

В. Д. Гулевець, канд. техн. наук  
(Національний авіаційний університет)

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМ ЗДОРОВ'ЯМ ТА БЕЗПЕКОЮ

*Обґрунтовано вимоги формування ефективності та надійності системи управління виробничим здоров'ям і безпекою. Досліджувана система управління включає в собі дві взаємопов'язані підсистеми: технічну та людино-машинну. В основі оцінки критерію ефективності цієї системи управління покладено концепцію придатності. Ефективність системи характеризує її надійність на основі розглянутих критеріїв. Надійність системи управління виробничим здоров'ям і безпекою визначається надійністю комплектуючих виробів і надійністю людини-оператора.*

**Ключові слова:** критерій ефективності, надійність комплектуючих виробів, людина - оператор, умови праці, система управління виробничим здоров'ям та безпекою, складні динамічні структури.

*Обоснованы требования формирования эффективности и надежности системы управления производственным здоровьем и безопасностью. Исследуемая система управления включает в себя две взаимосвязанные подсистемы: техническую и человеко-машинную. В основу оценки критерия эффективности этой системы управления положена концепция пригодности. Эффективность системы характеризует ее надежность на основе рассмотренных критериев. Надежность системы управления производственным здоровьем и безопасностью определяется надежностью комплектующих изделий и надежностью человека-оператора.*

**Ключевые слова:** критерий эффективности, надежность комплектующих изделий, человек - оператор, условия труда, система управления производственным здоровьем и безопасностью, сложные динамические структуры.

*The article substantiates the claims forming efficiency and reliability of occupational health and safety management system. The investigated control system includes two interconnected subsystems: technical and human-machine. At the heart of the assessment of the criterion of the effectiveness of this*

*management system is the concept of fitness. The effectiveness of the system characterizes its reliability on the basis of the criteria considered. The reliability of the health and safety management system is determined by the reliability of the components and the reliability of the man-operator.*

**Keywords:** *efficiency criterion, reliability of components, man - operator, working conditions, occupational health and safety management system, complex dynamic structures.*

*Постановка проблеми.* Працівники, які працюють у здорових умовах, є найважливішою умовою для підприємства, що працює постійно та продуктивно. Економічні цілі підприємства не мають бути в конфлікті з проблемами умов праці, навпаки, вони доповнюють одне одного. На жаль, останні дослідження умов праці як в Європейському Союзі, так і в Україні показали, що здоров'я працівників не визнається як чинник продуктивності. Безумовно, зараз мають місце «класичні» загрози для здоров'я – важкі види робіт, роботи під впливом погодних умов тощо, однак виникли й нові проблеми – інтенсифікація робіт, тиск часу, зростання відповідальності та підвищення концентрації, та, з іншого боку, монотонність та соціальна ізоляція. Такий тиск викликає негаразди із здоров'ям, стреси та синдром «згорання», що зменшує мотивацію та спонукає байдужість.

Удосконалення умов праці, включаючи безпеку праці та охорону здоров'я на виробництві, відіграють надзвичайно важливу роль щодо підвищення продуктивності. У західних країнах, починаючи з 90-х років минулого сторіччя, різко міняються підходи до забезпечення безпеки на виробництві. З одного боку організаційні чинники в політиці безпеки стають усе більш і більш важливими. З іншого боку уявлення організацій стосовно безпеки різко змінилися. З'явилися тенденції, коли при оцінці забезпечення безпеки, акцент робиться не на конструктивних особливостях машин і механізмів, що само по собі дуже важливо, а на такі менш відчутні й вимірювані чинники, як організаційна культура, зміна поведінки, підвищення відповідальності або прихильність організації визначеним цілям і задачам. У цьому зв'язку Британський Інститут Стандартів розробив у співробітництві з ведучими органами по сертифікації різних країн технічні умови OHSAS 18001:2007, BS OHSAS 18002:2008 [1, 2], відповідно до вимог яких стало можливо проводити оцінку та сертифікацію систем управління безпекою будь-якої організації. Сьогодні OHSAS є одним із керівних документів щодо систем управління промисловою (виробничою) безпекою та охороною здоров'я для компаній багатьох країн світу.

