

**Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

**Національний науковий центр «Інститут метрології»  
м. Харків**

**Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»**

**Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-  
конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених**

**«Метрологічні аспекти прийняття рішень  
в умовах роботи на техногенно небезпечних  
об'єктах»**

**Згідно з планом проведення міжнародних, всеукраїнських науково-  
практичних та науково-методичних конференцій і семінарів на базі  
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету у  
2023 році (Лист ІМЗО від «10» січня 2023 року № 21/08-9)**

**2 листопада 2023 р.  
м. Харків, Україна**

## Організаційний комітет конференції

- Богомолів Віктор Олександрович - голова організаційного комітету,  
ректор ХНАДУ (м. Харків), професор
- Дмитрієв Ілля Андрійович - заступник ректора з наукової роботи  
ХНАДУ (м. Харків), професор
- Єфименко Олександр  
Володимирович - декан механічного факультету  
ХНАДУ (м. Харків), професор
- Богатов Олег Ігоревич - відповідальний секретар  
конференції, завідувач кафедри  
метрології та безпеки  
життєдіяльності ХНАДУ (м. Харків),  
доцент

## ЗМІСТ

	Стор.
<b>Секція 1 Вимірювальні інформаційні технології на техногенно небезпечних об'єктах</b>	
Альошін А. О., Діденко Н. В. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРІЇ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ	8
Анненко А. В., Буц Ю. В. ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ	12
Гмиря Д. П. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ НАВІГАЦІЇ АВТОНОМНИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ	16
Коломієць Я. Р., Діденко Н. В. ОГЛЯД ПОНЯТТЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В АВТОМОБІЛЯХ	18
Крайнюк М. Ю., Полярус О. В. ГЛИБОКЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИМІРЮВАНЬ: ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У РІШЕННІ РЕАЛЬНИХ ЗАДАЧ	21
Кузнецова Г. Д. ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕЛІ УСУНЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ	25
Павленко О. К. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИМІРЮВАННЯ СТРИБКІВ ПАРАМЕТРІВ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ ТРАДИЦІЙНИМИ МЕТОДАМИ	27
Талків Д. Р., Діденко Н. В. ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ТРАНСПОРТІ	30
Хоменко Ю. С. МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ «СТАРІННЯ» ДАТЧИКІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ	33
Храмцов І. О., Медведовська Я. С. ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ NARMAX ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ	34
<b>Секція 2 Пристрої і методи вимірювання та контролю параметрів потенціально небезпечних процесів. Метрологічне забезпечення безпеки життєдіяльності</b>	
Artemenko A. M., Tychkov V. V., Trembovetska R. V., Halchenko V. Y. IMPROVING THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR RUBBER HEAT TREATMENT	38
Гусєва А. О. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЧАС-ЧАСТОТНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВПЛИВОВИХ ФАКТОРІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ	41

Кондратенко І. О., Петрукович Д. Є. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ КООРДИНАТ ГОЛОВКИ МЕХАНІЗМУ ПРОКОЛУ ҐРУНТУ	44
Кравцов М. М., Ткаченко О. В. МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ РОБОТИ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ	47
Крайнюк М. Ю., Коваль А. О. ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИГНАЛІВ У МЕТРОЛОГІЇ: ВДОСКОНАЛЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ	51
Кравцов М. М., Куроп'ятник М. С. КОМФОРТНИЙ МІКРОКЛІМАТ ПІДПРИЄМСТВА – ЗАЛОГ НАДІЙНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	55
Matsak B., Halchenko V.Y., Tychkov V.V., Trembovetska R.V. IMPROVING DIGITAL IMAGE PROCESSING FOR COLOR CAPILLARY FLAW DETECTION	59
Міщенко Б. С., Петрукович Д. Є. ВИКОРИСТАННЯ ЧАСТОТНИХ МЕТОДІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ РОБОТИ ДВИГУНА ДОРОЖНЬОЇ МАШИНИ	61
Подригало В. Ф. МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МЕТРОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	64
Titarenko O. S., Tychkov V. V., Trembovetska R. V., Halchenko V. Y. IMPROVEMENT OF VOLTAMMETRIC DETERMINATION OF GLUCOSE CONCENTRATION	67
Тичкова Н. Б., Тичков В. В., Трембовецька Р. В., Гальченко В. Я. ВИМІРЮВАННЯ ПРОФІВЛІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОВІДНОСТІ ТА МАГНІТНОЇ ПРОНИКНОСТІ ВИХРОСТРУМОВИМИ ПЕРЕТВОПРЮВАЧАМИ ІЗ ВРАХУВАННЯМ АПРІОРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО БАГАТОЧАСТОТНИХ РЕЖИМІВ	70
<b>Секція 3 Проблемні питання прийняття рішень</b>	
Бондарев О. О., Ільге І. Г. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВИБОРУ ТРАКТОРА ДЛЯ УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В УМОВАХ РОБОТИ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ	78
Грабовський Д. В., Ус М. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОХИБОК КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ФРЕЙМІВ ДАНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА ДОСТОВІРНІСТЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ	82
Коваль Д. О. РИЗИКИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ПРИЙНЯТТЯМ СТАТИСТИЧНИХ РІШЕНЬ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИМІРЮВАНЬ	85
Крайнюк М. Ю., Коваль О. А. СМАРТ БЕЗПЕКА: ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ДАТЧИКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ	91

Плетенко А. В., Медведовська Я. С. ВАЖЛИВІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ ДЛЯ СУЧАСНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ	95
Чаплинський О. А. РИЗИКИ ХИБНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ПОКАЗАНЬ ДЕКАДНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	98
Юнашев Д. С., Ільге І. Г. ВИБІР МАЛОТОННАЖНОЇ ВАНТАЖІВКИ ДЛЯ РОБОТИ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ	102
<b>Секція 4 Ліквідація наслідків аварій на техногенно небезпечних об'єктах</b>	
Беляєва В. А., Крайнюк О. В. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОСФЕРНОЇ БЕЗПЕКИ	108
Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Машихіна П. Б., Калашников А. В. ОЦІНЮВАННЯ ЗОН ЗАБРУДНЕННЯ ПРИ ЕМІСІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН НА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТАХ	110
Біляєва В. В., Берлов О. В., Козачина В. А., Луг Н. С., Самосієнко Я. Б. ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ У ВИПАДКУ ЕКСТРЕМАЛЬНОЇ СИТУАЦІЇ НА АЕС	113
Бородич П. Ю., Грицай В. В. ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УСТАНОВКИ ТРИНОГИ НА КОЛОДЯЗЬ ТА СПУСКОМ В НЬОГО ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНОМУ ОБ'ЄКТІ	115
Кононович В. Г., Бородич П. Ю., Пехов Д. О. ІМІТАЦІЙНЕ БАГАТОФАКТОРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЙ ПО РЯТУВАННЮ ПОТЕРПІЛОГО ІЗ БУДІВЕЛЬ ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНОГО ОБ'ЄКТА	117
Пономаренко Р. В., Бородич П. Ю., Долгополов Р. І. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВСТАНОВЛЕННЯ БАНДАЖІВ НА ЄМНОСТІ ПІСЛЯ РАКЕТНОГО ОБСТРІЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПНЕВМОІНСТРУМЕНТУ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ	120
Воробйов О. Г., Табуненко В. О. ОБ'ЄКТИ ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ	123
Кіссельман Є. М., Данова К. В. ЛІКВІДАЦІЯ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ	128
Кравцов М. М., Іщенко Н. А. НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ВНАСЛІДОК АВАРІЙ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ	131
Коваленко С. А., Пономаренко Р. В., Кононович В. Г. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОД РІЧКИ ДЕСНА НА ЯКІСТЬ ВОДИ РІЧКИ СУЛА З УРАХУВАННЯМ НАЯВНОСТІ ҐРУНТОВИХ ВОД	133

Колокольніков В. О., Мезенцев С. О., Черепньов І. А., Вамболь С. О. ВПЛИВ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ З НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ НА ЙМОВІРНІСТЬ ВИЖИВАННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ	135
Коньова К. А., Буц Ю. В. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ	138
Крайнюк М. Ю., Богатов О. І. СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТРОЛОГІЧНА НАДІЙНІСТЬ: СУЧАСНИЙ ВПЛИВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	142
Коваленко Є. Е., Малишева В. В. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННІ ТА РЕАГУВАННІ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ	146
Мезенцева І. О., Кузьменко О. О., Дерев'яно О. Є., Мартиненко О. Г. ОСОБЛИВОСТІ ГОСТРИХ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ СЕРЕД ПРАЦІВНИКІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ ЗА ОСТАННІ РОКИ	149
Mitiuk L. O., Ryabinina S.S., Kalinchuk V. V. PROBLEMS OF DEMINING DEOCCUPIED TERRITORIES	153
Могильна А. С., Савченко О. В. ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ БПЛА У ДСНС ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НС	158
Попко С. О., Співак М. О., Черепньов І. А., Вамболь С. О. ВПЛИВ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	160
Рудаков С. В., Рудаков І. С. МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОНИТОРИНГУ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	164
Сальник О. В., Табуненко В. О. ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНІ ОБ'ЄКТИ ТА НАСЛІДКИ ВІЙНИ	169
Кравцов М. М., Сальнікова С. А. НЕБЕЗПЕКА ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ У ГУРТОЖИТКУ	173
Стефановський А. О., Савченко О. В. ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ	176
Хабоша С. М., Табуненко В. О. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ	179
Хорін В. В., Крайнюк О. В. ЗАСТОСУВАННЯ ДАТЧИКІВ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОНИТОРИНГУ СТАНУ ДОРІГ	183

# **Секція 1**

## **Вимірювальні інформаційні технології на техногенно небезпечних об'єктах**

*Альохін А. О., студент*

*Діденко Н. В., доцент, к.т.н.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРІЇ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ**

Визначення складу вимірювального каналу (ВК) залежить від пронормованих значень похибки ВК та цільової невизначеності вимірювань відповідного параметру, за якою розраховується можлива максимальна допустима похибка ВК.

За значенням максимально допустимої похибки ВК визначаються вимоги до його компонентів. До цих компонентів відносяться технічні засоби, які реалізують функції вимірювань, а саме датчики, вимірювальні перетворювачі, аналогово-цифрові перетворювачі, програмно-технічний комплекс.

На першому етапі на підставі наведеного значення похибки ВК розраховуємо орієнтовне значення похибки компонентів, для цього поділяємо максимальне допустиме значення похибки ВК на заплановану кількість компонентів.

На другому етапі проводимо аналіз відповідності орієнтовного значення похибки компонентів та дійсного значення компоненту, який може бути застосований у цьому ВК цієї вимірювальної системи.

Якщо дійсна похибка компоненту перевищує орієнтовне значення, використовуємо це можливе значення, перераховуємо орієнтовні значення для інших компонентів та продовжуємо підбір компонентів ВК.

Після проведеного підбору всіх компонентів ВК необхідно провести перевірку – попередній розрахунок сумарної похибки ВК розрахунковим методом.



Вимоги до метрологічних характеристик (МХ) ВК можуть бути встановлені у технічному завданні (ТЗ) на розробку системи, експлуатаційних та нормативних документів, що поширюються на систему. Такі значення МХ є нормованими МХ для цього ВК.

Так як інтелектуальна вимірвальна інформаційна система вимірювання геометрії кузова автомобіля призначена для вимірювання довжини з достатньо високою точністю, то важливо на першому етапі вибрати датчик відстані відповідно до призначення цієї системи.

Датчик відстані - це пристрій, який використовується для вимірювання довжини, висоти та ширини об'єкта. Для зручності датчик вбудовують у корпус, програмують його та надають компактного вигляду.

На ринку можна знайти кілька основних видів датчиків відстані, найпопулярнішими вважаються:

- інфрачервоний датчик, який працює на основі інфрачервоного променя, є високоточним обладнанням та має широку сферу застосування. Лазерний датчик відстані працює таким чином: прилад посилає сигнал у вигляді лазерного променя, який відображається від перешкоди, що стоїть перед ним, і повертається назад у фотоелемент. На основі того, з якою швидкістю повернувся сигнал, мікроконтролер обчислює відстань до перешкоди. Залежно від якості датчика він може вимірювати дальність до декількох сотень метрів;

- ультразвуковий датчик, який використовується в основному для конструювання автоматичних систем розумного будинку, тому що має значну похибку для точних вимірювань. Ультразвуковий датчик відстані переважно використовується для виявлення об'єктів і вимірювання відстані до них. Принцип роботи пристрою такий: пристрій випромінює звукові коливання певної частоти, при зустрічі з твердою поверхнею випущені звукові хвилі повертаються назад у датчик. Після цього мікроконтролер вираховує відстань до об'єкта за певною формулою. Відстань, на якій

виявляються об'єкти, доходите до 8 метрів, але з кожним метром знижується точність вимірювань. Також важливо, щоб вимірюваний об'єкт мав гладку поверхню. Ультразвуковий датчик недоцільно використовувати в інтелектуальних вимірювальних інформаційних системах вимірювання геометрії кузова автомобіля через їхню недостатню точність;

- лазерний датчик, який працює на основі застосування променя лазера. Для інтелектуальних ВІС застосовуються такі лазерні датчики, які забезпечують вимірювання з похибкою від 1 мм до 3 мм при роздільній здатності від 0,01 мм до 0,1 мм.

В залежності від типу та інтенсивності випромінювання променя лазерні датчики можуть мати діапазон від 50 см до 300 м. Існують також потужніші лазерні датчики, які можуть вимірювати відстані до тисяч метрів.

Інфрачервоні датчики відстані також є різновидом оптичних датчиків відстані. Різниця між лазерними датчиками відстані та інфрачервоними датчиками полягає в тому, що в лазерному датчику використовується метод прольоту часу або метод триангуляції, в той час як інфрачервоний датчик використовує інтенсивність відбитого світла.

Подібно до інших оптичних датчиків, інфрачервоні датчики також мають елемент випромінювання світла (ІЧ-світлодіод) і приймальний елемент (інфрачервоний фотодіод) на датчику.

Випромінювач безперервно випромінює інфрачервоний промінь на об'єкт. Залежно від поверхні об'єкта він повністю або частково відбиває ІЧ-промінь.

Потім ІЧ-приймач вимірює інтенсивність відбитого променя та пропорційно змінює його опір. Цей вихідний сигнал датчика являє собою опір, перетворений на сигнал напруги / струму.

На інфрачервоні датчики відстані впливають будь-які джерела інфрачервоного випромінювання, такі як лампочки або навіть сонячне світло.

Випромінювач безперервно випромінює інфрачервоний промінь на

об'єкт. Залежно від поверхні об'єкта він повністю або частково відбиває ІЧ-промінь.

Однак через низьку вартість реалізації ІЧ-датчики відстані широко використовуються як датчики наближення і для невеликих приблизних вимірювань відстані, де точність не є великою проблемою.

Лазерні датчики відстані являють собою оптичні пристрої вимірювання відстані. Вони можуть виміряти відстань до заданого об'єкта за допомогою лазерного променя. Лазерні датчики можуть працювати як датчики наближення для виявлення об'єктів у певному діапазоні, що надає можливість під час ремонту кузова контролювати результат дій під час ремонту.

На ринку з'явилися високоточні лазерні датчики, які мають відносну похибку 0,06 % . Така їх точність та час відгуку 0,8 мс роблять їх ідеальними для високоточних вимірювальних завдань, таких як перевірка розмірів та допусків.

Датчики поставляються зі стандартними опціями, такими як аналоговий та регульований гістерезисний цифровий двотактний перемикаючий вихід, ширший діапазон робочої напруги (від 15 В до 28 В постійного струму) та захист від зворотної полярності, а також ступінь захисту від проникнення (IP).

Крім цифрових та аналогових виходів деякі моделі також підтримують стандартні протоколи цифрового зв'язку, такі як Profinet (клас В), Modbus TCP, OPC UA, потокова передача UDP через інтерфейс TCP / IP.

Таким чином, в інтелектуальних вимірювальних інформаційних системах вимірювання геометрії кузова автомобіля найбільш доцільно застосовувати лазерні датчики відстані, як безконтактні оптичні датчики для вимірювання відстаней із точністю до міліметра. Завдяки постійній швидкості лазерного променя лазерні датчики забезпечують надзвичайно точні та достовірні результати вимірювань.

Вихідний сигнал датчика подається у цифровій формі до мікроконтролера. У разі, якщо вихідний сигнал датчика подається в аналоговій формі, то між датчиком та мікроконтролером розташовується аналогово-цифровий перетворювач.

Застосоване програмне забезпечення розробляється відповідно до функцій інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи вимірювання геометрії кузова автомобіля з урахуванням технічного завдання на цю систему.

*Анненко А. В., студентка групи ЕА-21-22*

*Науковий керівник: Буц Ю. В., професор кафедри МБЖД, д.т.н.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ**

В умовах сучасного світу, де інформація відіграє ключову роль в ділових процесах та конкуренто спроможності підприємств, захист інформації стає надзвичайно важливою задачею для будь-якої організації. Особливо важливим є впровадження сучасних технологій інформаційної безпеки на виробництві, де обробка даних, моніторинг технологічних процесів та збереження конфіденційної інформації відіграють ключову роль. У представлених дослідженнях ми наведемо важливі аспекти впровадження інформаційної безпеки на виробництві та її вплив на результативність підприємства.

Мета інформаційної безпеки – забезпечити безперервність бізнесу і захистити інформаційні дані та інфраструктуру від випадкового або навмисного втручання, що може стати причиною втрати даних або їх несанкціонованої зміни.

Впровадження сучасних технологій інформаційної безпеки на виробництві має низку вагомих переваг:

– **Захист конфіденційної інформації:** Інформація про технологічні процеси, розробки, та клієнтську базу є найціннішим активом для багатьох виробничих підприємств. Захист цієї інформації від несанкціонованого доступу дуже важливий.

– **Забезпечення неперервності виробництва:** Впровадження систем резервного копіювання та відновлення дозволяє підприємствам запобігти втратам виробничого процесу в разі аварій.

– **Відповідність законодавству:** Багато країн мають суворі законодавчі вимоги стосовно інформаційної безпеки, і невиконання цих вимог може призвести до санкцій та штрафів.

Загрози інформаційній безпеці включають в себе різноманітні фактори, які можуть призвести до порушення конфіденційності, цілісності та доступності інформації. Ось деякі загрози інформаційній безпеці:

1. **Кібератаки:** «Віруси», «черви», «троянські коні» – програми, які можуть пошкодити або вкрасти дані.

• **DDoS-атаки:** Спроби переповнити мережу або сервер запитами для заборони доступу до ресурсу.

• **Фішинг:** Шахрайські атаки, які спробують отримати конфіденційну інформацію через підробку ідентичності. Соціальна інженерія:

• Маніпуляція людьми з метою отримання конфіденційної інформації.

2. **Внутрішні загрози:**

• Недбалість або недбале оброблення даних співробітниками.

• Ворожа діяльність співробітників, які навмисно наносять шкоду інформаційній безпеці підприємства.

3. **Втрати даних:**

• Фізичні ризики, такі як пожежі, повені або інші стихійні лиха, які можуть призвести до втрати даних.

- Технічні помилки або неполадки обладнання та програмного забезпечення.

#### 4. **Викрадення чи втрата пристроїв:**

- Втрата лаптопів, смартфонів або інших пристроїв, які містять конфіденційну інформацію.

- Можливість віддаленого видалення або злому даних на втрачених пристроях.

#### 5. **Відмова від обслуговування:**

- Атаки, які можуть призвести до відмови в обслуговуванні системи або мережі.

#### 6. **Виток інформації:**

- Несанкціоноване розголошення чутливої інформації, таке як витoki даних або протікання комерційних таємниць.

#### 7. **Законодавчі та регуляторні вимоги:**

- Невиконання вимог законодавства щодо інформаційної безпеки може призвести до санкцій та штрафів.

Загрози інформаційній безпеці постійно зростають і розвиваються разом із розвитком технологій, тому важливо вживати заходів для їх виявлення, запобігання та ліквідації, а також для забезпечення захисту важливої інформації та даних.

Для досягнення ефективної інформаційної безпеки на виробництві потрібно розглянути кілька ключових кроків та стратегій:

#### ➤ **Оцінка ризиків:**

Перший крок – це провести оцінку ризиків для визначення потенційних загроз інформаційній безпеці на виробництві. Важливо визначити, які дані та процеси є найбільш вразливими, і врахувати можливі наслідки випадків порушення інформаційної безпеки.

#### ➤ **Розробка стратегії інформаційної безпеки:**

На основі результатів оцінки ризиків розробіть стратегію інформаційної безпеки, яка включає в себе визначення цілей, політик та процедур для забезпечення інформаційної безпеки на виробництві.

➤ ***Впровадження технологічних рішень:***

Використовуйте сучасні технології та програмне забезпечення для захисту мереж, систем та даних. Це може включати в себе системи виявлення та запобігання кібератак, шифрування даних, системи резервного копіювання та відновлення, антивірусне програмне забезпечення та інші інструменти.

➤ ***Навчання персоналу:***

Забезпечте навчання та постійне підвищення кваліфікації персоналу з питань інформаційної безпеки. Співробітники повинні бути обізнані з процедурами безпеки та знати, як виявляти та реагувати на потенційні загрози.

➤ ***Встановлення політик і стандартів:***

Розробіть і встановіть політики та стандарти інформаційної безпеки для всіх працівників та систем. Ці політики повинні включати в себе правила щодо паролів, обміну даними, фізичної безпеки та інші аспекти інформаційної безпеки.

➤ ***Моніторинг та аудит інформаційної безпеки:***

Постійно відслідковуйте та аудитуйте системи та процедури інформаційної безпеки для виявлення потенційних загроз та вразливостей. Вчасно реагуйте на виявлені проблеми.

➤ ***Планування кризових ситуацій:***

Розробіть плани кризових ситуацій та вправи для реагування на інциденти інформаційної безпеки. Це допоможе зменшити можливість серйозних наслідків у разі порушення безпеки.

➤ ***Співпраця з експертами та сторонніми постачальниками:***

Залучайте експертів та сторонніх постачальників інформаційної безпеки для отримання порад та ресурсів для забезпечення ефективної інформаційної безпеки.

Забезпечення ефективної інформаційної безпеки на виробництві вимагає систематичного та комплексного підходу, а також постійного оновлення та вдосконалення стратегій та заходів інформаційної безпеки, оскільки загрози постійно змінюються та розвиваються.

Список використаних джерел:

1. <https://iitd.com.ua/news/shho-take-informacijna-bezpeka-pidpriiemstva-ta-jaki-osnovni-zasadi-zahistu-danih-isnujut/>
2. <https://www.microsoft.com/uk-ua/security/business/security-101/what-is-information-security-infosec>

*Гмиря Д. П., студентка групи ММ-61-22*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ НАВІГАЦІЇ АВТОНОМНИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ**

Війни, землетруси, техногенні катастрофи та інші надзвичайні ситуації викликали необхідність широкого застосування повітряних та наземних роботів для виконання багатьох небезпечних завдань. Вплив спеціально організованих та ненавмисних завад, а також умови рятувальних та інших робіт часто відсікають апаратуру роботів від систем GPS. Тоді перевага віддається автономним мобільним роботам (АМР), які здатні самостійно вирішувати навігаційні завдання на незнайомій місцевості, причому незнайомою може стати будь-яка добре відома територія після військових дій, пожеж, аварій або впливу аномальних природних факторів. Створені раніше цифрові карти місцевості в таких умовах можуть стати недостовірними, а створення нових карт потребує багато часу і іноді є недоцільним, бо обстановка на місцевості може змінюватись. Отже, АМР



повинен самостійно за короткий час зорієнтуватись на місцевості, що змушує знайти будь-які особливості на місцевості, до яких можна “прив’язатись”. Найкращим варіантом є знаходження деякого нерухомого стійкого наземного орієнтиру або орієнтирів, відносно яких можна відраховувати координати положення робота на місцевості. Все це означає, що АМР повинен створити локальну систему координат, в якій він буде виконувати поставлене завдання. Розміри наземного орієнтиру, з одного боку, мають бути великими, щоб його можна було легко виявити, а, з іншого боку, малими по горизонтальній координаті, щоб зменшити систематичні похибки визначення дальності до орієнтиру. В найбільшій мірі цим вимогам задовольняє циліндричний об’єкт малого радіусу, до якого з деяким наближенням можна віднести металевий чи дерев’яний стовп, стовбур високого дерева, вертикальну трубу індустріального характеру тощо. Не можна нехтувати також зосередженими у просторі іншими орієнтирами, наприклад, будівлями, дорожньою інфраструктурою або елементами природного ландшафту. Вони є непридатними для “прив’язки” в локальній системі координат, але інформація про їх форму, що вноситься в пам’ять комп’ютера АМР, може допомогти роботу орієнтуватись на складному маршруті. На таких маршрутах робот може втрачати з поля свого зору попередній орієнтир і тому необхідно завчасно переключатись на інший орієнтир і коректувати локальну систему координат.

