

УДК 331.48

Р.І. Пахомов¹, Г.М. Гасій¹, І.О. Білоус, Т.В. Лаврут²¹Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава²Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

АНАЛІЗ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМУ З ВАЖКИМИ НАСЛІДКАМИ

В статті досліджено виробничий травматизм зі смертельними наслідками в Україні. Коротко проаналізовано міжнародний виробничий травматизм. Розглянуто динаміку виробничого та смертельного травматизму в Україні з 1992 по 2013 роки та динаміку найбільш небезпечних галузей для людського здоров'я з 2010 по 2013 роки. Розглянуто методи аналізу виробничого травматизму та профзахворювань. Розроблено прогноз смертельного травматизму на три роки з 2014 по 2016 роки, за допомогою однофакторної прогнозувальної моделі з використанням трендової логарифмічної кривої. Розглянуто основні причини виробничого травматизму та вплив виробничого травматизму на продуктивність підприємства.

Ключові слова: аналіз, виробничий травматизм, смертельний травматизм, тренд, статистика, статистичні методи, однофакторна прогнозна модель, середньоквадратичне відхилення.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз нещасних випадків на виробництвах України є одним з основних і необхідних шляхів розробки механізмів профілактики та запобігання травматизму. Адже нещасний випадок на виробництві, особливо зі смертельним наслідком, слід розглядати як сигнал про незадовільний стан профілактичної роботи щодо запобігання травматизму на тому чи іншому виробничому об'єкті або на виробництві в цілому. Отже, тільки після визначення стану безпеки праці в галузі, на виробництві, об'єктивного виявлення справжніх причин того чи іншого нещасного випадку та закономірностей його виникнення і з'являються реальні можливості для ефективного пошуку шляхів активізації профілактичної роботи та зниження травматизму.

Виробничий травматизм давно став актуальною проблемою у всіх країнах світу, в тому числі і в Україні. Травматизм є однією з найважливіших медико-соціальних проблем сьогодення для більшості країн світу. Протягом усього ХХ ст. актуальність проблеми травматизму росла, при цьому відзначається зростання травматизму зі смертельним наслідком, з переходом на інвалідність, з тимчасовою втратою працездатності. Сьогодні в економічно розвинених країнах світу травми займають третє місце серед причин смерті населення, причому серед працездатного віку. В Україні протягом останніх років, становище в сфері охорони праці залишається напруженим. Діюча система управління охороною праці виявилась недостатньо ефективною в умовах сьогодення. Як наслідок – рівень виробничого травматизму залишається достатньо високим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі аналізу причин виробничого травматизму

присвячено багато наукових досліджень. Так, в роботах [1 – 3] наведені методика аналізу, які практично залишаються такими, що характеризують суцільно адміністративну систему управління охороною праці. У цих методиках сформульований чіткий алгоритм проведення досліджень: збір та аналіз даних про травматизм; визначення відповідних коефіцієнтів; складання відповідних графіків і аналіз результатів розрахунків; розроблення профілактичних заходів із зниження рівня травматизму.

Питанням підвищення безпеки праці, аналізу і профілактики травматизму в окремих галузях присвячені роботи [4, 5]. На основі фактичного матеріалу розглядаються питання організації безпечного ведення робіт за окремими технологічними напрямками. Запропоновані алгоритми проведення комплексного аналізу умов праці і рівня травматизму.

У роботі [6] розглянуто актуальні питання застосування сучасних інформаційних технологій та математичного апарату при вирішенні завдань управління у галузі охорони праці. Запропоновано алгоритми моделювання та прогнозування показників травматизму, а також методика оцінки ефективності управлінської діяльності.

Незважаючи на велику кількість проведених досліджень можна констатувати, що існуючі методи і підходи до питань аналізу і прогнозування виробничого травматизму не дають цілісної картини проблеми.

Різноманітність підходів до вивчення причин травматизму свідчить про відсутність єдиної, науково обґрунтованої методики вивчення травматизму.

В зв'язку з цим важливо загальні підходи і методи вивчення виробничого травматизму удосконалювати, розширювати і деталізувати у відповідності до динамічних соціально-економічних умов.

