



МАТЕРІАЛИ
ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ,
АНГЛІЙСЬКОЮ ТА
ПОЛЬСЬКОЮ
МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ВІСНИК ЛЬВІВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

№ 29, 2024

заснований у 2007 році

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор: ПОПОВИЧ Василь, д.т.н., проф., Україна; **Заступник головного редактора:** СМОТР Ольга, к.т.н., доц., Україна; **Заступник головного редактора:** МЕНЬШИКОВА Ольга, к.ф.-м.н., доц., Україна; **Відповідальний секретар:** ІВАНУСА Андрій, к.т.н., доц., Україна.

07 Управління та адміністрування (073 «Менеджмент»): БАШИНСЬКИЙ Олег, к.т.н., доц., Україна; БЛЮЩИЦЬКИЙ Андрій, доктор наук, проф., Астана IT Університет, Казахстан; ГОЛОВАТИЙ Роман, к.т.н., Україна; ЗАЧКО Олег, д.т.н., проф., Україна; КОБИЛКІН Дмитро, к.т.н., Україна; РАТУШНИЙ Роман, д.т.н., проф., Україна; СОДОМА Руслана, к.е.н., доц., Україна; ТРИГУБА Анатолій, д.т.н., проф., Україна; ХІРОШИ Танака, доктор наук, проф., Університет Кей'о, Японія.

10 Природничі науки (101 «Екологія»): БОСАК Павло, к.т.н., Україна; БУЧАВИЙ Юрій, к.б.н., доц., Україна; ГЛІМОР Гевін, кандидат наук, Університет Бат-Спа, Великобританія; ГОЦІЙ Наталія, к.с.-г.н., Україна; ГРИНЧИШИН Наталія, к.с.-г.н., доц., Україна; КУЗИК Андрій, д.с.-г.н., проф., Україна; МАЖЕЙКЕНА Аусра, доктор наук, проф., Вільнюський технічний університет Гедімінаса, Литва; СИДОРЕНКО Володимир, д.т.н., доцент, Україна; ТЕЛІАК Оксана, доктор наук, проф., Головна школа пожежної служби, Польща; ШМАНДІЙ Володимир, д.т.н., проф., Україна; ШУПЛАТ Тарас, к.с.-г.н., Україна.

12 Інформаційні технології (122 «Комп'ютерні науки», 125 «Кибербезпека»): БАБЧЕВ Сергій, д.т.н., проф., Україна; БОРЗОВ Юрій, к.т.н., доц., Україна; БУНЬ Ростислав, д.т.н., проф., Україна; БУРАК Назарій, к.т.н., доц., Україна; ГАРАСИМЧУК Олег, к.т.н., доц., Україна; ЖУРАВЕЛЬ Ігор, д.т.н., проф., Україна; КОВАЛЬ Мирослав, д.пед.н., проф., Україна; КОЗЯР Михайло, д.пед.н., проф., Член-кореспондент НАПН України, Україна; МАЛЕЦЬ Ігор, к.т.н., доц., Україна; МАРТИН Євген, д.т.н., проф., Україна; ПОЛОТАЙ Орест, к.т.н., Україна; ПРИДАТКО Олександр, к.т.н., доц., Україна; САМОТИЙ Володимир, д.т.н., проф., Україна; СОВИН Ярослав, к.т.н., доц., Україна; ТКАЧУК Ростислав, д.т.н., проф., Україна; ЯЩУК Валентина, к.е.н., доц., Україна.

16 Хімічна та біоінженерія (161 Хімічні технології та інженерія): ГУЛАЙ Любомир, д. х. н. проф., Україна; ДМИТРІВ Григорій, к.х.н., доц., Україна; ЛАВРЕНЮК Олена, к.х.н., доц., Україна; МАЙДЕР-ЛОПАТКА Малгоржата, кандидат наук, Головна школа пожежної служби, Польща; МИХАЛЧКО Борис, д.х.н., проф.,

Україна; НАГУРСЬКИЙ Олег, д.т.н., проф., Україна; ЛЕВИЦЬКИЙ Володимир, д.т.н., проф., Україна; П'ЄЦ Роберт, кандидат наук, Головна школа пожежної служби, Польща.

18 Виробництво та технології (183 Технології захисту навколишнього середовища): АБРАМОВИЧ Анна, кандидат наук, Сілезький університет у Катовіце, Польща; БЛЮУС Оксана, д.ф.-м.н., проф., Віденський університет, Австрія; ГЕНИК Ярослав, д.с.-г.н., доц., Україна; ХАЙЛЬМЕЙЕР Герман, д.т.н., проф., Університет технологій та гірничої справи Фрайберга, Німеччина; ГУМНИЦЬКИЙ Ярослав, д.т.н., проф., Україна; КОВРОВ Олександр, д.т.н., проф., Україна; ПЕТЛЮВАНІЙ Михайло, к.т.н., доц., Україна; САБАДАШ Віра, д.т.н., проф., Україна; САЙ Катерина, к.т.н., доц., Україна; СТЕПОВА Катерина, к.т.н., доц., Україна; ХРОМ'ЯК Уляна, к.т.н., Україна; ЮРЧЕНКО Валентина, д.т.н., проф., Україна; ЯЦІШИН Теодозія, д.т.н., доц., Україна.

26 Цивільна безпека (261 Пожежна безпека, 263 Цивільна безпека): БАЛАНЮК Володимир, д.т.н., проф., Україна; ГАВРИСЬ Андрій, к.т.н., доц., Україна; ДОНЧЕВ Тодор, кандидат наук, доц., Кінгстонський університет, Великобританія; ЄМЕЛЬЯНЕНКО Сергій, к.т.н., Україна; КАРАБИН Василь, д.т.н., доц., Україна; КОВАЛИШИН Василь, д.т.н., проф., Україна; МОРИЩ Євген, д.т.н., Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Україна; ПАЗЕН Олег, к.т.н., Україна; РЕНКАС Артур, к.т.н., Україна; РУДИК Юрій, д.т.н., доц., Україна; САМБЕРГ Андре, д.т.н., проф., член програмного комітету Міжнародного товариства управління в надзвичайних ситуаціях (TIEMS), Бельгія; СКРАБАЧ Олександра, доктор наук, професор, Військово-технічний університет у Варшаві, Польща; СТАРОДУБ Юрій, д.ф.-м.н., проф., Україна; ТАЦІЙ Роман, д.ф.-м.н., проф., Україна; ТЕЛІАК Єжи, доктор наук, Академія спортивної освіти, Польща; ЧЕБЕРЯЧКО Сергій, д.т.н., проф., Україна; ШУКІС Ріголдас, кандидат наук, Вільнюський технічний університет ім. Гедіміна, Литва; ЯКОВЧУК Роман, д.т.н., доц., Україна; ЯРОШ Войцех, кандидат наук, Головна школа пожежної служби, Польща.