Для визначення ймовірності правильної класифікації орієнтирів необхідно виявити бажані об’єкти з допомогою бортової апаратури АМР, яка може включати активні та пасивні засоби. Активні засоби містять системи, що випромінюють електромагнітні або ультразвукові хвилі. Комплексне їх використання робить ці засоби всепогодними і незалежними від часу доби. Основним їх недоліком є створення ними ненавмисних завад, тобто розсіяного багатьма нерухомими елементами місцевості вторинного випромінювання, що надходить на вхід приймача. Як наслідок, виявлення

можливих орієнтирів, що розміщені на фоні лісу, кущів, будівель тощо стає неможливим. Пасивні засоби виявлення, наприклад, відео камери здатні забезпечити автоматичне виявлення наземних орієнтирів, які відрізняються від фону кольором, але вони не спроможні виконувати поставлені завдання в нічний час, хоча частково подібні проблеми можуть вирішуватись приладами нічного бачення. В доповіді навігаційні проблеми розв'язуються з використанням відео камер, але разом з ними для визначення дальності до об'єктів в багатьох випадках бажано застосовувати активні засоби.

Складні умови роботи систем автономної навігації, що описані раніше, а також обмежена точність вимірювання контурів зображень, які можна віднести до наземних орієнтирів, передбачають використання інтелектуальних вимірювальних технологій, що включають як відеокамери, так і випромінюючі системи. Настав час для використання систем штучного інтелекту в навігаційних системах АМР. Необхідною умовою є створення прийнятної бази даних з залученням результатів вимірювань характеристик орієнтирів на різних місцевостях.

*Коломієць Я. Р., студент магістратури*

*Діденко Н. В., доцент, к.т.н.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ОГЛЯД ПОНЯТТЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В АВТОМОБІЛЯХ**

Для контролю працездатності та стану агрегатів та самого автомобіля загалом, а також забезпечення водія інформацією про режим руху служить інтелектуальна вимірювальна інформаційна система автомобіля. В сучасних автомобілях такі системи мають різний склад та надають різну інформацію за

результатами контролю та вимірювання конкретних параметрів. Взагалі до її складу входять: приладова панель, на якій розміщені вказівні та сигналізуючі прилади, маршрутний комп'ютер, бортова система контролю та численні датчики.

Відмінними рисами такої системи є:

- одночасне вимірювання багатьох параметрів об'єкта (тобто багатоканальність) та передача вимірювальної інформації в єдиний центр;
- подання одержаних даних (у тому числі їх уніфікація) у вигляді, найбільш зручному для подальшої обробки одержувачем. При цьому серед них є не тільки результати вимірювань, а і якісні вимірювання які надаються у вигляді неоцифрованих шкал.

При цьому головне для одержувача інформації є її достатня точність.

Термін «точність» широко використовується у науковій та технічній літературі, однак, визначення цього терміну значно відрізняється в залежності від того, для яких саме функцій технічного пристрою вона відноситься. Значення слова «точність» застосовується у дуже різних значеннях. Наприклад, може бути точність стрілянини, точність формулювання, смислова точність, ступінь точної відповідності чомусь, обчислення з наближеною точністю, позначення виконання без жодних відхилень - наказ був виконаний точно.

За результатами розгляду науково-технічних джерел щодо інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем автомобіля можна визначити наявність двох видів одержаної інформації: кількісна та якісна. Кількісна інформація надає конкретне чисельне значення у відповідній одиниці вимірювання. Якісна інформація подається у вигляді деякої частини неоцифрованої шкали, що не надає можливості встановити конкретне чисельне значення, або вмикається звуковий/візуальний сигнал. На підставі цього можна поділити канали інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем автомобіля на вимірювальні та індикаційні.

В міжнародній практиці поняття «точність» за своїм визначенням також поділяється в залежності від виду інформації, що надається. Така класифікація залежить від призначення засобу. Якщо це засіб вимірювальної техніки (вимірювальний канал), то точність є метрологічною характеристикою. У разі засобу автоматизації точність є точнісна характеристика.

З поняттям визначення точності пов'язані такі метрологічні властивості виробів як перевірка суттєвості систематичної та випадкової складових похибки, варіації, дрейфу, кореляції відліків, нормальності закону розподілу. Деякі технічні характеристики виробів, що відносяться до точнісних характеристик, потребують їх контролю або оцінювання знаходження у встановленому допуску.

При цьому важливим є:

- вибір методики оцінки (контролю) метрологічних та точнісних характеристик виробів (тимчасового інтервалу між відліками вихідного сигналу, послідовності операцій подачі еталонних сигналів, обсягу вибірки);
- вибір алгоритму обробки інформації, що відповідає заданій (встановленій) сукупності метрологічних (точнісних) властивостей виробів при оцінці (контролі) їх метрологічних або точнісних характеристик;
- безпосередня оцінка (контроль) конкретних метрологічних (точнісних) характеристик виробів;
- оцінка показників точності та достовірності оцінки (контролю) метрологічних та точнісних характеристик виробів.

При розробці раціональної методики оцінки (контролю) метрологічних та точнісних характеристик виробів із заданими показниками точності та достовірності попередня інформація про їх метрологічні та технічні властивості повинна включати:

- перелік випробуваних точок у діапазоні вимірювань (перетворень);
- відомості про суттєвість випадкової складової похибки;

- дані про наявність варіації;
- відомості про суттєвість дрейфу;
- вид диференціального рівняння або аналітичний вираз повної динамічної характеристики для лінійних засобів вимірювання та автоматизації;
- допустимі інтервали лінеаризації динамічних властивостей виробів.

Обсяги вибірки для отримання попередньої інформації визначаються на практиці. Попередня інформація, необхідна для оцінки (контролю) типових метрологічних (точнісних) характеристик виробів із заданими для конкретної моделі автомобіля показниками точності та достовірності, повинна включати:

- значення математичного очікування та СКВ даної характеристики;
- обсяги вибірки за кожною типовою метрологічною (точнісною) характеристикою;
- перелік випробуваних точок у діапазоні вимірювань (перетворень), у яких оцінюють типові характеристики виробів.

*Крайнюк М. Ю., студент 5-го курсу*

*Науковий керівник: д.т.н., проф. Полярус О. В.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ГЛИБОКЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИМІРЮВАНЬ: ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У РІШЕННІ РЕАЛЬНИХ ЗАДАЧ**

У світі роль вимірювань і моніторингу неможливо переоцінити. Від кліматичних змін та медичної діагностики до мереж зв'язку та управління технологічними процесами, вимірювання відіграють ключову роль у зборі даних та забезпеченні поінформованих рішень. Однак з постійним збільшенням обсягів даних та складності завдань, пов'язаних з вимірами,

виникає потреба у більш ефективних та точних методах аналізу та обробки інформації.

У цьому контексті нейронні мережі, які є однією з основних складових глибокого навчання, набувають все більшого значення. Ці обчислювальні моделі вдихнули нове життя в область обробки даних та навчання машин, надаючи можливість вирішення складних завдань аналізу та прогнозування. Нейронні мережі стали інструментом вибору у багатьох галузях науки та промисловості, включаючи вимірювальні завдання.

Актуальність досліджень та практичного застосування нейронних мереж у вимірювальних задачах проявляється у кількох ключових аспектах:

1. Поліпшення точності та надійності вимірювань. Нейронні мережі дозволяють автоматизувати процеси обробки даних та аналізу вимірювань, що може призвести до більш точних та надійних результатів.

2. Виявлення аномалій та прогнозування. Глибоке навчання дозволяє виявляти аномалії та передбачати майбутні події, що важливо у завданнях моніторингу та управління.

3. Ефективне використання великих обсягів даних. Нейронні мережі здатні обробляти великі обсяги даних, що є актуальним для сфер, де накопичується маса інформації, таких як кліматологія, медицина та соціальні науки.

4. Інновації в управлінні системами. Застосування нейронних мереж у вимірювальних задачах сприяє розробці інтелектуальних систем управління та автоматизації.

Виходячи із зазначених факторів, дане дослідження проведе порівняльний аналіз різних видів навчання нейронних мереж у контексті вимірювальних завдань, щоб допомогти зрозуміти, які методи та практики можуть бути найбільш корисними та ефективними.

Порівняльний аналіз видів навчання нейронних мереж при вирішенні вимірювальних завдань залежить від конкретного контексту та типу даних, з

якими працює користувач. Наведемо кілька основних методів навчання нейронних мереж та їх застосування у вимірювальних задачах:

1. Наглядове навчання (Supervised Learning). Цей метод має на увазі наявність розмічених даних, де кожен вхід має відповідний вихід. У вимірювальних завданнях це може означати, що у ми маємо дані вимірювання та відповідні еталонні значення. Нейронні мережі можуть навчатися за допомогою цих даних для передбачення вимірюваних параметрів.

2. Навчання без вчителя (Unsupervised Learning). У цьому випадку нейронні мережі можуть бути використані для кластеризації даних або пошуку прихованих закономірностей. Наприклад, при аналізі сигналів або даних з датчиків нейронні мережі можуть виявляти особливості, які могли б бути непоміченими з використанням традиційних методів.

3. Підкріплене навчання (Reinforcement Learning). У задачах вимірювань та управління, таких як автоматичне регулювання, нейронні мережі можуть бути навчені за допомогою підкріпленого навчання. Мережа навчається взаємодіяти з навколишнім середовищем та приймати рішення, що максимізують певну цільову функцію.

4. Глибоке навчання для отримання ознак (Deep Learning Feature Extraction). Глибокі нейронні мережі можуть бути використані для отримання ознак з сирих даних. Це може бути корисним при аналізі вимірювань, щоб виділити важливі характеристики.

5. Автоенкодера (Autoencoders). Автоенкодера – це нейронні мережі, які можуть бути використані для зниження розмірності даних. Вони можуть допомогти отримати ключові ознаки з вимірювань.

6. Рекурентні нейронні мережі (RNN) та згорткові нейронні мережі (CNN). Ці архітектури можуть бути застосовані в задачах аналізу часових рядів та обробки зображень відповідно. У вимірювальних завданнях вони можуть використовуватися для обробки даних з тимчасовою залежністю або

зображення, отриманих від датчиків.

7. Трансформери (Transformers). Моделі, що базуються на архітектурі Transformer, можуть бути корисними при обробці послідовних даних, таких як текст, звукові сигнали та часові ряди. Вони також можуть використовуватись у вимірювальних задачах.

Порівняльний аналіз методів навчання залежить від конкретних вимог та характеристик задачі, включаючи доступність даних, обчислювальні ресурси та бажані метрики успіху. Оптимальний вибір методу навчання буде залежить від цих факторів, а також від досвіду та експертної думки щодо вимірювальних завдань.

Розглянемо кілька конкретних прикладів успішного застосування нейронних мереж у різних вимірювальних задачах. Кожен із прикладів дозволяє краще зрозуміти, які переваги та результати можуть бути досягнуті з використанням нейронних мереж (таблиця 1).

Однак варто відзначити, що успішне застосування нейронних мереж у вимірювальних задачах потребує глибокого розуміння як самих методів машинного навчання, так і конкретних вимог та особливостей задачі вимірювання. Вибір найкращого способу навчання та архітектури мережі залежить від конкретного контексту.

Зі зростанням доступності даних, обчислювальних потужностей та методологічного досвіду, нейронні мережі продовжуватимуть відігравати ключову роль у покращенні процесів вимірювань та моніторингу, що сприяє науковим та технічним досягненням у багатьох областях.

Слід наголосити на важливості адаптації методів і практик до конкретних завдань і підкреслити, що успішне застосування нейронних мереж у вимірювальних задачах потребує глибокого розуміння як методів машинного навчання, так і самих завдань вимірювань.

Вимірювальні завдання відіграють вирішальну роль у сучасному світі, і точність, надійність та ефективність процесів вимірювання мають критичне



значення у різних галузях, від кліматології та медицини до інженерії та інформаційних технологій.

Таблиця 1 – Приклади успішних застосувань нейронних мереж в різних областях

Приклад	Опис кейсу	Результати
Прогнозування кліматичних змін	Використання рекурентних нейронних мереж (RNN) для аналізу часових рядів кліматичних даних та прогнозування змін у кліматі	Поліпшення точності прогнозів та можливості виявлення трендів у кліматичних змінах
Виявлення аномалій у мережах зв'язку	Використання згорткових нейронних мереж (CNN) для аналізу даних мереж зв'язку та виявлення аномалій або атак на мережу	Збільшення безпеки мереж зв'язку та швидке виявлення аномальних ситуацій
Медична діагностика з використанням зображень	Застосування згорткових нейронних мереж для аналізу медичних зображень (наприклад, знімків МРТ) для автоматичної діагностики захворювань	Збільшення точності та швидкості діагностики, що сприяє ранньому початку лікування
Автоматичний аналіз текстових даних із соціальних мереж	Застосування алгоритмів обробки природної мови (NLP) для аналізу коментарів та повідомлень у соціальних мережах з метою визначення суспільної думки	Розуміння суспільних настроїв та реакцій на різні події та продукти

*Кузнецова Г. Д., студентка групи ММ-61-22*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕЛІ УСУНЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ**

Статистичний аналіз випадкових процесів присвячений методам обробки та використання даних (тобто функцій  $X(t)$  часу  $t$ , що визначаються

за допомогою деякого випробування і при різних випробуваннях можуть приймати різні значення). Дуже важливим, наприклад, для прийняття рішення за результатами вимірювання, є завдання виявлення сигналу на фоні шуму. З математичної точки зору воно зводиться до статистичної перевірки гіпотез: тут за спостереженими значеннями деякої функції потрібно вирішити, чи справедлива гіпотеза про те, що ця функція є реалізацією суми шуму  $N(t)$  і сигналу  $X(t)$ , що спостерігається, або ж справедлива гіпотеза про реалізацію лише шуму  $N(t)$ . У випадках, коли форма сигналу  $X(t)$  не є повністю відомою, завдання виявлення часто доповнюється завданням статистичної оцінки невідомих параметрів сигналу, що характерно для вимірювальних інформаційних систем. Статистичне оцінювання параметрів виникає і тоді, коли за даними спостережень за значеннями процесу  $X(t)$  протягом певного проміжку часу потрібно оцінити значення параметрів розподілу ймовірностей випадкових величин  $X(t)$  або, наприклад, оцінити значення у фіксований момент часу  $t = t_1$  самого процесу  $X(t)$  (у припущенні, що  $t_1$  лежить за межами інтервалу спостережень за цим процесом) або значення  $y(t_1)$  будь-якого допоміжного процесу  $Y(t)$ , статистично пов'язаного з  $X(t)$ . Для практиків важливим фактором аналізу багатомірних випадкових процесів є усунення нестационарності випадкових процесів, що проводиться за складною методикою, особливо, коли процеси є багатовимірними. В доповіді запропоновано метод усунення нестационарності випадкових процесів шляхом використання мод Гільберта-Хуанга. Виявилось, що окремі моди є близькими до стаціонарних в переважній більшості випадків. Цей метод може зайняти провідне місце в аналізі стаціонарних процесів.

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИМІРЮВАННЯ СТИБКІВ ПАРАМЕТРІВ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ ТРАДИЦІЙНИМИ МЕТОДАМИ**

В метрологічній практиці зустрічаються ситуації, коли потрібно здійснити вимірювання швидких змінювань параметрів випадкового процесу. В доповіді проведено аналіз такої можливості традиційними методами.

Нехай комплексна частотна характеристика приймача описується функцією  $K(j\omega)$ , де  $\omega = 2\pi f$  - кругова частота. Ця функція описує частотний коефіцієнт передачі приймача з визначеною смугою пропускання. Вимірювання можна здійснювати тільки після виявлення корисного сигналу. Корисним сигналом вважаємо стрибок амплітуди сигналу. Його вважаємо стрибком тільки після того, коли буде перевищений наперед вибраний рівень порогової амплітуди, від якого залежать ймовірності хибної тривоги та правильного виявлення стрибка. Фізично зі стрибком пов'язуємо дефекти системи, що аналізується. Причиною стрибка можуть бути завади імпульсного характеру. Заваду можна переплутати з "корисним" стрибком і тоді маємо хибну тривогу. Після того, як стрибок амплітуди виявлено, здійснюється вимірювання самої амплітуди, рівень якої залежить від характеру дефекту системи.

Вихідний сигнал лінійної системи

$$y(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K(j\omega) X(\omega) e^{j\omega t} d\omega, \quad (1)$$

де  $X(\omega)$  - спектральна щільність потужності вхідного сигналу  $x(t)$ ; для вхідного сигналу спектральна щільність потужності визначається за формулою

$$Y(w) = K(jw)X(w). \quad (2)$$

#### Методика моделювання

- 1) Вибираємо приймальні системи з різною смугою пропускання, що закладена в функції (АЧХ)  $K(jw)$ ; достатньо взяти систему з малою, середньою і великою смугою пропускання (порівняно зі спектром сигналу);
- 2) Вибираємо декілька типів опорних сигналів: детермінований, детермінований з шумом, квазібілий шум;
- 3) До різних типів сигналів додаємо моделі стрибків амплітуди різної інтенсивності, різної ширини (вузькі, середні, широкі); ці стрибки відбуваються у визначений момент часу;
- 4) Обчислюємо спектральну щільність потужності вхідних сигналів  $X(w)$ , як окремо, так і зі стрибком амплітуди;
- 5) Використовуємо формулу (1) для обчислення вихідного сигналу як без стрибка у вхідному сигналі, так і зі стрибком;
- 6) Вибираємо поріг, перевищення якого вихідним сигналом свідчить про виявлення стрибка амплітуди; визначення ймовірності виявлення стрибка потребує статистичного аналізу, як в наших статтях; (вважаю, що вона буде малою);
- 7) Тепер використовуємо віконне перетворення Фур'є з різною шириною вікна і повторюємо аналогічні операції;
- 8) Використовуємо вейвлет аналіз і оцінюємо ймовірність виявлення стрибка і можливість вимірювання амплітуди стрибка;
- 9) Пробуємо нестационарні сигнали зі стрибком, порівнюємо результати зі стаціонарними сигналами;
- 10) Використовуємо перетворення Гільберта-Хуанга і оцінюємо ймовірність виявлення стрибків по окремим модам.

Це справедливо для лінійних приймальних систем. Стрибки параметрів процесів великої амплітуди можуть виходити за межі динамічного діапазону і тоді потрібно використовувати моделі Гаммерштейна чи Вінера.

З результатів моделювання випливає, що в результаті фільтрової обробки сигналів показники виявлення і вимірювання стрибків амплітуди сигналів є низькими. Фізичною причиною цього факту є невідповідність фіксованої смуги пропускання приймального пристрою зі спектром не всього сигналу (в цьому випадку стрибок виявити практично неможливо), а тільки сигналу зі стрибком на вузькому часовому інтервалі. Отже, смуга пропускання приймача повинна бути адаптивною і прив'язаною до часового інтервалу, який на практиці визначається на основі апріорної інформації. Якщо гіпотетична смуга пропускання пристрою є нескінченною, то швидкість його спрацювання є також нескінченною і стрибок амплітуди пропускається на вихід приймача без спотворень і одночасно пропускається вимірюваний сигнал разом з усіма типами шумів. Оскільки енергетичні характеристики стрибка можуть бути кращими, ніж для сигналу та шуму, то цей стрибок виявляється з заданими ймовірностями в залежності від багатьох факторів.

Отже, традиційні методи мають обмежені можливості з вимірювання швидких змінювань параметрів випадкових процесів. Для розв'язання подібних задач треба синтезувати оптимальний пристрій (приймач) з адаптивною смугою пропускання, що забезпечує найвищу для конкретних умов ймовірність виявлення і точність вимірювання стрибка амплітуди. Для цього можуть використовуватися класичні диференціальні рівняння Фоккера-Планка.

*Талків Д. Р., студент магістратури*

*Діденко Н. В., доцент, к.т.н.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ТРАНСПОРТІ**

Застосування інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем на транспорті зараз значно поширюється. Такі системи застосовуються з різними цілями для планування та моніторингу усіх видів транспорту та перевезень. Вони застосовуються для надання транспортно-експедиційних послуг, магістральних перевезень, внутрішньо міської адресної доставки. Ці системи дозволяють планувати маршрути, відстежувати пересування машин, фіксувати події на маршруті та передавати статуси, розподіляти заявки та вантажі за видами машин та адрес, з урахуванням більш ніж 100 факторів. За допомогою цих систем менеджери та керівники підприємств можуть відстежувати всі процеси в режимі он-лайн та приймати управлінські рішення оперативно.

У сучасних інтелектуальних вимірювальних інформаційних системах на транспорті зручно застосовувати методи нечіткої логіки та нечіткого керування. Їх застосування дозволяє вирішити проблему раціонального вибору рішення шляху досягнення поставленої мети, особливо у приладобудуванні, коли задача може мати декілька рішень щодо ситуацій, які вимагають складання певного правила без виключень, а таке правило достатньо складно реалізувати.

Також, це доцільно застосовувати відносно конкретного технологічного завдання через можливість виникнення виробничої ситуації, яка суттєво змінюється через, наприклад, несправність обладнання. Це забезпечується тим, що нечітка логіка та теорія нечітких множин є розділом математики,

який об'єднує теорію множин з класичною логікою. Діапазон застосування нечіткої логіки дуже широкий і ґрунтується на використанні таких обертів, як «гаряче», «холодно», «близько», «далеко». Можна виділити три основні напрямки нечіткої логіки:

- управління роботою віртуальних підприємств;
- управління технологічними процесами у часі;
- створення програм для автоматизованого керування.

Класична логіка має важливий недолік, адже оперує лише двома поняттями «істина» та «обман», тому за допомогою класичної логіки описати асоціативне мислення людини неможливо. Нечітка логіка допомагає вирішити цю проблему. Лінгвістичної змінної можна пов'язати будь-яку величину, якщо для неї є більше значень, ніж просто так і ні. Визначається необхідне число термів і кожному ставиться значення фізичної величини, що описується. Для такого значення ступінь належності величини до терму дорівнюватиме 1, а для інших залежатиме від обраної функції належності. Fuzzy Control Language (FCL) - мова для опису термів, лінгвістичних змінних та нечітких правил.

Експертні системи, які входять у інтелектуальні вимірювальні інформаційні системи на транспорті, отримали велике визнання як системи підтримки прийняття рішень. У таких системах одним із основних методів представлення знань є продукційні правила, які дозволяють наблизитися до стилю мислення людини. Правило складається з посилок та висновків. В одному правилі може бути кілька посилок, у таких випадках вони об'єднуються логічними зв'язками. Запис продукційного правила: ЯКЩО (умова) (зв'язка) (умова) ... (умова), ТО (дія\_1, ..., дія\_n).

Нечітка логіка знаходить широке застосування у різних галузях, таких як штучний інтелект, управління системами, прийняття рішень тощо. Вона дозволяє врахувати невизначеність та нечіткість у реальних ситуаціях та приймати більш гнучкі та адаптивні рішення.