Метою даної роботи є удосконалення методики вивчення виробничого травматизму з важкими наслідками і розроблення математичної моделі прогнозування нещасних випадків.

Основна частина

1. Аналіз нещасних випадків на виробництві

Небезпечні чинники часто призводять до травм, а шкідливі чинники - до захворювання. Тільки з організаційних причин відбувається біля 80% всіх нещасних випадків у побуті та на виробництві. Але оздоровити умови діяльності, підвищити безпеку неможливо за допомогою одних лише організаційних заходів. В системі заходів щодо профілактики травматизму, вироблених усіма країнами світу, істотна роль приділяється розробці і впровадженню комплексних програм безпеки праці.

За даними Міжнародної організації праці, в усьому світі щодня реєструється понад 500 смертельних випадків у сільському господарстві, промисловості та сфері послуг. Щорічно більше 300 тисяч працівників отримують виробничі травми і професійні захворювання. Кожні три хвилини гине один робітник в результаті нещасного випадку, а щосекунди четверо робітників одержують виробничу травму. У світі економічні втрати, пов'язані з виробничим травматизмом, складають біля 1% світового валового національного продукту. Статистика свідчить, що розподіл травматизму за основними галузями виробництва протягом ряду років залишається постійним. Однією з травмонезбезпечних галузей є агропромисловий комплекс, де смертельні травми в процентному відношенні складають у рослинництві – 24% від загальної кількості травм, тваринництві – 21%, будівництві – 16%, ремонт і технічне обслуговування машин і устаткування – 14%, в транспорті – 11%, деревообробці і лісозаготівлі – 3%, харчовій

промисловості, житловому і комунальному господарстві – 0,7%, молочній галузі - 0,5%, інші – 6% [7].

Дослідження виробничого травматизму зі смертельними наслідками проведено за матеріалами спеціального розслідування на підставі актів розслідування, складених за формою Н-1, визначеною НПАОП 0.00-6.02-04 «Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві».

Обробка даних про виробничий травматизм за визначений період проводилась з використанням статистичного методу, що дозволило визначити динаміку змін травматизму та його тяжкість в окремих галузях промисловості, виявити закономірності зростання або зниження окремих показників нещасних випадків.

Статистичні дані про виробничий травматизм зведено в таблиці 1. Відомості з актів про види подій, що призвели до нещасного випадку, та причин виникнення нещасного випадку в зазначених таблицях кодовано відповідно до класифікації, наведеної в НПАОП 0.00-6.02-04.

Характеристика змін виробничого травматизму та смертельного травматизму за 1992 по 2013 роки відображені на графіках, наведених на рис. 1 та 2.

Спостерігається тенденція до зниження рівня смертельного травматизму в сільському господарстві і в соціально-культурній сфері та торгівлі, знизився останнім часом рівень смертельного травматизму в будівництві та промисловості будматеріалів, хоча кількість смертельно травмованих працівників у цих галузях щорічно протягом 5 років досягала 50 і більше осіб.

На підприємствах вугільної промисловості в середньому щорічно гине понад 120-130 працівників. А в 2007 р. кількість загиблих у цій галузі навіть перевищила 260 осіб [8].

