

Л. Д. Третьякова, д-р техн. наук (НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського»)
Н. В. Остапенко, канд. техн. наук (КНУТД)

ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ У ВИКОРИСТАННІ ЗАХИСНОГО ОДЯГУ

У статті запропоновано показники ризику використати як інтегральний критерій оцінки ефективності використання засобів індивідуального захисту. Кількісна оцінка ризиків охоплює аналіз імовірності їх настання, показники надійності, аналіз можливих наслідків та їх поєднання. На прикладі для восьми видів захисного одягу визначено чисельні характеристики імовірних значень ризику, які призначено до використання під час проектування базових конструкцій з подальшим впровадженням додаткових елементів у ході проектно-конструкторської розробки.

Ключові слова: *ризик, захисний одяг, надійність, пробит-функція.*

В статье предложено показатели риска использовать как интегральный критерий оценки эффективности использования средств индивидуальной защиты. Количественная оценка рисков охватывает анализ вероятности их наступления, показатели надежности, анализ возможных последствий и их сочетание. На примере для восьми видов защитной одежды определены численные характеристики возможных значений риска, предназначенные для использования при проектировании базовых конструкций с последующим внедрением дополнительных элементов в ходе проектно-конструкторской разработки.

Ключевые слова: *риск, защитная одежда, надёжность, пробит-функция.*

The article suggested risk factors are used as an integral criterion for assessing the effectiveness of the use of personal protective equipment. Quantitative risk assessment covers the analysis of the likelihood of their occurrence, reliability, analysis of the possible consequences, and combinations thereof. For example, eight kinds of protective clothing to determine the numerical values of the characteristics of the potential risk for use in the design of the basic structures, followed by the introduction of additional elements in the course of design development.

Keywords: *risk, protective clothing, reliability, probit function.*

Рівень травматизму і професійних захворювань в Україні суттєво перевищує аналогічні показники для країн, які входять до складу

Європейського Союзу. Нині на виробництвах, пов'язаних із використанням шкідливих речовин і небезпечних технологічних процесів, відповідно до Міжнародних стандартів [1] передусім створюють інженерно-технічну систему захисту. Якщо технічні заходи та організаційні обмеження недостатні для адекватного обмеження впливу шкідливих виробничих чинників (далі – ШВЧ) виникає потреба у використанні засобів індивідуального захисту, серед яких основним є захисний одяг (далі – ЗО).

Оскільки ЗО призначено для захисту від передбачених небезпек, правила його вибору, застосування та догляду визначено у відповідних стандартах і нормах. Однак ЗО під час використання може створювати додаткові ризики травматизму та виникнення професійно зумовлених захворювань [2]. Наявний ЗО, призначений до експлуатації впродовж робочої зміни, має підвищену масу, низький рівень повітропроникності та паропоглинання, утворює додаткові незручності, пов'язані зі зниженням площі поля зору порівняно зі звичайною, ускладнює рухи, порушуючи координацію рухів рук та ін. Такі умови підвищують уразливість працівника від навколишніх ШВЧ, знижують працездатність та спричиняють затримки під час робіт.

Кількісне визначення небезпеки запропоновано здійснити через оцінку величини ризику. У статті під ризиком розуміємо можливість небажаної події, яка зумовлює появу небезпеки, пов'язаної з погіршенням самопочуття і здоров'я працівника.

Оцінка ризиків потрібна і на етапі проектування технічних виробів, і під час їх експлуатації. У першому випадку досліджують причини настання небажаних подій та визначають ризики на основі попереднього досвіду. В подальшому, для готового виробу аналізують причини відмов та відхилень від запланованих параметрів.

Нині ризик-орієнтована концепція визнана як найефективніша в обмеженні можливих небезпек. На підставі ризик-орієнтованих методів забезпечено досягнення високих стандартів охорони праці та зменшення соціально-економічних наслідків під час настання небажаних подій в економічно розвинених країнах. Тому розробка методів оцінки ризиків у використанні засобів індивідуального захисту, які часто є останнім бар'єром між працівником і шкідливим виробничим середовищем і де режим використання та наслідки їх відмов мають конкретний характер, є актуальною проблемою.

Мета статті – оцінка ризиків на етапі проектування захисного одягу на підставі аналізу показників захисту, надійності та ергономічності.