Основні принципи нечіткої логіки такі:

- принцип нечіткості. Принцип нечіткості полягає в тому, що об'єкти та явища можуть мати нечіткі грані та невизначені характеристики. На відміну від класичної логіки, яка працює тільки з бінарними значеннями (істина чи брехня), нечітка логіка дозволяє працювати з нечіткими чи невизначеними значеннями;

- принцип нечіткого зв'язку. Принцип нечіткого зв'язку у тому, що між об'єктами і явищами існують нечіткі відносини, які можна висловити з допомогою нечітких правил. Нечіткі правила визначають, як вхідні дані впливають на вихідні дані у нечіткій системі;

- принцип нечіткої інференції. Принцип нечіткої інференції полягає в тому, що на основі нечітких правил та нечітких відносин можна робити висновки та приймати рішення. Нечітка інференція дозволяє врахувати невизначеність та нечіткість у даних та приймати гнучкі та адаптивні рішення;

- принцип нечіткої агрегації. Принцип нечіткої агрегації полягає в тому, що нечіткі значення можуть бути об'єднані або агреговані для отримання загального результату. Це дозволяє врахувати різні аспекти та фактори при прийнятті рішень;

- принцип нечіткої декомпозиції. Принцип нечіткої декомпозиції у тому, що складні нечіткі системи можуть бути розбиті на більш прості компоненти для аналізу та управління. Це дозволяє спростити моделювання та керування нечіткими системами.

У сучасних інтелектуальних вимірювальних інформаційних системах на транспорті зручно застосовувати методи нечіткої логіки та нечіткого керування. Їх застосування дозволяє вирішити проблему раціонального вибору рішення шляху досягнення поставленої мети, особливо у приладобудуванні, коли задача може мати декілька рішень щодо ситуацій,



які вимагають складання певного правила без виключень, а таке правило достатньо складно реалізувати.

*Хоменко Ю. С., аспірант*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ «СТАРІННЯ» ДАТЧИКІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ**

Динамічні вимірювання важливі в метрологічній практиці так як йде постійне розширення областей застосування точних вимірювань, підвищення швидкодії та точності інформаційно-вимірювальних систем. При цьому важливим є дослідження динамічних властивостей засобів датчиків, які описуються та нормуються динамічними характеристиками, що дозволяє розв'язувати задачі організації процесу вимірювання, змінних величин, динамічних вимірювань фізичних величин, оцінювання динамічних похибок датчиків при їх роботі. Отримання результатів поставлених завдань здійснюється в рамках теорії динамічних вимірювань.

Вимірювання динамічних функцій датчиків в процесі їх експлуатації на техногенно-небезпечних об'єктах необхідно проводити принаймні по одній з наступних чотирьох причин:

1. Виконання вимог регламенту техногенно-небезпечних об'єктів або наглядових органів відносно вимірювань часу реакції;
2. Пошук неполадок з метою виявити причини порушення роботи датчиків;
3. Управління процесом старіння компонентів і оцінка ресурсу роботи і надійності інформаційно-вимірювальних систем, які залишилися;
4. Розробка об'єктивного графіку заміни датчиків.

В основу методики оцінки рівня "старіння" датчиків було покладено метод порівняння опорних значень параметрів перехідних функцій датчиків з їх плинними значеннями.

Також враховуючи час напрацювання на відмову кожного датчика та термін його експлуатації потрібно оцінювати вплив дестабілізуючих факторів та "старіння" елементів датчиків на їх метрологічні характеристики з метою прогнозування метрологічної надійності інформаційно-вимірювальних систем на техногенно-небезпечному об'єкті в цілому.

Література:

1. Performance Monitoring for Nuclear Safety Related Instrument Channels in Nuclear Power Plants, ISA - The Instrumentation, Systems, and Automation Society 2012.
2. Ruan D. Power Plant Surveillance and Diagnostics, pp. 355-376, Springer-Verlag 2012.
3. Hashemian H. M. New Instrumentation Technologies for Testing the Bonding of Sensors to Solid Materials, National Aeronautics and Space Administration NASA / CR-4744 2013.
4. Korbicz J. Artificial neural networks in fault diagnosis of dynamical systems., Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering SIBIRCON 2010 IEEE Region 8 International Conference 2010

*Храмцов І. О., студент, Медведовська Я. С., доцент  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ NARMAX ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ**

Під «ідентифікацією системи» розуміють використання статистичних методів для побудови математичних моделей динамічних систем на основі

виміряних даних [1]. Ідентифікація також представляє собою оптимальний план експериментів для ефективного отримання інформативних даних для підбору таких моделей, а також їх оптимізації. Зазвичай такий підхід полягає у отриманні вхідних і вихідних даних системи та у спробі визначення математичного зв'язку між ними без заглиблення у процеси, що відбуваються всередині системи. Таким чином говорять про ідентифікація системи, що називається «чорна скринька» (рис. 1).

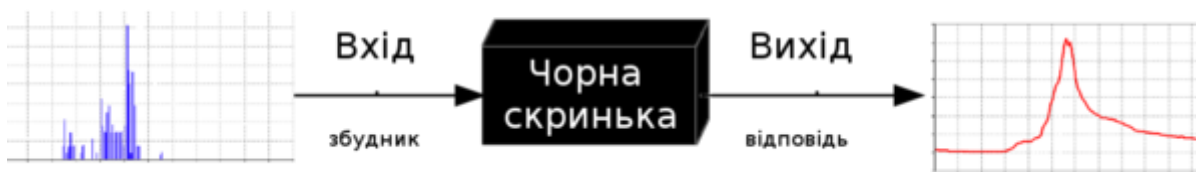


Рисунок 1 – Ілюстративне представлення системи «чорна скринька»

Стосовно нелінійності системи, то це будь-яка система яка не є лінійною та не задовольняє принципу суперпозиції. Існує дуже багато різновидів таких нелінійних систем. Історично ідентифікація таких нелінійних систем розвивалась шляхом зосередження на конкретних класах систем. Таким чином можна виділити п'ять основних підходів, кожний з яких визначається класом моделі: моделі, що ґрунтуються на рядах Вольтерра; блочно-орієнтовані моделі; моделі нейронних мереж; моделі NARMAX; моделі простору станів.

Для широкого класу динамічних систем використовується модель NARMAX [2]. Математично така модель переставляється як:

$$y(k) = F[y(k-1), y(k-2), \dots, y(k-n_y), u(k-d), u(k-d-1), \dots, u(k-d-n_u), e(k-1), e(k-2), \dots, e(k-n_e)] + e(k),$$

де  $e(k)$  шумова послідовність;

$n_y, n_u, n_e$  - максимальні дискретні затримки вихідного, вхідного сигналів та шуму відповідно;

$F$  - деяка функція, що описує нелінійні властивості вимірювальної системи.

NARMAX, якщо перекласти дослівно, це нелінійна авторегресійна модель з ковзаючим середнім, що будується на основі зовнішніх факторів (The nonlinear autoregressive moving average model with exogenous inputs).

Більшість наукових робіт ґрунтується на поліноміальних розкладаннях в моделі NARMAX. На цей час розвиваються складні види моделі з використанням вейвлетів та інших форм представлення нелінійних систем. Значна частина нелінійних систем може бути представлена моделлю NARMAX. Отже, модель NARMAX фактично описує філософію ідентифікації нелінійної системи. Основними недоліками моделей є великі похибки оцінки параметрів при високій розмірності, що викликано відомою проблемою «прокляття розмірності» [3], експоненціальне збільшення об'єму пам'яті системи при збільшенні розмірності, а також вимоги до апріорної інформації.

Література:

1. Söderström T., Stoica P. System identification. New York: Prentice Hall, 1989. 612 p.
2. Billings S.A. Nonlinear System Identification: NARMAX Methods in the Time, Frequency and Spatio-Temporal Domains. Wiley, 2013. 574 p.
3. Simon Haykin. Neural Network and Learning Machines. Pearson, 3 edition, 2008. 936 p.

## **Секція 2**

**Пристрої і методи вимірювання та контролю параметрів  
потенціально небезпечних процесів. Метрологічне  
забезпечення безпеки життєдіяльності**

*Artemenko A. M., master student*

*Tychkov V. V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

*Trembovetska R. V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*

*Halchenko V. Y., Doctor of Technical Sciences, Professor*

*Department of Instrumentation, Mechatronics and Computerized echnologies*

*Cherkasy State Technological University*

## **IMPROVING THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR RUBBER HEAT TREATMENT**

The problem of environmental pollution is becoming more and more acute every day. Since the decomposition period of many products far exceeds their useful life, and recycling methods are still underdeveloped, this issue remains relevant. In addition, there is a limited supply of exhaustible resources, so in addition to disposal, the issue of recycling and reuse of waste is even more pressing. One of the most common types of waste is rubber waste. According to research, most of the waste rubber is made up of worn-out tires. Tire recycling is a global problem that is growing as the vehicle fleet grows. It is estimated that the annual global production of tires is about 1.5 billion units, which amounts to about 17 million tons of worn tires [1], and the rate of production continues to increase as demand for tires in countries is growing rapidly. Tires must be properly disposed of to reduce their environmental impact; however, most of the time, disposal is by incineration, which is the fastest and easiest disposal procedure. Incineration of tires produces a large number of emissions, including a wide range of hydrocarbons. It also produces liquid waste containing toxic chemicals and heavy metal compounds that can cause adverse health effects [2]. Based on this, various ways of handling rubber waste have been analyzed in recent years. The most common of which are landfilling, reuse as an energy source, regeneration and processing to obtain useful substances. According to research by the European

Tyre and Rubber Manufacturers Association, the latter method is gaining popularity [3].

Thus, the aim of the research is to improve the automated control system for rubber thermal processing.

In order to improve the processing process, it is necessary to use a comprehensive process control system. For this purpose, the development of an automated plant control system was carried out. At the early stages of work, a functional automation scheme was developed. It made it possible to identify significant technological solutions for the presented plant. After that, the selection of technical means for the implementation of the ACS was carried out. At this stage of work, it was decided to give preference to foreign control and measuring devices. The next step was to develop and implement a SCADA system. This made it possible to understand the specifics of the process more accurately, and even more accurately monitor the operating parameters.

When analyzing the gas-phase combustion products ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , and  $\text{SO}_2$ ) for samples of liquid hydrocarbons obtained as a result of steam gasification of worn-out automobile tires, in contrast to oil fuel oil, lower values of the concentration maximums of the release of these gas-phase compounds were recorded. This is mainly due to the different elemental composition of the groups of the studied samples, as well as the difference in the kinetics of their combustion process.

The paper presents a comparative analysis of the technical characteristics and combustion process of single drops of liquid hydrocarbons obtained by the method of steam gasification of worn-out automobile tires with traditional liquid energy fuel - oil fuel oil.

Based on the results of determining the characteristics and composition of the studied samples of liquid hydrocarbons, it can be concluded that the fuels obtained as a result of steam gasification of worn-out automobile tires, in comparison with oil fuel oil, are characterized by comparable calorific value, lower density,

viscosity, and sulfur content, which indicates the possibility of their use as boiler fuel. When single drops of the investigated liquid hydrocarbon samples were ignited at a heating medium temperature of up to 700 °C, it was found that at T = 450 °C, the ignition delay time of the samples compared to petroleum fuel oil was on average 15 % higher. With an increase in the temperature of the heating medium to 700 °C, the ignition delay time of all the samples under consideration decreases exponentially. At the same time, in the temperature range of 550 - 700 °C, the ignition of liquid hydrocarbon samples, unlike oil fuel oil, is faster by an average of 56 %.

Thus, steam gasification can be considered as an effective method of recycling worn-out tires to produce liquid hydrocarbon fuel that can be used as boiler fuel.

#### References:

1. Thomas, B. S., & Gupta, R. C. (2016). A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1323-1333.
2. Caldwell, D. G. (2023). Automation in Food Manufacturing and Processing. In *Springer Handbook of Automation* (pp. 949-971). Cham: Springer International Publishing..
3. Low, J. H., Khin, P. M., Han, Q. Q., Yao, H., Teoh, Y. S., Zeng, Y., ... & Yeow, R. C. H. (2021). Sensorized reconfigurable soft robotic gripper system for automated food handling. *IEEE/ASME Transactions On Mechatronics*, 27(5), 3232-3243.



## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЧАС-ЧАСТОТНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВПЛИВОВИХ ФАКТОРІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

Час-частотний аналіз – це метод вивчення сигналів або даних, який дозволяє аналізувати їх як у часовому, так і в частотному просторі. Цей метод широко використовується в при обробці масивів даних вимірювань в інтелектуальних вимірювальних інформаційних системах.

Часовий аналіз дозволяє вивчити, як сигнал змінюється з плином часу, визначити його амплітуду та інші характеристики. Частотний аналіз дозволяє розкласти сигнал на різні частоти, визначити їх амплітуди та фази. Цей метод допомагає виявляти різні складові сигналу, що може бути корисним для подальшого аналізу і обробки даних.

Час-частотний аналіз – це метод дослідження сигналів, який дозволяє аналізувати їхню залежність від часу та частоти. Достовірність цього аналізу визначається декількома факторами [1, 2]:

1. Достовірність залежить від того, який метод аналізу використовується, наприклад, дискретне перетворення Фур'є (DFT) чи хвильове перетворення.

2. Використання віконної функції при обробці сигналу може вплинути на точність аналізу. Важливо правильно підібрати вікно для конкретної задачі.

3. Час-частотний аналіз залежить від роздільної здатності, тобто вміння розділяти події в часі та частоті. Вища роздільна здатність означає кращу достовірність.

4. Якщо сигнал має шум чи інші спотворення, це може погіршити достовірність аналізу.

5. Чим більше розмір часової вибірки виміряних даних тим більше вхідної інформації може підвищити достовірність аналізу.

Для досягнення високої достовірності в час-частотному аналізі важливо враховувати ці фактори та налаштовувати параметри аналізу відповідно до конкретної задачі.

Методи час-частотного аналізу при сигнальній обробці в інтелектуальних вимірювальних інформаційних системах мають як свої переваги так і недоліки.

Переваги час-частотного аналізу [3,4]:

— Одночасний аналіз в часовому та частотному просторі. Методи час-частотного аналізу дозволяють вивчати як часові, так і частотні характеристики сигналу одночасно. Це особливо важливо при аналізі динамічних сигналів, які змінюються з часом.

— Ці методи можуть виявляти зміни в частоті сигналу, що є важливим при аналізі сигналів зі змінною частотою.

— Час-частотний аналіз дозволяє точно локалізувати зміни у сигналі, що допомагає в ідентифікації і вимірюванні характеристик цих змін.

Недоліки час-частотного аналізу [3,4]:

— Низька роздільна здатність. Деякі методи час-частотного аналізу можуть мати обмежену роздільну здатність, що робить їх неефективними для аналізу сигналів зі складними час-частотними властивостями.

— Обчислювальна складність. Деякі методи вимагають значних обчислювальних ресурсів, особливо для обробки великих обсягів даних.

— Неоднозначність результатів. Іноді один і той самий сигнал може мати кілька час-частотних розкладів, що робить інтерпретацію результатів складною.

Час-частотний аналіз є важливим методом при обробці даних вимірювань в інтелектуальних вимірювальних інформаційних системах, але є ряд впливових факторів, які можуть зменшити його достовірність:

— Зашумленість сигналу: Наявність шумів у вхідних даних може призвести до неточних результатів частотного аналізу.

— Недостатня тривалість вимірювань: Короткий період вимірювань може призвести до низької роздільної здатності в частотному домені і ускладнити визначення точних частот.

— Вибіркова частота: Недостатня частота вибірки може призвести до аліасингу, коли високочастотні компоненти сигналу сприймаються як низькочастотні, що призводить до помилкових результатів.

— Неправильний вибір алгоритмів: Використання неадекватних алгоритмів частотного аналізу може призвести до неточностей.

— Ефекти впливу довкілля: Електромагнітна інтерференція, дрейф частоти та інші фактори довкілля можуть вплинути на точність частотного аналізу.

— Недостатнє розділення вимірювань: Низьке розділення між вимірюваннями у часі може призвести до втрати інформації про високочастотні компоненти.

Для забезпечення достовірності час частотного аналізу важливо враховувати ці фактори та застосовувати відповідні методи корекції та оптимізації. Загалом, вибір методу час-частотного аналізу повинен залежати від конкретного завдання та властивостей сигналу, який аналізується.

Література:

1. Flandrin, Patrick. *Explorations in time-frequency analysis*. Cambridge University Press, 2018.

2. Herrmann, C. S., Rach, S., Vosskuhl, J., & Strüber, D. (2020). Time–frequency analysis of event-related potentials: a brief tutorial. *Brain topography*, 27, 438-450.

3. Zhang, Z. (2019). Spectral and time-frequency analysis. *EEG Signal Processing and feature extraction*, 89-116.

4. Yang, Y., Peng, Z., Zhang, W., & Meng, G. (2019). Parameterised time-frequency analysis methods and their engineering applications: A review of recent advances. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 119, 182-221.

*Кондратенко І. О., студент магістратури*

*Петрукович Д. Є., доцент, к.т.н.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ КООРДИНАТ ГОЛОВКИ МЕХАНІЗМУ ПРОКОЛУ ҐРУНТУ**

В останній час в країнах світу розробляється і впроваджується техніка для безтраншейної прокладки різних комунікацій, таких як високовольтні кабелі і кабелі зв'язку різного типу трубопроводи. Оскільки бурова головка для проколу ґрунту знаходиться під землею і її координати візуально визначити неможливо, то велику увагу приділяють інтелектуальним вимірювальним системам для визначення місця знаходження бурової головки з ціллю корегування траси її руху.

Оскільки інтелектуальні вимірювальні системи характеризуються високою точністю визначення координат та характеристик вимірюваних та контрольованих об'єктів то вони успішно використовуються в вимірювальних системах при безтраншейному прокладанні мереж.

На даний час перспективними є георадарні методи вимірювання. Георадари використовують для визначення: товщини конструктивних шарів дорожнього покриття та потужності ґрунтів; об'ємів дорожньо-будівельних матеріалів в кар'єрах; якість ущільнення матеріалів; геометричних

параметрів дна в місцях майбутніх мостових переходів; глибини промерзання дорожніх конструкцій; місцеположення підземних інженерних комунікацій тощо.

Одним із перспективних напрямків які дозволяють істотно збільшити інформативність інтелектуальні вимірювальні системи, являється використання надкороткоімпульсних сигналів без несучої частоти із надширокою полосою спектру, від 1ГГц і більше. Підвищення інформативності радара при використанні надкороткоімпульсних сигналів відбувається завдяки зменшенню довжини зондуючого імпульсу. На рисунку 1. показано макет такої НШС системи

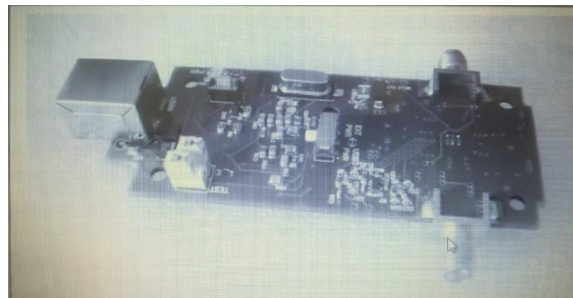


Рисунок 1 – Прийомопередачий модуль Пікор-1

Методи визначення координат бурової головки заснований на визначенні положення бурової головки за допомогою точок локації. Знайшовши ці точки та відстань між ними, можна визначити положення буру у ґрунті та його глибину. На рисунку 2 зображені точки локації на магнітному полі.

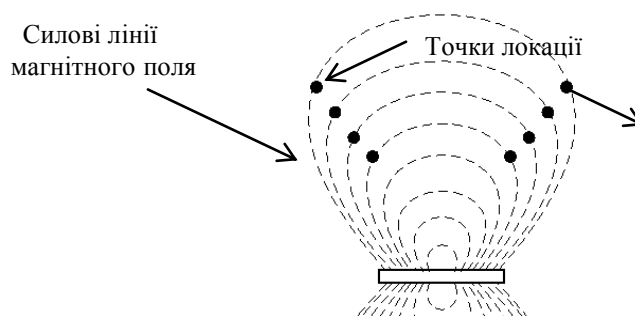


Рисунок 2 – Точки локації на магнітному полі

При відхиленні головки буру від горизонтальної вісі, кут випромінювання відхиляється також та відстань між точками збільшується, та визначається за допомогою спеціальних таблиць.

Використовуючи відстань між точками локації і поздовжній кут нахилу зонда, можна вручну виконати розрахунок глибини за формулою [1]:

$$H = \frac{L}{K}, \quad (1)$$

де  $L$  – відстань між точками;

$K$  – коефіцієнт залежності від кута нахилу передавача.

На рисунку 3 зображено знаходження точок локації на магнітному полі при відхиленні бура від горизонтальної осі.

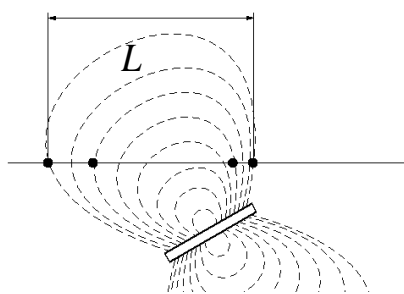


Рисунок 3 – Точки локації при відхиленні бура від горизонтальної осі

Дана система працює у низькочастотному діапазоні 1,5 кГц – 30 кГц. Можна зробити висновок, що знаходження положення буру таким методом є доволі скрутним.

Література:

1. Сахацький В. Д. Щеглов А. Ю. Антенний випромінювач для систем діагностики підповерхневих об'єктів. *Science Rise*. 2014. № 5/2 (5). С. 60-63
2. Жилін С. Н. Сучасні автоматизовані технічні засоби діагностики автомобільних доріг. *Автомобільні дороги: оглядова. інформ.*; вип.2. Москва: Інформавтодор, 2002. 60с.

*Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД, к.т.н.*

*Ткаченко О. В., студентка гр. ММ-31-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ РОБОТИ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ**

### **Роль метрології в забезпеченні безпеки.**

Роль метрології в забезпеченні безпеки на техногенно небезпечних об'єктах є критично важливою. Метрологія - це наука, яка вивчає вимірювання та вимірювальні прилади, і її завдання полягає в забезпеченні точності, надійності та об'єктивності цих вимірювань. Ось деякі ключові аспекти ролі метрології в забезпеченні безпеки:

Визначення критичних параметрів: метрологія допомагає визначити та змірювати параметри, які критичні для безпеки на об'єкті. Це можуть бути такі величини, як тиск, температура, рівень речовин, концентрація газів тощо. Визначення цих параметрів є першим кроком у забезпеченні безпеки.

Оцінка ризиків: з точними вимірюваннями прилади можна оцінити ризику та потенційні небезпеки. Наприклад, вимірювання токсичності або вибухових параметрів дозволяють передбачити небезпеку та приймати вчасні заходи.

Моніторинг безпеки: метрологія використовується для постійного моніторингу умов на об'єкті. Це означає, що вимірювальні прилади постійно контролюють параметри та повідомляють про будь-які зміни, які можуть становити небезпеку.

Управління процесами: метрологічні дані допомагають управляти процесами на об'єкті. Наприклад, вимірювання температури в реакторі дозволяють регулювати умови, щоб уникнути аварій.

Документування та стандартизація: метрологія сприяє документуванню вимірювань та розробці стандартів, які регулюють точність та надійність вимірювань на об'єктах. Це забезпечує єдність підходів і забезпечує якість вимірювань.

Усе це сприяє забезпеченню безпеки на техногенно небезпечних об'єктах, допомагаючи уникнути аварій, захищати персонал та навколишнє середовище від можливих небезпек.

### **Оцінка та калібрування вимірювального обладнання.**

Оцінка та калібрування вимірювального обладнання є критично важливими процедурами на техногенно небезпечних об'єктах, оскільки вони допомагають забезпечити точність та надійність вимірювань. Ось докладніше про ці процеси.

Оцінка вимірювального обладнання: оцінка включає в себе перевірку вимірювальних приладів на відповідність стандартам та специфікаціям. Це важливо для визначення того, наскільки точно обладнання вимірює величини. При виявленні недоліків чи знецінення вимірювального приладу він може бути відремонтований або відновлений.

