобудування, чисельності працюючих в галузі і показників, які характеризують діяльність або бездіяльність роботодавця щодо створення безпечних умов праці, діяльність або бездіяльність як роботодавця, так і працівника щодо дотримання трудової та виробничої дисципліни на підприємствах машинобудівельної галузі. Встановлено, що найбільший вплив на показники оцінювання виробничого травматизму має чинник, який характеризує діяльність або бездіяльність роботодавця щодо створення безпечних умов праці, і чинник, що характеризує діяльність або бездіяльність як працівника, так і роботодавця щодо дотримання трудової і виробничої дисципліни. Розроблені моделі можуть бути використані в подальшому для визначення показників оцінювання виробничого травматизму в машинобудівельній галузі і при розробленні заходів щодо оптимізації безпеки праці на підприємствах машинобудівельної галузі.

Ключові слова: математична модель, показники оцінювання виробничого травматизму.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Т. М. Таїрова

ГУ «Национальный научно-исследовательский институт промышленной безопасности и охраны труда»
ул. Вавиловых, 13, г. Киев, 04060, Украина. E-mail: tairovatn@ukr.net

К. Н. Ткачук

Национальный технический университет Украины «КПИ»
просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина.

Проведен анализ состояния производственного травматизма в машиностроительной отрасли в зависимости от социально-экономических показателей, специфики отрасли и особенностей производства. Разработаны критерии определения лиц, нарушивших требования законодательства по охране труда и действия или бездействие которых привели к несчастным случаям с тяжелыми последствиями на предприятиях машиностроительной отрасли. Построены математические многофакторные модели, которые описывают зависимость показателей оценивания производственного травматизма от индекса продукции машиностроения, количества работающих в отрасли и показателей, которые характеризуют действия или бездействия работодателя по созданию безопасных условий труда, действия или бездействия как работодателя, так и работника по соблюдению трудовой и производственной дисциплины на предприятиях машиностроительной отрасли. Определены факторы, которые оказывают наибольшее влияние на показатели оценивания производственного травматизма. Предложенные модели могут быть использованы в дальнейшем для определения показателей оценивания производственного травматизма и при разработке мероприятий по оптимизации безопасности труда на предприятиях машиностроительной отрасли.

Ключевые слова: математическая модель, показатели оценивания производственного травматизма.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Машинобудівна промисловість України істотно впливає на темпи і напрями науково-технічного прогресу в різних галузях народного господарства, відіграє роль базового комплексу, навколо якого формується раціональна структура економіки. Рівень розвитку машинобудування є одним із основних показників економічного розвитку країни. Частка галузі в загальному обсязі продукції (робіт, послуг) промисловості становить 13,4 %, у валовій доданій вартості промисловості – 15,6 %. У машинобудуванні зосереджено понад 15 % вартості основних засобів, майже 6 % оборотних активів вітчизняної промисловості [1].

Машинобудівна промисловість відрізняється

від інших галузей низкою специфічних особливостей, такими як

– наукоємність галузі (розвиток галузі може бути швидким і ефективним за умови впровадження у виробництво наукових досягнень. Для цього потрібна інтеграція (об'єднання, спільна робота) науково-дослідних інститутів з конструкторськими бюро й заводами);

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

– металомісткість галузі (потребує значної кількості чорних і кольорових металів).

Специфіка машинобудування відображається на

рівні і характері галузевого виробничого травматизму. Незважаючи на тенденцію зниження травматизму, в цілому по Україні (порівняно з попередніми роками), рівень виробничого травматизму у цій галузі залишається на досить високому рівні. За кількістю травмованих на виробництві галузь займає третє місце після вугільної галузі і соціально-культурної сфери. В останні роки спостерігалось погіршення статистичної картини виробничого травматизму на підприємствах галузі. Тільки у 2013 році в Україні було зареєстровано 9221 нещасний випадок, з них на машинобудування припадало приблизно 7,5 % від усіх нещасних випадків. З цього можна зробити висновок про недостатню вивченість причинно-наслідкових характеристик виробничого травматизму на підприємствах машинобудівної галузі і недостатній рівень профілактичної роботи на підприємствах галузі.