27 Транспорт (275 Транспортні технології): ГАЩУК Петро, д.т.н., проф., Україна; ДОМІНІК Андрій, к.т.н., доц., Україна; ЗАПОРОЖЕЦЬ Олександр, доктор наук, проф., Інститут авіації, Польща; НЄМІЙ Степан, к.т.н., доц., Україна; ПАСНАК Іван, к.т.н., доц., Україна; РОЙКО Юрій, к.т.н., доц., Національний університет «Львівська політехніка», Україна; ТУРПАК Сергій, д.т.н., проф., Україна.

ISSN 2078-4643 (print)
ISSN 2708-1389 (online)

DOI: 10.32447/20784643.29.2024.00

ЗАСНОВНИК І ВИДАВЕЦЬ

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності (ЛДУ БЖД)

ЗАРЕЄСТРОВАНО

Національною радою України з питань
телебачення та радіомовлення (рішення №292
від 08.02.2024, ідентифікатор медіа R30-02254)

**ВНЕСЕНО ДО ПЕРЕЛІКУ ФАХОВИХ ВИДАНЬ УКРАЇНИ
ЯК ДРУКОВАНЕ ПЕРІОДИЧНЕ ВИДАННЯ КАТЕГОРІЇ «Б»**
(Наказ МОН України від 02.07.2020 року №886 та від 24.09.2020 року №1188)

ВНЕСЕНО ДО БІБЛОГРАФІЧНИХ БАЗ ДАНИХ:
«*НАУКОВА ПЕРІОДИКА УКРАЇНИ*» В НАЦІОНАЛЬНІЙ БІБЛІОТЕЦІ УКРАЇНИ
ІМ. В.І. ВЕРНАДСЬКОГО, «*ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY*»,
«*GOOGLE SCHOLAR*» та ін.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ЛДУ БЖД
(Протокол № 12 від 12.06.2024 р.)

Літературний редактор Падик Г.М.

Технічний редактор Сорочич М.П.

Комп'ютерна верстка Беседа А.В.

Друк Петролюк Н.І.

Відповідальний за друк Войтович Т.М.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ: ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007
Контактні телефони: (032) 233-24-79, тел/факс 233-00-88
E-mail: visnyk@ldubgd.edu.ua

Збірник наукових праць "Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності" видається в університеті з 2007 року. Запланована періодичність: 2 рази на рік. Тематична спрямованість: цивільна безпека, пожежна безпека, менеджмент, екологія, комп'ютерні науки та інформаційні технології, кібербезпека, хімічні технології та інженерія, технології захисту навколишнього середовища, транспортні технології (за видами), публікація рекламних матеріалів та матеріалів конференцій, семінарів.

Здано в набір 23.06.2024. Підписано до друку 26.06.2024.
Формат 60x84^{1/3}. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 16, 25.
Гарнітура Times New Roman. Друк на різнографі
Наклад: 100.
Друк: Сектор видавничої діяльності ЛДУ БЖД
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

ЕКОЛОГІЯ

В. В. Копилов, В. В. Попович
ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВОДІ ТА
ЕДАФОТОПАХ БЕРЕГОВОЇ ЗОНИ РІКИ СТИР

5

V. P. Kopylov, V. V. Popovych
CONTENT OF HEAVY METALS IN WATER
AND EDAFOTOPEX OF THE RIVER STYR
COASTAL ZONE

А. Д. Кузик, І. З. Думас, О. Т. Олійник
ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ
АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ НА
В'ЇЗДАХ ДО М. ЛЬВОВА

12

A. D. Kuzyk, I. Z. Dumas, O. T. Oliinyk
ATMOSPHERIC AIR POLLUTION BY VEHICLE
TRANSPORT AT THE ENTRANCES TO LVIV

В. В. Щепак, І. А. Сененко, С. Ю. Шара
ПРИНЦИПИ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ РОЗВИТКУ
СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ, ЯКІ ПОСТРАЖДАЛИ
ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

24

V. V. Shchepak, I. A. Senenko, S. Y. Shara
PRINCIPLES OF REVITALIZATION OF THE
DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES
AFFECTED BY MILITARY ACTIONS

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Ю. С. Назар, О. В. Придатко
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБХОДУ
МЕРЕЖЕВОГО ГРАФА ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ
ЗАДАЧ КОРОТКОСТРОКОВОГО
ПЛАНУВАННЯ ІТ-ПРОЄКТІВ

32

Yu. S. Nazar, O. V. Prydatko
MODELLING THE NETWORK GRAPH
TRAVERSAL PROCESS FOR SOLVING
SHORTTERM IT PROJECT PLANNING TASKS

О. А. Кузик, О. В. Придатко
ВИКОРИСТАННЯ АКТИВНИХ ОПТИЧНИХ
СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ
ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЗОБРАЖЕНЬ
ПРЕДМЕТІВ У ЗАДИМЛЕНОМУ ПРОСТОРИ

44

O. A. Kuzyk, O. V. Prydatko
USE OF ACTIVE OPTICAL SYSTEMS AND
INFORMATION PROCESSING TECHNOLOGIES
FOR CREATING IMAGES OF OBJECTS IN
SMOKY SPACE

А. І. Пукач, В. М. Теслюк
ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ФАКТОРІВ
ВПЛИВУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПІДТРИМКИ
ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ З
ВИКОРИСТАННЯМ СЕРЕДОВИЩ R ТА PYTHON

54

A. I. Pukach, V. M. Teslyuk
INFORMATION MODEL FOR AUTOMATION OF
SOFTWARE COMPLEXES SUPPORT INFLUENCING
FACTORS ANALYSIS WITH USAGE OF THE R-
SYSTEM AND PYTHON ENVIRONMENTS

КІБЕРБЕЗПЕКА

О. І. Полотай, Н. І. Фединець, Н. П. Кухарська
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГРОЗ ІНФОРМАЦІЙНОЇ
БЕЗПЕКИ ТА СПОСОБІВ ЇХ ВИРІШЕННЯ В
КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ НА
КАНАЛЬНОМУ РІВНІ

65

O. I. Polotai, N. I. Fedynets, N. P. Kukharska
STUDY OF INFORMATION SECURITY
THREATS AND METHODS OF THEIR
SOLUTION IN COMPUTER NETWORKS AT
THE CHANNEL LEVEL

ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА
ІНЖЕНЕРІЯ

**О. І. Лавренюк, Б. М. Михалічко, Н. В. Чопик,
В. М. Земке**
РАЦІОНАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ
МЕТАЛКООРДИНОВАНИХ ЕПОКСІАМІННИХ
КОМПОЗИЦІЙ ЗІ ЗНИЖЕНОЮ ГОРЮЧИСТЮ