Калібрування приладів: калібрування – це процес налаштування вимірювальних приладів так, щоб вони давали точні вимірювання з врахуванням відомих похибок. Це важливо, оскільки жоден вимірювальний прилад не є ідеальним і має певну похибку вимірювань. Калібрування виправляє цю похибку і забезпечує високу точність вимірювань.

Регулярне обслуговування та контроль: важливо регулярно обслуговувати та перевіряти вимірювальне обладнання, оскільки з часом воно може втрачати точність. Регулярні контрольні вимірювання дозволяють вчасно виявляти зміни в характеристиках приладів.

Створення калібровочних таблиць і документації: після калібрування створюються калібровочні таблиці, які містять дані про відомі вимірювані



величини та результати калібрування. Ці дані дуже важливі для документування точності приладів і відстеження їхнього стану в часі.

Використання сертифікованих лабораторій: калібрування зазвичай виконується в спеціалізованих лабораторіях або за допомогою сертифікованих спеціалістів. Це забезпечує високу якість калібрування та визнання результатів на міжнародному рівні.

Оцінка та калібрування вимірювального обладнання є ключовими для забезпечення точних та надійних вимірювань на техногенно небезпечних об'єктах, що в свою чергу сприяє підвищенню безпеки персоналу та уникненню можливих небезпечних ситуацій.

### **Використання метрологічних даних у прийнятті рішень.**

Використання метрологічних даних у прийнятті рішень на техногенно небезпечних об'єктах грає важливу роль у забезпеченні безпеки та оптимізації процесів. Ось деталізована інформація щодо цього аспекту:

Оцінка поточного стану об'єкта: метрологічні дані дозволяють отримувати об'єктивну інформацію про параметри об'єкта, такі як температура, тиск, концентрація речовин і багато інших. Ці дані дають можливість оцінювати поточний стан об'єкта і виявляти зміни в параметрах, які можуть свідчити про можливі небезпеки.

Ризик-аналіз: метрологічні дані використовуються для проведення ризик-аналізу. Наприклад, вимірювання газових концентрацій або токсичних речовин допомагають визначити потенційні небезпеки для здоров'я персоналу і навколишнього середовища.

Виявлення аномалій та аварій: постійний моніторинг метрологічних даних дозволяє вчасно виявляти аномалії і аварійні ситуації. Наприклад, вимірювання температури може попередити про надмірне нагрівання обладнання, що може призвести до аварії.

Оптимізація процесів: метрологічні дані допомагають оптимізувати процеси на об'єкті. Наприклад, вимірювання тиску в трубопроводі може

вказати на можливість підвищення чи зниження тиску для забезпечення безпечної експлуатації.

Попередження ризиків і прийняття рішень: використання метрологічних даних дає можливість реагувати на ризики в реальному часі та приймати рішення, спрямовані на зменшення можливих небезпек. Це допомагає забезпечити безпеку персоналу та оптимізувати роботу об'єкта.

Загалом, використання метрологічних даних в прийнятті рішень на техногенно небезпечних об'єктах сприяє забезпеченню безпеки та допомагає уникати потенційних небезпек і аварійних ситуацій.

Список використаної літератури:

1. Заплатинський В. М. Небезпека – базовий термін безпеки життєдіяльності. Безпека життя та діяльності людини - освіта, наука, практика. Матеріали другої науково-методичної конференції. – К.: НАУ, 2003. – С. 110-112.

2. Качинський А. Б. Сучасні проблеми екологічної безпеки України. – К., 1994. – 48 с. (Препр./ Рада нац. Безпеки за Президента України. Нац. Ін-т стратег, досвід.; Порівн. "Наукові доповіді", №33.

3. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Т.1. Техногенна та природна небезпека в надзвичайних ситуаціях / За загальною редакцією В. В. Могильниченка. – К.: КІМ, 2007. – 636 с.

4. Наказ МНС України 12.12.2012 р. № 1400 —Про затвердження Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0040-13>

5. Вайсбанд М. Д., Проненко В. И. Техника выполнения метрологических работ. – К.: Техника, 1986. – 168 с.

6. Поліщук Є. С., Дорожовець М. М., Яцук В. О., та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук, В. М. Ванько, Т. Г. Бойко; За ред. проф. Є. С. Поліщука. – Львів.: Видавництво «Бескід Біт» , 2003. – 544 с.

7. Токар Ю. С., Караван Ю. В. Основи стандартизації, метрології та сертифікації: Посібник. – Львів, ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. – 247 с.
8. Цюцюра В. Д., Цюцюра С. В. Метрологія та основи вимірювань: Навч. посіб. – К.: Знання-Прес, 2003. – 180 с.
9. Головка Д. Б., Реґо К. Г., Скрипник Ю. О. Основи метрології та вимірювань. - Київ.: Либідь, 2001. - 408 с.
10. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення.

*Крайнюк М. Ю., студент 5-го курсу ХНАДУ*

*Науковий керівник: к.т.н., доцент Коваль А. О.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИГНАЛІВ У МЕТРОЛОГІЇ: ВДОСКОНАЛЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ**

Фрактали – це математичні структури, які виявилися дуже корисними для аналізу складних, нелінійних систем у різних наукових галузях. Останнім часом вони також знаходять застосування в метрології, де точність вимірювань і аналізу сигналів є найважливішими аспектами.

Фрактальний аналіз полягає в застосуванні концепцій фракталів для аналізу структур сигналів і вимірювань. Однією з основних переваг цього підходу є можливість аналізувати складні, нелінійні сигнали, які не можуть бути описані класичними методами.

Фрактали допомагають оцінювати структурну складність сигналів, що є ключовим фактором в метрології. Це допомагає визначити, наскільки точно інструменти вимірювань можуть реєструвати та аналізувати складні сигнали.

Однією з характерних рис фракталів є їхній фрактальний розмір, який залишається сталим на різних масштабах. Ця властивість дозволяє використовувати фрактали для аналізу сигналів, незалежно від їхньої

роздільної здатності.

Фрактальний аналіз сигналів знайшов широке застосування в метрології, яка вивчає наукові та технічні аспекти вимірювань і вимірювальних процесів. Він допомагає у вдосконаленні методів вимірювань та покращенні точності інструментів. Нижче представлені конкретні застосування фрактального аналізу в метрології.

1. Оцінка точності вимірювань. Фрактальний аналіз дозволяє оцінювати точність вимірювань, особливо в умовах, де сигнали є складними і нелінійними. Визначення фрактального розміру та складності сигналів допомагає виявити неточності та шуми в вимірюваннях.

Оцінка точності вимірювань в метрології за допомогою фрактального аналізу полягає в тому, щоб визначити, наскільки вірно інструмент вимірює певні параметри або величини. Це важливо, оскільки точність вимірювань визначає, наскільки надійними і корисними будуть отримані дані. Наприклад, припустимо, необхідно оцінити точність вимірювання температури термометром. Для цього ми повинні отримати набір з однакових температурних значень і вимірюємо їх декілька разів за допомогою термометра. За допомогою фрактального аналізу досліджують, як різні вимірювання варіюються між собою. Якщо вони демонструють сталий фрактальний розмір або структуру, це означає, що термометр дає стабільні та точні вимірювання. Однак, якщо вимірювання сильно коливаються або мають непередбачувану структуру, це може свідчити про низьку точність термометра, і може бути корисно вдосконалити або калібрувати цей інструмент для отримання точніших результатів.

2. Оцінка структурної складності сигналів. Фрактальний аналіз дозволяє метрологам визначити структурну складність сигналів, яка може впливати на точність вимірювань. Важливо враховувати, що навіть на перший погляд прості сигнали можуть мати складну структуру, яка впливає на їхню інтерпретацію.

3. Оцінка впливу шумів та артефактів. Фрактальний аналіз дозволяє виявити та оцінити шуми та артефакти в вимірювальних сигналах. Це особливо важливо при вимірюваннях в умовах, де сигнали зазвичай супроводжуються різними джерелами перешкод.

4. Вдосконалення методів калібрування. Фрактальний аналіз може бути використаний для покращення методів калібрування вимірювальних інструментів. Визначення фрактальних характеристик сигналів допомагає встановити більш точні зв'язки між вимірювальними знаряддями та стандартами.

5. Діагностика інструментів. Фрактальний аналіз використовується для діагностики вимірювальних інструментів, щоб визначити їхню працездатність і стабільність у часі. Це допомагає уникнути неточностей і погіршення вимірювань через знос або калібрування.

6. Підвищення робочої точності вимірювальних інструментів. Фрактальний аналіз також використовується для вдосконалення конструкції вимірювальних інструментів та методів збору даних з метою підвищення їхньої робочої точності.

Загалом, фрактальний аналіз сигналів в метрології відкриває нові можливості для вдосконалення процесів вимірювань, калібрування та контролю точності в різних галузях, включаючи фізику, інженерію, медицину та багато інших. Цей підхід є важливим для підвищення якості та надійності вимірювань, що важливо для подальшого розвитку науки та технології.

Дослідження вимірюваних сигналів з використанням фракталів представляє важливий напрямок в метрології. Це дозволяє збільшити точність вимірювань та аналізу сигналів в складних, нелінійних системах. Застосування фракталів в метрології відкриває нові можливості для вдосконалення вимірювальних інструментів та методів.

Фрактальний аналіз сигналів став важливим інструментом в сфері

метрології для покращення якості вимірювань та аналізу даних. Його застосування розширює можливості метрологів і відкриває нові перспективи для вдосконалення інструментів, процедур та методів вимірювань.

Перш за все, фрактальний аналіз дозволяє оцінити точність вимірювань. Це особливо важливо в умовах, де сигнали складні та нелінійні. Визначення фрактального розміру та складності сигналів допомагає виявити неточності та шуми, які можуть вплинути на результати вимірювань.

Друга важлива роль фрактального аналізу полягає в оцінці структурної складності сигналів. Це допомагає визначити, наскільки складно буде інтерпретувати та аналізувати сигнали. Навіть прості здається сигнали можуть мати складну структуру, і фрактальний аналіз допомагає її виявити.

Фрактальний аналіз також використовується для оцінки впливу шумів та артефактів на вимірювання, що є важливим при вимірюваннях в умовах, де сигнали супроводжуються різними джерелами перешкод.

Крім того, фрактальний аналіз використовується для покращення методів калібрування вимірювальних інструментів, щоб забезпечити їхню вищу точність. Він також використовується для діагностики вимірювальних інструментів і підвищення їхньої робочої точності.

Загалом, фрактальний аналіз сигналів в метрології сприяє підвищенню точності та надійності вимірювань в різних галузях. Він допомагає розвивати нові методи та підходи до вимірювань, що є ключовим для наукових досліджень і розвитку технології. Таким чином, фрактальний аналіз стає необхідним інструментом для метрологів у їхній місії забезпечити точність і надійність вимірювань у різних сферах діяльності.

*Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД, к.т.н.*

*Куроп'ятник М. С., студент гр. ММ-31-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **КОМФОРТНИЙ МІКРОКЛІМАТ ПІДПРИЄМСТВА – ЗАЛОГ НАДІЙНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Мікроклімат – це оптимальна величина температури повітря робочої зони, встановлена цими стандартами, коливатись буде у залежності від сезону року та важкості від 16 °С до 25 °С (допустима від 12 °С до 30 °С). Оптимальна відносна вологість складає 40-60%.

Щоб створити нормальні умов у виробничої діяльності необхідно забезпечити не тільки комфортні умови середовища, а необхідну чистоту у повітрі. Адже в наслідок виробничої діяльності у повітрі середовища, наприклад цеху чи дільниці можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, які можливо будуть у технологічному процесі (пил, стружка, шкідливі гази та інші домішки. Ефективним засобом нормалізації повітря у приміщенні є механічна вентиляція. Вентиляція створює у приміщенні обмін повітря, видалення теплових потоків у повітрі, залишки вологи та ін. Для видалення із приміщення шкідливих речовин та з метою забезпечення допустимих норм їх утримання, також санітарних, технологічних умов повітряного середовища, конструкцій будівлі, зберігання матеріалів, продуктів, книг, картин тощо.

Вентиляція у виробничому приміщенні - це сукупність технічних заходів та засобів, які призначені для забезпечення на постійних робочих місцях та зонах подачу чистого повітря та вдавнення грізного (забрудненого).

Головне для вентиляції — створення оптимальних умов температури, швидкості руху повітря та вологості, мінімізація хімічних і мікробних

домішок. Запиленість, є небезпечним фактором у приміщенні, яка негативно впливає на здоров'я і працездатність людини. Гігієнічні вимоги до вентиляції зводяться до її достатності для конкретного приміщення, постійності протягом доби і рівномірності для всього приміщення.

Вентиляція класифікується за ознаками:

- по способу переміщення повітря (природна, ), штучна (механічна і суміщена (природна та штучна одночасно));
- по напрямку потоку повітря (припливна, витяжна, припливно-витяжна);
- за місцем її дії (загальнообмінна, місцева, комбінована);
- за призначенням (робоча, аварійна).

Аерація – це організована природна вентиляція. Ефективність аерації у тому що у стінах будівлі виконані отвори які впускають зовнішнє чисте повітря,

Неорганізована природна вентиляція - це інфільтрація, т. б. просочування повітря через нещільності у вікнах, дверях, перекриттях тощо.

Припливна вентиляція (рис. 1), вона подає чисте повітря у приміщення. Витяжна вентиляція вилучає з приміщення шкідливі домішки. Припливно-витяжна вентиляція поєднує першу і другу.



Рисунок 1 – Структура припливної вентиляційної системи



Загальнообмінна вентиляція (рис. 2) вона створює оптимальне повітряне середовище у об'ємі робочої зони цеху. За допомогою місцевої вентиляції шкідливі виділення вилучаються або розчиняються шляхом надходження чистого повітря. Комбінована вентиляція поєднує загально обмінну та місцеву.

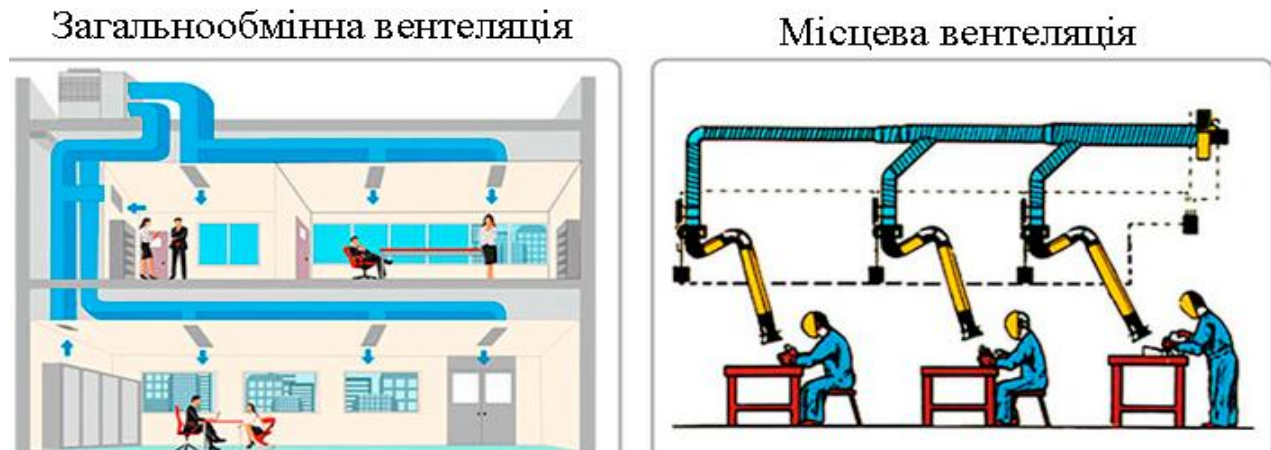


Рисунок 2 – Різниця між загальнообмінною та місцевою вентиляцією

Мета аварійної вентиляції - влаштування у виробничих приміщеннях, в яких можуть статися аварії з виділенням значної кількості шкідливих речовин, а також при виході з ладу робочої вентиляції в повітрі можуть утворюватись небезпечні для життя працівників або вибухонебезпечні концентрації шкідливих речовин.

Завданням для розрахунку вентиляційних систем є:

- визначення кількості повітря ( $\text{м}^3/\text{годину}$ );
- визначення необхідної кількості повітря у приміщенні;
- визначення потрібного повітрообміну;
- визначення розрахунковим шляхом кількості шкідливих виділень;
- визначення теплоти, вологи, пари, газу, пилу у приміщенні.

Основні вимоги до систем вентиляції:

- пожежо та вибухобезпечні;
- прості в облаштуванні;
- повинні переохолоджувати приміщення;

- не створювати надмірного шуму;
- бути надійними в експлуатації та економними;
- мати паспорт на кожну вентиляційну установку;
- мати журнал експлуатації, з внесенням технічних характеристик вентустановки;
- підлягати планово-попереджувальному огляду та ремонту;
- підлягати періодичному технічному випробуванню;
- мати затверджені графіки технічних перевірок..
- мати розрахунки повітрообміну з метою їх проектування;
- забезпечення належного санітарно-гігієнічного стану у робочій зоні;
- попередження виникнення професійних захворювань серед працівників.

Таким чином, комфортний мікроклімат підприємства забезпечується постійною організацією та обслуговуванням вентиляційних систем що є важливим фактором запобігання та усунення небажаних надзвичайних ситуацій та шкідливих речовин, які виникають на виробництві і можуть скоїти значний негативний вплив на здоров'я працівників, що може зменшити їх працьовитість чи взагалі викликати значні збитки за умов попадання у лікарню персоналу чи простою підприємства під час усунення наслідків надзвичайної ситуації.

Список використаної літератури:

1. <https://oppb.com.ua/news/gigiyenichni-aspekty-ventilyaciyi-vyrobnychyh-prymishchen>.
2. <https://vencon.ua/ua/articles/ventilyatsiya-proizvodstva>.
3. <https://vencon.ua/ua/articles/vidy-i-klassifikaciya-ventilyacionnyh-sistem>.
4. <https://turbovent.com.ua/ua/a472734-organizatsiya-proizvodstvennoj-ventilyatsii.html>
5. Вентиляція громадських будівель і споруд: навчальний посібник/ Зінич П. Л. – К.: КНУБА, 2002. – 256 стор.

*Matsak B., master student*

*Halchenko V. Y., Doctor of Technical Sciences, Professor*

*Tychkov V. V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

*Trembovetska R. V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*

*Department of Instrumentation, Mechatronics and Computerized Technologies*

*Cherkasy State Technological University*

## **IMPROVING DIGITAL IMAGE PROCESSING FOR COLOR CAPILLARY FLAW DETECTION**

Every year, nondestructive testing specialists have to deal with huge amounts of monotonous and cyclic work, and it is the automation of some technological stages of control that would not only speed up the control process, but also bring it to a certain unified form. Algorithms for automatic digital image processing and analysis can be used in various areas of non-destructive testing: visual measurement, capillary, magnetic particle, and digital radiographic testing. The undoubted advantage of digital processing algorithms is the ability to store the results in digital form.

Algorithms for automatic digital image processing can be implemented as a software package and used both in processing the results obtained in the field and in automated conveyor production. It should also be noted that in the future, the algorithms can be adapted to the individual characteristics of certain control objects and take into account their shape in the process of identifying indicator traces and determining their maximum length, which is normalized. The algorithms can be used to determine the quality of flaw detection materials and to compare different flaw detection kits for capillary flaw detection, which will make the comparative analysis more objective.

Thus, the aim of the research is to improve digital image processing for color capillary flaw detection.

As a result of the study, during a comparative visual analysis of the obtained images of test samples for capillary flaw detection, it was found that the optimal light sensitivity of the matrix in "warm" illumination is ISO 1600, and in cold illumination - from ISO 400 to ISO 800. It was also found that there is a large amount of noise at the ISO3200 sensitivity of the matrix.

During the experiment, an algorithm for binarizing a color digital image of a test sample for color capillary flaw detection was developed. As a result of measuring the parameters of the binarized indicator trace (local width in cross-sections, length), it was found that the results obtained deviate from the measurements made using an optical microscope by no more than 10%, which is a more acceptable indicator for capillary flaw detection.

We also developed a logical algorithm for recognizing fragments of indicator traces in a binary image with subsequent analysis for possible interconnection of neighboring fragments. A block diagram of the algorithm for determining the shape of the indicator trace and assigning it the status of "rounded" or "extended" with subsequent numerical calculation of its area and maximum length was developed.

Finally, the possible sources of errors in digital image processing were analyzed, as a result of which a summary table of the most important influencing factors was compiled and the dependence of the error value on the image resolution and the ISO sensitivity of the matrix was constructed.

As a result of the work performed, experiments were carried out to obtain digital images of control samples for capillary flaw detection. An analytical review of technical literature sources and major publications on the topic of digital image processing algorithms for indicator traces in capillary flaw detection was conducted. As a result of the analysis of the obtained digital images, the color features of indicator traces in capillary flaw detection were revealed, which led to the development of an algorithm for binary transformation of the digital image of the indicator trace. Given that a binary image can contain several indicator traces

independent of each other, an algorithm for automatic search and archiving of image fragments containing individual indicator traces was developed. The necessity of determining the shape of the indicator trace was established, which led to the development of an algorithm for determining the shape of the indicator trace, calculating its area, and determining the maximum length. The magnitude of errors that arise in the process of obtaining digital images and their subsequent digital processing is estimated.

References:

1. Jacintha, V., Karthikeyan, S., & Sivaprakasam, P. (2023). Plug Valve Surface Defects Identification through Nondestructive Testing and Fuzzy Deep-Learning Algorithm for Metal Porosity and Surface Evaluation. *Journal of Engineering*, 2023.
2. Kade, A., Shete, S., Kulkarni, M., & Kunte, A. Automatic Crack Detection. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 1-4.

*Мищенко Б. С., студент магістратури*

*Петрукович Д. Є., доцент, к.т.н.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВИКОРИСТАННЯ ЧАСТОТНИХ МЕТОДІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ РОБОТИ ДВИГУНА ДОРОЖНЬОЇ МАШИНИ**

Двигун автомобіля як джерело акустичного випромінювання характеризують значенням випромінюваної акустичної потужності, її спектром і діаграмою спрямованості випромінювання.

Типова структура вимірювального каналу інтелектуальної вимірювальної системи представлена на рис. 1.

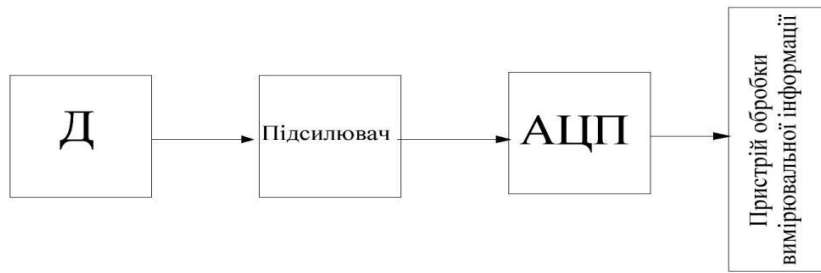


Рисунок 1 – Структурна схема вимірювального каналу інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи

Представлена на рис. 1 структурна схема складається з первинного перетворювача акустичних коливань, підсилювача, АЦП та схеми обробки вимірювальної інформації.

Рівнем акустичного сигналу (АС) називають двадцятикратний логарифм відношення звукового тиску до порогового значення  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2$ .

Будемо вважати, що двигун, який є джерелом АС, розміщується у точці 0, яка є початком координат системи  $x, y, z$  (рис. 2).

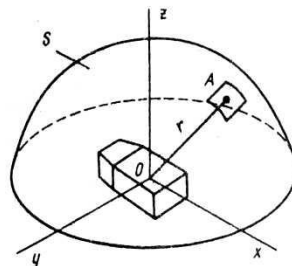


Рисунок 2 – Проходження акустичного сигналу через одиничну площину

Рівень акустичного сигналу  $L$  можна визначити у децибелах за наступною формулою:

$$L = 10 \lg(I / I_0) = 20 \lg(p / p_0) \quad (1)$$

Ще одним акустичним показником роботи двигуна автомобіля є його акустична потужність  $W$ .