Аналіз режимів відмов і наслідків є методом оцінки ризиків, який ґрунтується на визначенні помилок у функціонуванні технічної системи [3]. Метод дає можливість послідовно ідентифікувати усі причини відмов елементів ЗО. Режим «відмови» ЗО визначено як недотримання вимог і параметрів захисного виробу, які зазначено у технічних умовах. Відмова в роботі ЗО може виникнути у разі втрати задекларованих захисних

властивостей, порушення герметизації в наслідок розривання, проколювання, розтріскування матеріалу, швів, фурнітури під впливом теплових, механічних навантажень або електричного пробоя. Відмова може призвести до втрати захисних властивостей або порушення визначеного режиму функціонування, що зумовлює небажані наслідки – часткову втрату працездатності через захворювання чи травми.

До конструкції ЗО та матеріалів для його виготовлення висувають цілу низку вимог у проектуванні. Певна кількість стандартизованих показників стосується матеріалів, які можна використати для виробництва окремих видів ЗО. Інша категорія вимог пов'язана безпосередньо з конструкторсько-технологічною розробкою виробів, у переліку яких розглядають рекомендовані та додаткові показники щодо надійності, ергономічності, естетичності та економічні [4].

Ураховуючи великий номенклатурний ряд ЗО, розглянуто основні його види, які є найпоширенішими у застосуванні на енергетичних підприємствах (табл. 1).

Таблиця 1

Нормативи щодо використання захисного одягу

Найменування захисного одягу	Вид нормативного документу	Тривалість, що вимагається, місяців	Вид відмов
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Від механічних впливів	НПАОП 45.2-3.01-04. Норми безплатної видачі спеціального одягу у будівельному виробництві. Наказ ДК України з нагляду за охороною праці № 126 від 7.06.2004	12	Розрив, прокол, роздир матеріалу швів
Від підвищених температур	Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття на інших засобів індивідуального захисту працівникам загальних професій різних галузей промисловості. Наказ ДК України з ПБОПГН № 62 від 15.04. 2009	36	Ушкодження термозахисного шару та зниження вогнестійкості та паропроникності
Від нетоксичного пилу	Загальні норми забезпечення працівників спеціальним одягом. Положення Держгірохорон праці України № 53 від 20.05.2008	12	Підвищення пилопроникності, повітропроникності. Втрата герметичності

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Від води і розчинів нетоксичних речовин	НПАОП 0.00-3.09-05. Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників електроенергетичної галузі	12	Промокання, втрата герметичності швів і матеріалу
Від розчинів кислот	НПАОП 0.00-3.09-05. Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників електроенергетичної галузі	6	Втрата кислотозахисних властивостей, кислотопроникність
Від лугів	НПАОП 0.00-3.09-05. Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників електроенергетичної галузі	6	Втрата лугозахисних властивостей, водопроникність
Від нафти, нафтопродуктів, олій та жирів	Норми спецодягу для працівників наскрізних професій. Положення Держгірохоронпраці України № 62 від 16.04. 2008	6...12	Проникність нафтопродуктів
Від пилу фіброгенної дії	Норми радіаційної безпеки України. Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1–6.5.001–98.	До 3	Втрата стійкості до дії агресивних речовин, пилопроникність

Автори запропонували вибір параметрів ЗО за характеристиками матеріалів і вимогами стандартів здійснити таким чином, щоб за мінімальних значень обмежувальних чинників забезпечити мінімізацію ризику травмування або виникнення професійного захворювання. За такої постановки задачі як інтегральні критерії запропоновано розглянути показники ризику. У статті поняття «ризик» впроваджено як міру оцінювання ефективності окремих видів ЗО на різних етапах проектування. Запропоновано рівень ризику від використання ЗО характеризувати за допомогою загальноприйнятих у теорії (riskanalysis) показників.

Аналіз небезпек, який здійснили автори під час вивчення умов експлуатації ЗО на енергетичних підприємствах, показав, що є певна

кількість джерел виникнення небезпек. Основними причинами виникнення ризиків є такі фактори:

1. Порушення захисних властивостей матеріалів. Причинами такого ушкодження зазвичай є неправильний режим експлуатації, зберігання або очищення.

2. Ушкодження цілісності виробів. Найпоширеніші види руйнування ЗО зумовлено недостатнім рівнем фізико-механічних характеристик матеріалів і швів у виробі.