72

**O. Lavrenyuk, B. Mykhalichko, N. Chopyk,
V. Zemke**
RATIONAL TECHNOLOGIES FOR PRODUCING
METAL-COORDINATED EPOXY-AMINE
COMPOSITES WITH REDUCED
COMBUSTIBILITY

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

**V. I. Golinko, V. A. Zabelina, S. I. Cheberyachko,
O. V. Deryugin, O. V. Stanislavchuk**
ANALYSIS OF REASONS OCCURRENCE OF
DANGEROUS SITUATIONS DURING THE
OPERATION OF GAS STATIONS

79

**V. I. Golinko, V. A. Zabelina, S. I. Cheberyachko,
O. V. Deryugin, O. V. Stanislavchuk**
АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ
НЕБЕЗПЕЧНИХ СИТУАЦІЙ ПІД ЧАС
ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

М.І. Войтович, Х.І. Ліщинська, М.І. Сорокатий, О.В. Білаш

ДО РОЗРАХУНКУ НА МІЦНІСТЬ ГИНІВ ТРУБОПРОВІДІВ В УМОВАХ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ

92

M.I. Voytovych, Kh.I. Lishchynska, M.I. Sorokatyj, O.V. Bilash

TO THE CALCULATION OF THE STRENGTH OF PIPELINE BENDS UNDER CONDITIONS OF TEMPERATURE CHANGE

А. Ф. Гаврилюк, Р. С. Яковчук
МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МОДУЛІВ СИЛОВИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ НА ПРЕДМЕТ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

100

A. F. Gavryliuk, R. S. Yakovchuk
EXPERIMENTAL RESEARCH OF TESLA MODEL S POWER BATTERY CELLS FOR OPEN FLAME FIRE HAZARD

Л. Ф. Дзюба., О. Ю Чмир, О. Ю. Пазен, М. І. Кусій
ОЦІНКА РИЗИКІВ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

110

L. F. Dziuba O. Y. Chmyr, O. Y. Pazen, M. I. Kusi
THE ASSESSMENT OF FIRE SAFETY RISKS OF THE ENTERPRISE

ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА

Т. З. Бубела , М. Я. Мельник , О. Б. Назаровець , Ю. І. Рудик

АНАЛІЗ ВИЗНАЧЕНЬ ТА НОРМАТИВНИХ ВИМОГ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТА КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

119

T. Z. Bubela , M. Y. Melnyk , O. B. Nazarovets, Y. I. Rudyk

ANALYSIS OF DEFINITIONS AND REGULATORY REQUIREMENTS OF THE CRITICAL INFRASTRUCTURE PROTECTION SYSTEM

А. П. Гавриць, О. О. Пекарська
ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ БЕЗПЕКОВОГО СЕРЕДОВИЩА НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАТОПЛЕННЯ НА РІВНІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

128

A. P. Havrys, O. O. Pekarska
ISSUES OF CREATING A SAFE ENVIRONMENT FOR THE POPULATION FROM FLOODING AT THE LEVEL OF TERRITORIAL COMMUNITIES

МЕНЕДЖМЕНТ

А. М. Тригуба, В. Р. Демчина, А. Р. Ратушний, Л. С. Коваль

МЕТОД ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНИХ ОБ'ЄКТІВ ПІД ЧАС ІНІЦІАЦІЇ ПРОЄКТІВ ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ЧАС

141

A. M. Tryhuba, V. R. Demchyna, A. R. Ratushnyi, L. S. Koval

THE METHOD AND RESULTS OF DETERMINING THE PRIORITY OBJECTS DURING THE INITIATION OF PROJECTS FOR THE RESTORATION OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE POST-WAR PERIOD

А. М. Тригуба, А. С. Мармуляк, О. М. Маланчук, О. В. Придатко
МОДЕЛЬ ТА ПРОГРАМНІ МОДУЛІ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПРОЦЕСУ ВІДБОРУ СОЦІАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ РОЗВИТКУ ГРОМАД

152

A. M. Tryhuba, A. S. Marmulyak, O. M. Malanchuk, O. V. Prydatko
MODEL AND PROGRAM MODULES FOR MONITORING THE PROCESS OF SELECTING SOCIAL DEVELOPMENT PROJECTS FOR COMMUNITIES

Sergey Bushuyev, Andrii Ivko
ASPECTS ANALYSIS OF SYNCRETIC PROJECT MANAGEMENT METHODOLOGY IMPLEMENTATION IN SELF-MANAGED ORGANIZATIONS PROJECT ACTIVITIES

168

С. Д. Бушувєв, А. В. Івко
АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ СИНКРЕТИЧНОЇ МЕТОДОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ В ПРОЄКТНУ ДІЯЛЬНІСТЬ САМОКЕРОВАНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Р. С. Шевчук, О. М. Сукач, О. С. Миронюк, В. В. Шевчук

ОБґРУНТУВАННЯ ТА АПРОБАЦІЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛІВ

179

R. S. Shevchuk, O. M. Sukach, O. S. Myronyuk, V. V. Shevchuk
JUSTIFICATION AND APPROVAL THE METHOD OF DETERMINATION TRACTION AND GRIP INDICATORS OF CARS

