

УДК 331.45:628.51:681.586

doi:10.20998/2413-4295.2019.05.09

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ШКІДЛИВИХ ЧИННИКІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЗДОРОВ'Я РОБІТНИКІВ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

О. М. ЧЕРНЯК*, Р. М. ТРИЦЬ, А. М. ДЕНИСЕНКО

кафедра Охорони праці, стандартизації та сертифікації, УІПА, Харків, УКРАЇНА
*e-mail: olena-cheraniak@ukr.net

АНОТАЦІЯ Показники небезпечних та шкідливих чинників, що впливають на здоров'я людини, мають різну природу, тобто їх показники різні та вони мають різні шкали оцінювання, але на сьогодні не існує єдиної методики їх оцінювання, крім того різноманітність кваліметричних методів оцінювання вимагає глибокого наукового дослідження в частині оптимальності та ефективності. У статті запропоновано для оцінювання показників шкідливих чинників застосовувати залежності, які враховують максимальні, мінімальні та оптимальні значення і параметр форми, змінюючи який, можна отримувати різні оцінки на безрозмірній шкалі. Визначено три групи показників шкідливих чинників та побудовано для кожної групи залежності, що дозволило уніфікувати систему залежностей для оцінки показників шкідливих чинників. Проаналізовано переваги та недоліки системи залежностей. Суттєвим недоліком є невизначеність вибору параметру форми, оскільки від нього залежить оцінка показника на безрозмірній шкалі. Для визначення параметру форми запропоновано метод аналізу ієрархій, який ґрунтується на попарному порівнянні факторів, що дозволить отримувати достовірні значення. Зазначено, що перевагою застосування методу аналізу ієрархій для вибору параметра форми є мала кількість експертів, що дає можливість його застосування на виробництві при оцінюванні показників шкідливих чинників. Застосовуючи запропоновані коефіцієнти в якості параметра форми системи залежності дозволяють в кожному окремому випадку, в залежності від показника шкідливого чинника, рекомендувати жорсткіші чи слабші вимоги до показників. Проаналізовано небезпечні та шкідливі чинники у гарячому цеху машинобудівного підприємства та визначено їх допустимі норми згідно з нормативними документами. Запропонована апробація методики оцінювання показників шкідливих чинників. Графічно побудовано оцінку показників шкідливих чинників. На шкали нанесено максимально-допустимі та мінімально-допустимі значення показників шкідливих чинників. Визначено узагальнений показник шкідливих чинників для підстави приймати рішення стосовно подальших дій щодо поліпшення умов праці.

Ключові слова: показник шкідливих чинників; параметр форми; метод аналізу ієрархій; узагальнений показник; шкала вимірювань; система залежності

METHODS OF ASSESSING THE HARMFUL FACTORS AFFECTING THE HEALTH OF WORKERS OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

O. CHERNIAK, R. TRISHCH, A. DENYSENKO

Department of labor safety protection, standardization and certification, UEPA, Kharkiv, UKRAINE

ABSTRACT Prevention and forecasting of the negative influence of harmful factors of machine building on the health of working people is an urgent task. Indicators of hazardous and harmful factors affecting human health are of different nature, that is, their indicators are different and they have different assessment scales, but today there is no uniform methodology for their assessment, besides the variety of qualimetric assessment methods requires in-depth scientific research in part optimality and efficiency. In the article it is suggested to use the dependences for the estimation of the indicators of the harmful factors taking into account the maximum, minimum and optimal values and the parameter of the form, changing which it is possible to receive different estimates on a dimensionless scale. Three groups of indicators of harmful factors were determined and built for each group of dependencies, which made it possible to unify the dependency system for the estimation of indicators of harmful factors. The advantages and disadvantages of the dependency system are analyzed. A significant drawback is the uncertainty of the choice of the form parameter, since it depends on the assessment of the indicator on a dimensionless scale. A method for analyzing hierarchies, based on pairwise comparison of factors, to obtain reliable values is proposed to determine the form parameter. It is noted that the advantage of using the method of analysis of hierarchies to select a form parameter is a small number of experts, which makes it possible to use it in production in the evaluation of indicators of harmful factors. Applying the proposed coefficients as a parameter of the form of the system of dependence, allows in each individual case, depending on the indicator of the harmful factor, to recommend rigid or weaker requirements to the indicators. The dangerous and harmful factors in the hot shop of the machine-building enterprise are analyzed and their permissible norms are determined in accordance with the normative documents. Probation of the methodology for estimating the indicators of harmful factors is suggested. Graphically assessment of indicators of harmful factors was constructed. The maximum permissible and minimum permissible values of indicators of harmful factors are marked on the scales. A generalized indicator of harmful factors is determined for the reason to make a decision on further actions to improve working conditions.