3. Виникнення додаткових ризиків під час використання ЗО, які зумовлено динамічними навантаженнями (обмеженість рухів рук, ніг, голови), статичними навантаженнями (підвищена маса одягу), порушеннями режимів теплообміну та електризації.

Основні зусилля авторів скеровано на процес «safety management», тобто розробки способів керування ризиком. Керування ризиком (risk management) – це частина системного підходу до ухвалення рішень, процедур і практичних заходів у вирішенні завдань запобігання або зменшення небезпеки виникнення захворювань чи травм через відмови ЗО. Насамперед визначаємо базовий ризик, тобто ризик, який теоретично можливий у використанні наявного ЗО

$$R_i = P_i \cdot D_i, \quad (1)$$

де R_i – певний вид ризику;

P_i – імовірність виникнення i -го ризику;

D_i – наслідки виникнення i -го ризику.

Певний вид ризику виникає під час одночасного впливу на працівника k -подій, кожна з яких має свою імовірність виникнення. Тому у розрахунках імовірність виникнення i -го ризику запропоновано визначати за формулою:

$$P_i = \prod_k P_k, \quad (2)$$

де P_i – імовірність відмови ЗО, яка призведе до виникнення i -го ризику;

P_k – вірогідність виникнення одночасно k -ої події або явища, що зумовлює формування і виникнення певних наслідків. До таких подій стосовно ЗО можуть належати імовірності формування певних рівнів фізичних навантажень: утворення підвищених концентрацій шкідливих речовин; суттєвих змін температури зовнішніх і внутрішніх теплових полів; забруднення повітря хімічними, струмопровідними, радіоактивними аерозолями або пилом та іншими ШВЧ, які можуть негативно впливати на працівника.

Функція ризику є адитивною і загальний ризик R_{Σ} у використанні ЗО визначаємо з урахуванням n складників, які можуть виникати у ході його використання

$$R_{зв} = \sum_{i=1}^n (\prod_k P_k \cdot v_i) \cdot D_i, \quad (3)$$

де v_i – ваговий коефіцієнт для кожного i -го виду ризику.

Після впровадження запланованих заходів оцінюють залишковий ризик, під яким розуміють рівень ризику, який контролюють і визначають, чи є він допустимим для певного виду ЗО і чи досягнуто через впровадження додаткових заходів очікуваного ефекту. Рівень залишкового ризику визначаємо за формулою:

$$R_{зв} = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot v_i) \cdot D_i \cdot W_i, \quad (4)$$

де W_i – можливість впровадження додаткових засобів удосконалення конструкції і підвищення безпеки експлуатації.

Наприклад, прийнята нині система оцінки засобів захисту на об'єктах атомної енергетики [5] у визначенні величини ризику використовує такі поняття: залишковий ризик дорівнює 10^{-6} на рік; прийнятий ризик – 10^{-4} ; верхня межа індивідуального ризику становить $(1 \dots 5)10^{-5}$ на рік.

Кількісну оцінку ризику опромінення працівника $R_{оп}$ визначають за формулою:

$$R_{оп} = P_{оп} \cdot D = (P_p \cdot P_v) \cdot D, \quad (5)$$

де $P_{оп}$ – імовірність опромінювання, яка визначається як добуток імовірності вихідної події P_p викиду радіоактивних речовин або випромінювань у виробниче середовище на імовірність відмови P_v основних і додаткових систем індивідуального захисту. Зменшення імовірності піддатися опромінюванню досягають через підвищення надійності систем захисту, що у свою чергу, призводить до її удосконалення і зазвичай подорожчання;

D – поглинена під час аварії доза опромінення, яку можна знизити через обмеження часу опромінення, тобто обмеженням тривалості робіт.