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

191

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

FIRE SAFETY

CIVIL SECURITY

MANAGEMENT

TRANSPORT TECHNOLOGIES

Л. Ф. Дзюба., О. Ю Чмир, О. Ю. Пазен, М. І. Кусій

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4261-6490> – Л. Ф. Дзюба

<https://orcid.org/0000-0002-6340-9888> – О. Ю. Чмир

<https://orcid.org/0000-0003-1655-3825> – О. Ю. Пазен

<https://orcid.org/0000-0003-3120-1975> – М. І. Кусій



lidadz111@gmail.com

ОЦІНКА РИЗИКІВ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Невід'ємною частиною успішної бізнес-діяльності підприємств є забезпечення пожежної безпеки. Унаслідок зростання ризиків у сфері пожежної безпеки для підприємств підвищується ймовірність виникнення пожеж, які можуть спричинити виробничі травми працівників, матеріальні втрати, судові розгляди та позови тощо. Матеріальні втрати підприємства можуть полягати у зниженні прибутку та вартості бізнесу, витратах на усунення наслідків пожеж, штрафах та санкціях регулюючих органів. Для усіх підприємств, незалежно від форм власності, проблеми оцінювання та управління ризиками пожежної безпеки є актуальними завданнями. Тому метою роботи є оцінювання ризиків пожежної безпеки підприємства з використанням матриці SWOT-аналізу, де *S* – сильні сторони підприємства, *W* – слабкі сторони, *O* – можливості та *T* – загрози. Для досягнення мети розроблено перелік запитань щодо впливу зовнішнього та внутрішнього середовища на пожежну безпеку підприємства. До зовнішніх чинників ризику пожежної безпеки належать загрози *T* та можливості *O*, до переліку внутрішніх чинників – сильні сторони (переваги) *S* та слабкі сторони (вразливості) *W* підприємства. Перелік загроз для певного підприємства містив сім позицій: наявність хімічно небезпечних речовин; втрата електроживлення та розряди статичної електрики; збій роботи автономних виробничих систем; відсутність протипожежного водопостачання; стихійні лиха; отримання несанкціонованого доступу до технологічного процесу підприємства; необережне поводження з вогнем. Перелік вразливостей містить такі: вихід з ладу компресорів; відсутність резервного електропостачання; недостатній рівень фахової підготовки; відсутність комунікації між персоналом; некваліфікований персонал; недотримання правил пожежної безпеки; недотримання правил техніки безпеки; несправність виробничого обладнання. Результати експертних оцінок пожежної безпеки опрацьовано методом попарних порівнянь. Ітераційний алгоритм цього методу реалізовано в середовищі Excel. На підставі векторів коефіцієнтів відносної важливості елементів матриці SWOT-аналізу побудовано чотири порівняльні матриці, які є підґрунтям для прийняття управлінських рішень на підприємстві. Встановлено за результатами експертного оцінювання, що пріоритетною стосовно ризиків пожежної безпеки є наявність на підприємстві хімічно небезпечних речовин.

Ключові слова: пожежна безпека, загрози, вразливості, SWOT-аналіз, експертні оцінки, метод попарних порівнянь.

L. F. Dziuba O. Y. Chmyr, O. Y. Pazen, M. I. Kusiyy

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

THE ASSESSMENT OF FIRE SAFETY RISKS OF THE ENTERPRISE

Ensuring fire safety is an integral part of the successful business activities of enterprises. As a result of the increase in risks in the field of fire safety for enterprises, the probability of occurrence of fires increases, which can cause industrial injuries to employees, material losses, court proceedings lawsuits, etc. The material losses of the enterprise may consist of a decrease in profit and business value, expenses for eliminating the consequences of fires, fines and sanctions of regulatory authorities. For all enterprises, regardless of ownership, the problems of assessing and managing fire safety risks are urgent tasks. Therefore, the purpose of the work is to assess the fire safety risks of the enterprise using the SWOT matrix analysis, where *S* are the strengths of the enterprise, *W* are weaknesses, *O* are opportunities and *T* are threats. To achieve the goal, a list of questions was developed regarding the influence of the external and internal environment on the fire safety of the enterprise. The external fire safety risk factors include threats *T* and opportunities *O*, and the list of internal factors includes the strengths (advantages) *S* and weaknesses (vulnerabilities) *W* of the enterprise. The list of threats to a certain enterprise contained seven items: the presence of chemically dangerous substances; power loss and

static electricity discharges; failure of autonomous production systems; lack of fire-fighting water supply; natural disasters; obtaining unauthorized access to the technological process of the enterprise; careless handling of fire. The list of vulnerabilities includes the following: failure of compressors; lack of backup power supply; insufficient level of professional training; lack of communication between staff; unqualified personnel; non-compliance with fire safety rules; non-compliance with safety rules; failure of production equipment. The results of expert assessments of fire safety were processed by the method of pairwise comparisons. The iterative algorithm of this method is implemented in the Excel environment. Based on the vectors of coefficients of the relative importance of the elements of the SWOT matrix analysis, four comparative matrices were built, which are the basis for making management decisions at the enterprise. Based on the results of the expert assessment, it was established that the presence of chemically hazardous substances at the enterprise is a priority in terms of fire safety risks.

Keywords: fire safety, threats, vulnerabilities, SWOT analysis, expert assessments, method of pairwise comparisons.

Вступ (Introduction)

Ефективна економічна діяльність будь-якого підприємства безпосередньо залежить від забезпечення стану пожежної безпеки. Згідно з [1], пожежна безпека – це стан захищеності життя та здоров'я людини, майна, навколишнього природного середовища від пожеж, що характеризується досягненням прийняттого рівня ризику виникнення пожежі. На підприємствах для забезпечення допустимого ризику виникнення та розвитку пожеж розробляють заходи щодо зведення до мінімуму чинників їх виникнення. Такий комплекс заходів забезпечує захист життя та здоров'я персоналу й збереження майна підприємства. Відповідно до [2], система запобігання пожежі містить сукупність засобів та організаційних заходів, призначених для створення умов, за яких ймовірність виникнення пожежі не перевищує унормоване допустиме значення. У державному стандарті [2] також зазначено, що прийнятний рівень пожежної безпеки людей на об'єктах повинен бути не меншим за 0,99999 на рік у розрахунку на кожну людину, а прийнятний рівень індивідуального пожежного ризику повинен бути не більшим за 10^{-5} на рік з розрахунку на кожну людину. Однак сумісно з індивідуальними пожежними ризиками для персоналу через невідповідний рівень пожежної безпеки на підприємствах виникають також значні економічні ризики. У роботі [3] зазначено, що дослідження пожежних ризиків проводять з метою отримання вихідних даних щодо визначення напрямів технічного регулювання у сфері забезпечення пожежної безпеки; розроблення правил та норм пожежної безпеки тощо. Згідно з [4], сучасне управління безпекою має бути на основі детального аналізу умов виробництва, моделювання безпеки персоналу, населення та довкілля, аналізу причин ймовірних надзвичайних ситуацій, моделювання можливих помилок персоналу і в такий спосіб – визначення заходів і засобів запобігання пожежам, аваріям та зменшенню можливих наслідків. У цілому це має бути сучасна інформаційна технологія на основі парадигми ризик-орієнтованого підходу.

Оцінювання ризику загалом, згідно з [5], полягає у забезпеченні отримання інформації на доказовій основі та її аналізі для прийняття обґрунтованих рішень щодо обробки конкретних ризиків і вибору можливих варіантів їх обробки. Вигодами від впровадження загального оцінювання ризику є: розуміння ризику та його потенційного впливу на досягнення цілей; надання інформації особам, які приймають рішення; поліпшення розуміння ризиків; ідентифікування важливих чинників ризиків та слабких ланок у системах; порівнювання з ризиками в альтернативних системах, технологіях або підходах; обмін інформацією про ризики або невизначеності. Загальне оцінювання ризику складається з: ідентифікації ризику, його аналізу та оцінки [5, 6]. На кожному з етапів загального оцінювання ризику можна застосовувати ті чи інші методи.