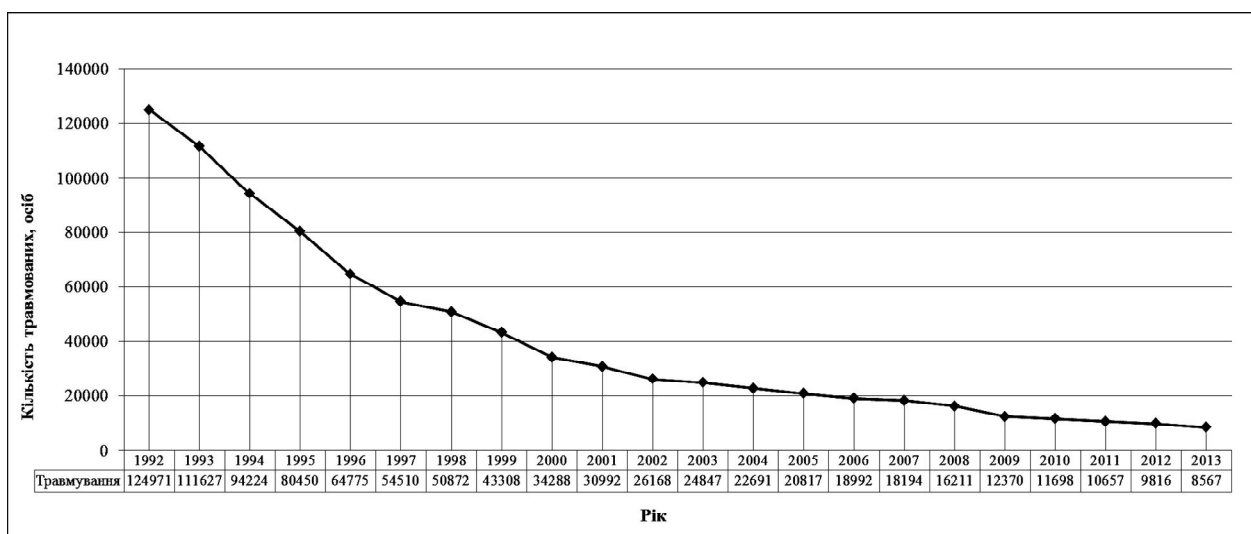


Рис. 1. Динаміка загального травматизму в Україні з 1992 по 2013 роки

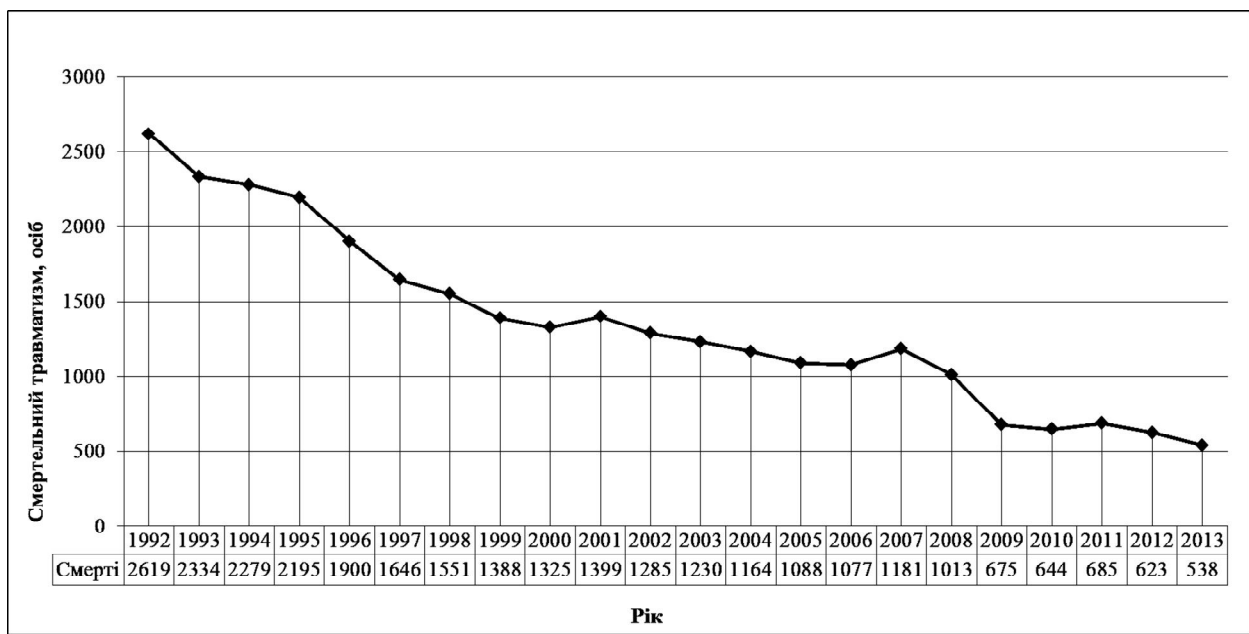


Рис. 2. Динаміка смертельного травматизму в Україні з 1992 по 2013 роки

У таких видах економічної діяльності, як машинобудування та сільське господарство, щорічно гине від 30 до 70 працівників. Під час виконання робіт у таких галузях, як харчова промисловість та переробка сільгосппродуктів, автодорожній транспорт, газова промисловість, котлонадгляд та підйомні споруди, енергетика і металургійна промисловість,

щорічно смертельно травмується 21...50 працівників. В інших видах економічної діяльності кількість смертельно травмованих працівників не перевищує 20 осіб на рік.