Питанням поліпшення умов праці і розробленню заходів запобігання виробничого травматизму на підприємствах машинобудівельної галузі присвячено значну кількість наукових праць вітчизняних і закордонних вчених. Зокрема, обґрунтуванню необхідності комплексного підходу до оцінювання впливу шкідливих виробничих факторів присвячена робота О.М. Климової та М.А. Касьянова [2], проблемам вибору рішень в системі управління охороною праці машинобудівного підприємства – О.М. Гунченко [3], оптимізації заходів з охорони праці – Н.В. Ступницької [4], ефективності управління охороною праці на підприємствах з використанням інформаційно-аналітичної підтримки планування працезохоронних заходів – О.Є. Кружилка [5], удосконаленню методичного забезпечення ризикоорієнтованого підходу при аналізі небезпек і розслідуванні нещасних випадків, плануванні робіт на етапі прийняття рішень в СУОП Голубенко О.Л. [6], аналізу і встановленню залежності показників травматизму в машинобудівельній галузі від часового фактору з метою їх прогнозування на підприємствах із середньою і малою чисельністю працюючих – дослідження А.І. Гедровича [7]. Водночас слід зауважити, що в наукових працях не знайшли послідовного і вичерпного розкриття питання, пов'язані з аналізом ролі і відповідальності роботодавця за створення безпечних умов праці на виробництві, дотримання на трудовій і виробничій дисципліні.

Метою роботи є дослідження тенденцій розвитку показників виробничого травматизму в машинобудівній галузі з урахуванням її специфіки в Україні, визначення основних чинників, у тому числі зовнішніх, що впливають на рівень виробничого травматизму в галузі, і розроблення математичних моделей, які б відображали зв'язок показників оцінювання виробничого травматизму від чинників, що характеризують діяльність або бездіяльність як роботодавця, так і працівника щодо дотримання вимог нормативних актів з охорони праці.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Зазначене обумовило необхідність проведення поглиблених досліджень особливостей виробничого травматизму в залежності від специфіки машинобудівельної галузі з метою удосконалення напрямів

профілактики травматизму з урахуванням новітніх підходів.

Робота виконувалась з використанням теоретичних, експериментальних і статистичних методів досліджень. Аналіз виробничого травматизму на підприємствах машинобудування проводили на основі звітів Держгірпромнагляду України і даних щодо виробничого травматизму з тяжкими наслідками, отриманих на основі поглибленого вивчення матеріалів спеціальних розслідувань нещасних випадків на виробництві за 2005–2013 рр. Одним із показників специфіки галузі є травмонезбезпечність, яка характеризується кількісними і якісними показниками оцінювання рівня галузевого травматизму. При проведенні досліджень із кількісних показників оцінювання визначали ті, що найбільш повно відображають стан травматизму в галузі, а саме:

- загальну кількість потерпілих в галузі за відповідний період (рік), осіб,

- коефіцієнт частоти травматизму, який показує кількість випадків травматизму у галузі за відповідний період (рік), що приходиться на 1000 працюючих в галузі за цей період.

Із якісних показників використовували коефіцієнт тяжкості, який показує скільки днів непрацездатності припадає в середньому на одного травмованого у галузі за відповідний період.