У роботі [7] зазначено, що SWOT-аналіз є інструментом стратегічного планування, який використовують для оцінювання сильних і слабких сторін на підприємстві або в організації. За допомогою цього методу в [8] проаналізовано сильні і слабкі сторони інформаційної безпеки України, виокремлено можливості подальшого її удосконалення та досліджено наявні загрози. За допомогою SWOT-аналізу в [9] досліджено тенденції впровадження змішаного навчання в освітній процес закладів вищої освіти. У роботі [10] оцінено ризики інформаційної безпеки з використанням SWOT-матриці, елементи якої містили лише по три складники. Подальший ітераційний алгоритм розрахунку величини ризику інформаційної безпеки, описаний в [10], застосовують за наявної інформації щодо значень ймовірностей настання ризикових подій та величини збитків від цих подій. На першому етапі загального оцінювання ризику, який полягає в ідентифікації ризику відповідно до [5], числові дані щодо ймовірностей настання ризикових подій зазвичай невідомі, тому кількісно визначити величину ризику немає змоги. З урахуванням двох елементів SWOT-матриці: вразливостей та загроз для інформаційної безпеки підприємства в роботі [11] досліджено ризики інформаційної безпеки для підприємства малого

бізнесу. Отже, метод SWOT-аналізу є достатньо універсальним. Однак в цих роботах не розглянуто використання цього методу для оцінки ризиків пожежної безпеки підприємств.

Зважаючи на актуальність проблем безпеки загалом та пожежної безпеки зокрема метою роботи є оцінювання ризиків пожежної безпеки підприємства з використанням матриці SWOT-аналізу. Завдання, які потрібно вирішити для досягнення мети: розробити для проведення інтерв'ю з експертами перелік запитань загроз, вразливостей, сильних сторін та можливостей стосовно пожежної безпеки підприємства; отримані експертні оцінки опрацювати методами математичної статистики; побудувати SWOT-матрицю для прийняття управлінських рішень для покращення пожежної безпеки на підприємстві.

Методи досліджень (Methods)

Для оцінювання поточного рівня пожежної безпеки підприємства використано метод інтерв'ю для опитування експертів та метод SWOT-аналізу. Елементи матриці SWOT-аналізу за результатами опитування експертів розраховано методом попарних порівнянь.

Результати досліджень (Results)

Для комплексної оцінки пожежної безпеки застосовано метод SWOT-аналізу, який подають [7, 10, 12] у вигляді матриці (рис. 1), що містить елементи: *S* (strengths) – сильні сторони підприємства; *W* (weaknesses) – слабкі сторони (вразливості) підприємства; *O* (opportunities) – можливості та *T* (threats) – загрози для підприємства. Зазначені елементи матриці стосуються пожежної безпеки виробничого підприємства харчової промисловості.

Складниками елемента *S* сильних сторін (переваг) для підприємства є засоби, що стосуються пожежної автоматики: *S*₁ – обслуговування та технічна підтримка автономної системи пожежогасіння на підприємстві; *S*₂ – автоматична система пожежогасіння; *S*₃ – система оповіщення людей про пожежу та управління евакуацією. Протипожежне водопостачання та первинні засоби пожежогасіння експерти не вважали перевагами. Як вразливості *W* підприємства стосовно пожежної безпеки розглянуто: *W*₁ – вихід з ладу компресорів; *W*₂ – відсутність резервного електропостачання; *W*₃ – недостатній рівень фахової підготовки; відсутність комунікації між персоналом; некваліфікований персонал; *W*₄ – недотримання правил пожежної безпеки (була пожежа в адміністративному корпусі за вини працівників); недотримання правил техніки безпеки; *W*₅ – несправність виробничого обладнання. Елемент *O* матриці передбачає такі можливості підприємства: *O*₁ – швидке реагування та виклик пожежної охорони; *O*₂ – раннє виявлення пожежі; *O*₃ – фінансові можливості підприємства. В якості загроз *T* та джерел ризику для пожежної безпеки підприємства розглянуто: *T*₁ – наявність хімічно небезпечних речовин у виробничому процесі; *T*₂ – втрата електроживлення та розряди статичної електрики; *T*₃ – збій роботи автономних виробничих систем; *T*₄ – відсутність протипожежного водопостачання; *T*₅ – стихійні лиха; *T*₆ – отримання несанкціонованого доступу до технологічного процесу підприємства; *T*₇ – необережне поводження з вогнем.

		Зовнішнє середовище	
		Можливості <i>O</i>	Загрози <i>T</i>
Внутрішнє середовище	Сильні сторони <i>S</i>	Матриця встановлення зв'язків між <i>O</i> ₁ - <i>O</i> ₃ та <i>S</i> ₁ - <i>S</i> ₃	Матриця встановлення зв'язків між <i>T</i> ₁ - <i>T</i> ₇ та <i>S</i> ₁ - <i>S</i> ₃
	Слабкі сторони <i>W</i>	Матриця встановлення зв'язків між <i>O</i> ₁ - <i>O</i> ₃ та <i>W</i> ₁ - <i>W</i> ₅	Матриця встановлення зв'язків між <i>T</i> ₁ - <i>T</i> ₇ та <i>W</i> ₁ - <i>W</i> ₅

Рисунок 1 – Матриця SWOT-аналізу пожежної безпеки підприємства

Як показано на рис. 1, SWOT-аналіз дає змогу розробляти стратегію підприємства стосовно покращення пожежної безпеки з урахуванням дії чинників зовнішнього та внутрішнього середовища на виникнення ризиків пожежної безпеки.

Для подальшої ідентифікації ризиків пожежної безпеки підприємства створено експертну групу (надалі – експерти *E*) з осіб, які компетентні в питаннях виробничої діяльності підприємства та пожежної безпеки. За

рекомендаціями [10] чисельність експертної групи становила 10 осіб. Учасники експертної групи з 10 осіб (надалі $E_1 - E_{10}$) в опитувальних листках, згідно з методом інтерв'ю, розташували за пріоритетом складники елементів SWOT-матриці: сильні сторони S , вразливості W , можливості O та загрози T для забезпечення пожежної безпеки підприємства.

Результати опитування експертів відповідно до переліків сильних сторін S , вразливостей W , можливостей O та загроз T підприємства подано в табл. 1 – 4. Експерти розташували складники елементів матриці в порядку зменшення впливу на пожежну безпеку підприємства. Порядковий номер 1 отримує найвагоміший на думку експерта E складник.