Динаміка загального травматизму в шести найбільш небезпечних галузях України в період з 2010 по 2013 роки, (чол.) наведено на рис. 3.

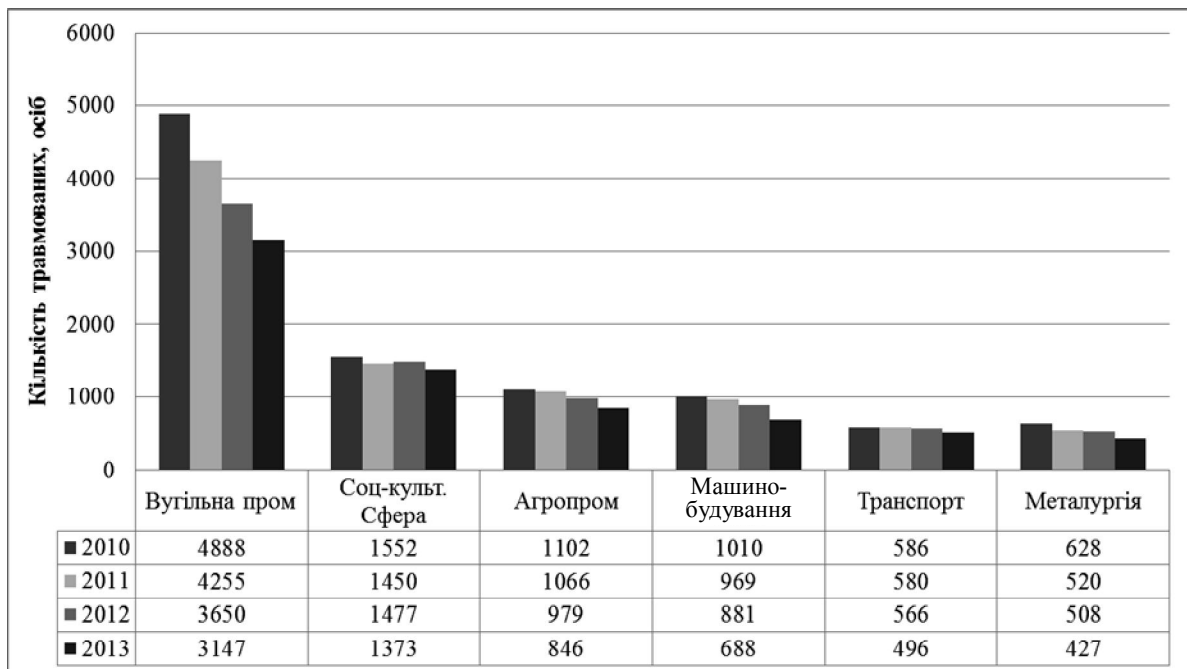


Рис. 3. Динаміка загального травматизму в шести найбільш небезпечних галузях України в період з 2010 по 2013 роки, (чол.)

2. Прогнозування нещасних випадків із смертельними наслідками

Для прогнозування травматизму в Україні на наступні 3 роки було використано однофакторну

прогнозу модель. Найбільш поширеним методом прогнозування є аналітичне представлення тренду. При цьому для виходу за межі досліджуваного періоду достатньо продовжити значення незалежної

змінної часу. У зв'язку з цим хід розвитку пов'язують з плинном часу, тобто

$$\bar{y}_t = f(t). \quad (1)$$

Така оцінка розраховується шляхом підстановки номера року t , на який розраховується прогноз, у рівняння тренду. Вона є середньою оцінкою для прогнозованого інтервалу часу.

Доцільно визначати довірчі інтервали прогнозу. Величина довірчого інтервалу визначається наступним чином:

$$\bar{y}_t \pm t_\alpha \sigma_{y_t}, \quad (2)$$

де σ_{y_t} – середня квадратична похибка тренду; \hat{y}_t – розрахункове значення рівня; t_α – довірче значення критерію Стюдента.