Тенденції виробничого травматизму у машинобудуванні за останні дванадцять років можна розділити на два періоди до економічної кризи 2009 року і після кризи. Тривалій руйнівній кризи машинобудівельної галузі зазнала ще в період трансформації економіки, який характеризувався реформуванням відносин власності, структурних деформацій, тощо. Ці процеси супроводжувалися значними втратами виробничого і кадрового потенціалу, більше ніж двократним скороченням частки продукції машинобудування в промисловому виробництві. Починаючи з 2001 року у машинобудуванні почали спостерігатись помітні позитивні тенденції. За п'ять років (2001–2005 рр.) виробництво машинобудівної продукції збільшилося у 2,46 рази при середньорічному темпі приросту 19,75 %, промислової продукції відповідно – у 1,64 рази та 10,4 %.

У цей період на тлі зростання обсягів валової продукції машинобудування відбувалося збільшення рівня як загального, так і смертельного травматизму у галузі. За період з 2001 по 2005 роки загальний травматизм в галузі збільшився на 10 %, а смертельний – більш ніж на 40 %.

Світова економічна криза 2009 р. негативно відбилася на машинобудівній галузі. Під час кризи 2009 року відбувся спад виробництва у машинобудівельній галузі – обсяги виробництва знизилися на 58 %, кількість працюючих в галузі – на 28,2 % порівняно з 2006 р. Кількість загиблих і травмованих у 2009 році була більш ніж вдвічі меншою ніж у 2008 році. Після економічної кризи 2009 року рівень виробничого травматизму у машинобудуванні не мав чітко вираженої тенденції до зростання незважаючи на пошкваллення виробництва у галузі. Кількість працюючих в галузі продовжувала зменшуватися щонайменше до 2013 року. Кількість працюючих в

галузі в 2013 році становила 61,4 % від показника 2006 року.

За період з 2009 по 2013 рр. кількість потерпілих у галузі зменшилася майже на 30 %, а кількість загиблих навпаки – зросла на 59 %. Наочно цю ситуацію в машинобудівельній галузі відображають графіки тенденцій змін індексів продукції машинобудування і виробничого травматизму за період 2001–2013 рр. (рис. 1).

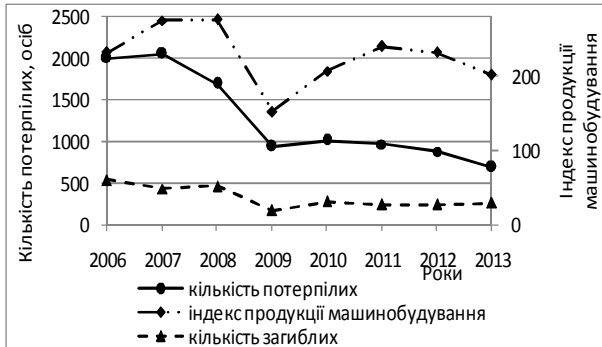


Рисунок 1 – Тенденція змін показників виробничого травматизму і індексу продукції машинобудування

Як видно з графіків, виробничий травматизм в машинобудівельній галузі віддзеркалює соціально-економічні зміни, що відбувалися в галузі. Тенденції змін показників виробничого травматизму та індексу продукції машинобудування в період економічної кризи 2009 року мають однаковий характер, тобто найнижчому рівню індексу продукції машинобудування відповідають найнижчі рівні виробничого травматизму. Значення коефіцієнтів частоти загального травматизму ($K_{чз}$) в машинобудуванні до економічної кризи 2008–2009 років і після неї перевищували відповідні загальноукраїнські значення. Значення коефіцієнтів частоти смертельного травматизму ($K_{чс}$) у досліджуваній період у галузі були нижчими, а в 2010 і 2013 роках навіть дорівнювали значенням коефіцієнтів частоти по Україні в цілому. В той самий час значення коефіцієнтів тяжкості (K_m) у період з 2006–2013 роки були нижчими за значеннями коефіцієнтів тяжкості в Україні.