Keywords: indicator of harmful factors; form parameter; hierarchy analysis method; generalized indicator; measurement scale; dependency system

Вступ

Машинобудівна промисловість є однією з основних галузей національної економіки, що характеризується великою кількістю працюючих та

наявністю шкідливих та небезпечних виробничих чинників, які сягають досить високого рівня, викликаючи несприятливі наслідки для здоров'я працівників. Умови праці, що існують у більшості машинобудівних цехах, є причиною виникнення

професійних захворювань: вібраційної хвороби, нейросенсорної приглухуватості, пневмококіозу, пилових бронхітів, захворювання кістково-м'язової і периферичної нервової систем [1-3]. Тому виникає актуальна задача оцінювання шкідливих та небезпечних виробничих чинників з метою їх прогнозування та попередження.

На даний час накопичений багатий практичний досвід методів оцінювання умов праці на робочих місцях і використання результатів оцінки для покращення умов праці [4-10]. Основними організаційними механізмами оцінювання умов праці на робочих місцях є атестація робочих місць за умовами праці, яка передбачає отримання оцінки відповідності умов праці державним нормативним вимогам охорони праці і включає [11,12]:

- комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці та відповідність їх характеристик стандартам безпеки праці, будівельним та санітарним нормам і правилам;
- виявлення чинників і причин виникнення несприятливих умов праці;
- санітарно-гігієнічне дослідження чинників виробничого середовища та визначення ступеня важкості й напруженості трудового процесу на робочому місці;
- встановлення ступеня шкідливості і небезпечності праці та її характеру за гігієнічною класифікацією;
- обґрунтування віднесення робочого місця до категорії зі шкідливими (особливо шкідливими) умовами праці;
- визначення (підтвердження) права працівників на пільги;
- аналіз реалізації технічних і організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру і безпеки праці.

Сучасні тенденції ефективних машинобудівних підприємств передових економік світу не дотримання установлених нормативних вимог, а їх мінімізація. Тобто необхідно постійно оцінювати кількісні показники небезпечних чинників для їх прогнозування на деякий період часу та управління з метою їх мінімізації.

Мета роботи

Провести ряд наукових досліджень, пов'язаних з отриманням результатів оцінювання в єдиних одиницях вимірювання, що дозволить отримати узагальнений показник шкідливого чинника на робочому місці.

Викладення основного матеріалу

Визначення узагальненого показника шкідливого чинника на робочому місці пов'язано з отриманням єдиної оцінки, яка кількісно виражає безпечність через його окремі показники. Одним із

способів вирішення такого завдання є приведення різномірних показників шкідливих чинників у безрозмірну шкалу, що дозволяє звести усі показники до однієї розмірності, і у свою чергу, дасть можливість кількісно оцінити узагальнений показник шкідливого чинника.

Враховуючи, що різні групи показників шкідливих чинників мають різні оптимальні значення, пропонуємо побудувати для кожної групи свої залежності, що дозволить уніфікувати систему залежностей для оцінки показників шкідливих чинників.

Пропонується три групи показників шкідливих чинників:

- група показників шкідливих чинників, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до нижньої межі допустимих значень згідно нормативним вимогам. Наприклад, шкідливі речовини, вібрація, швидкість руху повітря тощо. У даному випадку, чим менше ці показники, тим краще;

- група показників шкідливих чинників, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до верхньої межі допустимих значень згідно нормативним вимогам. У даному випадку, чим більше значення показника, тим краще;

- група показників шкідливих чинників, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до середини межі допустимих значень згідно нормативним вимогам. Наприклад, температура.

Враховуючи, що різні групи показників шкідливих чинників мають різні оптимальні значення, пропонуємо побудувати для кожної групи свої залежності, що дозволить уніфікувати систему залежностей для визначення оцінювання будь-якого показника. Такий вид залежностей вперше був застосований для оптимізації технологічних процесів Дірінгером [13], а для оцінки систем управління якістю автором наукової роботи [14], але, на наш погляд, в даних роботах не досконалим є їх застосування в частині визначення коефіцієнта форми, що є найважливішим фактором у оптимальності їх застосування на практиці.