Таблиця 1

Експертні оцінки сильних сторін S

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
S_1	1	2	3	2	3	3	2	1	1	1
S_2	2	1	1	1	1	2	3	2	2	2
S_3	3	3	2	3	2	1	1	3	3	3

Таблиця 2

Експертні оцінки вразливостей W

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
W_1	2	4	2	4	4	3	3	5	4	1
W_2	1	2	5	5	5	5	1	4	3	3
W_3	5	1	4	3	2	4	2	1	1	2
W_4	3	3	3	2	3	1	4	2	2	4
W_5	4	5	1	1	1	2	5	3	5	5

Таблиця 3

Експертні оцінки можливостей O

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
O_1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3
O_2	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1
O_3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	2

Таблиця 4

Експертні оцінки загроз T

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
T_1	1	1	1	1	6	3	5	1	6	2
T_2	4	2	6	6	2	4	3	4	3	3
T_3	3	7	2	4	1	5	4	5	4	4
T_4	2	4	5	2	3	2	7	6	5	5
T_5	6	3	4	7	7	7	1	7	7	6
T_6	5	6	3	3	5	6	2	3	1	7
T_7	7	5	7	5	4	1	6	2	2	1

Для опрацювання експертних оцінок усіх зазначених елементів матриці SWOT-аналізу використано метод попарних порівнянь [11, 13], який визначає порядок розміщення складників елементів матриці попарних порівнянь з огляду їхньої переваги. На підставі експертних оцінок (табл. 1 – табл. 4) побудовано матриці попарних порівнянь для сильних сторін S , вразливостей W , можливостей O та загроз T підприємства стосовно пожежної безпеки. Елементи матриць попарних порівнянь для кожного елемента SWOT-матриці визначено так:

- елементи матриць сильних сторін S :

$$S^r = (s_{ij}^r) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } S_i^r > S_j^r, \\ 0,5, & \text{якщо } S_i^r \approx S_j^r, \\ 0, & \text{якщо } S_i^r < S_j^r, \end{cases} \quad (1)$$

де r – номер експерта ($r = \overline{1,10}$), $i, j = \overline{1,3}$ – номери сильних сторін в переліку, S_i^r – вплив S_i ої сильної сторони за ранжуванням E_r -го експерта;

- елементи матриць вразливостей W :

$$W^r = (w_{ij}^r) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } W_i^r > W_j^r, \\ 0,5, & \text{якщо } W_i^r \approx W_j^r, \\ 0, & \text{якщо } W_i^r < W_j^r, \end{cases} \quad (2)$$

де $i, j = \overline{1,5}$ – номери вразливостей в переліку, W_i^r – вплив **Wi**-ої вразливості за ранжуванням **Er**-го експерта;

- елементи матриць **можливостей O**:

$$O^r = (o_{ij}^r) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } O_i^r > O_j^r, \\ 0,5, & \text{якщо } O_i^r \approx O_j^r, \\ 0, & \text{якщо } O_i^r < O_j^r, \end{cases} \quad (3)$$

де $i, j = \overline{1,3}$ – номери можливостей підприємства в переліку, O_i^r – вплив **Oi**-ої можливості за ранжуванням **Er**-го експерта;

- елементи матриць загроз **T**:

$$T^r = (t_{ij}^r) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } T_i^r > T_j^r, \\ 0,5, & \text{якщо } T_i^r \approx T_j^r, \\ 0, & \text{якщо } T_i^r < T_j^r, \end{cases} \quad (4)$$

де $i, j = \overline{1,7}$ – номери загроз для пожежної безпеки в переліку, T_i^r – значення **Ti**-ої загрози за ранжуванням **Er**-го експерта.

Для побудови матриць за залежностями (1) – (4) та подальшого застосування методу попарних порівнянь в середовищі Excel створено прикладну програму. З використанням цієї програми побудовано матриці математичних сподівань оцінок: кожної з сильних сторін X_s , кожної з вразливостей X_w , кожної з можливостей підприємства X_o та кожної з загроз X_T . Елементи матриць математичних сподівань для оцінки кожного елемента **SWOT**-матриці отримано за залежністю:

$$X_T = (x_{ij}) = \frac{1}{2} + \frac{m_{ij} - m_{ji}}{2m}, \quad (5)$$

де m_{ij} – кількість експертів, які надали перевагу *i*-му чиннику над *j*-тим чинником (наприклад, загрозі **Ti** над загрозою **Tj**), m_{ji} – кількість експертів, які надали перевагу *j*-му чиннику над *i*-м (наприклад, загрозі **Tj** над загрозою **Ti**), $m = 10$ – кількість експертів, причому $x_{ij} + x_{ji} = 1$.

Матриці математичних сподівань оцінок: сильних сторін X_s , вразливостей X_w , загроз X_T та можливостей X_o підприємства мають вигляд:

$$X_s = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,5 & 0,6 \\ 0,5 & 0,5 & 0,8 \\ 0,4 & 0,2 & 0,5 \end{pmatrix}. \quad (6)$$

$$X_w = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,5 & 0,4 & 0,4 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 & 0,2 & 0,4 & 0,5 \\ 0,6 & 0,8 & 0,5 & 0,6 & 0,5 \\ 0,6 & 0,6 & 0,4 & 0,5 & 0,7 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,3 & 0,5 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$X_o = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,1 & 0,7 \\ 0,9 & 0,5 & 0,8 \\ 0,3 & 0,2 & 0,5 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

$$X_T = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,7 & 0,7 & 0,7 & 0,9 & 0,7 & 0,6 \\ 0,3 & 0,5 & 0,6 & 0,6 & 0,8 & 0,5 & 0,5 \\ 0,3 & 0,4 & 0,5 & 0,6 & 0,8 & 0,5 & 0,5 \\ 0,3 & 0,4 & 0,4 & 0,5 & 0,7 & 0,6 & 0,5 \\ 0,1 & 0,2 & 0,2 & 0,3 & 0,5 & 0,3 & 0,4 \\ 0,3 & 0,5 & 0,5 & 0,4 & 0,7 & 0,5 & 0,5 \\ 0,4 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,6 & 0,5 & 0,5 \end{pmatrix} \quad (9)$$

За допомогою матриць (6) - (9) визначено коефіцієнти відносної важливості сильних сторін, вразливостей, можливостей та загроз підприємства. З використанням ітераційного алгоритму, який детально описано в роботах [10, 13], сформовано вектори коефіцієнтів відносної важливості сильних сторін k_s , вразливостей k_w , можливостей k_o та загроз k_T підприємства. Ці вектори мають вигляд

$$k_s \approx (0,364 \quad 0,397 \quad 0,239)^T, \quad (10)$$

$$k_w \approx (0,185 \quad 0,165 \quad 0,241 \quad 0,223 \quad 0,186)^T \quad (11)$$

$$k_o \approx (0,26 \quad 0,515 \quad 0,225)^T, \quad (12)$$

$$k_T \approx (0,199 \quad 0,154 \quad 0,145 \quad 0,138 \quad 0,078 \quad 0,139 \quad 0,147)^T \quad (13)$$

У виконаному дослідженні прийнято точність закінчення ітераційного алгоритму $E = 0,001$. За такої точності для отримання векторів коефіцієнтів відносної важливості потрібно було три ітерації.