Таблиця 1– Динаміка показників оцінювання виробничого травматизму в Україні та в машинобудуванні

Рік	$K_{чз}$		K_m	
	Україна	Машинобудування	Україна	Машинобудування
2006	1,18	1,54	25,4	21,45
2007	1,08	1,79	25,22	17,68
2008	1,02	1,64	26,27	20,11
2009	0,86	1	27,55	16,46
2010	0,82	1,16	26,14	17,21
2011	0,76	1,15	29,88	24,17
2012	0,71	1,05	26,42	23,09
2013	0,62	0,86	26,08	21,97

Для дослідження впливу зовнішніх чинників на рівень травматизму в машинобудівельній галузі і ви-

значення зв'язку залежної змінної (кількість потерпілих) від декількох незалежних (індекс продукції машинобудування, кількість працюючих в галузі) було використано множинний регресійний аналіз. Рівняння множинний регресії має такий вигляд:

$$Y = -2149,12 + 4,45X_1 + 2,49X_2, \quad (1)$$

де X_1 – індекс продукції машинобудування, X_2 – кількість працюючих.

Оцінку якості математичної моделі визначали за допомогою помилки апроксимації, яка дорівнювала 6,55 % і вказувала вірний підбір рівняння до вихідних даних. Тісноту сумісного впливу факторів на результативну ознаку оцінювали за індексом множинної кореляції, який для рівняння (1) становив 0,987, тобто наближався до 1, що дало підставу вважати, що між ознакою Y факторами X сильний зв'язок. Коефіцієнти еластичності вказували на те, що найбільший вплив на результативну ознаку має фактор X_2 , при збільшенні якого на 1% від свого середнього значення при фіксованому положенні іншого фактору результативна ознака збільшиться більш ніж на 1 %. Значення коефіцієнта детермінації ($R^2 = 0,987^2 = 0,973$) свідчило про високу інформативність побудованої моделі. Оцінку значимості рівняння множинної регресії здійснювали за F-статистикою розподілу Фішера:

$$F_{\text{фак}} = \frac{R^2(n - m - 1)}{(1 - R^2)m} = \frac{0,973(8 - 2 - 1)}{(1 - 0,973)2} = 90,78.$$

Табличне значення $F_{кр}$ при ступенях вільності $k_1=2$ і $k_2=n-m-1$ п'ять дорівнює 5,79. Оскільки $F_{\text{факт.}} > F_{кр}$, то коефіцієнт детермінації статистично значимий і рівняння регресії статистично надійно. Статистика Дарбіна–Уотсона ($DW=1,57$) вказувала на відсутність автокореляції залишків. Довірчі інтервали з імовірністю 0,95 для індивідуального значення результативного признака становили (277,36; 914,14).

Розроблення дієвих заходів щодо запобігання виробничого травматизму в машинобудівельній галузі, окрім визначення зовнішніх чинників, потребує інформацію щодо тих чинників, що безпосередньо призводять до настання нещасних випадків на виробництві з визначенням осіб, діяльність або бездіяльність яких призводить до настання нещасних випадків в галузі.

У машинобудуванні настання майже 83,0 % нещасних випадків з тяжкими наслідками пов'язано з п'ятьма видами подій, а саме: дія предметів та деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються; падіння потерпілого; падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо; дорожньо-транспортні пригоди й ураження електричним струмом.

Для визначення особливостей виробничого травматизму з тяжким наслідком в машинобудівельній галузі було проведено аналіз повікового розподілу тяжко травмованих за період 2005–2013 роки, який дозволив встановити значні відмінності у віці серед тяжко травмованих і визначити ті вікові групи, які мають найвищий рівень травмування (рис. 2).