Наслідками відмов стосовно ЗО завжди буде імовірність настання загроз для здоров'я працівника, які пов'язані з отриманням травм, або захворювання різної етіології (переважно поліетіологічні), що мають тенденцію до зростання під час збільшення стажу роботи в несприятливих умовах праці. Щодо ризиків, які пов'язані з травматизмом або захворюваннями, кількісні оцінки наслідків у більшості випадків відсутні. Тому у роботі прийнято, що наслідки виникнення i -го ризику дорівнюють одиниці ($D_i = 1$) і величина базового ризику визначається імовірністю настання небажаних явищ. За такого підходу ф. (3) має вигляд

$$R_{зв} = P_3 v_3 + P_v v_v + P_e v_e, \quad (6)$$

де P_3 – імовірність втрати задекларованих захисних властивостей;

P_v – рівень надійності;

P_E – імовірність виникнення додаткових небезпек через порушення ергономічних показників;

v_3, v_B, v_E – вагові коефіцієнти кожного складника.

Захисні властивості виробів великою мірою визначаються захисними характеристиками основних і допоміжних матеріалів. Кількісну оцінку захисних властивостей ЗО запропоновано визначити через пробіт-функції, які дають можливість оцінити імовірність травмування або захворювання працівника під впливом певного ШВЧ. Відомо, що пробіт-функція – це статистична модель з використанням бінарних рівнянь, яка на основі функції стандартного нормального розподілу дає можливість пов'язати особливості негативної дії та можливість створення загрози здоров'ю працівника залежно від параметрів ШВЧ. Вибір пробіт-функції для характеристики впливу різних шкідливих чинників досліджено у низці робіт [6]. Досвід розрахунків показав, що доцільно використовувати пробіт-функції зі змінними коефіцієнтами, вибором яких можна апроксимувати реальну небезпеку впливу ШВЧ. Аналітичні залежності для пробіт-функцій можуть мати вигляд

$$\begin{aligned} P_r &= a_i + b_i \cdot B_i^{c_i}; \quad P_r = a_i + b_i \cdot (\ln B_i^{c_i}) \cdot \tau; \\ P_r &= a_i + b_i \cdot \ln(B_i^{c_i} \cdot \tau); \quad P_r = a_i + b_i \cdot (\ln B_i^{c_i}). \end{aligned} \quad (7)$$

де a_i, b_i, c_i – коефіцієнти, які характеризують ступень ураження працівника від певної i -ої загрози;

B_i – показник, який характеризує ступень шкідливості певного ШВЧ;

τ – тривалість впливу.

Показник B встановлено відповідно до діючих санітарно-гігієнічних граничних обмежень: за величиною перевищення гранично допустимих концентрацій хімічних речовин; класом та ступенем шкідливості чинників біологічного походження; за показником мікроклімату з врахуванням категорії важкості праці за рівнем енергозатрат або за інтегральним показником теплового навантаження середовища; за величиною перевищення гранично допустимих рівнів електромагнітних полів та випромінювань; за параметрами радіаційного фактора (доза опромінювання) відповідно до норм радіаційної безпеки.

Після визначення значення відповідної пробіт-функції можна обчислити значення імовірності настання небезпек для працівників. З цією метою застосовують функцію Гаусса, яку стандартно визначають за формулою:

$$P_i = F(P_r) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int e^{-k^2/2} dk, \quad (8)$$

Значення пробіт-функції прийнято як верхню межу інтеграла (8). На практиці для обчислення інтеграла (8) застосовують табличні значення пробіт-функцій.

Виконання робіт у несприятливих умовах, зокрема високих температур навколишнього середовища, потребує надійного термозахисного одягу. Встановлено, що на діючих підприємствах найбільш потребують надійного ЗО для захисту від впливу температур у межах 40... 180 °С, які виникають через вплив високих температур зовнішнього та внутрішнього виробничого середовища, установок з інтенсивним інфрачервоним випромінюванням, під час контакту з нагрітими поверхнями енергетичного устаткування. ЗО, який призначено для захисту від пилу фіброгенної дії (пилу з природними і штучними радіонуклідами, з частками свинцю, кадмію, марганцю, вугілля тощо), а також ЗО для захисту від нетоксичного пилу, обмежує потрапляння шкідливих часток на шкіру працівника. Рівень шкідливості такого впливу відповідно до діючих норм визначається концентрацією пилу у повітрі, яка становить від 0,1 мг/м² до 500 мг/м² для пилу фіброгенної дії та (10...50 000) мг/м² для нетоксичного пилу. ЗО, який призначено до захисту від нафтопродуктів, води, розчинів нетоксичних речовин повинен забезпечити захист від промокання на усіх ділянках шкіри впродовж робочої зміни. ЗО для захисту від розчинів кислот та лугів, які характеризуються рівнем концентрації, повинен мати такі захисні властивості, які виключають потрапляння хімічних речовин на шкіру впродовж певного часу робіт. Виходячи із вказаних показників визначено пробіт-функції з відповідними змінними параметрами (табл. 2).