Середнє квадратичне відхилення від тренду дорівнює:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i^*)^2}{k}}; \quad k = n - m, \quad (3)$$

де k – число вільності; n – число спостережень; m – число параметрів; t_α – значення t -статистики.

Для побудови тренду використано логарифмічну криву:

$$\hat{y} = a_0 \cdot a_1 \lg t. \quad (4)$$

Для оцінки адекватності моделі за допомогою методу найменших квадратів визначено найменше значення квадрату відхилень теоретичних значень від емпіричних.

$$\sum (y_t - \hat{y})^2 = 440907. \quad (5)$$

Отже, поліном першого степеня має найменше значення суми квадратів відхилень. Тому, серед вказаних функцій трендом для заданих емпіричних даних є функція:

$$\hat{y} = 2911 \cdot 706 \lg t. \quad (6)$$

Для отримання прогнозних значень на три періоди ($L=3$) на основі побудованого тренду виконаємо екстраполяцію теоретичних даних.

Маємо наступний результат.

$$\hat{y}_{t+1}^* = 698; \quad \hat{y}_{t+2}^* = 668;$$

$$\hat{y}_{t+3}^* = 639.$$

Середнє квадратичне відхилення від тренду (3) дорівнює $\sigma_y=144,9$ ($n=23$, $m=2$).

Також визначаємо значення t – статистики Стюдента (при довірчій ймовірності 0,95) $t_\alpha=2,2$ [9].

Розрахунки відображені в табл. 1.

Графік прогнозу відображено на рис. 4.

Таблиця 1

До розрахунку середньої квадратичної помилки ретроспективних прогнозів смертельного травматизму

Параметри	Теоретичне значення	Фактичне значення	Абсолютна помилка прогнозу	Квадрат помилки
1992	2619	2911	-292	85264
1993	2334	2422	-88	7744
1994	2279	2136	143	20449
1995	2195	1933	262	68644
1996	1900	1775	125	15625
1997	1646	1647	-1	1
1998	1551	1538	13	169
1999	1388	1444	-56	3136
2000	1325	1361	-36	1296
2001	1399	1286	113	12769
2002	1285	1219	66	4356
2003	1230	1158	72	5184
2004	1164	1101	63	3969
2005	1088	1049	39	1521
2006	1077	1000	77	5929
2007	1181	954	227	51529
2008	1013	912	101	10201
2009	675	871	-196	38416
2010	644	833	-189	35721
2011	685	797	-112	12544
2012	623	763	-140	19600
2013	538	730	-192	36864