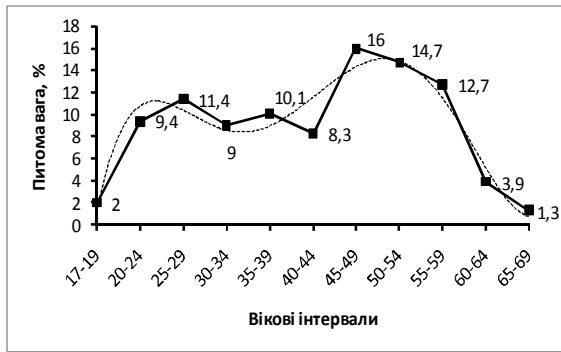


Рисунок 2 – Розподіл тяжко травмованих за віком

При порівнянні питомої ваги тяжко травмованих за віком (рис. 2) було встановлено, що понад 31,0 % нещасних випадків з тяжким наслідком на підприємствах машинобудування стається з молодими працівниками віком 17–34 роки, при цьому найбільш травмонебезпечним віком серед молоді є віковий інтервал 25–29 років. Тільки через дію предметів та деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються відбувається 24,5 % нещасних випадків з тяжким наслідком з молодими працівниками віком 17–34 роки. Серед працівників старших вікових груп найбільша кількість нещасних випадків з тяжким наслідком стається з працівниками віком 45–49 років, а із смертельним наслідком – з працівниками віком 50–54 роки – майже 16,6 %. Серед працівників, які отримали смертельні травми, майже 53 % мали загальний трудовий стаж 20 і більше років, а 16,7 % – від 10 до 20 років. За результатами аналізу стану проходження потерпілими спеціального навчання та перевірки знань за професією чи видом роботи, під час виконання якої стався нещасний випадок, показав, що тільки серед смертельно травмованих не пройшли навчання 24 %, а перевірку знань – понад 27 %.

Статистичний аналіз дає можливість дослідити загальну картину травматизму в галузі, встановити його динаміку і виявити певні зв'язки і залежності. Однак при цьому не вивчаються поглиблено виробничі умови, в яких сталися нещасні випадки, зокрема не досліджується показники, які характеризують діяльність або бездіяльність як працівника, так і роботодавця на час настання нещасного випадку. Врахування впливу зазначених чинників на безпеку праці на виробництві і на рівень виробничого травматизму при розробленні запобіжних заходів дозволило би посилити відповідальність осіб чий дії або бездіяльність призводять до настання нещасних випадків.

Відповідно до ст. 13 Закону України «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. Однак в Україні щонайменше 9,0% нещасних випадків з тяжкими наслідками стається при роботі на несправному обладнанні, а в машинобудуванні –

понад 16,0 %. Показник зносу виробничих фондів у машинобудуванні порівняно з 1990 роком зріс із 41,6 до 70–75 %, а у 2010 році становив вже 83,4 %, при цьому середній вік обладнання й устаткування збільшився з 14 до 30 років, а відповідно в машинобудуванні наразі використовуються технологічні процеси 70-х–80-х років минулого сторіччя. Зазначене свідчить про те, що з боку роботодавців приділяється недостатня увага питанням створення здоров'я і безпечних умов праці, впровадженню прогресивних технологій, досягнень науки і техніки, засобів механізації та автоматизації виробництва, тощо. Адже багаторічні дослідження виробничого травматизму свідчать, що настання більш ніж 30 % всіх нещасних випадків відбувається через технічні причини, і цей показник останні роки має тенденцію до зростання. Необхідно зауважити, що в країнах Євросоюзу з метою мінімізації ризику школи здоров'ю робітника особлива увага приділяється питанням відповідальності роботодавців за створення безпечних умов праці при виконанні виробничих процесів, навчання і дотримання працівниками вимог охорони праці [9, 10].

Для визначення показників, що характеризують діяльність або бездіяльність роботодавця щодо створення безпечних умов праці, а також діяльність або бездіяльність як роботодавця, так і працівника щодо дотримання трудової та виробничої дисципліни, було розроблено методичку оцінювання, в основу якої було покладено групування причин настання нещасних випадків з тяжким наслідком за відповідними критеріями [8]. При аналізі виробничого травматизму з тяжким наслідком у машинобудуванні за період з 2005–2013 рр. було встановлено, що через діяльність або бездіяльність роботодавця щодо створення безпечних умов праці щорічно в середньому ставалось майже 36,0 % нещасних випадків з тяжкими наслідками. Середній щорічний показник відносної кількості нещасних випадків з тяжким наслідком, настання яких пов'язано з діяльністю або бездіяльністю щодо дотримання трудової та виробничої дисципліни працівником становив 23,3 %, а роботодавцем і працівником – 34,4 %.