Розглянемо такий вид залежностей детально, використаємо існуючий досвід, врахуємо недоліки та застосуємо їх для оцінювання показників шкідливих чинників.

Залежність, яку пропонується застосувати для одержання оцінки показників шкідливих чинників на безрозмірній шкалі (від 0 до 1) має вигляд [13]:

$$F_x = \begin{cases} 0 & X_i \leq X_{i\min} \\ \left[\frac{X_i - X_{i\min}}{X_{i\max} - X_{i\min}} \right]^k & X_{i\min} < X_i < X_{i\max} \\ 1 & X_i \geq X_{i\max} \end{cases} \quad (1)$$

де X_i – виміряне значення показника шкідливого чинника; $X_{i\min}$ – мінімальне значення показника шкідливого чинника; $X_{i\max}$ – максимальне значення показника шкідливого чинника; k – параметр форми.

Якщо параметр форми k – змінювати від 0,1 до одиниці з кроком 0,1, то залежності будуть вигнутими вгору, а якщо параметр форми змінювати від 1 до десяти з кроком 1, то залежність буде вгнута донизу (рис.1).

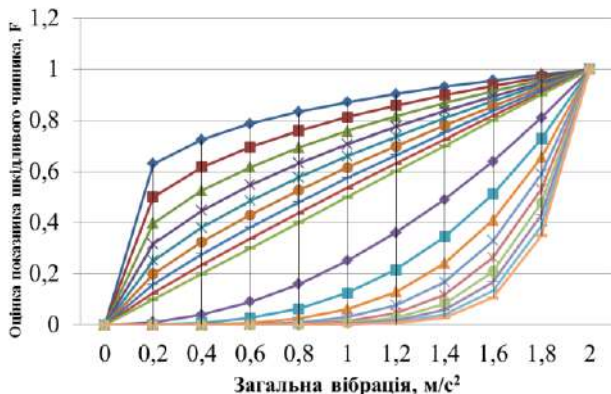


Рис. 1 - Система залежності (1) за умови, що параметр форми k змінюється від 0,1 до 10

Якщо оптимальний (найкращий) показник шкідливого чинника направляється до середини межі допустимих значень, то залежність буде мати вигляд:

$$F_x = \begin{cases} \left[\frac{X_i - X_{i\min}}{t_i - X_{i\min}} \right]^{(k)} & X_{i\min} \leq X_i \leq t_i \\ \left[\frac{X_i - X_{i\max}}{t_i - X_{i\max}} \right]^{(k)} & t_i < X_i \leq X_{i\max} \\ 0 & X_{i\min} > X_i > X_{i\max} \end{cases} \quad (2)$$

де, t_i - середина межі допустимих значень.

У такому випадку система залежності буде мати вигляд, показаний на рис. 2.

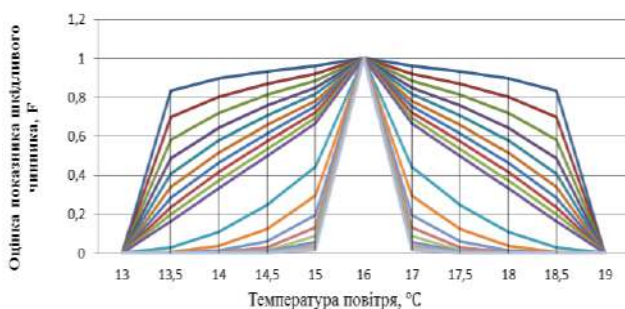


Рис. 2 - Система залежності (2) за умови, що параметр форми k змінюється від 0,1 до 10

В результаті ми маємо систему залежностей, які дозволяють отримувати оцінки показників шкідливих чинників на безрозмірній шкалі.

Розглянемо позитивні сторони системи залежностей. По перше, дані залежності мають параметр форми, що дозволяє змінювати її форму і

для кожного показника вибирати найбільш відповідний варіант. По-друге, запропоновані залежності враховують максимальне, мінімальне та оптимальне значення показника шкідливого чинника, що не вимагає вручну налаштовувати шкали оцінювання. По-третє – це простота моделей, що дозволяє застосовувати їх на практиці без спеціальних знань, що особливо цінно при оцінці показників шкідливих чинників на виробництві.