Таблиця 2

Пробіт-функції захисного одягу

Найменування ЗО	Показники, які характеризують міру шкідливості	Діапазон змінення параметра B	Пробіт-функція
Від підвищених температур	Температура, t °С	$t = 40 \dots 180$	$P_r = 1,12 + 0,039 \cdot t$
Від нетоксичного пилу	Концентрація, C , мг/м ² ; тривалість, τ , хв.	$C = 10 \dots 50 \cdot 10^3$ $\tau = 60 \dots 480$	$P_r = 2,32 + 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot \ln\left(\frac{C_{\max}}{C}\right) \cdot \tau;$
Від пилу фіброгенної дії	Концентрація, C , мг/м ² ; тривалість, τ , хв.	$C = 0,10 \dots 500$ $\tau = 1 \dots 60$	$P_r = 3,625 + 0,008 \cdot \ln\left(\frac{C_{\max}}{C}\right) \cdot \tau;$
Від води і розчинів нетоксичних речовин	Площа промокання, S , м ² ; тривалість, τ , хв.	$S = 0,10 \dots 2,0$ $\tau = 1 \dots 480$	$P_r = 2,42 + 0,61 \cdot \ln\left(\frac{S}{S_{\max}} \cdot \tau\right)$
Від нафти, нафтопродуктів, олій та жирів	Площа промокання, S , м ² ; тривалість, τ , хв.	$C = 0,10 \dots 2,0$; $\tau = 1 \dots 480$	$P_r = 2,42 + 0,56 \cdot \ln\left(\frac{S}{S_{\max}} \cdot \tau\right)$
Від розчинів кислот: сірчана; соляна	Концентрація, C , %; тривалість, τ , хв.	$C = 30, 50, 80$; $\tau = 1 \dots 10$	$P_r = 0,021 + 0,519 \cdot \ln(C^{1,5}_i \cdot \tau);$ $P_r = 0,066 + 0,306 \cdot \ln(C^{2,5}_i \cdot \tau)$
Від розчинів лугів	Концентрація, C , %; тривалість, τ , хв.	$C = 20, 50, 80$; $\tau = 1 \dots 10$	$P_r = 0,51 + 0,36 \cdot \ln(C^2_i \cdot \tau)$

Імовірність настання відмов, пов'язаних з порушенням герметизації, зумовлена рівнем надійності $P(\tau)$ захисного виробу [7]

$$P(\tau) = \exp(-\lambda \cdot \tau), \quad (9)$$

де λ – інтенсивності відмов;
 τ – час використання.

Імовірність настання додаткових небезпек P_E під час виконання робіт через порушення ергономічних показників визначено на підставі аналізу умов використання різних видів ЗО. Проаналізовано статистичну інформацію щодо коефіцієнтів частоти K_q нещасних випадків, зумовлених втомою або ергономічною недосконалістю відповідного ЗО. Коефіцієнт частоти K_q визначено за формулою:

$$K_q = \frac{10^3 \cdot n}{N}, \quad (10)$$

де n – кількість травм або захворювань з втратою працездатності;
 N – чисельність працівників.

Імовірність P_E для одного працівника визначається рівнем його безпеки і становить

$$P_E = K_q \cdot 10^{-3}. \quad (11)$$

Вагові коефіцієнти у ф. (6) мають різне походження і відповідно є несумірні, тобто не можна виокремити загальний еталон порівняння. Такі показники мають різні одиниці вимірів і встановити функціональні зв'язки між ними достатньо складно. Подолати такі складнощі можливо через урахування думок спеціалістів та встановлення відносної їх важливості. Обробку результатів експертного опитування здійснено за методом ранжирування у поєднанні з методом послідовних порівнянь.

Алгоритм визначення базового ризику на етапі проектування ЗО певного призначення сформульовано у такий спосіб :

1. Загальний ризик ЗО розглядаємо як суму ризиків, які зумовлено такими чинниками: втрата захисних властивостей; порушення герметичності матеріалів і швів; недосконалість ергономічних рішень у конструкціях.