Визначення зв'язку показників, що характеризують діяльність або бездіяльність роботодавця щодо створення безпечних умов праці, а також діяльність або бездіяльність як роботодавця, так і працівника щодо дотримання трудової та виробничої дисципліни з показниками оцінювання виробничого травматизму в машинобудівельній галузі проводили за методом множинного регресійного аналізу шляхом побудови математичних багатофакторних моделей.

Математична модель коефіцієнта частоти виробничого травматизму, яка відображає зв'язок залежної змінної (коефіцієнта частоти виробничого травматизму) від декількох незалежних (показника, що характеризує діяльність або бездіяльність роботодавця щодо створення безпечних умов праці, індексу продукції машинобудування і показника, що характеризує діяльність або бездіяльність працівника щодо дотримання трудової і виробничої дисципліни), має такий вигляд:

$$Y_1 = 1,21 + 0,00369X_1 + 0,00234X_2 + 0,017X_3, (2)$$

де Y_1 – коефіцієнт частоти (результативна ознака); X_1 – показник, що характеризує діяльність або бездіяльність роботодавця щодо створення безпечних умов праці; X_2 – індекс продукції машинобудування; X_3 – показник, що характеризує діяльність або бездіяльність як працівника, так і роботодавця щодо дотримання трудової і виробничої дисципліни.

Математична модель коефіцієнта тяжкості виробничого травматизму, яка відображає зв'язок коефіцієнта тяжкості виробничого травматизму (залежна змінна) від декількох незалежних (показника, що характеризує діяльність або бездіяльність роботодавця щодо створення безпечних умов праці, кількості працюючих в галузі і показника, що характеризує діяльність або бездіяльність працівника щодо дотримання трудової і виробничої дисципліни), має такий вигляд:

$$Y_2 = 24,41 - 0,0156X_1 + 0,29X_2 + 0,0595X_3, (3)$$

де Y_2 – коефіцієнт тяжкості (результативна ознака); X_1 – кількість працюючих в галузі; X_2 – показник, що характеризує діяльність або бездіяльність роботодавця щодо створення безпечних умов праці; X_3 – показник, що характеризує діяльність або бездіяльність працівника щодо дотримання трудової і виробничої дисципліни.

Тісного сумісного впливу факторів на результативну ознаку оцінювали за індексом множинної кореляції, який для рівняння (2) становив 0,945, а для рівняння (3) – 0,885, тобто наближався до 1, що дало підставу вважати, що між ознаками Y_1 , Y_2 і факторами X , що включені до відповідних математичних моделей, існує сильний зв'язок.

На високу значимість регресії вказує F критерій Фішера: фактичне значення $F > F_{кр}$ (14,04 > 5,41) (для рівняння 2) і (6 > 5,41) (для рівняння 3), тобто коефіцієнти детермінації статистично значимі і рівняння регресії статистично надійні.

Довірчі інтервали з імовірністю 0,95 для індивідуального значення коефіцієнта частоти знаходяться в межах (0; 2,55), а коефіцієнта тяжкості (15,46; 33,36).

При побудові регресійної моделі за МНК важливим є незалежність значень випадкових відхилень від значень відхилень у всіх інших спостереженнях, що гарантує відсутність корельованості між будь-якими відхиленнями. Наслідки автокореляції сходні з наслідками гетероскедастичності, тобто висновки за t- і F-статистиками, які визначають значимість коефіцієнта регресії і коефіцієнта детермінації, можливо будуть невірними. Для виявлення наявності автокореляції використовували статистику Дарбіна-Уотсона(4):

$$DW = \frac{\sum(e_i - e_{i-1})^2}{\sum e_i^2} = \frac{9,21}{0,11} = 1,87, (4)$$

де e_i – оцінка відхилення ε ; ε – випадкова помилка (відхилення).