Але є також недолік, який може анулювати перераховані переваги, а саме, невідомо яким чином вибирати параметр форми, адже від нього залежить оцінка показника на безрозмірній шкалі. Тому пропонується застосувати метод аналізу ієрархій для визначення параметра форми k у залежностях (1) та (2).

Для переведення одиничних різнорозмірних показників шкідливих чинників в єдину безрозмірну шкалу та знаходження кількісної оцінки необхідно визначити залежність.

На вибір однієї з дев'ятнадцяти залежностей впливає безліч факторів, серед яких: ступінь впливу на здоров'я робітника, складність та специфіка виконання роботи, період року та інші. Кількісно визначити цей вибір немає можливості, оскільки кожний показник має свої характеристики та допустимі нормативні вимоги, які з часом змінюються. Отже, необхідно звернутися до теорії експертних оцінок, де прийняття рішення розуміється як вибір альтернативи з безлічі на основі аналізу факторів або критеріїв [15].

Усунути необхідність постійно тримати в полі зору усі фактори або групу однорідних і сконцентрувати увагу експерта на конкретній проблемі можна використовуючи методику парних порівнянь. Підхід до надання вагомості об'єктам на основі застосування методу парних порівнянь запропонований Т. Сааті [16].

Метод аналізу ієрархії (МАІ) є систематичною процедурою представлення елементів, які визначають сутність будь-якої проблеми, у вигляді ієрархії. Метод заснований на декомпозиції проблеми на елементарні складові частини і подальшій обробці послідовних суджень експерта, який приймає рішення щодо парних порівнянь. У результаті може бути виражена відносний ступінь взаємодії елементів в ієрархії. Ці судження згодом виражаються за допомогою чисел. МАІ включає процедури синтезу множинних суджень, отримання пріоритетності критеріїв і знаходження альтернативного рішення [16]. Перевагою застосування МАІ для вибору параметра форми є мала кількість експертів, достатньо трьох, що дає можливість його застосування на виробництві при оцінюванні показників шкідливих чинників.

Першим етапом застосування МАІ є реалізація принципу ідентичності та декомпозиції, що означає представити проблему у вигляді ієрархії. В загальному вигляді ієрархія представляє собою структуру від вершини (мета), через проміжні рівні

(критерії, від яких залежать наступні рівні) до самого низького рівня (перелік альтернативних рішень). Тобто, в МАІ основна мета дослідження і усі фактори, які в тій чи іншій мірі впливають на досягнення мети, розподіляються по рівням залежно від ступеня і характеру впливу. На верхньому рівні ієрархії завжди знаходиться одна вершина – мета дослідження. Другий рівень ієрархії складають фактори, які впливають на досягнення мети. Третій рівень складають фактори, від яких залежать вершини другого рівня, і т.д. цей процес побудови ієрархії продовжується до того, поки в структуру не буде включено усі основні фактори, або хоча б для одного з факторів останнього рівня не можна безпосередньо отримати необхідну інформацію. Після побудови ієрархії для кожної верхньої вершини проводиться оцінка коефіцієнтів вагомості, які визначають ступінь її залежності від вершин, які впливають на неї, більш низького рівня. При цьому використовується метод парних порівнянь [16].

Пропонуємо методику застосування МАІ для надання переваги одній із дев'ятнадцяти залежностей між одиничними різнорозмірними показниками та їх оцінками на безрозмірній шкалі на прикладі шкідливих та небезпечних чинників на робочому місці робітника у гарячому цеху машинобудівного підприємства.

Одним з найнебезпечніших цехів на машинобудівному підприємстві є гарячий цех. Визначили, що у гарячих цехах основними небезпечними й шкідливими виробничими чинниками є: мікроклімат, підвищений рівень шуму, вібрація, шкідливі речовини.

Показниками, що характеризують мікроклімат є: температура повітря; відносна вологість повітря; швидкість руху повітря; інтенсивність теплового випромінювання.

Для вимірювання температури повітря, відносної вологості повітря та швидкості руху повітря було використано прилад комбінований «ТКА-ПКМ»(60). Інтенсивність теплового випромінювання вимірювалась радіометром теплового випромінювання «ИК-метр». Вимірювання рівня шуму і загальної вібрації здійснювалось цифровим вимірювачем рівня звуку GM1351 та віброметром AR63A (GM63A), відповідно. Допустимі норми шкідливих чинників визначено у нормативних документах.