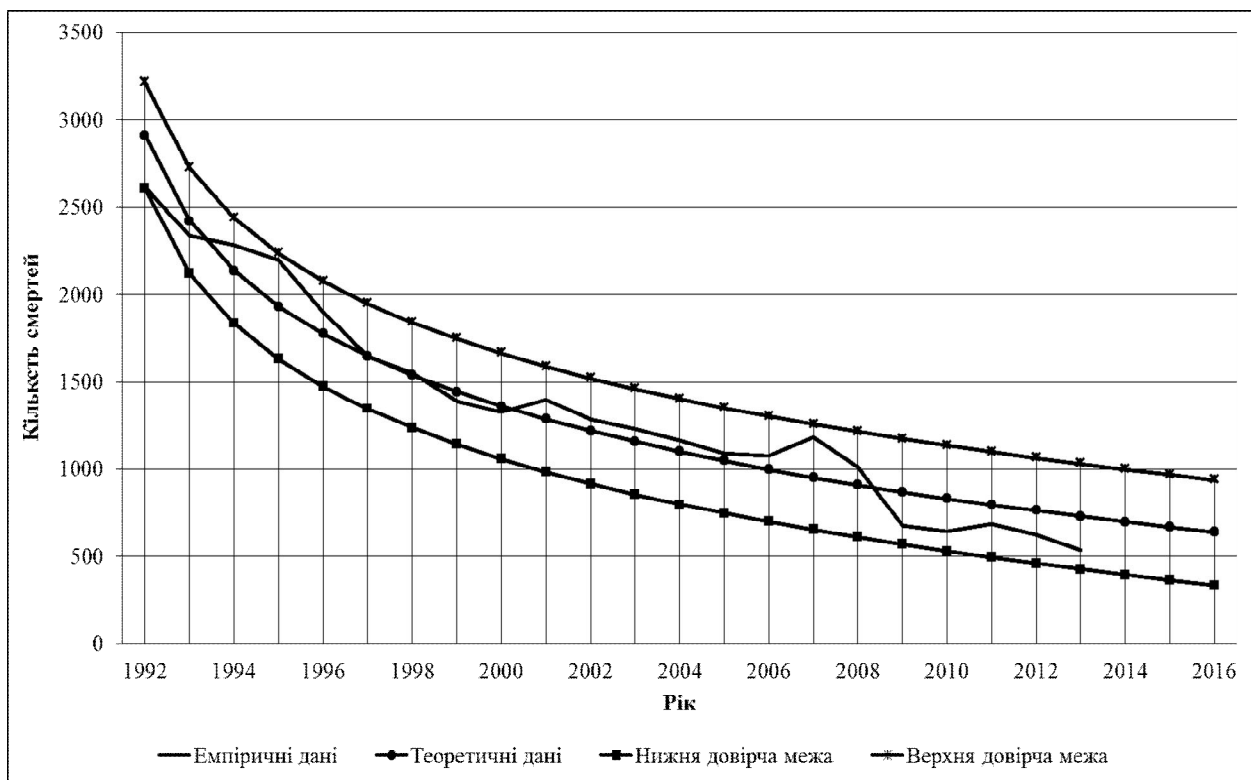


Рис. 4. Прогноз смертельного травматизму на 2014-2016 роки

3. Профілактика травматизму

Успішна профілактика виробничого травматизму та професійної захворюваності можлива лише за умови ретельного вивчення причин їх виникнення. Для полегшення цього завдання прийнято поділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на такі основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, економічні, психофізіологічні.

Організаційні причини – відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів щодо охорони праці; порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням.

Технічні причини – несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисних загороджень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

Санітарно-гігієнічні причини – підвищений вміст в повітрі робочих зон шкідливих речовин, недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різноманітних випромінювань ви-

ще допустимих значень; порушення правил особистої гігієни.

Психофізіологічні причини – помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; монотонність праці; хворобливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі.

Економічні причини – нерегулярна виплата зарплати; низький заробіток; неритмічність роботи; прагнення до виконання понаднормової роботи; праця за сумісництвом чи на двох різних підприємствах.

Виробничий травматизм, професійні та професійно зумовлені захворювання завдають не лише соціальних, але й значних економічних збитків, тому комплекс організаційно-профілактичних заходів знаходиться в складному взаємозв'язку різних чинників виробничого середовища і умов праці. Розроблення комплексу профілактичних заходів можливе лише на основі обґрунтованого аналізу і прогнозу виробничого травматизму, що дозволяє виконати дана методика.

Висновки

1. Останнім часом спостерігається позитивна динаміка до зниження виробничого та смертельного травматизму. У 1992 році загальний травматизм становив 124971 особи, в 2013 році 8567. Загальний травматизм зменшився на 93%. Смертельний трав-

матизм в 1992 році становив 2619 осіб, в 2013 році це значення становило 538 особи. Кількість смертельних випадків зменшилось на 79%.

2. Прогнозування смертельного травматизму з використанням однофакторної прогнозу моделі показало, що на 2014 рік кількість смертей на виробництві складатиме близько 698 осіб, на 2015 рік – 668 і на 2016 рік – 639. Середнє квадратичне відхилення при цьому дорівнює 144,9.

3. Позитивні зміни в динаміці травматизму та профзахворюваності немалою мірою зумовлені: зниженням обсягів виробництва, неповною зайнятістю працюючих, перетіканням робочої сили з травмобезпечних виробництв у комерційні та інші невиробничі структури, неповним обліком травматизму та захворюваності.

4. Розглянута методика аналізу і прогнозування виробничого травматизму дозволяє розробити профілактичні заходи, які враховують взаємовплив різних факторів.

5. Подальший розвиток даного напрямку дослідження полягає у застосуванні даної методики для дослідження та прогнозування стану невиробничого травматизму в Україні.