2. Імовірність виникнення ризику у разі порушення захисних властивостей матеріалу визначаємо через пробіт-функції (табл. 2).

3. Імовірність виникнення ризику у разі порушення цілісності виробу визначаємо за показниками надійності.

4. Імовірність виникнення ризику через ергономічні недосконалості конструкції виробу визначаємо за статистичною інформацією через коефіцієнт частоти нещасних випадків.

5. Вагові коефіцієнти, які дають можливість оцінити міру впливу окремого виду ризику на рівень загального ризику, визначено за результатами обробки експертних оцінок, наданих фахівцями.

6. Загальний ризик для кожного виду ЗО обчислюємо за ф. (6).

Реалізація наведеного алгоритму дала можливість встановити значення ризику, який може виникнути під час використання ЗО у шкідливих виробничих умовах (табл. 3).

Таблиця 3

Оцінка ризику у використанні ЗО

Вид ЗО	Імовірність виникнення ризику			Ваговий коефіцієнт			Загальний ризик
	P_3	P_B	P_E	v_3	v_B	v_E	
Від механічних впливів	-	0,08	$1 \cdot 10^{-4}$	0,26	0,50	0,24	0,042
Від підвищених температур	0,01	0,02	$1 \cdot 10^{-3}$	0,55	0,22	0,23	0,012
Від нетоксичного пилу	0,01	0,08	$1 \cdot 10^{-6}$	0,21	0,52	0,27	0,044
Від пилу фіброгенної дії	0,1	0,24	$1 \cdot 10^{-6}$	0,21	0,56	0,23	0,155
Від води та розчинів нетоксичних речовин	0,005	0,08	$1 \cdot 10^{-4}$	0,52	0,33	0,15	0,031
Від нафти, нафтопродуктів, олій та жирів	0,009	0,15	$1 \cdot 10^{-2}$	0,28	0,52	0,2	0,083
Від розчинів кислот	0,01	0,15	$1 \cdot 10^{-2}$	0,54	0,32	0,14	0,055
Від розчинів лугів	0,005	0,15	$1 \cdot 10^{-2}$	0,54	0,32	0,14	0,052

Чисельні значення рівня ризику для кожного складника ф. (6) дають можливість визначити послідовність впровадження окремих елементів трансформації у внутрішню структуру захисних виробів та розробити ефективний ЗО для робіт у визначених шкідливих умовах праці.

Висновки

ЗО на українських підприємствах великою мірою визначають рівень захисту працівників. Для оцінки ефективності його використання запропоновано як інтегральний критерій впровадити показник ризику.

Кількісна оцінка ризику охоплює аналіз імовірності його виникнення, показники надійності, аналіз можливих наслідків та їх поєднання. Запропоновано узагальнений алгоритм розрахунку ризику у використанні захисного одягу, призначений для комп'ютерної реалізації, що дає можливість оцінити ризик на етапі проектування моделі ЗО і вибрати способи його зменшення.

Список літератури

1. OHSAS 18001. Occupational Health and Safety Assessment. – 2007. – 29 р.
2. Селіверстов А. Є. Розробка засобів індивідуального захисту для працівників об'єктів ядерної енергетики / А. Є. Селіверстов, Г. Є. Литвиненко, Л. Д. Третякова // Вісник національного науково-дослідного інституту охорони праці. – 2004. – № 7. – С. 1–3.
3. Калькис В. Основные направления оценки рисков рабочей среды / В. Калькис, И. Кристиныш, Ж. Роя. – Рига, SIAjelgavastipografija, 2005. – 72 с.
4. Колосніченко М. В. Проектування спеціального одягу / М. В. Колосніченко, Н. В. Остапенко. – К. : КНУТД, 2008. – 128 с.
5. Бегун В. В. Результати оцінки безпеки АЕС України / В. В. Бегун, І. М. Наumenко // Безпека життєдіяльності. – 2004. – № 9. – С. 4–7.
6. Маршалл В. Основные опасности химических производств : перевод с англ. – М. : Мир, 1989. – 671 с
7. Литвиненко Г. Є. Заходи підвищення надійності засобів індивідуального захисту / Г. Є. Литвиненко, Л. Д. Третякова // Вісник Київського національного університету технології та дизайну. – 2010. – № 4 (54). – С. 141–148.