Для визначення оцінок показників шкідливих чинників F_x на безрозмірній шкалі застосовувались залежності (1), (2). Результати розрахунків занесені в таблицю 1.

На відповідні шкали наносяться максимально-допустимі та мінімально-допустимі значення показників шкідливих чинників. Графічно оцінка показників шкідливих чинників має вигляд як показано на рис.3.

Так як оцінки одиничних показників шкідливих чинників мають однакову шкалу вимірювання (0 - 1), то можна знайти узагальнений показник, застосувавши одну із середніх значень. В даному випадку застосовується середнє геометричне значення.

$$Q = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n F_{xi}} = \sqrt[7]{0,96 \times 0,87 \times 0,72 \times 0,36 \times 0,87 \times 0,76 \times 0,17} = 0,59$$

Отже, за допомогою залежності та експертів, для визначення параметру форми можна отримувати узагальнений показник. Таким чином, отримане значення узагальненого показника шкідливих чинників дає підстави приймати рішення стосовно подальших дій щодо поліпшення умов праці.

Таблиця 1 – Показники шкідливих чинників у гарячому цеху

№	Показники шкідливих чинників	X_{\min}	X_{\max}	$X_{\text{опт}}$	X_i	k	F_x
1	температура повітря, °C	13	19	16	17	0,1	0,96
2	відносна вологість повітря, %	25	75	50	68	0,9	0,87
3	швидкість руху повітря, м/с	0	0,5	0	0,1	0,2	0,72
4	інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м ²	0	140	0	100	3	0,36
5	шум, дБа	60	80	0	75	0,5	0,87
6	загальна вібрація, м/с ²	0	2	0	0,8	0,3	0,76
7	шкідливі речовини	0	1	0	0,8	8	0,17