Рівнем акустичної потужності називають величину, яку можна розрахувати за формулою:

$$L_w = L + 20 \lg r + 10 \lg \Omega - 10 \lg \Phi, \quad (2)$$

де  $W_0 = 10^{-12}$  Вт.

Рівень акустичної потужності пов'язаний з рівнем акустичного сигналу виразом:

$$L_w = L + 20 \lg r + 10 \lg \Omega - 10 \lg \Phi, \quad (3)$$

де  $\Omega$  – тілесний кут, в який здійснюється випромінювання. За умови, того, що центр акустичного випромінювання роботи двигуна автомобіля знаходиться у центрі  $\theta$  півсфери, то у виразі використовується значення  $10 \lg(\Omega/8)$ ;

$\Phi$  – фактор спрямованості випромінювання, що є величиною  $p_r^2 / p_{cp}^2$ , тобто відношенням квадрату звукового тиску у довільній точці півсфери радіусу  $r$  до квадрату звукового тиску, усередненого по всіх точках вимірювання на поверхні  $S$ .

Найбільш розповсюдженим методом аналізу акустичних сигналів, що наближається до суб'єктивного сприйняття звуку людиною є спектральний аналіз. При цьому частотна характеристика АС враховує особливості сприйняття людиною звуків різної частоти. При цьому орган слуху людини не однаково реагує на звуки з однією амплітудою, але різної частоти. Спектр акустичного сигналу роботи двигуна показує розподіл енергії випромінювання по частотному діапазону.

1. Дослідження показують, що існують певні особливості роботи двигуна автомобіля, що працює на різному виді палива.

2. Двигун внутрішнього згорання автомобіля є складним джерелом шуму і звукове поле роботи двигуна складається з декількох акустичних сигналів, що надходять від декількох незалежних джерел.

3. В сучасних умовах для аналізу акустичних сигналів роботи двигунів внутрішнього згорання автомобіля широко використовується метод акустичного розрахунку двигуна.

Література:

1. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є., Тимченко І. І. Автомобільні двигуни: Підручник. - К.: Арістей, 2006. - 476 с.

2. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. - 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. - 400 с.

3. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. Навчальний посібник для вузів. - К.: Арістей, 2005. - 280 с.

*Подригало В. Ф., студент гр. ММ-61-22*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МЕТРОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

Запропоновано методику підвищення показників метрологічної надійності аналогових вузлів інтелектуальної вимірювальної інформаційної системи (ІВІС) на основі побудови математичних моделей зміни метрологічних характеристик досліджуваних ІВІС у часі. Найбільш значущими показниками метрологічної надійності є метрологічний ресурс і ймовірність збереження метрологічної справності  $P_{спр}$  в довільний момент часу експлуатації.



Розрахунок вищевказаних показників метрологічної надійності (МН) здійснюється на основі прогнозування стану нормованих метрологічних характеристик ІВІС для діапазону значень часу експлуатації системи.

Слід зазначити, що збільшення метрологічної надійності можна розглядати по кожному з перерахованих показників. При цьому обирається один з істотних способів підвищення МН на етапі проектування ІВІС. Це дозволяє збільшити як ймовірність правильної роботи ІВІС  $P_{роб}$  так і  $P_{спр}$  з урахуванням якості елементної бази за рахунок оптимізації структури самої ІВІС.

Очевидно, що досить важливими етапами, від реалізації яких залежить результат розв'язання оптимізаційної задачі, є визначення методу оцінки та прогнозування метрологічних характеристик ІВІС. Крім того одним з основних і відповідальних етапів оптимізації структури ІВІС є математичне моделювання досліджуваних метрологічних характеристик.

Метрологічні властивості і метрологічна надійність ІВІС в найбільшій мірі визначаються метрологічними властивостями вимірювального каналу (ВК), який є однією з основних функціональних одиниць, що входять в ІВІС. ВК складається як з аналогових так і цифрових блоків. За рахунок збільшення значень обраних показників метрологічної надійності датчиків та кондиціонерів сигналів, що входять до складу вимірювального каналу, можна збільшити МН вимірювального каналу і ІВІС в цілому.

Задачу збільшення МН можна розглядати як задачу оптимізації одного з показників МН, яку можна вирішити шляхом варіювання параметрів комплектуючих компонентів ВК. При цьому оптимізація параметрів проводиться з розрахунком на забезпечення найкращої якості. Крім того, при вирішенні подібних завдань необхідно враховувати збереження функціонального призначення проектованого ВК, тобто повинні бути дотримані вимоги до вихідних характеристик аналогових блоків і ІВІС в цілому.

Для оптимізації потрібна математична модель ВК, цільова функція та алгоритм оптимізації ІВІС. Цільова функція формалізує вимоги до ВК. Оскільки метою є підвищення показників МН проектованої ІВІС, то цільовими функціями є основні показники МН. У той же час розв'язок задачі оптимізації можна розглядати при досягненні заданого максимуму  $P_{роб}$  і  $P_{спр}$  у певний момент часу майбутньої операції. Алгоритм оптимізації дозволяє знайти екстремум цільової функції.

Розроблена методика підвищення МН передбачає реалізацію алгоритму підвищення відповідних показників метрологічної надійності ІВІС за критерієм необхідної величини метрологічного ресурсу.

Список використаної літератури:

1. MAJSTOROVIC, Vidosav D., et al. Advanced manufacturing metrology in context of industry 4.0 model. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Measurement and Quality Control-Cyber Physical Issue: IMEKO TC 14 2019 12*. Springer International Publishing, 2019. p. 1-11.
2. Moona, G., Jewariya, M., & Sharma, R. (2019). Relevance of dimensional metrology in manufacturing industries. *Mapan*, 34, 97-104.
3. Alonso, V., Dacal-Nieto, A., Barreto, L., Amaral, A., & Rivero, E. (2019). Industry 4.0 implications in machine vision metrology: an overview. *Procedia manufacturing*, 41, 359-366.

*Titarenko O. S., master student*

*Tychkov V. V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

*Trembovetska R. V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*

*Halchenko V. Y., Doctor of Technical Sciences, Professor*

*Department of Instrumentation, Mechatronics and Computerized Technologies*

*Cherkasy State Technological University*

## **IMPROVEMENT OF VOLTAMMETRIC DETERMINATION OF GLUCOSE CONCENTRATION**

Reliability and information reliability about the composition of biological objects and technological solutions depends on the properties of simple analytical devices that determine the desired component and correctly respond to changes in its concentration. Such a device in electrochemical systems is an electrode, on the surface of which concentration, separation, and determination of a substance can be performed simultaneously. The state of the electrode surface affects the peculiarities of the electrode processes that create the analytical signal. The properties of the electrode surface depend on the nature of the material, its manufacturing methods, and surface treatment methods.

Since the response signal in an electrochemical system is formed at the electrode/solution interface and depends on the state of the electrode surface, which is determined by the nature of the material, the presence of modifying substances, its homogeneity, etc., the result of the experiment largely depends on the correct selection of the indicator electrode. For this reason, great attention is paid to the electrode material, methods of modification and regeneration of its surface, which determines the working area of potentials, the magnitude of the response signal and the ability to achieve the established metrological characteristics. The requirements for electrodes are quite high: first of all, they must guarantee the electrochemical reaction at a high speed at low overvoltages.

Thus, the aim of the study is to investigate planar and bulk electrodes based on the characteristics of glucose solutions obtained by voltammetry.

Two types of electrodes were used for the experiment: bulk and planar. As a planar electrode, we chose the test strips for the TM GAMMA Diamond glucometer. This type contains three gold electrodes at the ends of which the enzyme glucose oxidase is coated, upon interaction with which glucose solutions become electrically active. A comparison electrode can be made on one strip of film along with the indicator electrode; it is only necessary to add, for example, silver chloride to the dye. If such a strip of polymer film with electrodes printed on it is dipped into the analyzed solution, an electrochemical transducer is obtained.

As bulk electrodes, we chose a carbon working indicator electrode, which has the advantage of a sufficiently high chemical and electrochemical inertness in aqueous solutions, and a silver chloride electrode, a comparison electrode consisting of a silver wire (spiral) coated with a low-soluble AgCl salt and immersed in a 1M KCl solution. A platinum wire was used as an auxiliary electrode.

The analysis of studies of voltammetric determination of glucose concentration in blood serum was carried out, the physical processes and regularities occurring in the electrochemical converter were studied. Glucose solutions in a wide range of concentrations were prepared. For each of the concentrations, 9 cycles of oxidation-reduction voltammetry were measured using planar electrodes with a potential scan [- 1.5 V, + 1.5 V] and a step of 0.025 V. The I(C) dependence was constructed for two types of electrodes: planar and bulk.

With an increase in the concentration of glucose in solution, the value of the current flowing through the electrode increases. This pattern is observed when using both types of electrodes. The surface structure of the planar electrode changes with the next cycle. The working surface of the bulk electrode remains constant during the experiment. The planar electrode has a higher sensitivity compared to the bulk electrode because the current in planar electrodes is much

higher than in bulk electrodes. In the electrode process, the limiting current has a mixed diffusion-kinetic character. Thus, the interaction of the combined structures of an electrochemical diffusion converter with liquid and solid-phase elements was investigated.

#### References:

1. Vanderlaan, E. L., Nolan, J. K., Sexton, J., Evans-Molina, C., Lee, H., & Voytik-Harbin, S. L. (2023). Development of electrochemical Zn<sup>2+</sup> sensors for rapid voltammetric detection of glucose-stimulated insulin release from pancreatic  $\beta$ -cells. *Biosensors and Bioelectronics*, 235, 115409.

2. Yasir, A. S., Hameed, A. S., Ridha, N. J., Alosfur, F. K. M., Tahir, K. J., & Madlol, R. A. (2023). Enhancement of voltammetric properties of silver nanoparticles doped ZnO nanorods for glucose biosensing. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 34(4), 315.

3. Geetha, M., Maurya, M. R., Al-maadeed, S., Muthalif, A. A., & Sadasivuni, K. K. (2022). High-precision nonenzymatic electrochemical glucose sensing based on CNTs/CuO nanocomposite. *Journal of Electronic Materials*, 51(9), 4905-4917.

4. Si, Y., Li, J., Jhung, S. H., & Lee, H. J. (2022). Recent research trends in voltammetric sensing platforms for hormones and their applications to human serum analyses. *Analytical Sciences*, 38(1), 11-21.

5. Saeed, U., Batool, R., Hussain, D., Majeed, S., Najam-ul-Haq, M., & Fatima, B. (2022). MOF-based electrochemical sensors for glucose. In *Metal-Organic Frameworks-Based Hybrid Materials for Environmental Sensing and Monitoring* (pp. 207-216). CRC Press.

6. Khosravi Ardakani, H., Gerami, M., Chashmpoosh, M., Omidifar, N., & Gholami, A. (2022). Recent progress in nanobiosensors for precise detection of blood glucose level. *Biochemistry Research International*, 2022.

7. Zhang, J., Kuang, Z., Li, H., Li, S., & Xia, F. (2022). Electrode surface roughness greatly enhances the sensitivity of electrochemical non-enzymatic glucose sensors. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 919, 116541.

*Тичкова Н. Б., аспірантка*

*Тичков В. В., к.т.н., доцент*

*Трембовецька Р. В., д.т.н., доцент*

*Гальченко В. Я., д.т.н., професор*

*кафедра приладобудування, мехатроніки та комп'ютеризованих технологій*

*Черкаський державний технологічний університет*

## **ВИМІРЮВАННЯ ПРОФІЛІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОВІДНОСТІ ТА МАГНІТНОЇ ПРОНИКНОСТІ ВИХРОСТРУМОВИМИ ПЕРЕТВОПРЮВАЧАМИ ІЗ ВРАХУВАННЯМ АПРІОРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО БАГАТОЧАСТОТНИХ РЕЖИМІВ**

Вихрострумова структуроскопія є специфічним видом неруйнівного контролю виробів та матеріалів, для якого характерним є застосування математичного моделювання як на підготовчому етапі, так і в процесі виконання вимірювальних операцій. Це обумовлено суттєвою складністю визначення структурозалежних параметрів, зокрема магнітної проникності (МП) та електропровідності (ЕП), безпосередньо в процесі фізичних вимірювань із-за необхідності фіксації не їх інтегральних значень для об'єктів контролю (ОК), а відповідно їх розподілів у приповерхневому шарі матеріалу об'єкта, тобто їх профілів. Одночасна реконструкція обох профілів електрофізичних параметрів по результатам однократного вимірювання вихрострумовим перетворювачем (ВСП) дозволяє на основі взаємозв'язків між електромагнітними властивостями та мікроструктурними змінами в металах зробити висновки щодо чистоти їх складу, стану термічної обробки, стану внутрішньої напруги, твердості, температури тощо. Отже, внаслідок надзвичайної важливості для забезпечення якості продукції та нормальної безаварійної роботи обладнання задача є актуальною для багатьох галузей промисловості та завжди була об'єктом уваги дослідників [1,2]. Задача є

доволі неординарною, відноситься до некоректно поставлених та її можна класифікувати як обернену вимірювальну задачу.

Загальний сучасний стан досліджень, що проводилися в цьому напрямку, досить детально проаналізовано авторами в роботах [3,4], де виявлено основні напрямки подальшого вдосконалення підходів. Однак останнім часом прослідковується тенденція, спрямована на використання фізичних багаточастотних вимірювальних технік та їх певних різновидів, які дозволяють отримати більшу додаткову кількість інформації щодо взаємодії електромагнітного поля збудження перетворювачів з ОК [5-7], що є одним з методів покращення умов розв'язку оберненої задачі. Та ж сама мета переслідується використанням при вимірюваннях змінних у часі частот [8-10]. Загальним недоліком цих підходів є суттєва складність проведення фізичних вимірювань, а, відповідно, алгоритмів обробки сигналів, збільшення часу на встановлення результатів контролю. Але переваг цього підходу можливо досягти без проведення серій фізичних вимірювань безпосередньо на ОК, якщо перенести збір та накопичення додаткової апріорної інформації щодо ОК на етап моделювання, який передуює процедурам вимірювання, та зберігає її у метамоделі [3]. Крім того, ще однією функцією метамоделі є високопродуктивне, без зайвих значних витрат часу, обчислення сигналу ВСП, що використовується як складова для конструювання цільової функції в рамках пропонованого сурогатного оптимізаційного методу розв'язку досліджуваної задачі.

Отже, **мета роботи** полягає в дослідженні засобами комп'ютерної імітації процесу вихрострумове визначення електрофізичних профілів плоских об'єктів контролю на основі реалізації сурогатної оптимізації в активному компактному підпросторі скороченої розмірності із застосуванням апріорного накопичення інформації в метамоделі, що отримана попереднім моделюванням із варіюванням профілями та багаточастотних режимах роботи перетворювачів.

Запропонована методологія досліджень полягає у наступному. Вимірювальний процес щодо реконструкції профілів електрофізичних параметрів ОК оснований на розв'язку оптимізаційної задачі із застосуванням технік сурогатного моделювання. Тобто передбачено однократне вимірювання ВСП ЕРС при контролі плаского ОК. Його результатом є зафіксовані значення амплітуди і фази сигналу, які для подальших обчислень зручно представити в алгебраїчній формі комплексного числа. Тоді  $e_{mes} = C_{mes} + j \cdot D_{mes}$ , де  $C_{mes}$  та  $D_{mes}$  є відповідно дійсною та уявною частинами вимірної ЕРС. Математично задача реконструкції профілів ЕП та МП полягає в мінімізації наступної квадратичної функції, яка представляє собою цільову функцію в оптимізаційному алгоритмі:

$$F(\sigma, \mu, f) = (C_{mes} - G_{metamod})^2 + (D_{mes} - Z_{metamod})^2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $e_{metamod} = G_{metamod} + j \cdot Z_{metamod}$  – значення ЕРС, яке обчислене з використанням високопродуктивної нейромережевої метамоделі [11] на електродинамічну модель  $e_{mod}$ , що залежить від шуканих профілів електрофізичних параметрів, позначених відповідними векторами  $\sigma$ ,  $\mu$ ;  $f$  – частота збудження ВСП, на якій виконується вимірювання.

Для розв'язку оберненої вимірювальної задачі використовуємо оптимізаційний метод, який мінімізує різницю між вимірним значенням ЕРС ВСП та теоретичним значенням ЕРС, яке обчислене з використанням електродинамічної моделі. Після проведення оптимізації отримаємо профілі електрофізичних параметрів проникності та провідності. Але для суттєвого зменшення вимог до обчислювальних ресурсів запропоновано використовувати сурогатну оптимізацію, що передбачає створення сурогатної моделі. Для побудови моделі-замісника, тобто метамоделі, яка є значно менш ресурсоємною та наближено з прийнятною точністю відтворює “точну”, на основі глибоких повнозв'язних нейронних мереж необхідним є створення навчальної вибірки. Для цього використовуємо точну



електродинамічну модель в сукупності з однорідним комп'ютерним планом експерименту.

Запропоновано два підходи для вирішення поставленої задачі.

Перший підхід класична сурогатна оптимізація - створення високопродуктивної метамоделі у просторі пошуку, вимірність якого визначається сумуванням розмірностей векторів проникності та провідності. На основі отриманої навчальної вибірки створені метамоделі для дійсної та уявної частин ЕРС ВСП. Розраховані середні значення похибок апроксимації  $MARE$  для навчальної, крос-валідаційної та тестових вибірок у співвідношенні 70x15x15 %. Побудовані діаграми розсіювання метамоделей для дійсної та уявної частин окремо. В подальшому здійснено сурогатну оптимізацію. За результатами класичного сурогатного моделювання отримано результати визначення профілів проникності та провідності для їх технологічних та реконструйованих значень. Розраховані усереднені значення похибок  $MARE$  для кожного профілю проникності та провідності. Реалізація першого методу дає похибку  $MARE_{\mu}$ , яка не перевищує в найкращому випадку вимірювань 5.53 % та  $MARE_{\sigma}$  - 5.14 % відповідно.

Другий підхід також використовує техніку сурогатної оптимізації з усіма вказаними вище нюансами. Але оптимізація виконується у просторі пошуку скороченої вимірності, тобто компактному просторі. Його вимірність припускає корегування, що дозволяє відшукати баланс між обчислювальною складністю й точністю результатів розв'язку задачі. Скорочення вимірності простору виконується в результаті застосування методу PCA лінійного відображення даних у новий простір властивостей, які не залежать один від одного, з незначними втратами кількості інформації. Перехід до компактного простору реалізується використанням технік сингулярного розкладу SVD до матриці Грама, отриманої з навчальної вибірки, з наступним аналізом сингулярних чисел та вибором власних векторів, які забезпечують найбільші дисперсії у новій скороченій системі координат. В цьому випадку метамоделі

доводиться створювати у компактному просторі, в якому також виконується оптимізація. Після знаходження розв'язку необхідним є перехід до початкової системи координат. В результаті раціонального регульованого вибору вимірності компактного простору пошуку такий гібридний підхід призводить до значного скорочення змінних для оптимізаційного алгоритму, скорочення часу обчислень без суттєвої втрати точності розв'язку, що робить його вельми результативним. Отримані в просторі скороченої вимірності метамоделі для дійсної і уявної частин та проведена оцінка точності їх навчання з похибками  $MARE$ . Побудовані гістограми розподілів абсолютних похибок дійсної й уявної частин, індукованої у вимірювальному витку ВСП ЕРС, які отримані з використанням створених метамоделей для повної вибірки. Реалізація другого методу дає похибку  $MARE_{\mu}$ , яка не перевищує в найкращому випадку вимірювань 0.55 % та  $MARE_{\sigma}$  - 0.38 % відповідно.

Отже, в дослідженні виконано верифікацію методу визначення електрофізичних профілів плоских об'єктів на основі комп'ютерної імітації процесу вихрострумовевого контролю, який оснований на апріорному накопиченні моделюванням інформації щодо них. Метод передбачає розв'язок оптимізаційної задачі із застосуванням технік сурогатного моделювання. Розв'язано обернену задачу реконструкції профілів ЕП та МП, яка полягає в мінімізації квадратичної цільової функції в активному компактному підпросторі пошуку скороченої розмірності. В методі використано евристичний біонічний гібридний алгоритм пошуку глобального екстремуму.

Побудовані метамоделі НВСП на основі глибоких повнозв'язних нейронних мереж, що враховують окрім електрофізичних параметрів ОК додатково ще і частоти, на яких можливі вимірювання. Точність метамоделей забезпечена застосуванням розщеплення комплекснозначної нейронної мережі на дві дійснозначні для апроксимації дійсної та уявної частин сигналу ВСП та застосуванням глибокого навчання. Використання методу PCA

дозволило суттєво спростити умови пошуку екстремуму оптимізаційним алгоритмом та отримати ліпші значення розв'язків у порівнянні з пошуком в повнофакторному просторі, не дивлячись на деяку втрату частки повної інформації щодо об'єктів контролю. Числовими експериментами доведено ефективність одночасної реконструкції профілів ЕП та МП при використанні додаткової інформації про багаточастотні вимірювання, що дозволило підвищити точність їх визначення в результаті досконалішого врахування взаємодії електромагнітного поля збудження перетворювачів з ОК.

Список використаної літератури:

1. Bowler, N. (2019). *Eddy-current nondestructive evaluation*. Springer New York.
2. Lu, M. (2018). *Forward and inverse analysis for non-destructive testing based on electromagnetic computation methods*. The University of Manchester (United Kingdom). [https://pure.manchester.ac.uk/ws/portalfiles/portal/73361551/FULL\\_TEXT.PDF](https://pure.manchester.ac.uk/ws/portalfiles/portal/73361551/FULL_TEXT.PDF)
3. Halchenko, V. Y., Tychkov, V. V., Storchak, A. V., & Trembovetska, R. V. (2020). Reconstruction of surface radial profiles of electrophysical characteristics of cylindrical objects during eddy current measurements with a priori data. The selection formation for the surrogate model construction. *Ukrainskyi metrolohichnyi zhurnal*, (1), 35-50. <https://doi.org/10.24027/2306-7039.1.2020.204226>
4. Trembovetska, R., Halchenko, V., & Bazilo, C. (2022). Inverse multi-parameter identification of plane objects electrophysical parameters profiles by eddy-current method. In *Smart Technologies in Urban Engineering: Proceedings of STUE-2022* (pp. 202-212). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_19)
5. Hampton, J., Fletcher, A., Tesfalem, H., Peyton, A., & Brown, M. (2022). A comparison of non-linear optimisation algorithms for recovering the conductivity depth profile of an electrically conductive block using eddy current inspection. *NDT & E International*, 125, 102571. <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2021.102571>

6. Tesfalem, H., Hampton, J., Fletcher, A. D., Brown, M., & Peyton, A. J. (2021). Electrical resistivity reconstruction of graphite moderator bricks from multi-frequency measurements and artificial neural networks. *IEEE Sensors Journal*, 21(15), 17005-17016. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3080127>
7. Tesfalem, H., Peyton, A. J., Fletcher, A. D., Brown, M., & Chapman, B. (2020). Conductivity profiling of graphite moderator bricks from multifrequency eddy current measurements. *IEEE Sensors Journal*, 20(9), 4840-4849. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.2965201>
8. Xu, J., Wu, J., Xin, W., & Ge, Z. (2020). Measuring ultrathin metallic coating properties using swept-frequency eddy-current technique. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 69(8), 5772-5781. <https://doi.org/10.1109/TIM.2020.2966359>
9. Xu, J., Wu, J., Xin, W., & Ge, Z. (2020). Fast measurement of the coating thickness and conductivity using eddy currents and plane wave approximation. *IEEE Sensors Journal*, 21(1), 306-314. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.3014677>
10. Huang, P., Zhao, J., Li, Z., Pu, H., Ding, Y., Xu, L., & Xie, Y. (2023). Decoupling Conductivity and Permeability Using Sweep-Frequency Eddy Current Method. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 72, 1-11. <https://doi.org/10.1109/TIM.2023.3242017>
11. Halchenko, V. Ya., Trembovetska, R. V., & Tychkov, V. V. (2021). Surrogate synthesis of excitation systems for frame tangential eddy current probes. *Archives of electrical engineering*, 70(4), 743 -757. <https://doi:10.24425/ae.2021.138258>

## **Секція 3**

### **Проблемні питання прийняття рішень**

*Бондарев О. О., студент ХНАДУ*

*Ільге І. Г., к.т.н., доц. каф. АКІТ ХНАДУ*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВИБОРУ ТРАКТОРА ДЛЯ УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В УМОВАХ РОБОТИ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ**

Значення утримання автомобільних доріг у належному стані в сучасних умовах нашої країни постійно зростає.