Обговорення результатів досліджень (Discussion)

Відповідно до векторів (10) - (13) можна припустити, що стосовно забезпечення пожежної безпеки підприємства: найбільш вагомою є сильна сторона S_2 (автоматична система пожежогасіння), найменш – S_3 (система оповіщення людей про пожежу та управління евакуюванням); найбільш вагомою є вразливість W_3 (недостатній рівень фахової підготовки; відсутність комунікації між персоналом; некваліфікований персонал), найменш – W_2 (відсутність резервного електропостачання); найбільш вагомою є можливість O_2 (раннє виявлення пожежі), найменш – O_3 (фінансові можливості підприємства); найбільш вагомою є

загроза T_1 (наявність хімічно небезпечних речовин), найменш – T_5 (стихійні лиха).

Матриці зв'язків між усіма компонентами SWOT-матриці, відповідно до рис. 1, наведено в табл. 5 – 8. На підставі векторів коефіцієнтів відносної важливості можливостей O (12) та коефіцієнтів відносної важливості сильних сторін S (10) побудовано матрицю зв'язків між ними (табл. 5). Якщо елемент вектора можливостей k_o є більшим за відповідний елемент вектора сильних сторін k_s , то в табл. 5 на перетині стовпця можливостей з рядком сильних сторін розміщено знак «+», у протилежному випадку – «0».

Таблиця 5

Матриця встановлення зв'язків між можливостями O та сильними сторонами S

$S \backslash O$	O_1	O_2	O_3
S_1	0	+	0
S_2	0	+	0
S_3	+	+	0

Можливість O_2 підприємства, яка полягає у ранньому виявленні пожежі, має найбільше поєднань з усіма сильними сторонами. Отже, ця можливість є істотною перевагою підприємства стосовно підвищення рівня пожежної безпеки.

Матрицю зв'язків між чинниками загроз T та сильними сторонами S побудовано на підставі залежностей (10) та (13) показано в табл. 6.

Таблиця 6

Матриця встановлення зв'язків між загрозами T та сильними сторонами S

$S \backslash T$	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
S_1	0	0	0	0	0	0	0
S_2	0	0	0	0	0	0	0
S_3	0	0	0	0	0	0	0

Згідно з табл. 6, між сильними сторонами підприємства S та загрозами T для пожежної безпеки немає істотних зв'язків.

На підставі залежностей (12) та (11) побудовано матрицю зв'язків між можливостями O та вразливістю W (табл. 7).

Таблиця 7

Матриця встановлення зв'язків між можливостями O та вразливістю W

$W \backslash O$	O_1	O_2	O_3
W_1	+	+	+
W_2	+	+	+
W_3	+	+	0
W_4	+	+	+
W_5	+	+	+

Відповідно до табл. 6, усі п'ять перерахованих вразливостей W для пожежної безпеки підприємства мають зв'язки з його можливостями O .

В табл. 8 наведено матрицю зв'язків між загрозами T для пожежної безпеки підприємства та слабкими сторонами (вразливостями) W . Матриця побудована з урахуванням векторів (11) та (13).

Таблиця 8

Матриця встановлення зв'язків між загрозами T та слабкими сторонами W

$W \backslash T$	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
W_1	+	0	0	0	0	0	0
W_2	+	0	0	0	0	0	0
W_3	0	0	0	0	0	0	0
W_4	0	0	0	0	0	0	0
W_5	+	0	0	0	0	0	0

Відповідно до табл. 8, пріоритетною стосовно покращення стану пожежної безпеки підприємства є загроза T_1 , що має найбільше поєднань з вразливостями: W_1, W_2, W_5 .

Висновки (Conclusions)

Застосування SWOT-аналізу пожежної безпеки дає змогу ідентифікувати чинники ризику пожежної безпеки підприємства, встановити зв'язок між сильними та слабкими сторонами підприємства стосовно пожежної безпеки, зовнішніми загрозами та вразливостями.

Для експертної ідентифікації ризиків пожежної безпеки з використанням SWOT-аналізу розроблено та уточнено експертами перелік S – сильних сторін, W – вразливостей, O – можливостей та T – загроз для пожежної безпеки підприємства. Оцінки експертами елементів зазначених переліків опрацьовано методом попарних порівнянь та побудовано матриці зв'язків між чинниками зовнішнього та внутрішнього середовища. Відповідно до вектора коефіцієнтів відносної важливості сильних сторін, встановлено, що найвагомим чинником пожежної безпеки є наявність на підприємстві автоматичної системи пожежогасіння ($k_{S_2} = 0,397$).

Чинником ризику пожежної безпеки є вразливість W_3 – недостатній рівень фахової підготовки; відсутність комунікації між персоналом; некваліфікований персонал, оскільки третій елемент вектора коефіцієнтів відносної важливості вразливостей є найбільшим ($k_{W_3} = 0,241$).

Істотною можливістю та перевагою підприємства стосовно зменшення ризиків пожежної безпеки є раннє виявлення пожежі, оскільки другий елемент вектора коефіцієнтів відносної важливості можливостей є найбільшим ($k_{O_2} = 0,515$).

Важливим чинником ризику пожежної безпеки підприємства є наявність в технологічному циклі хімічно

небезпечних речовин. На це вказує найбільша величина першого елемента вектора коефіцієнтів відносної важливості загроз ($k_{T_1} = 0,199$).

За експертної оцінки пожежної безпеки підприємства, якому притаманні перераховані загрози та вразливості, найімовірнішим чинником ризику пожежної безпеки є наявність на підприємстві хімічно небезпечних речовин (загроза T_1), яка поєднується з такими вразливостями: вихід з ладу компресорів W_1 ; відсутність резервного електропостачання W_2 ; несправність виробничого обладнання W_5 .

За допомогою SWOT-аналізу отримано структуровану ідентифікацію ризиків пожежної безпеки підприємства. На підставі цієї інформації можна розробляти стратегію для підвищення рівня пожежної безпеки з урахуванням пріоритетних вразливостей та загроз, використовуючи сильні сторони підприємства.

Оскільки виконаний SWOT-аналіз показує лише поточний стан справ, то його потрібно проводити регулярно, враховуючи в опитуваннях експертів зміни чинників та елементів матриць. Такий аналіз доцільно виконувати для внутрішнього аудиту пожежної безпеки підприємств.

Список літератури:

1. Кодекс цивільного захисту України.
2. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. – Чинний від 2020-01-01. – Вид. офіц. Київ, ДП “УкрНДНЦ”, 2020. – 87 с.
3. Кузик А. Д., Ємельяненко С. О. Ризик як характеристика стану пожежної безпеки. *Пожежна безпека*. Львів, 2011. № 18. С. 101 – 106.
4. Бегун В. В., Потєтєєв С. Ю. Нова методика оцінки пожежного ризику. *Математичні машини і системи*. 2020. № 4. С. 125 – 135. http://www.immsp.kiev.ua/publications/articles/2020/2020_4/Begun_04_20.pdf
5. ДСТУ ІЕС/ ISO 31010:2013. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику.