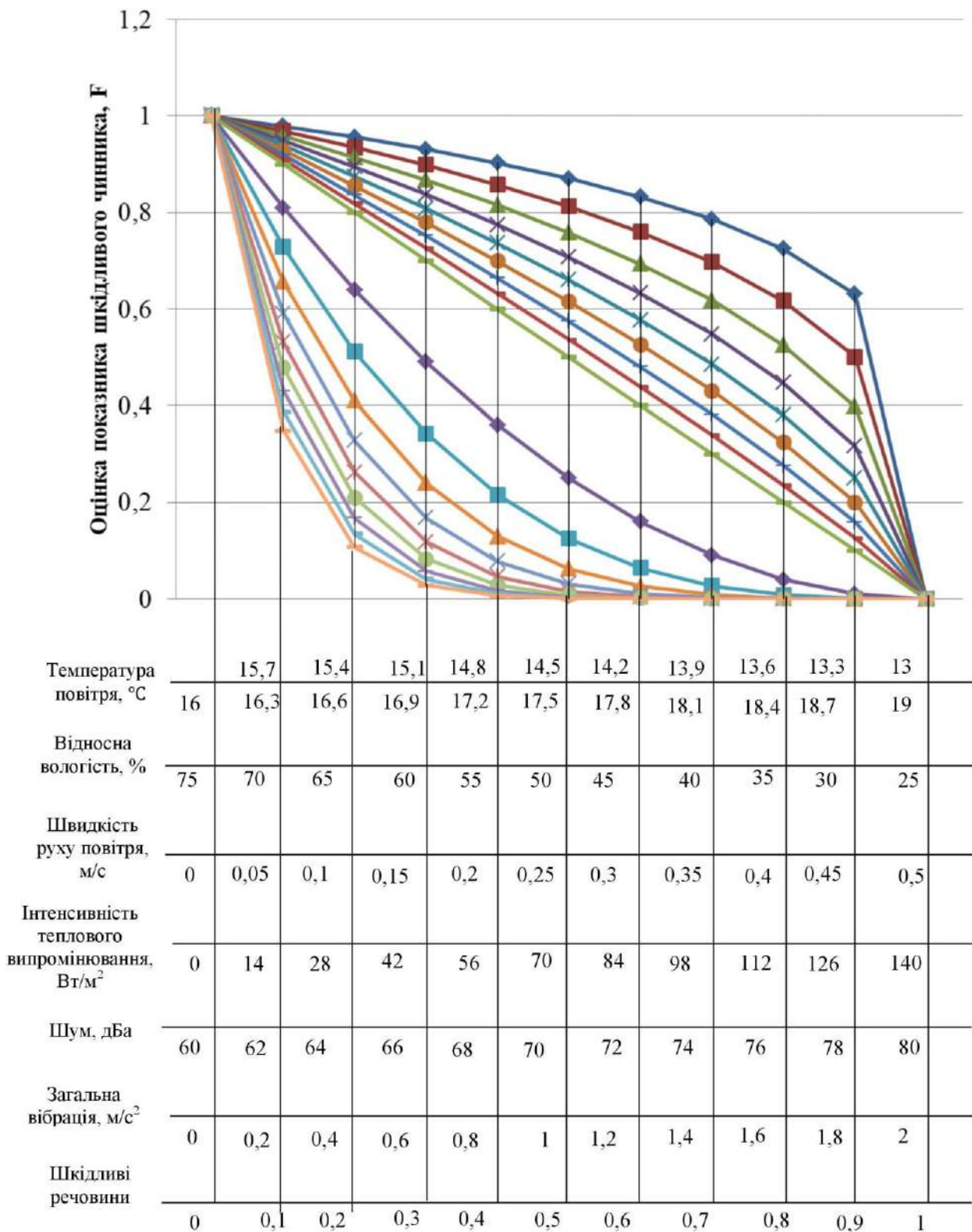


Рис. 3 - Система залежностей показників шкідливих чинників

Висновки

Запропоновано для оцінювання показників шкідливих чинників застосовувати залежності, які враховують максимальні, мінімальні та оптимальні значення і параметри форми. Змінюючи який, можна отримувати різні оцінки на безрозмірній шкалі. Для визначення параметру форми запропоновано метод аналізу ієрархій, який дозволить отримувати достовірні значення при малій кількості експертів (три експерта). Запропонована апробація методики оцінювання показників шкідливих чинників у гарячому цеху на машинобудівному підприємстві.

Список літератури

1. **Suuronen, K.** Self-reported skin symptoms in metal workers / **K. Suuronen, R. Jolanki, R. Luukkonen, K. Alanko, P. Susitaival** // *Contact Dermatitis*. – 2007. – Vol. 57. – P. 259-264. – doi:10.1111/j.1600-0536.2007.01207.x.
2. **Schulte, P. A.** Characterizing the Burden of Occupational Injury and Disease / **P. A. Schulte** // *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. – 2005. – Vol. 47. – No. 6. – P. 607-622. – doi: 10.1097/01.jom.0000165086.25595.9d.
3. **Azizi, M. H.** Occupational Noise-induced Hearing Loss / **M. H. Azizi** // *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*. – 2010. – Vol. 1. – No. 3. – P. 116-123.
4. **Иванов, В. К.** Качество аттестации рабочих мест по условиям труда / **В. К. Иванов** // *Безопасность и охрана труда*. – 2013. – № 2. – С. 4.
5. **Баландавин, Б. А.** Аттестация рабочих мест, как основа снижения травматизма на производстве и профзаболеваний / **Б. А. Баландавин** // *Справочник специалиста по охране труда*. – 2003. – № 11. – С.86.
6. **Романенко, Н. В.** Вдосконалення організації державного нагляду у сфері охорони праці / **Н. В. Романенко** // *Вісник ННДІПБОП*. — 2008. — Вип. 21. — С. 3-4.
7. **Toppila, E.** Evaluation of the increased accident risk from workplace noise / **E. Toppila, I. Pyykkö, R. Pääkkönen** // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. – 2009. – Vol. 15. – No. 2. – P. 155-162. – doi: 10.1080/10803548.2009.11076796.
8. **Rosa, L. V.** Assessing risk in sustainable construction using the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) / **L. V. Rosa, A. N. Haddad, P. V. R. de Carvalho** // *Cognition, Technology & Work*. – 2015. – Vol. 17. – No. 4. – P. 559–573. – doi: 10.1007/s10111-015-0337-z.
9. **Tchiehe, D. N.** Classification of risk acceptability and risk tolerability factors in occupational health and safety / **D. N. Tchiehe, F. Gauthier** // *Safety Science*. – 2017. – Vol. 92.– P. 138–147. – doi: 10.1016/j.ssci.2016.10.003.
10. **Bonner, J. C.** Nanoparticles as a Potential Cause of Pleural and Interstitial Lung Disease / **J. C. Bonner** // *Proceedings of the American Thoracic Society*. – 2010. – Vol. 7. – P. 138–141. – doi: 10.1513/pats.200907-061RM.
11. Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці. Надано чинності 1992-08-01. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/442-92-%D0%BF>.
12. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці. Надано чинності 1992-