Для багатьох операцій по утриманню доріг, особливо міських, трактори залишаються базовою машиною, що виконує цілу низку операцій завдяки змінному навісному і причіпному обладнанню [1-3].

Разом з тим в сучасних умовах постає проблема доцільного вибору комунальної техніки, і зокрема, тракторів, виходячи з критеріїв необхідної функціональності і економічної ефективності, особливо при наявності обмежень, що накладає вплив техногенно небезпечних об'єктів.

Для розв'язання цієї проблеми стає необхідним застосування сучасних інформаційних технологій, що базуються на системах управління базами даних [4].

Інформаційна пошукова система вибору трактора для комунального господарства має задовольнити такі вимоги:

- надати можливість зберігати та оновлювати дані щодо тракторів, використаних в комунальному господарстві, їх постачальників, виробників, замовників;
- мати доцільні інструменти пошуку моделей тракторів з необхідними характеристиками;

- надати можливість зберігати та оновлювати інформацію щодо замовлень на трактори та про співробітників, що за реалізують виконання цих замовлень;

- формувати необхідну для ефективного пошуку звітну документацію.

Інформаційно-пошукова системи вибору трактора має містити сутності, що описують предметну область.

Основними є сутності, що несуть інформацію:

- про трактори;
- про виробників;
- про постачальників;
- про замовлення;
- про співробітників;
- про клієнтів.

Інформація про трактори містить код трактора, марку трактора, використаний ресурс, ціну, опис, зображення, тип трактора, клімат, тип ходової частини, тип двигуна, потужність двигуна, марку двигуна, тип приводу, тип змінного устаткування, ємність бака, масу, робочі розміри.

Дані про співробітників включають код співробітника, прізвище, ім'я, посаду, телефон, e-mail.

Інформація про постачальників містить код постачальника, назву установи, контактну особа, місто, адресу, регіон, індекс, e-mail, факс, телефон, країну.

Інформація про виробників містить такі ж атрибути, що і інформація про постачальників, та відрізняється лише кодом постачальника.

Інформація про замовлення містить код замовлення, код трактора, код клієнта, дата виконання, дата розміщення, вид операції, кількість, адресу отримувача, тип доставки, вартість доставки, ціну, скидку.

Інформація про клієнтів містить код клієнта, назву установи, контактну особу, посаду, адресу, індекс, e-mail, телефон.

Формування інфологічної моделі інформаційно-пошукової системи вибору трактора базується на інформації про основні сутності, що була подана вище.

Також треба враховувати, що існують зв'язки між сутностями, а саме інформація про трактори пов'язана з інформацією про постачальників і з інформацією про виробників, а інформація про замовлення пов'язана з інформацією про трактори, пов'язана з інформацією про клієнтів і з інформацією про співробітників.

З урахуванням цих даних розроблено інфологічну модель інформаційно-пошукової системи вибору трактора, яку подано на рисунку 1.

Сформована модель є основою для інформаційної системи в середовищі систем управління реляційними базами даних.





2. ТРАКТОРИ ТА АВТОМОБІЛІ. Електронний навчальний посібник: веб-сайт. URL: [https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%20\(%D0%A1%D0%B0%D1%86%D1%8E%D0%BA%20%D0%92.%D0%92.\)/index.html](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%20(%D0%A1%D0%B0%D1%86%D1%8E%D0%BA%20%D0%92.%D0%92.)/index.html)  
(дата звернення: 12.04.2023)

3. Навісне обладнання для міні-трактора Види застосування: веб-сайт. URL: <https://gardenunion.com.ua/navisne-obladnannja-dlja-mini-traktora-vidi-zastosuvannja-36/> (дата звернення: 12.04.2023)

4. Харів Н. О. Бази даних та інформаційні системи: навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2018. – 127 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/9129/3/%D0%A5%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%B2%20%D0%9D.%D0%9E.pdf> (дата звернення: 19.04.2023)

*Грабовський Д. В., ст. гр. ММ-61-22*

*Ус М. О., ст. гр. ММ-41-20*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОХИБОК КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ФРЕЙМІВ ДАНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА ДОСТОВІРНІСТЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

Похибки кластеризації даних вимірювань в інтелектуальних вимірювальних інформаційних системах виникають у процесі групування даних вимірювань, коли алгоритми кластеризації намагаються призначити дані вимірювань до різних кластерів. Як показали проведені дослідження основними причинами похибок кластеризації є [1-7]:

1. Неправильний вибір алгоритму. Різні алгоритми можуть давати різні результати для одних і тих самих даних. Вибір неправильного алгоритму може призвести до невірної кластеризації.

2. Перекривання кластерів. У деяких випадках кластери можуть бути сильно перекриваються, що робить важкою точну кластеризацію.

3. Наявність шуму. Шум в даних може призвести до неправильних кластерів, оскільки алгоритми можуть сприймати шумові точки як окремі кластери.

4. Недостатній або зайвий вибір ознак. Неправильний вибір ознак для кластеризації може спричинити похибки.

5. Параметризація алгоритмів. Налаштування параметрів алгоритмів (наприклад, кількість кластерів) може впливати на результати кластеризації.

6. Суб'єктивність. Інтерпретація та оцінка результатів кластеризації може бути суб'єктивною і призводити до різних варіантів.

Для зменшення похибок кластеризації важливо ретельно аналізувати дані, використовувати правильний алгоритм та належним чином налаштовувати параметри. Похибки кластеризації можуть впливати на достовірність прийняття рішень в інтелектуальних вимірjuвальних інформаційних системах. Якщо кластеризація ресурсів об'єктів у кластери виконується невірно, це може призвести до неправильних висновків та рішень на основі цих кластерів. Під час кластеризації частина інформації може бути втрачена, оскільки об'єкти групуються за певними ознаками, іноді ігноруючи інші важливі аспекти. Похибки в кластеризації можуть призвести до невпевненості у прийнятих рішеннях, оскільки важко визначити, наскільки кластери вірно відображають реальну структуру даних. Якщо приймаються рішення на основі невірної кластеризації, це може призвести до помилкових висновків та незадовільних результатів.

Тому важливо ретельно аналізувати результати кластеризації, розглядаючи їх у контексті конкретного завдання та забезпечуючи

адекватність та якість процесу кластеризації для забезпечення достовірності рішень.

Для зменшення похибок кластеризації важливо використовувати наступні методи та підходи [1-7]:

1. Вибір правильної кількості кластерів. Використання методів, таких як метод ліктя (Elbow method) або ієрархічна кластеризація, щоб підібрати оптимальну кількість кластерів.

2. Вибирати правильні ознаки для кластеризації. Важливо враховувати лише значущі ознаки для кластеризації та видаляти шумові або незначущі дані.

3. Нормалізація даних. Масштабування ознак може допомогти покращити якість кластеризації.

4. Використання відповідних алгоритмів для кластеризації. Вибір алгоритмів кластеризації, які найкраще підходять до вирішення поставленої задачі, таких як k-середніх (k-means), ієрархічна кластеризація, DBSCAN і т. д.

5. Валідація кластерів. Використовуйте метрики якості, такі як індекс силуету (Silhouette index) або інші, щоб оцінити якість кластеризації та вносити корективи в процес при необхідності.

6. Підбір ініціалізації. Правильний вибір початкового розташування центрів кластерів (у випадку k-середніх) може вплинути на кінцевий результат.

7. Розглядайте додаткові знання про дані вимірювань та специфіку завдання для покращення кластеризації.

8. Використовуйте ансамбльні методи, такі як ансамбль k-середніх (Ensemble k-means), для покращення стійкості та якості кластеризації.

За допомогою цих методів і підходів ви можете зменшити похибки кластеризації та отримати більш точні результати.

Література:

1. Abadie, Alberto, Susan Athey, Guido W Imbens, and Jeffrey Wooldridge. 2017. “When should you adjust standard errors for clustering?” Working Paper. <http://www.nber.org/papers/w24003>.
2. Cameron, A. Colin, Jonah B. Gelbach, and Douglas L. Miller. 2011. “Robust inference with multiway clustering.” *Journal of Business & Economic Statistics* 29 (2): 238–49. <http://www.jstor.org/stable/25800796>.
3. Donald, Stephen, and Kevin Lang. 2007. “Inference with difference-in-differences and other panel data.” *The Review of Economics and Statistics* 89 (2): 221–33. <https://doi.org/10.1162/rest.89.2.221>.
4. Erickson, Timothy, and Toni M. Whited. 2012. “Treating measurement error in Tobin’s q.” *Review of Financial Studies* 25 (4): 1286–1329. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhr120>.
5. Sheppard, Kevin. 2023. “Linearmodels: Instrumental Variable and Linear Panel Models for Python.” <https://pypi.org/project/linearmodels/>.
6. Wasserstein, Ronald L., and Nicole A. Lazar. 2016. “The ASA Statement on p-Values: Context, process, and purpose.” *The American Statistician* 70 (2): 129–33. <https://doi.org/10.1080/00031305.2016.1154108>.
7. Wooldridge, Jeffrey M. 2010. *Econometric analysis of cross section and panel data*. The MIT Press. <http://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhcfr>.

*Коваль Д. О., ст. гр. ММ-21-22*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **РИЗИКИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ПРИЙНЯТТЯМ СТАТИСТИЧНИХ РІШЕНЬ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИМІРЮВАНЬ**

У зв'язку з ймовірнісним характером результатів вимірювань завжди існує невизначеність щодо вимірюваного значення параметра. Ця невизначеність відображається на правильності рішення, прийнятого на

основі результатів вимірювань. Це особливо важливо, коли результат вимірювання близький до меж довірчого інтервалу (меж специфікації), де є більша ймовірність того, що рішення буде некоректним. Це ілюструє приклад вимірювання відстані від різця до деталі інфрачервоним датчиком SHARP-GP2Y0A710K0F в станку з ЧПУ. На рис. 1 приведено результати вимірювання відстані цим датчиком, де  $L_{сер}$  – середнє значення вимірюної відстані; суцільною смугою зображено 95% довірчий інтервал.

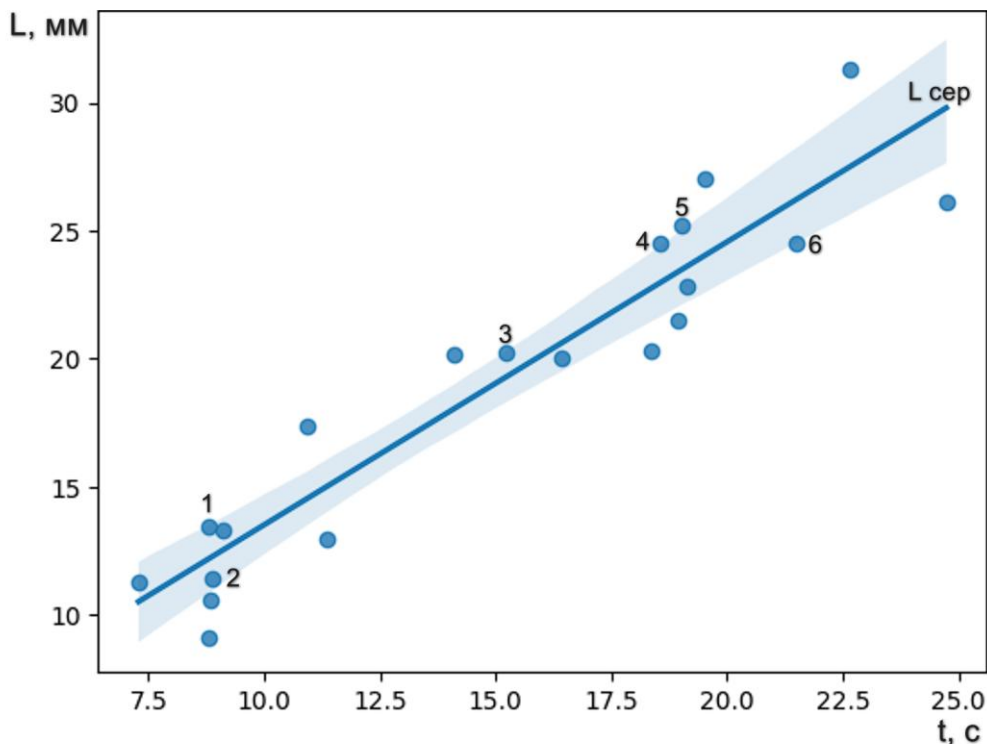


Рисунок 1 – Результати вимірювання відстані інфрачервоним датчиком

Аналіз даних вимірювань (рис. 1) дозволяє виявити вимірювання 1, 2, 3, 4, 5 та 6 результати яких знаходяться на межі довірчого інтервалу в 95%. За цими даними вимірювань з більшою вірогідністю може бути прийняте хибне рішення щодо правильності вимірювань. А це в свою чергу може значно збільшити ризик виготовлення бракованої деталі, або поломки різця.

На ризик прийняття неправильного рішення впливають також і невизначеності вимірювань. Продемонструємо це на прикладі автомобільного аналогового датчика тиску масла Volvo Fh12. Згідно з

заданими технічними характеристиками рівень вихідного сигналу повинен бути більше 10 В. Якщо амплітуда сигналу на виході датчика 10 В і менше датчик класифікується як несправний.

Припустимо, амплітуда сигналу на виході датчика дорівнює 10,6 В. Датчик слід класифікувати як справний, так як значення параметра більше межі специфікації в 10 В. Це ідеальна ситуація. Однак фактичний результат вимірювань не завжди буде 10,6 В. Через ймовірнісний характер повторних вимірювань, виміряні значення рівня сигналу на виході датчика більшу частину часу будуть знаходитися в інтервалі близько 10,6 В. Якщо довірчий інтервал позначити  $10,6 \text{ В} \pm 1,0 \text{ В}$ , то результати вимірювань будуть лежати між 9,6 В і 11,6 В. Якщо повторні вимірювання виконати на тому ж датчику, то буде прийнято рішення про його несправність, коли виміряне значення вихідної напруги датчика буде між 9,6В і 10,0 В. Датчик буде класифікований як справний, коли виміряна амплітуда його вихідного сигналу прийме значення від 10,0 В до 11,6 В.

Аналіз проведених експериментальних досліджень показав, що якщо вимірювання розподіляються рівномірно протягом зазначеного вище інтервалу, то в 20% випадків виміряне значення становитиме від 9,6 В до 10,0 В, а в 80% випадків від 10,0 В до 11,6 В. Таким чином, в 20% випадків датчик буде помилково класифікований як несправний через невизначеність результату вимірювання. Така ситуація проілюстрована на рис. 2.

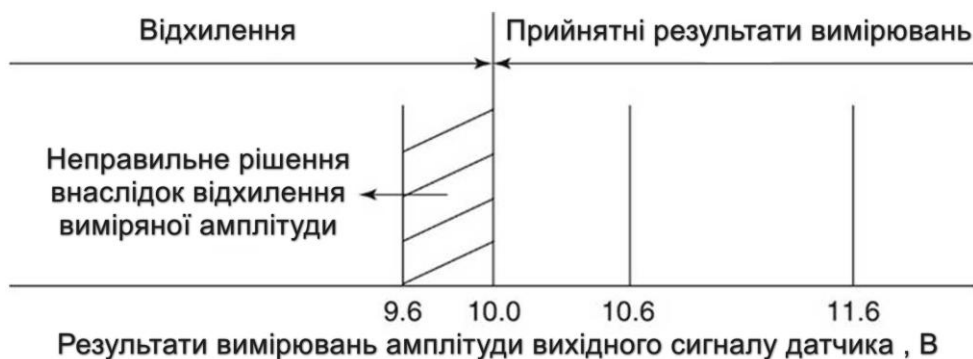


Рисунок 2 – Вплив невизначеності вимірювань на прийняття рішення

Таким чином, через невизначеність вимірювань може статися так, що вимірюване значення виходить за межі специфікації, тоді як значення параметра фактично знаходиться в межах специфікації. Також може бути, що фактичне значення параметра виходить за межі специфікації, але виміряне значення знаходиться в межах специфікації. Хибне прийняття рішення про несправність датчика тиску масла Volvo Fh12 може статися в обох ситуаціях, незалежно від того, чи ґрунтуються критерії прийняття рішення на односторонніх або двосторонніх обмеженнях специфікації.

Вищезазначена аномалія призводить до двох типів помилок, пов'язаних зі статистичним прийняттям рішень, так званих помилок I і II типів.

— Помилка типу I: справжнє значення параметра знаходиться в межах специфікації, але результат вимірювання вказує на те, що воно виходить за межі специфікації. Цей тип помилки часто позначають як ризик виробника, оскільки відповідний товар був відхилений. Її ще називають  $\alpha$ -помилкою.

— Помилка типу II: справжнє значення параметра виходить за межі специфікації, але результат вимірювання вказує на те, що воно знаходиться в межах специфікації. Цей тип помилки часто позначають як ризик споживача, оскільки невідповідна позиція була прийнята. Її ще називають  $\beta$ -помилкою.

Завжди існує певний ризик, яким би мінімальним він не був, що рішення, прийняте на основі результатів вимірювань, може бути неправильним через внутрішню невизначеність результатів вимірювань. Походження помилок I і II типів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Походження помилок I і II типу

	Значення параметра в межах специфікації	Значення параметра за межами межі специфікації
Виміряне значення в межах межі специфікації	Відсутність помилки	Помилка типу II
Виміряне значення за межами специфікації	Помилка типу I	Без помилки



Існує ряд ситуацій, в яких ризики, пов'язані з помилками I або II типу, повинні бути дуже ретельно проаналізовані при прийнятті рішення на основі результатів вимірювань.

У промисловості ризики, пов'язані з прийняттям невідповідної продукції або помилкою типу II, відрізняються від ризиків, пов'язаних з відмовою від продукту, який відповідає специфікаціям, або помилкою типу I. Під час виготовлення продукція проходить перевірку на різних стадіях: вхідному, незавершеному та кінцевому. Відмова від відповідного продукту на будь-якому етапі може вплинути на графік поставки кінцевого продукту, але прийняття невідповідного продукту впливає на якість кінцевого продукту, що може вплинути на безпеку продукту. Іноді це може призвести до збитків через закони про гарантію та відповідальність за продукцію, а також до втрати репутації підприємства. Тому ризики повинні бути дуже ретельно зважені залежно від характеру та критичності продукту та його кінцевого використання.

Ще більше значення відіграють вимірювання, пов'язані з охороною здоров'я. Тут аналіз ризиків стає критично важливим у вимірюваннях, пов'язаних з охороною здоров'я та медичною діагностикою пацієнтів. Ризик зіткнутися з помилками I і II типів повинен бути мінімальним. Одним із яскравих прикладів є використання променевої терапії для лікування раку. Променева терапія забезпечується за допомогою одиниць кобальту, який випромінює гамма-промені. Це випромінювання походить від розпаду природних радіоактивних джерел. Вимірювання, що відносяться до випромінювання кобальту, мають вирішальне значення. Занадто велика радіація руйнує здорові тканини, що оточують уражену раком частину. Якщо занадто мало радіації при опроміненні то і пухлина не руйнується і недуга триває. Лікування ефективне тільки при дотриманні оптимальної дози опромінення. Міркування щодо невизначеності вимірювань у таких ситуаціях мають вирішальне значення.

Таким чином, аналіз невизначеності даних вимірювань у всіх сферах діяльності людини відіграє важливе значення. Врахування невизначеності вимірювань при прийнятті статистичних рішень дозволить значно зменшити ризик прийняття невірної рішення.

Література:

1. Ku. Harry H. 2001. Statistical concepts in metrology. In Handbook, of industrial metrology, American Society of Tool and Manufacturing Engineers, 20-50. New York: Prentice Hall.
2. National Bureau of Standards (NBS). Measurement assurance program, part I: General introduction. Special publication 676-1, 10-14. Washington: National Institute of Standards and Technology (NIST).
3. Pearson, Thomas A. 2001. Measure for Six Sigma success. ASQ Quality Progress, February, 35-39.
4. Quinn. T. J. Mutual recognition agreement for national measurement standards and calibration certificates issued by national metrology institutions. Cal Lab: The International Journal of Metrology 6, no. 2:21-23.
5. Stein. Philip. Measure for measure. ASQ Quality Progress, September. 74-75.
6. Sydenham, P. H., Handbook of measurement science. Vol. 1, Standardization of measurement fundamentals and practices. John Wiley and Sons.
7. Treble, Ric. Analytical measurements and the law. HA PL News 1, no. 13:19-20 (published by the National Accreditation Board for Testing and Calibration Laboratories, Department of Science and Technology, Government of India).

*Крайнюк М. Ю., студент 5-го курсу ХНАДУ*

*Науковий керівник: к.т.н., доцент Коваль О. А.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **СМАРТ БЕЗПЕКА: ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ДАТЧИКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ**

Дослідження смарт-безпеки на промислових об'єктах, заснованої на використанні штучного інтелекту та датчиків, є вкрай актуальним у сучасному світі. Промислові об'єкти, чи то заводи, електростанції чи інші критичні інфраструктури, піддаються різноманітним ризикам та потенційним аваріям, що потребує безперервного моніторингу та реагування. Використання сучасних технологій дозволяє не лише підвищити рівень безпеки для працівників та обладнання, а й знизити ризики, оптимізувати ресурси та забезпечити відповідність нормативам та стандартам. Завдяки смарт-безпеці, заснованій на ШІ та датчиках, промислові об'єкти можуть більш ефективно прогнозувати та запобігати аваріям, мінімізувати вплив людського фактору та стати більш стійкими та безпечними для майбутнього.

Промислові об'єкти завжди пов'язані з різними ризиками на виробництві, техногенними аваріями та небезпекою для персоналу. Однак сучасні технології надають нові інструменти для забезпечення безпеки промислових об'єктах. Одними з таких інструментів є штучний інтелект (ШІ) та датчики. Ці технології разом створюють концепцію «смарт-безпеки», яка є революційним способом забезпечення безпеки у промисловості.

ШІ та датчики – це ідеальна пара для безпеки виробництва. Штучний інтелект та датчики є ключовими елементами концепції «смарт-безпеки». Датчики можуть вимірювати різні параметри навколишнього середовища, а ШІ може аналізувати ці дані в режимі реального часу та робити дії на основі отриманої інформації. Ось як ці технології працюють у симбіозі для

забезпечення безпеки:

1. Моніторинг та аналіз. На промислових об'єктах встановлені різноманітні датчики, які безперервно моніторять параметри, такі як температура, вологість, тиск, концентрація токсичних газів та багато іншого. ШІ може аналізувати дані від цих датчиків та визначати аномалії. Наприклад, якщо датчики виявляють незвичайне підвищення температури у певному секторі заводу, ШІ може відразу ж згенерувати оповіщення.

На промислових об'єктах встановлюються численні датчики, які постійно збирають інформацію про стан навколишнього середовища та обладнання. Штучний інтелект аналізує ці дані в режимі реального часу, виявляючи аномалії та небезпечні тренди. Це дозволяє оперативно реагувати на потенційні загрози, такі як витікання небезпечних речовин чи відхилення у роботі устаткування. Завдяки моніторингу та аналізу даних смарт-безпека робить промислові об'єкти більш надійними та безпечними для працівників.

2. Прогнозування та запобігання надзвичайних ситуацій. ШІ також здатний прогнозувати потенційні небезпечні ситуації. На основі даних та історичних аналізів, ШІ може передбачати можливі аварії та допомагати у вжитті заходів для їх запобігання. Це дозволяє скоротити ризики та підвищити загальну безпеку.