*Аналіз останніх публікацій.* Питання системи управління охороною праці на підприємствах у своїх роботах розглядають такі вчені, як Б. І. Адасовський, О. І. Амоша, Г. Г. Гогіташвілі, В. І. Голінько,

О. Є. Кружилко, С. В. Сукач, К. Н. Ткачук, Ю. І. Шульга [3–7] та інші. Особлива увага приділяється розробленню ефективної системи управління охороною праці. Удосконалення такої системи є необхідним доповненням до постійного процесу поліпшення та розвитку підприємства, адже саме ефективність управління виробничого здоров'я та безпеки стають головними запоруками зниження захворюваності, травматизму й аварійності, що позитивно впливають на конкурентоспроможність організації. Обґрунтування вимог формування ефективності та надійності системи управління, оцінювання науково-методичного забезпечення вимірювання гігієни та безпеки праці на підприємстві та встановлення напрямів і способів її вдосконалення – це ті питання, над вирішенням яких працюють сучасні науковці. Однак у працях недостатньо приділено уваги саме надійності комплектуючих виробів, а саме здатністю ланок і пристроїв виконувати функціональне призначення при різноманітні та численності виробничих різних чинників, які впливають на саму складну динамічну структуру та процес управління.

*Метою статті* є визначення основних стратегічних вимог формування ефективності та надійності системи управління виробничим здоров'ям і безпекою в складних динамічних структурах.

*Виклад основного матеріалу.* Досліджувана система управління виробничим здоров'ям і безпекою (далі – СУ ВЗБ) [8] в складних динамічних структурах України включає в собі дві взаємопов'язані підсистеми:

технічну, синтезовану на основі дворівневої інформаційно-вимірювальної системи та

людино-машинну, яка виконує збір інформації про чинники, що формують умови праці на робочих місцях; аналіз даних, що характеризують рівень безпеки; вироблення та прийняття рішень щодо зміни умов у робочих зонах.

Крім того, впровадження СУ ВЗБ спонукає керівників підприємств і всіх структурних підрозділів активізувати дії щодо виконання вимог гігієни та безпеки праці.

Ефективність системи управління залежить від безлічі чинників, у їх допустимому або найгіршому поєднанні, характерному для виду виробництва, виконуваних робіт або професій [9, 10]. Щодо верхнього рівня системи слід виділити, що функціонування СУ ВЗБ зводиться до виконання *чотирьох етапів*:

- отримання інформації щодо умов праці;
- оцінка інформації та виділення характерних ознак;
- формування керуючого впливу;
- прийняття рішення та видачі команд за їх реалізацією.

Критерій ефективності системи верхнього рівня оцінюється об'єктивністю одержуваної інформації та виробленням на її основі рішень.

Інформація, що надходить в систему та вироблені рішення повинні задовольняти вимогам:

- відображати умови праці на контрольованих об'єктах;
- бути своєчасними та точними;
- форма подання дозволить порівнювати оперативні дані з нормативними базовими значеннями чинників;
- дії приймаються тільки на основі діючих керівних документів;
- час між прийомом вихідних даних і виробленням рішень повинно бути мінімальним (швидкість передачі та обробки інформації).

На *першому етапі* виконується оцінка інформації, що характеризує трудовий ритм в робочій зоні. Ця інформація знімається з вихідних пристроїв систем відображення інформації (сигналізаторів, індикаторів, відеотерміналів). Проводиться оцінка сукупності значень за кожним із визначених параметрів ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) шляхом перевірки здійсненості залежностей

$$A(t_{ch}) = A_1(t_{ch}) \wedge A_2(t_{ch}) \wedge \dots \wedge A_n(t_{ch});$$
$$A_i(t_{ch}) = \begin{cases} 1, & W_i \leq W_{i, \text{доп}} \\ 0, & W_i > W_{i, \text{доп}} \end{cases} \quad (1)$$

де  $A$  – технічний стан пристроїв систем відображення інформації,

$W_i$  – психофізіологічний стан людини – оператора в момент часу перевірки ,

$W_{i, \text{доп}}$  – допустимий психофізіологічний стан людини-оператора.