09-01. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0041205-92>

13. **Derringer, G.** Simultaneous Optimization of Several Response Variables / **G. Derringer, R. Suich** // *Journal of Quality Technology*. – 1980. – Vol. 12. – No 4. – P. 83-89. – doi: 10.1080/00224065.1980.11980968.
14. **Горбенко, Н. А.** Розробка методології оцінювання процесів систем управління якістю підприємств з урахуванням вимог міжнародних стандартів : дис. канд. техн. наук : 05.01.02 / Горбенко Н.А. – Харків, 2014. – 165 с.
15. **Азгальдов, Г. Г.** О квалиметрии / **Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман**. – Москва: Издательство стандартов, 1973. – 172 с.
16. **Саати, Т.** Аналитическое планирование. Организация систем / **Т. Саати, К. Керне**. – Москва: Радио и связь, 1991. – 224 с.

References (transliterated)

1. **Suuronen, K., Jolanki, R., Luukkonen, R., Alanko, K., Susitaival, P.** Self-reported skin symptoms in metal workers. *Contact Dermatitis*, 2007, **57**, 259-264, doi: 10.1111/j.1600-0536.2007.01207.x.
2. **Schulte, P. A.** Characterizing the Burden of Occupational Injury and Disease. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2005, **47**(6), 607-622, doi: 10.1097/01.jom.0000165086.25595.9d.
3. **Azizi, M. H.** Occupational Noise-induced Hearing Loss. *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2010, **1**(3), 116-123.
4. **Ivanov, V. K.** Kachestvo attestacii rabochih mest po usloviyam truda [The quality of certification of workplaces on working conditions]. *Bezopasnost' i ohrana truda [Safety and labor protection]*. 2013, **2**, 4.
5. **Balandavin, B. A.** Attestatsiya rabochikh mest, kak osnova snizheniya travmatizma na proizvodstve i profzabolevaniy [Certification of workplaces as a basis for reducing industrial injuries and occupational diseases]. *Spravochnik spetsialista po okhrane truda [Directory of labor protection specialist]*. 2003, **11**, 86.
6. **Romanenko, N. V.** Vdoskonalennya organizaciyi derzhavnogo naglyadu u sferi oxorony praci [Improvement of the organization of state supervision in the field of labor protection]. *Visnyk NNDIPBOP [Bulletin of National Research Institute for Occupational Safety and Health]*. 2008, **21**, 3-4.
7. **Toppila, E., Pyykkö, I., Pääkkönen, R.** Evaluation of the increased accident risk from workplace noise. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2009, **15** (2), 155-162, doi: 10.1080/10803548.2009.11076796.
8. **Rosa, L. V., Haddad, A. N., de Carvalho, P. V. R.** Assessing risk in sustainable construction using the Functional Resonance Analysis Method (FRAM). *Cognition, Technology & Work*, 2015, **17**(4), 559–573, doi: 10.1007/s10111-015-0337-z.
9. **Tchiehe, D. N., Gauthier, F.** Classification of risk acceptability and risk tolerability factors in occupational health and safety. *Safety Science*, 2017, **92**, 138–147, doi: 10.1016/j.ssci.2016.10.003.
10. **Bonner, J. C.** Nanoparticles as a Potential Cause of Pleural and Interstitial Lung Disease. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 2010, **7**, 138–141, doi: 10.1513/pats.200907-061RM.

11. Poryadok provedennya atestaciyi robochy`x miscz` za umovamy` praci. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/442-92-%D0%BF>.
12. Metody`chni rekomendaciyi dlya provedennya atestaciyi robochy`x miscz` za umovamy` praci. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0041205-92>.
13. **Derringer, G., Suich, R.** Simultaneous Optimization of Several Response Variables. *Journal of Quality technology*, 1980, **12** (4), 83-89, doi: 10.1080/00224065.1980.11980968.
14. **Gorbenko, N. A.** Rozrobka metodologiyi ocinyuvannya procesiv system upravlinnya yakisty pidpry`emstv z urahuvannyam vy`mog mizhnarodny`x standartiv: дис. канд. техн. наук, 2014, 165 p.
15. **Azgal'dov, G., Rajhman E.** O kvalimetrii. Izdatel'stvo standartov, Moskva, 1973.
16. **Saati, T., Kerne K.** Analiticheskoe planirovanie. Organizaciya sistem. Radio i svyaz', 1991.