Список літератури

1. Мелік-Шахназаров Л. Ш. Дослідження виробничого травматизму в Україні / Л.Ш. Мелік-Шахназаров, Т.О. Попова / Інформаційний бюлетень з охорони праці. – К.: ННДІОП, 2006. – Вип. 3 – С. 9 – 13.
2. Сліпко О. О. Комплексний аналіз виробничого травматизму й заходів щодо упередження нещасних випадків на підприємствах вугільної, гірничорудної та нерудної промисловості України / О.О. Сліпко, Ю.В. Дучкіна /

Інформаційний бюлетень з охорони праці. – К.: ННДІОП, 2006. – Вип. 4 – С. 7 – 20.

3. Дегтяренко Г.Є. Стан невиробничого травматизму в Україні / Г.Є. Дегтяренко, Н.В. Романенко, В.І. Лесковець // Вісник Національного науково-дослідного інституту охорони праці. – К.: ННДІОП, 2004. – № 7. – С. 33 – 35.

4. Костенко О.М. Удосконалення методів і засобів з комплексного аналізу, прогнозу та попередження виробничого травматизму у сільськогосподарському виробництві: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.26.01 «Охорона праці» / О.М. Костенко. – Київ, 2002. – 24 с.

5. Рибалка К.А. Підвищення безпеки праці при реконструкції одноповерхових промислових будівель: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.26.01 «Охорона праці» / К.А. Рибалка. – Дніпропетровськ, 2009. – 20 с.

6. Ткачук К.Н. Прогнозування виробничого травматизму: монографія / К.Н. Ткачук, О.Є. Кружилко. – К.: Основа, 2014. – 345 с.

7. Мязченко О.П. Безпека життєдіяльності людини та суспільства: навч. посіб. / Мязченко О.П. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 384 с.

8. Тенденції зміни стану виробничого травматизму в Україні // Охорона праці: На допомогу спеціалісту з охорони праці. – 2010. – № 12. – С. 8 – 30.

9. Деревянський В. Ю. Прогноз травматизма на шахтних ленточних конвеєрах / В.Ю. Деревянський, Ю.С. Любовський // Уголь України. – 2007. – № 3. – С. 8 – 30.

Надійшла до редколегії 13.03.2015

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Л.Г. Єрсіова, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, Полтава.

АНАЛИЗ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМА С ТЯЖЕЛЫМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ

Р.И. Пахомов, Г.М. Гасий, И.О. Билоус, Т.В. Лаврут

В статье исследованы производственный травматизм со смертельным исходом в Украине. Кратко проанализирована международный производственный травматизм. Рассмотрена динамика производственного и смертельного травматизма в Украине с 1992 по 2013 годы и динамику наиболее опасных отраслей для здоровья с 2010 по 2013 годы. Рассмотрены методы анализа производственного травматизма и профзаболеваний. Разработан прогноз смертельного травматизма на три года с 2014 по 2016 годы, с помощью однофакторной прогнозной модели с использованием трендовой логарифмической кривой. Рассмотрены основные причины производственного травматизма и влияние производственного травматизма на производительность предприятия.

Ключевые слова: анализ, производственный травматизм, смертельный травматизм, тренд, статистика, статистические методы, однофакторная прогнозная модель, среднее квадратическое отклонение.

ANALYSIS, PREDICTION AND PROPHYLAXY OF TRAUMATISM WITH SERIOUS CONSEQUENCES

R.I. Pahomov, G.M. Gasiy, I.O. Bilous, T.V. Lavrut

This article deals with lethal industrial traumatism in Ukraine. International industrial traumatism is briefly analyzed. Dynamics of Ukrainian industrial and lethal traumatism from 1992 to 2013 years and dynamics of the most hazardous industries for human's health from 2010 to 2013 years are considered. Analysis methods of industrial injuries and occupational diseases are considered. Lethal traumatism prediction for three years from 2014 to 2016 is developed by means of univariate prediction model using logarithmic trend curve. Basic causes of industrial traumatism and its influence to enterprise productivity are considered.

Keywords: analysis, industrial traumatism, lethal traumatism, trend, statistics, statistic methods, univariate prediction model, standard deviation.