Критичні значення d_1 і d_2 визначали на основі спеціальних таблиць для необхідного рівня значимості α , кількості спостережень $n = 8$ і кількості

змінних $m=3$. Автокореляція відсутня, якщо виконується така умова: $d_1 < DW$ і $d_2 < DW < 4-d_2$.

На основі табличних критичних значень статистики DW при 5 % рівні значущості визначили межу значущості статистики DW даних, що аналізуються $0,82 \leq DW \leq 2,25$. Для побудованих моделей $DW = 1,87$ (для моделі 2) і $DW = 1,96$ (для моделі 3), що свідчить про відсутність значимої автокореляції залишків.

У результаті проведеного аналізу можна зробити висновок, що моделі побудовані вірно й можуть бути використані в подальшому для визначення показників оцінювання виробничого травматизму в машинобудівельній галузі.

ВИСНОВКИ. Проведено аналіз виробничого травматизму з тяжким наслідком в машинобудівельній галузі України, визначено зовнішні і внутрішні фактори, що суттєво впливають на його рівень.

Розроблено методику визначення осіб, діяльність або бездіяльності яких призводить до настання нещасних випадків з тяжким наслідком в машинобудуванні, в основу якої покладено критерії, які враховують причини настання нещасних випадків на виробництві.

Побудовано математичні моделі залежності показників оцінювання виробничого травматизму в машинобудівельній галузі від індексу продукції машинобудування, кількості працюючих в галузі і показників, що характеризують діяльність або бездіяльність як роботодавця, так і працівника. Встановлено, що на коефіцієнт частоти виробничого травматизму на підприємствах машинобудівельній галузі найбільше впливає фактор, який характеризує діяльність або бездіяльність роботодавця щодо створення безпечних умов праці, а на коефіцієнт тяжкості виробничого травматизму діяльність або бездіяльність як роботодавця, так і працівника щодо дотримання трудової і виробничої дисципліни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. 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. – Част. 2, № 6 (124). – С. 181–183.
3. 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. – Част. 2, № 6 (124). – С. 161–165.
4. Stupnitska N., Gogitachvili G. Tęchno-ekonomichne przesłanki wdrozenia kompleksowego systemu ochrony pracy w modulowej technologii montazu // Tęchnologia i automatyzacja montazu. Warszawa, 1995. – 4. – PP. 31–33.
5. Кружилко О.Є. Алгоритм розроблення управлінських рішень з використанням інформаційно-аналітичної системи з охорони праці // Проблеми охорони праці в Україні. – К.: ННДІОП,

2006. – Вип. 12. – С. 11–17.

6. Таїрова Т.М. Проблеми смертельного травмування працівників у машинобудуванні // Безпека життєдіяльності людини як умова сталого розвитку сучасного суспільства: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф.: наук.-техн. збірник. – 2011. – С. 87–90.

7. Гедрович А.И., Сухаревская О.Н. Анализ показателей травматизма на предприятиях машиностроения с целью оптимизации основного и вспомогательного производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sevntu.com.ua/jspui/bitstream/123456789/927/1/mechan.48.2002.193-196.pdf>

8. Таїрова Т.М., Мітюк Л.О. Математична модель коефіцієнта частоти виробничого травматизму на підприємствах вугільної галузі // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2014. – № 4/2014 (87). – С. 146–151.

9. Как во Франции труд охраняют [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ohoronapraci.kiev.ua/2014/anonsy-14/kak-vo-frantsii-trud-ohranjajut.html>.