Відомості про авторів (About authors)

Черняк Олена Миколаївна – Українська інженерно-педагогічна академія, асистент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації»; м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0001-6167-8809; e-mail: olena-cherniak@ukr.net.

Olena Cherniak – assistant, Department of Labour Safety, Standardization and Certification, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkov, Ukraine; ORCID: 0000-0001-6167-8809; e-mail: olena-cherniak@ukr.net.

Трищ Роман Михайлович – доктор технічних наук, професор, Українська інженерно-педагогічна академія, завідувач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації»; м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0003-3074-9736; e-mail: trich_@ukr.net.

Roman Trishch – doctor of technical sciences, professor, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, завідувач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації»; Kharkov, Ukraine; ORCID: 0000-0003-3074-9736; e-mail: trich_@ukr.net.

Денисенко Андрій Миколайович – Українська інженерно-педагогічна академія, здобувач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації»; м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0002-3179-2376; e-mail: denisenko-m2012@mail.ru.

Andriy Denysenko – applicant Department of Labour Safety, Standardization and Certification, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkov, Ukraine; ORCID: 0000-0002-3179-2376; e-mail: denisenko-m2012@mail.ru.

Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:

Черняк, О. М. Методика оцінювання шкідливих чинників, які впливають на здоров'я робітників машинобудівного підприємства / **О. М. Черняк, Р. М. Трищ, А. М. Денисенко** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 5 (1330). – С. 70-76. – doi:10.20998/2413-4295.2019.05.09.

Please cite this article as:

Cherniak, O., Trishch, R., Denysenko, A. Methods of assessing the harmful factors affecting the health of workers of a machine-building enterprise. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2019, **5** (1330), 70-76, doi:10.20998/2413-4295.2019.05.09.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Черняк, Е. Н. Методика оценки вредных факторов, влияющих на здоровье работников машиностроительного предприятия / **Е. Н. Черняк, Р. М. Трищ, А. Н. Денисенко** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2019. – № 5 (1330). – С. 70-76. – doi:10.20998/2413-4295.2019.05.09.

АННОТАЦИЯ Показатели опасных и вредных факторов, влияющих на здоровье человека, имеют разную природу, то есть их показатели разные и они имеют разные шкалы оценивания, но на сегодняшний день не существует единой методики их оценки, кроме того разнообразие квалиметрических методов оценки требует глубокого научного исследования в части оптимальности и эффективности. В статье предложено для оценки показателей вредных факторов применять зависимости, учитывающие максимальные, минимальные и оптимальные значения и параметр формы, изменяя который можно получать различные оценки на безразмерной шкале. Определены три группы показателей вредных факторов и построены для каждой группы зависимости, что позволило унифицировать систему зависимостей для оценки показателей вредных факторов. Проанализированы преимущества и недостатки системы зависимостей. Существенным недостатком является неопределенность выбора параметра формы, поскольку от него зависит оценка показателя на безразмерной шкале. Для определения параметра формы предложен метод анализа иерархий, основанный на попарном сравнении факторов, позволит получать достоверные значения. Отмечено, что преимуществом применения метода анализа иерархий для выбора параметра формы является малое количество экспертов, что дает возможность его применения на производстве при оценке показателей вредных факторов. Применяя предложенные коэффициенты в качестве параметра формы системы зависимости, позволяют в каждом отдельном случае, в зависимости от показателя вредного фактора, рекомендовать жесткие или слабее требования к показателям. Проанализированы опасные и вредные факторы в горячем цехе машиностроительного предприятия и определены их допустимые нормы в соответствии с нормативными документами. Предложена апробация методики оценки показателей вредных факторов. Графически построено оценку показателей вредных факторов. На шкалы нанесены максимально допустимые и минимально допустимые значения показателей вредных факторов. Определен обобщенный показатель вредных факторов для основания принимать решение относительно дальнейших действий по улучшению условий труда.

Ключевые слова: показатель вредных факторов; параметр формы; метод анализа иерархии; обобщенный показатель; шкала измерений; система зависимости.

Поступила 20.02.19