– Чинний від 2014-07-01. – Вид. офіц. Київ, Мінекономрозвитку України, 2015. – 73 с.

6. Дзюба Л. Ф., Меньшикова О. В., Кусій М. І. Надійність технічних систем і техногенний ризик: навч. посіб. Львів, 2018. 145 с.

7. Akinyemi I., Schatz D., Bashroush R. SWOT - analysis of information security management system ISO 27001. University of East London, Docklands Campus, 4-6 University Way, London E16 2RD.

<https://repository.uel.ac.uk/download/272142c9401b8a3f54f1e76ab8bd10e2bb2eb9335ededa1442df3c36e5cf015f/753064/SWOT%20analysis%20of%20information%20security%20management.pdf>

8. Вознюк Є. В. SWOT-аналіз стану інформаційної безпеки України. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2021. Т. 22, № 30. С. 116 – 124.

<http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/36755>

9. Іващенко М. В., Бикова Т. Б. SWOT-аналіз процесу впровадження змішаного навчання в закладах вищої освіти. *Open educational e-environment of modern University*. 2018. № 5. С. 107 – 115.

http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeemu_2018_5_14

10. Shevchenko H., Shevchenko S., Zhdanova Y., Spasiteleva S. and Negodenko O. Information Security Risk Analysis SWOT. *Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems*. 2021. Kyiv, Ukraine. P. 309 – 317.

<http://ceur-ws.org/Vol-2923/paper34.pdf>

11. Дзюба Л. Ф., Чмир О. Ю. Оцінювання ризиків інформаційної безпеки з використанням методів математичної статистики. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Збірник наукових праць*. Львів, 2022. № 26. С. 47 – 54.

<https://doi.org/10.32447/20784643.26.2022.06>

12. Перфілова О.С. Проблеми та особливості впровадження SWOT-аналізу в практику стратегічного управління вітчизняних підприємств [Електронний ресурс]. 2008. С. 77 – 84.

http://vlp.com.ua/files/13_27.pdf

13. Бурячок В. Л., Толубко В. Б., Хорошко В. О., Толюпа С. В. Інформаційна та кібербезпека: соціотехнічний аспект: підручник, за заг. ред. д-ра техн. наук, професора В. Б. Толубка. Київ: ДУТ. 2015. 288 с.

https://duikt.edu.ua/uploads/p_303_79299367.pdf

References:

1. Kodeks tsyvilnoho zakhystu Ukrainy.[Code of Civil Protection of Ukraine].

2. DSTU 8828:2019 Pozhezhna bezpeka. Zahalni polozhennia. [Fire Security. Terms]. – Chynnyi vid 2020-01-01. – Vyd. ofits. Kyiv, DP “UkrNDNTs”, 2020. – 87 s.

3. Kuzyk A. D., Yemelienenko S. O. Ryzyk yak kharakterystyka stanu pozhezhnoi bezpeky. [Risk as a characteristic of the state of fire safety]. *Pozhezhna bezpeka*. Lviv, 2011. № 18. S. 101 – 106.

4. Biehun V. V., Potietiuiev S. Yu. Nova metodyka otsinky pozhezhnogo ryzyku. [A new method of fire risk assessment]. *Matematychni mashyny i systemy*. 2020. № 4. S. 125 – 135.

http://www.immsp.kiev.ua/publications/articles/2020/2020_4/Begun_04_20.pdf

5. DSTU IES/ ISO 31010:2013. Keruvannia ryzykom. Metody zahalnoho otsiniuvannia ryzyku. [Risk management. Methods of general risk assessment]. – Chynnyi vid 2014-07-01. – Vyd. ofits. Kyiv, Minekonomrozvytku Ukrainy 2015. – 73 s.

6. Dziuba L. F., Menshykova O. V., Kusii M. I. Nadiinist tekhnichnykh system i tekhnohennyi ryzyk. [Reliability of technical systems and man-made risk]: navch. posib. Lviv, 2018. 145 s.

7. Akinyemi I., Schatz D., Bashroush R. SWOT - analysis of information security management system ISO 27001. University of East London, Docklands Campus, 4-6 University Way, London E16 2RD.

<https://repository.uel.ac.uk/download/272142c9401b8a3f54f1e76ab8bd10e2bb2eb9335ededa1442df3c36e5cf015f/753064/SWOT%20analysis%20of%20information%20security%20management.pdf>

8. Vozniuk Ye. V. SWOT - analiz stanu informatsiinoi bezpeky Ukrainy. [Swot-analysis of the State of Ukraine’s Information Security]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova*. 2021. Т. 22, № 30. С. 116 – 124.

<http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/36755>

9. Ivashchenko M. V., Bykova T. B. SWOT-analiz protsesu vprovadzhenia zmishanoho navchannia v zakladakh vyshchoi osvity. [SWOT-analysis of the implementation of blended learning in institutions of higher education]. *Open educational e-environment of modern University*. 2018. № 5. С. 107 – 115.

http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeemu_2018_5_14

10. Shevchenko H., Shevchenko S., Zhdanova Y., Spasiteleva S. and Negodenko O. Information Security Risk Analysis SWOT. *Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems*, January 28, 2021. Kyiv, Ukraine. P. 309 – 317.

<http://ceur-ws.org/Vol-2923/paper34.pdf>

11. Dziuba L. F., Chmyr O. Yu. Otsiniuvannia ryzykiv informatsiinoi bezpeky z vykorystanniam metodiv matematychnoi statystyky.[Assessment of information security risks using methods of mathematical statistics]. *Visnyk Lvivskoho derzhavnoho universytetu bezpeky*

zhyttiediialnosti. Zbirnyk naukovykh prats. Lviv, 2022. № 26. S. 47 – 54.

<https://doi.org/10.32447/20784643.26.2022.06>

12. Perfilova O. Ye. Problemy ta osoblyvosti vprovadzhennia SWOT-analizu v praktyku stratehichnoho upravlinnia vitchyznianskykh pidpriemstv. [Problems and features of the implementation of SWOT analysis in the practice of strategic management of domestic enterprises]. [Elektronnyi resurs]. 2008. S. 77 – 84.

http://vlp.com.ua/files/13_27.pdf

13. Buriachok V. L., Tolubko V. B., Khoroshko V. O., Toliupa S. V. Informatsiina ta kiberbezpeka: sotsiotekhnichniy aspekt [Information and cyber security: socio-technical aspect]: pidruchnyk, za zah. red. d-ra tekhn. nauk, profesora V. B. Tolubka. Kyiv: DUT. 2015. 288 s.

https://duikt.edu.ua/uploads/p_303_79299367.pdf

© Л. Ф. Дзюба, О. Ю. Чмир, О. Ю. Пазен,
М. І. Кусій, 2024.

Науково-методична стаття.

Надійшла до редакції 15.03.2024.

Прийнято до публікації 12.06.2024.