Система визнається такою, що виконує свої функції в момент часу перевірки  $t_{ch}$  , якщо  $A_i(t_{ch}) = 1$  і не виконує – якщо  $A_i(t_{ch}) = 0$ .

Пошук даної інформації, який дозволяє судити про працездатність системи, виконується на верхньому рівні з використанням електронно - обчислюваної машини.

*Другий етап* реалізується при появі значень інформаційних чинників, що вийшли за межі допусків, встановлених нормативною базою, тобто при  $A_i(t_{ch}) = 0$ . При такій ситуації ланка аналізу, що отримала інформацію, аналізує додатково дані, що надходять з нижнього рівня, по можливості встановлює причини ненормальної обстановки на підконтрольних об'єктах (або місце сплесків небезпечних і шкідливих чинників виробничого процесу або навколишнього середовища, що вийшли за межі допуску) або здійснює перевірку в визначенні найбільш ймовірних причин і місць несправностей СУ ВЗБ. Цей етап реалізується оптимальним чином при наявності в складі цієї системи автоматизованих засобів контролю та діагностики обладнання.

Залежно від важливості причин та глибини контролю перевіряється тракт проходження сигналів, функціональні блоки тощо.

Завдання другого етапу виконується в певній послідовності: на стадії надходження інформації здійснюється її збір, аналітично представляється залежністю:

$$Q_{q_1, \dots, q_{n-1}}^{(n)} = \frac{1}{t_n} \sum_{q_n} P_{q_1, \dots, q_{n-1}(q_n)} \left[ \begin{array}{l} \sum_l \{P_{q_1, \dots, q_n(l)}\} \log_2 \{P_{q_1, \dots, q_n(l)}\} - \\ - \sum_l \{P_{q_1, \dots, q_{n-1}(l)}\} \log_2 \{P_{q_1, \dots, q_{n-1}(l)}\} \end{array} \right] \quad (2)$$

інформація збирається та розміщується відповідно до виразу

$$\{P_{q_1, \dots, q_n(l)}\} = \frac{\{P_{q_1, \dots, q_{n-1}(l)}\} P_{l, q_1, \dots, q_{n-1}(q_n)}}{\sum_l \{P_{q_1, \dots, q_{n-1}(l)}\} P_{l, q_1, \dots, q_{n-1}(q_n)}} \quad (3)$$

на підставі поданої інформації формується висновок про місце чи причини несправностей

$$\{P_{q_1, \dots, q_n}^{(l=l^*)}\} \geq 1 - \Delta, \quad (4)$$

де  $l$  – умовне позначення місця та причини неполадок;

$n$ - $n$ -й канал – носій діагностичної інформації, наприклад, електричний сигнал;

$q_n$  – показник  $n$ -го каналу інформації щодо еталонного ( $q_n = 0$  – збіг з еталоном,  $q_n = 1$  протилежний результат) ;

$t_n$  – час отримання інформації  $n$ -го каналу (носія);

$Q_{q_1, \dots, q_{n-1}}^{(n)}$  – обсяг інформації, що надходить та приходить з  $n$  каналів (носіїв);

$P_{q_1, \dots, q_n(l)}$  – ймовірність можливих діагнозів  $n$  носіїв інформації;

$P_{l, q_1, \dots, q_{n-1}(q_n)}$  – ймовірність безпомилкової інформації з  $n$ -го носія про місце або причини їх появи;

$\Delta$  – міра ризику про вибір діагнозу ефективності ( $e^*$ ) при неповній інформації.

На *третьому етапі* формуються завдання стосовно відновлення нормальних умов на об'єктах. Розробляється стратегія відновленого процесу. Це завдання багатопараметричної оптимізації, що зводиться до вибору  $j$ -стратегії профілактичних операцій, при якій має виконуватися співвідношення

$$f_j = f(T_{st}, T_r, t_{prof}, t_{acc}, K_B, m_v) \rightarrow extr_j, \quad (5)$$

де  $T_{st}$  – час початку профілактичних робіт;

$T_r$  – час відновлення нормальних умов;

$t_{prof}$  – час профілактичних робіт (прогнозне);

$t_{acc}$  – прийнятний час відновлювальних робіт;

$m_v$  – виробничих процедур для об'єкту гігієни та безпеки праці, що вимагає поліпшення умов праці;

$K_b$  – кількість операцій для відновлювальних робіт (необхідні).