Прогнозування та попередження є ключовим елементом смарт-безпеки на промислових об'єктах. Штучний інтелект, аналізуючи великі обсяги даних та історичні показники, здатний передбачати можливі аварійні ситуації та небезпечні події. Це дозволяє вживати проактивних заходів для запобігання інцидентам, знижуючи ризики та потенційні збитки. Наприклад, якщо ШІ виявляє неконтрольоване зростання тиску в системі, система може автоматично активувати запобіжні механізми або відключити небезпечне обладнання, що може запобігти аварії та зберегти людські життя.

3. Автоматизація. ШІ може автоматизувати системи безпеки. Це включає управління доступом, моніторинг камер відеоспостереження і навіть

автономних роботів, здатних патрулювати об'єкт. Ці автоматизовані системи швидко реагують на загрози, що може врятувати життя та знизити ризики для персоналу.

Штучний інтелект дозволяє автоматизувати різноманітні аспекти систем безпеки. Наприклад, системи управління доступом можуть бути інтегровані з ШІ для більш точного та надійного контролю за доступом на об'єкт. У разі виявлення аварії, ШІ може відразу реагувати, блокуючи доступ до небезпечних зон або активуючи аварійні системи. Крім того, автономні роботи, оснащені штучним інтелектом, можуть патрулювати об'єкт, забезпечуючи безперервне спостереження та швидку реакцію на будь-які позаштатні ситуації. Це підвищує ефективність систем безпеки та знижує залежність від людського втручання, що особливо важливо у критичних ситуаціях.

4. Машинне навчання. Використовуючи машинне навчання, можна створювати моделі, здатні розпізнавати небезпечні події на основі історичних даних та навчання на прикладах. Ці моделі стають дедалі точнішими з часом і дозволяють швидко реагувати на нові небезпеки.

Ця технологія дозволяє створювати моделі, які здатні розпізнавати небезпечні події на основі даних та навчання на прикладах. Системи машинного навчання можуть бути навчені розпізнавати візуальні та звукові сигнали аварій, такі як пожежі, витік газів або шуми, характерні для несправного обладнання. Ці моделі можуть інтегруватися в системи моніторингу та автоматично генерувати оповіщення та реагувати на небезпечні події. Поступово, з навчанням на великих обсягах даних, такі моделі стають все більш точними і можуть допомогти у запобіганні аварійним ситуаціям, збільшуючи рівень безпеки на промислових об'єктах.

5. Застосування дронів та роботів. Дрони та роботи, оснащені ШІ, стають важливими засобами забезпечення безпеки. Вони можуть досліджувати та перевіряти небезпечні зони без ризику для людського життя,

а також доставляти необхідні ресурси на місце події.

Дрони, оснащені ІІІ та датчиками, є цінним ресурсом для нагляду та контролю в реальному часі. Ось як дрони можуть використовуватися в смарт-безпеці:

- Інспекція та моніторинг. Дрони можуть здійснювати візуальний моніторинг промислових об'єктів, що включає перевірку стану обладнання, будівель та інфраструктури. Датчики на дронах можуть вимірювати такі параметри, як температура, рівень газів та інші.

- Швидка реакція на аварії. У разі виникнення надзвичайних ситуацій дрони можуть бути негайно відправлені на місце події. Вони можуть забезпечити відео- та фотодокази, а також моніторити поширення небезпечних речовин.

- Дослідження важкодоступних місць. дрони можуть досліджувати небезпечні або важкодоступні зони, які можуть бути небезпечними для людини. Це дозволяє детально вивчати ситуацію та планувати заходи щодо усунення загроз.

- Постачання необхідних ресурсів. Дрони також можуть використовуватися для доставки необхідних ресурсів або обладнання на місце інциденту, що може бути критично важливим у надзвичайних ситуаціях.

- Використання дронів у смарт-безпеці значно розширює можливості моніторингу та реагування на промислових об'єктах, а штучний інтелект у зв'язці з датчиками забезпечує ефективне управління та аналіз даних, що отримуються з дронів.

Смарт-безпека, заснована на штучному інтелекті та датчиках, є передовим підходом до забезпечення безпеки на промислових об'єктах. Ці технології дозволяють реагувати на загрози швидше, точніше та ефективніше. Вони також допомагають передбачати та запобігати аваріям, знижуючи ризики та збільшуючи безпеку для всіх працівників. Смарт-

безпека – це майбутнє безпеки у промисловості.

Дослідження смарт-безпеки на промислових об'єктах, заснованої на використанні штучного інтелекту та датчиків, являють собою не лише сучасну технологічну можливість, а й важливий крок у забезпеченні безпеки та ефективності у промисловій сфері. Смарт-безпека не лише допомагає у реагуванні на надзвичайні ситуації, а й сприяє запобіганню потенційним аваріям, оптимізації ресурсів та дотриманню нормативів.

Розробка та впровадження смарт-безпеки, заснованої на ШІ та датчиках, не лише знизить ризики та підвищить продуктивність, але також доповнить важливим елементом майбутнє промисловості, де безпека, ефективність та стабільність стають ключовими принципами.

*Плетенко А. В., студентка магістратури*

*Медведовська Я. С., к.т.н., доцент*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВАЖЛИВІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ ДЛЯ СУЧАСНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ**

Відповідно до сучасних надзвичайно складних умов функціонування підприємств, питання стабільності та ефективності їх розвитку стоїть на першому місці. В таких умовах є актуальним прийняття зважених управлінських рішень, які б мінімізували вплив зовнішнього середовища на діяльність підприємства в цілому, включаючи і його структурні підрозділи. Таким чином, доречним є удосконалення системи менеджменту, використання дієвих підходів, методів та прийомів управління [1]. Також, незважаючи на всі обставини, нікуди не поділося прагнення підприємств масштабування своєї діяльності та виходу на зарубіжні ринки.

Атрибутом такого функціонування підприємства за умов жорсткої конкуренції є підтвердження відповідності продукту, послуги або системи вимогам того чи іншого міжнародного стандарту, що називається сертифікацією ISO (International Organization for Standardization). Таку процедуру відповідності мають право проводити акредитовані органи з сертифікації. Відповідно до результатів сертифікації, видається документ з відповідним знаком якості акредитованого органу. Такий документ називається сертифікатом ISO.

ISO включає декілька стандартів на системи менеджменту, кожний з яких направлений на вирішення різноманітних питань, що стосуються роботи підприємства. Найбільш впроваджуваною системою менеджменту у теперішній час є система менеджменту якості ISO 9001 [2].

Сертифікат ISO 9001 говорить про те, що організація надає роботи або послуги відповідного рівня, які повністю відповідають вимогам міжнародних стандартів для всіх процесів. Упровадження та використання системи менеджменту якості ISO 9001 є важливою складовою у розвитку підприємства і одним із головних критеріїв оцінки надійності компанії не тільки для клієнтів але і для інвесторів.

Логічним продовженням стандарту серії ISO 9001 є стандарти серії ISO 14001 [3], які охоплюють не тільки випуск самого продукту і контроль його якості, але і всю систему виробництва. Наявність сертифікату ISO 14001 є відображенням того, що робота підприємства не несе шкоди навколишньому середовищу і не суперечить затвердженим законодавчим нормам і правилам та іншим екологічним вимогам, що є актуальним якщо мова йде про техногенно небезпечні об'єкти.

У комплексі зі стандартами ISO 9001 та ISO 14001 працює стандарт ISO 45001 [4] (який нещодавно замінив OHSAS 18001) оскільки тільки у цьому випадку буде досягнутий максимально високий рівень виробництва та соціальної відповідальності організації. Передумовою для створення цього



стандарту була шокуюча статистика летальних випадків на підприємствах та смертельних захворювань, пов'язаних з роботою. У стандарті ISO 450001 зроблено сильний акцент на керівництво та менеджерів. Це означає що в процес прийняття рішень має бути включене не тільки вище керівництво, а і всі працівники на всіх рівнях організації. Сертифікат ISO 450001 є беззаперечним доказом успіху у проведенні керівництвом робіт з підтримки та вдосконалення безпечних умов праці для робітників.

Неповний список переваг впровадження такої системи (рис. 1):

1. Ліквідація дублювання керівних або виробничих процесів, а відповідно і економія часу і скорочення витрат.
2. Зниження ризиків та підвищення прибутку виробництва.
3. Прийняття оптимальних рішень.
4. Спрощення або скорочення непотрібних посад.
5. Створення гармонійного клімату в організації.
6. Оптимізація виробничого процесу.
7. Сприяння навчанню та розвитку.
8. Підвищення прибутку.



Рисунок – Ілюстративне представлення переваг впровадження стандартів ISO

Таким чином, стандарти ISO 9001, ISO 14001 та ISO 450001 впровадженні та приведені до загального знаменнику утворюють інтегровану систему управління.

## Література:

1. Якимчук Т. В., Лисенко О. А. Місце аналізу в системі менеджменту підприємства. *Економіка та суспільство*. 2022. Випуск № 22. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/issue/view/42> (дата звернення: 20.10.2023).
2. ДСТУ EN ISO 9001:2018. Системи управління якістю. Вимоги (EN ISO 9001:2015, IDT; ISO 9001:2015, IDT). [Чинний від 2018-12-05]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 22 с.
3. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 14001:2015, IDT). [На заміну ДСТУ ISO 14001:2006; чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 29 с.
4. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). [На заміну ДСТУ OHSAS 18001:2010; чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 31 с.

*Чаплинський О. А., ст. гр. ММ-61-22*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **РИЗИКИ ХИБНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ПОКАЗАНЬ ДЕКАДНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Достовірність розпізнавання зображень показань декадних лічильників електроенергії залежить від використаної технології та алгоритмів. Моделі штучного інтелекту, такі як нейронні мережі, можуть досягти високого рівня точності в розпізнаванні зображень цифр декад лічильників, але це також залежить від якості вихідних даних та навчання нейромережевої моделі. Важливо ретельно підбирати модель і оптимізувати її для конкретної задачі

розпізнавання зображень, щоб досягти найкращих результатів.

Достовірність розпізнавання показань декад зазвичай залежить від декількох факторів:

1. Якість зображення: Чим краще якість зображення (роздільна здатність, освітлення, контраст і т. д.), тим вища достовірність розпізнавання.

2. Алгоритми розпізнавання: Використовувані алгоритми глибокого навчання, нейронні мережі, або інші методи машинного зору значно впливають на точність розпізнавання.

3. Навчання нейромережевої моделі: Якщо нейронна мережа, яка використовується для розпізнавань цифр на дисках декад лічильника електроенергії була навчена на великій кількості різних зображень, то вона зазвичай краще справляється з розпізнаванням.

4. Кількість класів (зображень цифр): Кількість можливих класів для розпізнавання також впливає на достовірність. Якщо є багато класів, то точність може зменшитися.

5. Підготовка вихідних даних: Якість і різноманітність навчальних даних також грає важливу роль. Вони повинні бути репрезентативними для реальних ситуацій.

6. Умови навколишнього середовища: Освітлення, кут огляду, специфічні умови зйомки значно впливають на точність розпізнавання цифр декадного лічильника електроенергії.

Загальна достовірність розпізнавання зображень декад зазвичай досягається в результаті оптимізації цих факторів і використання сучасних технологій машинного зору.

Як показали дослідження ризику недостовірного розпізнавання зображень цифр на дисках декад лічильника електроенергії можуть включати:

1. Помилки в класифікації: Системи розпізнавання зображень можуть неправильно класифікувати зображення цифр, що призводить до негативних

наслідків при обліку споживання електроенергії абонентом.

2. Вплив якості зображень: Якість вхідних зображень може суттєво впливати на точність розпізнавання. Погані освітлення, шум, розмазування або перекриття можуть призвести до помилок у розпізнаванні.

3. Юридичні питання: Помилкові облікові дані, отримані внаслідок хибного розпізнавання показань декад лічильника електроенергії, ведуть до юридичних спорів.

Для зменшення цих ризиків важливо ретельно тестувати та налаштовувати системи розпізнавання, дотримуватися нормативних вимог і враховувати етичні аспекти в їхньому застосуванні

Для дослідження ризиків хибного розпізнавання показань декадних лічильників електроенергії мною була розроблена 10 шарова нейронна мережа (рис.1).

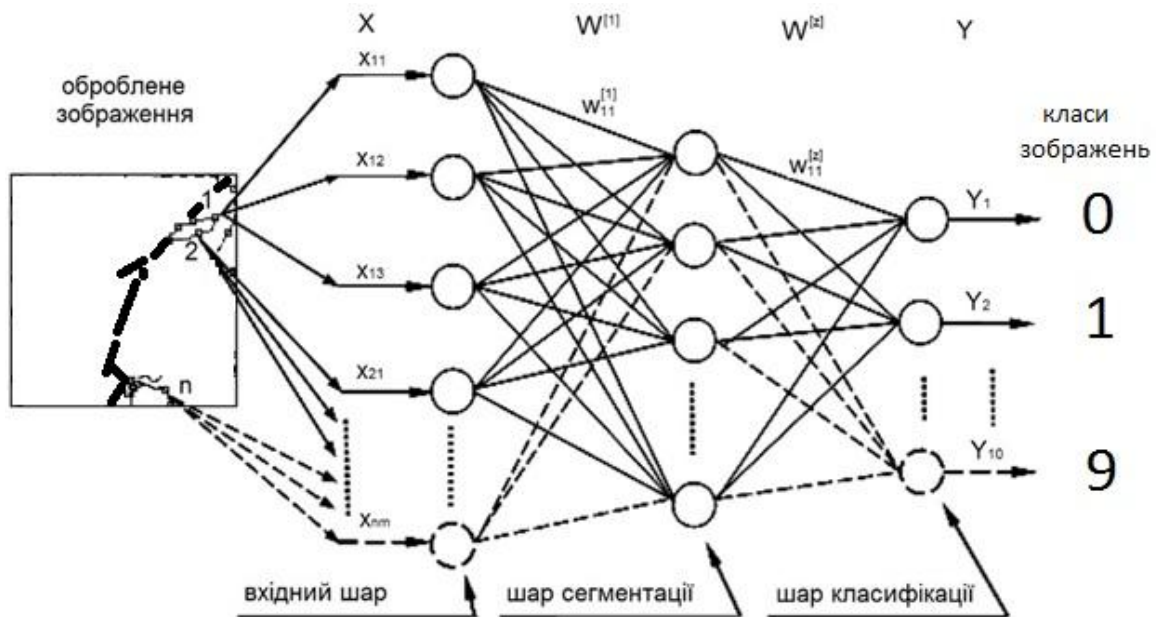


Рисунок 1 – Структура нейронної мережі

Щоб оцінити якість розпізнавання, проводилося обчислення середньоквадратичної помилки:

$$E = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - y(k_i))^2, \quad (1)$$

де  $E$  – помилка розпізнавання;

$y_i$  – значення  $i$ -го виходу мережі при розпізнаванні зображення;

$y(k_i)$  – значення  $i$ -го еталонного виходу мережі, яке відповідає класу зображення.

Для навчання нейронної мережі я використав 1250 зображень декадних лічильників електроенергії. З них 840 зображень використовувались для навчання нейронної мережі, а 410 були вибрані в якості тестової вибірки. Проведені дослідження дозволили зробити наступні висновки:

1. Розроблені архітектури нейронних мереж дозволяють проводити розпізнавання показань газових лічильників з високим відсотком вірогідності розпізнавання (до 98%). Застосовність нейронних мереж перевірена на основі аналізу зображень 180 лічильників.

2. Застосування нейронних мереж при розпізнаванні показань механічних лічильників електроенергії дозволяє використовувати нейромереві алгоритми для різних типів лічильників за рахунок властивості навченості.

3. Розроблена гібридна методика класифікації цифр декад лічильників, що базується на методах інтелектуального аналізу даних, характеризується меншою чутливістю до шумів, поворотів і масштабів досліджуваного зображення циферблату лічильника, що забезпечує задану точність.

Достовірність розпізнавань показань декадних лічильників електроенергії в значній мірі залежить:

- від умов фотографування циферблату лічильника;
- від стану та рівня забруднення скла циферблату лічильника;

— від стану самого циферблату (рівня вигорання краски декадних дисків, подряпин, тріщин та сколів захисного скла).

Запорукою достовірного розпізнавання показань лічильника є попередня обробка зображення. Цей процес є доволі затратним, тому його потрібно автоматизувати з залученням нейронної мережі.

Використання нейронної мережі потребує для її навчання досить велику вибірку показань (використовувалось 1200 зображень) для кожного типу лічильника.

Література:

1. VideoTesT Ltd "Application of Image Analysis Software VideoTesT – Morphology in Mycology, Phytopathology and Industrial Microbiology". URL: <http://www.videotest.ru/en/article/view/48/category/11> (дата звернення: 6.10.2023).

2. VisionPE Metlab Corporation. Image Analysis. URL: [http://www.metlabcorp.com/image\\_analysis.html](http://www.metlabcorp.com/image_analysis.html) (дата звернення: 16.10.2023).

3. SIAMS: Index of/products/siams700. URL: <http://www.siams.com/products/siams700> (дата звернення: 16.10.2023).

*Юнашев Д. С., студент ХНАДУ*

*Ільге І. Г., к.т.н., доц. каф. АКІТ ХНАДУ*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВИБІР МАЛОТОННАЖНОЇ ВАНТАЖІВКИ ДЛЯ РОБОТИ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ**

Для багатьох завдань по перевезенню вантажів найбільш доцільним є використання автомобільних перевезень, особливо якщо необхідно гнучко

реагувати на специфічні обставини доставки вантажу, як, наприклад, має місце при роботі в зоні впливу техногенно небезпечних об'єктів. [1-3].

Малотоннажні автомобілі є найбільш масовими, найбільш компактними та легкими вантажівками з помірною висотою завантаження. Більшість легких вантажівок і фургонів, що випускаються в світі, мають загальну вагу не більше 3,5 – 4 тони, а корисне навантаження цих машин сягає 1,5-1,8 тони.

Малотоннажні вантажні автомобілі виробляє багато виробників по всьому світові, і для доцільного вибору певної моделі треба врахувати цілу низку їх параметрів.

Основні характеристики малотоннажних вантажівок або критерії їх оцінки можна поділити на декілька груп, а саме: технічні, експлуатаційні, економічні та ергономічні.

До технічних характеристик можна віднести: повну масу, вантажопідйомність, габарити, дорожній просвіт, максимальну швидкість, тип палива, запас ходу, потужність та об'єм двигуна, тип гальмівної системи.

Ергономіка та комфорт: можливість регулювання руля та сидіння, наявність автоматичної коробки передач, наявність гідропідсилювача керма, мікрокліматична система (опалення та кондиціонер), сучасний дизайн.

Економічні критерії наступні: вартість вантажівки, вартість запасних частин, розхід палива.

Експлуатаційні: екологічний клас, умови захисту вантажу, гарантійний період, сервісне обслуговування.

Розв'язати проблему доцільного вибору малотоннажних вантажівок серед великої кількості альтернатив, особливо при експлуатації в зоні впливу техногенно небезпечних об'єктів, можливо лише за умови використання сучасних інформаційних систем.

Інформаційна пошукова система вибору малотоннажних вантажівок має вирішувати такі завдання:

- нагромадження і зберігання характеристик різних моделей малотоннажних вантажівок;

- нагромадження і зберігання даних про власників малотоннажних вантажівок;

- нагромадження і зберігання даних про виробників вантажівок;

- забезпечити нагромадження і зберігання даних про користувачів, які можуть замовити вантажівки;

- забезпечити нагромадження і зберігання даних про замовлення вантажівок, а також контакти юридичних осіб, якщо замовлення було від них;

- мати можливість пошуку вантажівок за вказаними параметрами;

- мати можливість формування та роздрукування звітів.

Система зобов'язана також надавати додаткові можливості:

- обмін інформацією з іншими додатками;

- гнучке розширення сформованих таблиць бази даних.

Інформаційна пошукова система малотоннажних вантажівок мусить відображати предметну область, яка має такі основні сутності:

- вантажівки;

- споживачі;

- власники;

- замовлення.

Дані про вантажівки включають:

- код вантажівки;

- код власника;

- тип вантажівки;

- марка;

- номерний знак;

- тип вантажу;

- вантажопідйомність;



- ціна оренди за годину;
- ціна оренди за день.

Дані про споживачів включають:

- код споживача;
- ім'я та прізвище;
- адреса;
- номер телефону;
- дані про кошти на акаунті.

Дані про власників включають:

- код власника;
- ім'я та прізвище;
- адреса;
- номер телефону;
- дані про кошти на акаунті.

Дані про замовлення включають:

- код замовлення;
- код споживача;
- тип вантажівки;
- тип оплати;
- дата і час початку оренди;
- дата і час закінчення оренди.

Всі ці дані є основою для побудови інфологічної моделі. Така модель є описом сутностей з атрибутами та зв'язками. Інфологічна модель інформаційної системи представлена на рис. 1.

Інфологічна модель є базовим рівнем для моделювання та створення інформаційно-пошукової системи вибору малотоннажних вантажівок.

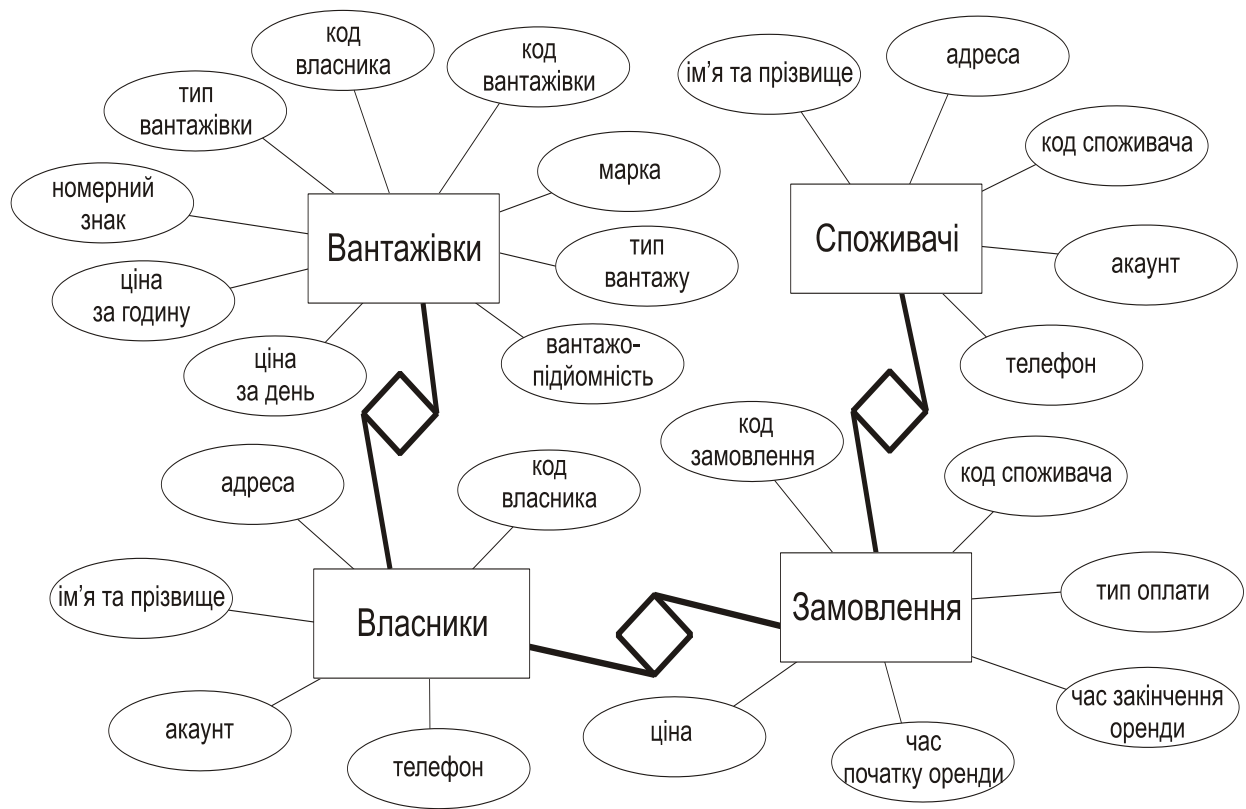


Рисунок 1 – Інфологічна модель системи вибору малотоннажних вантажівок

#### Література:

1. Типи і види вантажних автомобілів. URL: <https://specmash.org.ua/article/tipi-i-vidi-vantazhnih-avtomobiliv> (дата звернення: 15.10.2023).
2. Малотоннажні бортові вантажівки. URL: <https://www.gruzovik.com/furgony/malotonnazhnye-bortovye-gruzoviki/daf-45-130-turbo-dc-a553997.html> (дата звернення: 15.10.2023).
3. Малотоннажні вантажівки. URL: <https://autoline.ua/-/malotonnazhni-vantazhivki--c1660> (дата звернення: 15.10.2023).
4. Харів Н. О. Бази даних та інформаційні системи: навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2018. – 127 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/9129/3/%D0%A5%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%B2%20%D0%9D.%D0%9E.pdf> (дата звернення: 19.10.2023)

## **Секція 4**

### **Ліквідація наслідків аварій на техногенно небезпечних об'єктах**

*Беляєва В. А., студентка 4-го курсу ХНАДУ, гр. Т-42-20*

*Науковий керівник: к.т.н., доцент Крайнюк О. В.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОСФЕРНОЇ БЕЗПЕКИ**

З сучасним розвитком інформаційних технологій безпека на виробництві стає особливо актуальною та важливою. Інформаційні технології вже давно стали невід'ємною частиною практично всіх галузей людської діяльності, але разом з їхнім поширенням зростають і загрози, пов'язані з їх використанням. Мова йде не лише про кіберзахист систем інформаційних технологій, але і про техносферну безпеку виробничих процесів.