10. Landgraf J. Berechnung der Kosten und Verlust des Unfall und Kranken Geschehensmil Hille von Bodol rocompulem // Arbeits hygienisch Information. Bauwesen, Berlin. – 1990. – № 6. – S. 159–161.

THE MATHEMATICAL MODELING OF EVALUATION INDICATORS OF OCCUPATIONAL INJURIES IN THE ENGINEERING INDUSTRY

T. Tairova

State Institution «National Research Institute of Industrial safety and health»
vul. Vavilovykh, 13, Kiev, 04060, Ukraine. E-mail: tairovatn@ukr.net

K. Tkachuk

National Technical University of Ukraine "KPI"
prosp. Pobedy, 37, Kiev, 03056, Ukraine.

The analysis of occupational injuries in the engineering industry depending of the socio-economic performance, specific features of industry and production was produced. The criteria for determining the persons who have violated the requirements of the legislation on occupational safety and whose actions or inactions lead to accidents with severe consequences in the engineering industry have developed. The mathematical multifactor models that describe the dependence the indexes of evaluation of occupational injuries from the index of engineering products, the number of employees and from the factors which characterize the actions or inactions of the employer to create safe working conditions, actions or inaction of both the employer and the employee to comply the labor and production discipline at the enterprises of machine-building industry have built. It were determined the factors that have the most effect on the indexes of evaluation of occupational injuries. The proposed models may be used to determine the indexes of evaluation of occupational injuries and to develop the measures to optimize safety in mechanical engineering enterprises.

Key words: mathematical model, evaluation indicators of occupational injuries.

REFERENCES

1. State Statistics Service of Ukraine, (2014), available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>, (accessed October 15, 2014).

2. Klimov, A., Kasyanov, K.N., (2008), "Rationale for an integrated approach in assessing the impact of harmful factors on workers engineering enterprises", *Visnik of the Volodymyr Dal East Ukrainian national university*, no. 6 (124), part 2, pp. 181–183.

3. Hunchenko, A.M., Kasyanova K.M., (2008), "Investigation the problem of choice making in the labor protection management system (SUOP) of machine-building enterprise", *Visnik of the Volodymyr Dal East Ukrainian national university*, no. 6 (124), part 2, pp. 161–165.

4. Stupnitska, N., Gogitachvili, G., (1995), "Teghnichno-ekonomichne przeslanki w drozenia kompleksowego systemu ochrony pracy w modulowej technologii montazu", *Teghnologia i automatyzacja montazu*, no. 4, pp. 31–33.

5. Kruzhilko, O.E., (2003), "Algorithm of managerial decisions development using the labour protection information-analytical system implementation", *Occupational health and safety issues in Ukraine*, NNDIOP, Kyiv, no. 12, pp. 11–17.

6. Tairova, T.N., (2011), "Problems of fatal injury to workers in engineering", *Safety of human life as a prerequisite for sustainable development of modern society*.

The materials of IV international scientific and practical conference, pp. 87–90.

7. Hedrovych, A.I, Sukharevskaya, O.N., (2014), Analysis indicators injuries in the enterprise mechanical engineering in order to optimize for primary and secondary production, available at: <http://sevntu.com.ua/jspui/bitstream/123456789/927/1/mechan.48.2002.193-196>, (accessed October 03, 2014).

8. Tairova, T.N., Mityuk, L.O., (2014), "The mathematical model of frequency coefficient of occupational injuries in the coal industry", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, iss. 4, no. 87, pp. 146–151.

9. How to protect work in France, (2014), available at: <http://ohoronapraci.kiev.ua/2014/anonsy-14/kak-vo-frantsii-trud-ohranjajut.html>, (December 12, 2014).

10. Landgraf, J., (1990), "Berechnung der Kosten und Verlust des Unfall und Kranken Geschehensmil Hille von Bodoldolrocompule", *Arbeitshygienisch Information*, no. 6, pp. 159–161.

Стаття надійшла 16.01.2015.