На *четвертому етапі* функції системи управління зводяться до виконання умови

$$f_j \Leftrightarrow A(t_{ch}) = 1. \quad (6)$$

Це підтверджує той факт, що СУ ВЗБ прогресивна при ефективності, коли вона прагне до одиниці ( $0 < e^* \leq 1$ ) [11]. Як показують аналітичні викладки в основу оцінки критерію ефективності СУ ВЗБ покладено концепцію придатності. З вищевказаного видно, що показник ефективності ( $e^*$ ) буде приймати безліч значень у межах прийнятних допусків.

### *Висновки*

Ефективність системи характеризує її надійність на основі вищерозглянутих критеріїв. Надійність СУ ВЗБ визначається надійністю комплектуючих виробів, тобто здатністю ланок і пристроїв виконувати функціональне призначення при різноманітні та численності виробничих різних чинників, які впливають на саму складну динамічну структуру та процес управління, територіальну роз'єднаність об'єктів гігієни та безпеки праці, недовершеністю окремих пристроїв контролю, передачі, перетворення та відображення інформації тощо.

### Список літератури

1. OHSAS 18001:2007 «Occupational Health and Safety management systems – Requirements» / Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS) Standard.
2. BS OHSAS 18002:2008 «Occupational health and safety management systems. Guidelines for the implementation of OHSAS 18001:2007» / Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS) Standard.
3. Гогіташвілі Г. Г. Системи управління охороною праці : навчальний посібник. – Львів : Афіша, 2002. – 320 с.
4. Кружилко О. Є. Наукові засади оперативного управління охороною праці. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – «Охорона праці». – Державна установа «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці», Київ, 2011.
5. Ткачук К. Н. Застосування інформаційних систем в галузі охорони праці: [науково-методичний посібник] / К. Н. Ткачук, О. Є. Кружилко, Н. А. Праховнік. – К. : Експодата, 2004. – 186 с.

6. Ткачук С. П. Информационное обеспечение системы управления охраной труда / С. П. Ткачук, В. М. Перлий, В. И. Голинько. – К. : Основа, 1997. – 255 с.

7. Сукач С. В. Автоматизований контроль систем безпеки праці та життєзабезпечення / Ю. І. Шульга, С. В. Сукач, М. А. Кобилянський, О. Л. Величко, О. В. Мозговой // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. – К. : ДУ «ННДПБОП», 2012. – Вип. 22. – С. 16–26.

8. Гулевець В. Д. Система управління охороною здоров'я та безпеки персоналу в умовах виробничих компаній / В. Д. Гулевець // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. – К. : ДУ «ННДПБОП», 2016. – Вип. 32. – С. 84–93.

9. Гулевець В. Д. Перспективи використання експертно-аналітичної системи для моделювання показників стану охорони праці та об'єктів підвищеної небезпеки / О. Є. Кружилко, В. Д. Гулевець, М. В. Рєпін // Матеріали науково-методичної конференції «БЖДЛ». – К. : НАУ. – 2002. – С. 83–84.

10. Гулевець В. Д. Создание эффективной системы управления охраной труда реального времени / О. Г. Ревук, В. Д. Гулевець // Проблемы подготовки обучения кадров в условиях развития системы высшего образования Украины : материалы конференции, Крым, Алушта, 1998. – С. 17–18.

11. Гулевець В. Д. Обобщенная модель системы управления охраной труда / О. Г. Ревук, В. Д. Гулевець // Вісник КМУЦА № 1 : зб. наук. праць. – К. : КМУЦА, 1998. – С. 451–456.

*Дата подання статті до збірника – 19.05.2017*

*Рецензент д-р техн. наук Глива В. А.*