Техносферна безпека вимагає запровадження заходів, спрямованих на забезпечення надійності та стабільності функціонування технічних систем на виробництві. Це охоплює критичну інфраструктуру, енергетику, транспорт та багато інших аспектів виробничої діяльності. Забезпечення техносферної безпеки вимагає вжиття заходів для попередження кібератак та інших загроз, які можуть вплинути на безпеку та комфорт працівників та громадян.

Техносферна безпека вимагає запровадження заходів, спрямованих на забезпечення надійності та стабільності функціонування технічних систем на виробництві. Це охоплює критичну інфраструктуру, енергетику, транспорт та багато інших аспектів виробничої діяльності. Забезпечення техносферної безпеки вимагає вжиття заходів для попередження кібератак та інших загроз, які можуть вплинути на безпеку та комфорт працівників та громадян.

Зараз надзвичайно важливо забезпечувати виробничу безпеку в умовах сучасного використання інформаційних технологій. У цьому контексті створення сучасних систем моніторингу та виявлення атак набуває

критичного значення. Ці системи дозволяють оперативно реагувати на потенційні загрози та приймати необхідні заходи для їх запобігання, забезпечуючи надійність виробничих процесів.

Системи моніторингу мають здатність аналізувати інформацію, отриману від датчиків, камер відеоспостереження та інших джерел, автоматично виявляючи аномалії та оперативно повідомляючи операторів про можливі проблеми. Важливо враховувати, що інформаційні технології грають ключову роль у цих процесах. Аналіз великих обсягів даних, використання штучного інтелекту і машинного навчання сприяють виявленню аномалій та атак в реальному часі, що робить виробничі процеси безпечнішими і надійнішими. Залежність від інформаційних систем набуває все більшої ваги, тому важливе завдання – забезпечити їхню відповідну захищеність від кіберзагроз. Інформаційні технології надають ефективні інструменти для виявлення та запобігання кібератакам, включаючи шифрування даних та навчання персоналу в галузі кібербезпеки. Технічні системи, такі як промислові контролери та системи управління, повинні відповідати сучасним стандартам безпеки, щоб забезпечити безпечну експлуатацію виробничих об'єктів.

Інформаційні технології надають можливість проводити моделювання та аналіз ризиків для технічних систем, що допомагає передбачати можливі наслідки інцидентів і розробляти плани щодо їх мінімізації. Крім того, інформаційні системи можуть бути використані для управління кризами, надаючи операторам необхідну інформацію для прийняття рішень у реальному часі. Всі ці заходи спрямовані на забезпечення виробничої безпеки та стабільності виробничих процесів у світі, де інформаційні технології відіграють ключову роль.

Сучасні інформаційні технології пропонують широкий спектр інструментів для забезпечення безпеки на виробництві та управління доступом до технічних систем. Серед них біометрична ідентифікація,

двофакторна автентифікація, управління правами доступу та інші методи, які гарантують, що до систем мають доступ лише авторизовані особи.

Однак безпека також залежить від рівня кадрової підготовки. Інформаційні технології грають ключову роль у процесі навчання та підвищенні кваліфікації фахівців у галузі безпеки. Віртуальні тренажери, онлайн-курси та симулятори стають невід'ємною частиною навчального процесу, допомагаючи спеціалістам покращувати свої навички та знання.

Отже, інформаційні технології відіграють вирішальну роль у зміцненні техносферної безпеки. Вони надають необхідні інструменти для моніторингу, аналізу, захисту та управління технічними системами, роблячи їх більш стійкими до потенційних загроз та більш надійними в сучасному світі. Інформаційні технології продовжують грати центральну роль у забезпеченні безпеки техносфери, і постійне навчання та інновації в цій галузі допоможуть забезпечити надійну цифрову безпеку для нашого світу.

*Біляєв М. М.<sup>1</sup>, Біляєва В. В.<sup>2</sup>, Берлов О. В.<sup>3</sup>,*

*Машихіна П. Б.<sup>4</sup>, Калашников А. В.<sup>5</sup>*

*<sup>1</sup> професор каф. гідравліки, водопостачання та фізики, д.т.н., проф.*

*<sup>2</sup> професор каф. енергетичних систем та енергоменеджменту, д.т.н., проф.*

*<sup>3</sup> доцент каф. безпеки життєдіяльності, к.т.н., доц.*

*<sup>4</sup> доцент каф. гідравліки, водопостачання та фізики, к.т.н., доц.*

*<sup>5</sup> аспірант каф. гідравліки, водопостачання та фізики*

*Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро*

## **ОЦІНЮВАННЯ ЗОН ЗАБРУДНЕННЯ ПРИ ЕМІСІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН НА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТАХ**

Функціонування енергетичних об'єктів пов'язано з емісією хімічно небезпечних речовин в атмосферне повітря. Це приводить до формування зон

з підвищеної концентрацією цих речовин, як на промислових майданчиках, так і за межами об'єкта. Розглядаються задачі чисельного моделювання хімічного та пилового забруднення атмосферного повітря при конвективних метеоумовах, штилю та інверсії. Для рішення задач даного класу розроблені 2D та 3D чисельні моделі, що орієнтовані на оцінювання інтенсивності забруднення рівня пилового та хімічного забруднення повітря на промисловому майданчику ТЕС, а також при пилоутворенні на штабелях вугілля. Для розрахунку поширення газоподібних та пилових домішок використовуються рівняння конвективно-дифузійного переносу. Ці моделюючі рівняння враховують:

1. профіль та напрям вітрового потоку;
2. атмосферну стратифікацію;
3. інтенсивність емісії домішки;
4. місце емісії;
5. гравітаційне осадження домішки.
6. геометричну форму джерела забруднення.

Положення джерела емісії домішки моделюється за допомогою дельта-функції Дірака.

Поле швидкості повітряного потоку розраховується на базі моделі потенціального руху. Для моделювання стану штилю та інверсії використовується модель М. Берлянда для розрахунку вертикального коефіцієнту атмосферної дифузії. Чисельне інтегрування рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки здійснюється за допомогою різницевих схем та методу розщеплення [1, 2, 3]. Моделююче рівняння масопереносу розщеплюється на три рівняння: перше рівняння описує конвективний перенос домішки, друге рівняння – перенос домішки за рахунок дифузії, третє рівняння описує зміну концентрації домішки внаслідок дії джерела емісії. Далі будуються неявні кінцево-різницеві схеми [1, 2, 3], що дозволяють розв'язати рівняння розщеплення. Особливістю

використаних різницевих схем є те, що на кожному кроці розщеплення розрахунок здійснюється за явною формулою. Це дозволяє створити простий алгоритм розрахунку концентрації домішки в умовах штилю та інверсії.

Для проведення обчислювального експерименту потрібно використовувати типові дані метеослужб регіону.

Розроблені чисельні моделі були використані для розрахунку областей небезпеки на промисловому майданчику Придніпровської ТЕС для умов штилю, інверсії та конвекції.

Наведені результати комп'ютерного моделювання забруднення повітря при емісії пилу від штабелів вугілля та емісії пилу від хвостосховищ при використанні водяної системи пилопригнічення, а також при використанні перешкод, що зменшують процес пилоутворення.

Список використаної літератури:

1. Біляєв М. М., Берлов О. В., Кіріченко П. С. Математичне моделювання в задачах промислової безпеки та охорони праці. Кривий Ріг, Вид. Р.А. Козлов : 2017. – 130 с.

2. Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Козачина В. А. *CFD моделювання в аналізі ефективності систем захисту довкілля та працівників на робочих містах*. Дніпро : Журфонд, 2022. – 268 с.

3. Пшинько А. Н., Беляєв Н. Н., Машихина П. Б. *Моделирование загрязнения атмосферы при техногенных авариях*. Днепропетровск : Нова ідеологія, 2011. – 166 с.



*Біляєва В. В.<sup>1</sup>, Берлов О. В.<sup>2</sup>, Козачина В. А.<sup>3</sup>,*

*Луг Н. С.<sup>4</sup>, Самосієнко Я. Б.<sup>5</sup>*

*<sup>1</sup> професор каф. енергетичних систем та енергоменеджменту, д.т.н., проф., УДУНТ*

*<sup>2</sup> доцент каф. безпеки життєдіяльності, к.т.н., доц., УДУНТ*

*<sup>3</sup> доцент каф. гідравліки, водопостачання та фізики, к.т.н., доц., УДУНТ*

*<sup>4</sup> магістр каф. гідравліки, водопостачання та фізики, УДУНТ*

*<sup>5</sup> магістр каф. безпеки життєдіяльності, УДУНТ*

*Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро*

## **ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ У ВИПАДКУ ЕКСТРЕМАЛЬНОЇ СИТУАЦІЇ НА АЕС**

Визначення рівня радіоактивного забруднення при появі екстремальних ситуацій на АЕС – є дуже важливою задачею [1]. Як правило, при проведенні прогностичних розрахунків використовується декілька математичних моделей. Перший клас моделей – це моделі Гауса (наприклад, модель МАГАТЕ). Моделі Гауса дозволяють визначати зони радіоактивного забруднення для постійно діючого точкового джерела емісії радіоактивної домішки або для випадку миттєвого викиду. Інший підхід – використання CFD моделей. Дані моделі дозволяють визначати зони радіоактивного забруднення з урахуванням рельєфу місцевості, наявності забудови тощо. Але використання моделей даного класу потребує дуже потужних комп'ютерів та значного часу на проведення обчислювального експерименту. Тому актуальною проблемою залишається створення швидкорозрахункових чисельних моделей, які дозволяють здійснювати прогнозування з урахуванням найбільш вагомих фізичних факторів, що впливають на формування зон радіоактивного забруднення.

Для рішення цієї задачі розроблені математичні моделі (2D та 3D моделювання поширення радіоактивних речовин в атмосферному повітрі), що дозволяють в режимі реального часу розраховувати розміри та інтенсивність зон радіоактивного забруднення повітря та підстилаючої поверхні в разі аварійного викиду радіонуклідів на АЕС. Моделі базується на використанні рівнянь масопереносу, що записані відносно об'ємної активності радіонуклідів. Моделюючи рівняння дає можливість враховувати: тип викиду (залповий, довгостроковий, напівперервний); стан атмосфери (штиль, інверсія, конвекція); профіль вітру; швидкість вітру, напрям вітру; місце аварійної емісії радіоактивної домішки; час напіврозпаду домішки.

Чисельне інтегрування моделюючого рівняння масопереносу радіонуклідів здійснюється за допомогою змінно-трикутних кінцево-різницевих схем розщеплення [2-4]. На кожному кроці розщеплення визначення об'ємної концентрації радіонуклідів здійснюється за явною формулою. Створений комп'ютерний код, мова програмування – FORTRAN, для проведення комп'ютерного експерименту. На підставі розрахунку полів об'ємної концентрації радіонуклідів в атмосферному повітрі визначається площа радіоактивного забруднення земної поверхні або водного середовища, якщо радіоактивна хмара рухається над поверхнею водойми.

Представлені результати проведених обчислювальних експериментів по визначенню зон радіоактивного забруднення при ймовірній емісії радіоактивних домішок на Запорізькій АЕС у випадку різних метеоситуацій. Розглядалися наступні сценарії: 1. миттєвий викид радіонуклідів з різних енергоблоків на АЕС; 2. довгостроковий викид для метеоситуації, коли вітер спрямований на м. Нікополь. Також отримані прогнознi дані, щодо ступеню радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь біля АЕС для різних метеоумов.

Список використаної літератури:

1. Бруяцкий Е. В. *Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов* / Е. В. Бруяцкий. – Киев : Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000. 443 с.

2. Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Козачина В. А. *CFD моделювання в аналізі ефективності систем захисту довкілля та працівників на робочих місцях*. Дніпро : Журфонд, 2022. – 268 с.

3. Біляєв М. М., Калашніков І.В., Біляєва В. В., Козачина В. А, Берлов О.В.. *Математичне моделювання в задачах оцінки ризику на потенційно небезпечних об'єктах*. Дніпро : Журфонд, 2021. – 270 с.

4. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде [Текст] / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – К. : Наук.думка, 1997. – 368 с.

*Бородич П. Ю., к.т.н., доцент*

*Грицай В. В., здобувач вищої освіти*

*Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

## **ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УСТАНОВКИ ТРИНОГИ НА КОЛОДЯЗЬ ТА СПУСКОМ В НЬОГО ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНОМУ ОБ'ЄКТІ**

В доповіді надається імітаційне моделювання оперативного розгортання підрозділу аварійно-рятувальних автомобілів із встановленням над колодязем і опущеними в колодязь з використанням триноги. Для цього використовується мережева модель. Граф імітаційної моделі показано на малюнку 1. Починається командою командира відділення «Триногу над колодязем, зі спуском в колодязь – руш», а завершується граф подією «Рятувальник спустився до дна колодязя».

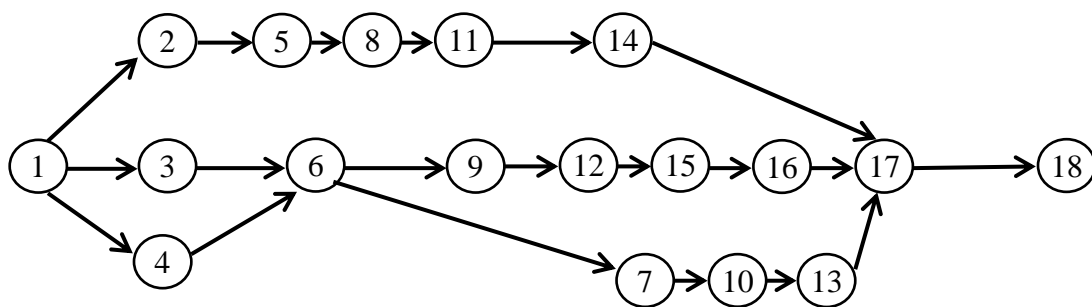


Рисунок 1 – Граф імітаційної моделі оперативного розгортання рятувальників аварійно-рятувального автомобіля, які встановлюють триногу над колодязем та спускаються в колодязь

За домовленістю модель можна розділити на три дії, що проходять паралельно:

- дію рятувальника, що виконує обов'язки першого номеру (спустився на дно колодязя в захисному дихальному апараті та з використанням верхолазного спорядження);

- дія рятувальника, що виконує обов'язки другого номеру (ставить триногу на колодязь і опускає рятувальника, що виконує обов'язки першого номеру);

- дія рятувальника, що виконує обов'язки другого номеру (допомога рятувальника, що виконує обов'язки першого номеру і страхівка його під час спускання га дно колодязя).

При імітаційному моделюванні оперативного розгортання підрозділу аварійно-рятувальних автомобілів із встановленням над колодязем і опущеними в колодязь з використанням триноги критичними є дії рятувальника, що виконує обов'язки першого номеру, тобто він витрачає не них найбільшу кількість часу і його чикають інші рятувальники. Отже, для підвищення ефективності виконання цього оперативного завдання, необхідно поставити рятувальника, що виконує обов'язки першого номеру добре підготовлених рятувальників, які повністю вмiють працювати із захисними

дихальними апаратами та системами особистого страхування, по-друге, рятувальникам, що виконують обов'язки другого та третього номерів допомагати виконувати дії за призначенням рятувальнику, що виконує обов'язки першого номеру.

Список використаної літератури:

1. Бородич П. Ю. Імітаційне моделювання оперативного розгортання особового складу автомобілю пожежного першої допомоги установкою триноги на колодязь та спуском в нього / П. Ю. Бородич, П. А. Ковальов, І. О. Поляков // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 20. – Харків: НУЦЗУ, 2014. с 28-32. Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol20/borodich.pdf>

2. Наказ МВС України від 26.04.2018 року № 340. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж. [Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>].

*Кононович В. Г., к.н.держ.упр., доцент, начальник кафедри*

*Бородич П. Ю., к.т.н., доцент*

*Пехов Д. О., здобувач вищої освіти*

*Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

## **ІМІТАЦІЙНЕ БАГАТОФАКТОРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЙ ПО РЯТУВАННЮ ПОТЕРПІЛОГО ІЗ БУДІВЕЛЬ ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНОГО ОБ'ЄКТА**

У цій доповіді представлено імітаційне багатофакторне моделювання для аналізу вдосконалення дій порятунку потерпілих із будівель техногенно

небезпечних об'єктів з використанням вогнестійких нош для рятування. Використовуючи імітаційну модель [1], проведено багатофакторне моделювання створено модель що має квадратичний вигляд та з оцінкою її факторів та взаємозв'язок між цими факторами.

Фактори, які були визначені серед багатьох для дослідження дій по рятуванню потерпілого із будівель техногенно небезпечного об'єкта:

$x_1$  – підготовка рятувальників до дій по рятуванню потерпілого із будівель техногенно небезпечного об'єкта;

$x_2$  – існування в будівлі небезпечних проявів надзвичайної ситуації (руйнування конструкцій, горіння, тепловіддача);

$x_3$  – наявність у рятувальників сучасного обладнання та оснащення, в тому числі і засобів захисту.

План експерименту був  $3 \times 3 \times 3$ , що дозволило дослідити кожний фактор, його вагу на весь процес, взаємодію між факторами, вагу і вплив цієї взаємодії на кожний фактор окремо і комплексно [2].

Результати імітаційного багатофакторного моделювання у вигляді багатофакторної моделі, що визначає час дій по порятунку потерпілих із будівель техногенно небезпечних об'єктів з використанням вогнестійких нош для рятування:

$$\begin{aligned} y_1 = & 0,6687 - 0,4127x_1 - 0,1634x_1^2 + 0,0007x_1x_2 - 0,0161x_1x_3 - \\ & - 0,013x_2 + 0,0006x_2^2 + 0,0034x_2x_3 - \\ & - 0,0984x_3 - 0,0039x_3^2. \end{aligned} \quad (1)$$

Графи факторів, їх вагу на весь процес, взаємодія між факторами, вага і вплив цієї взаємодії на кожний фактор окремо і комплексно наведені на малюнку 1. Коло чорного кольору показує ефект, що впливає лінійно, біле коло – ефект, що впливає квадратично ефект, лінії з'єднання між ефектами – значима також є взаємодія ефектів.

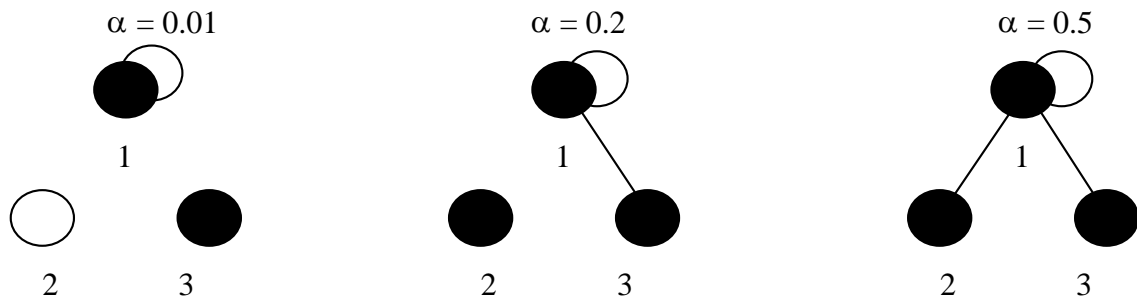


Рисунок 1 – Графи факторів, їх вага на весь процес, взаємодія між факторами, вага і вплив цієї взаємодії на кожний фактор окремо і комплексно для процесу порятунку потерпілих із будівель техногенно небезпечних об'єктів з використанням вогнестійких нош для рятування.

Провівши дослідження отриманої моделі та її графів було встановлено, що на оперативні дії по порятунку потерпілих із будівель техногенно небезпечних об'єктів з використанням вогнестійких нош для рятування впливає  $x_1$  – підготовка рятувальників до дій по рятуванню потерпілого із будівель техногенно небезпечного об'єкта, а також  $x_3$  – наявність у рятувальників сучасного обладнання та оснащення, в тому числі і засобів захисту.

Список використаної літератури:

1. Бородич П. Ю. Імітаційне моделювання рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних / П. Ю. Бородич, Р. В. Пономаренко, П. А. Ковальов // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 22. – Харків: НУЦЗУ, 2015. с. 8-13.

<http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Borodich.pdf>

2. Стрелец В. М. Многофакторная оценка пожарно-спасательных работ на станциях метрополитена / В. М. Стрелец, П. Ю. Бородич //

Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. АПБ Украины. – вып. 15. – Харьков: АПБУ, 2004. – с. 208 –214.

<http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/994>

*Пономаренко Р. В., д.т.н., професор, начальник факультету*

*Бородич П. Ю., к.т.н., доцент*

*Долгополов Р. І., здобувач вищої освіти*

*Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВСТАНОВЛЕННЯ БАНДАЖІВ НА ЄМНОСТІ ПІСЛЯ РАКЕТНОГО ОБСТРІЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПНЕВМОІНСТРУМЕНТУ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ**

У доповіді наведено, що ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій в Україні залишається високою, найнебезпечнішим з яких є аварії на хімічних підприємствах, оскільки ці аварії можуть призвести до зараження території, обладнання та персоналу, особливо в умовах воєнного стану, який на теперішній час встановлено в Україні. Завдання, що виконують пожежно-рятувальні підрозділи ДСНС України, полягають в ліквідації надзвичайних ситуацій різного рівня та їх наслідків. Нормативні документи [1,2], що регламентують діяльність Державної служби України з надзвичайних ситуацій, враховують особливості цього процесу. Але в жодному з них не розглянуті питання оперативних дій при ймовірності ракетного обстрілу. Для цього необхідно розглянути кожен окрему дію цього процесу та зв'язки між ними, що можна зробити лише за допомогою імітаційного моделювання. Тому розроблення та багатогранне дослідження моделей процесу встановлення бандажів на ємності після ракетного обстрілу за допомогою



пневмоінструмента на техногенно небезпечних об'єктах буде актуальним питанням.

В доповіді надається імітаційне моделювання оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності після ракетного обстрілу за допомогою пневмоінструмента на техногенно небезпечних об'єктах. Для цього використовується мережева модель. Граф імітаційної моделі показано на малюнку 1. Починається командою командира відділення «Бандаж на ємність після ракетного обстрілу за допомогою пневмоінструменту встановити!», а завершується граф подією «Огляд командиром відділення місця встановлення».

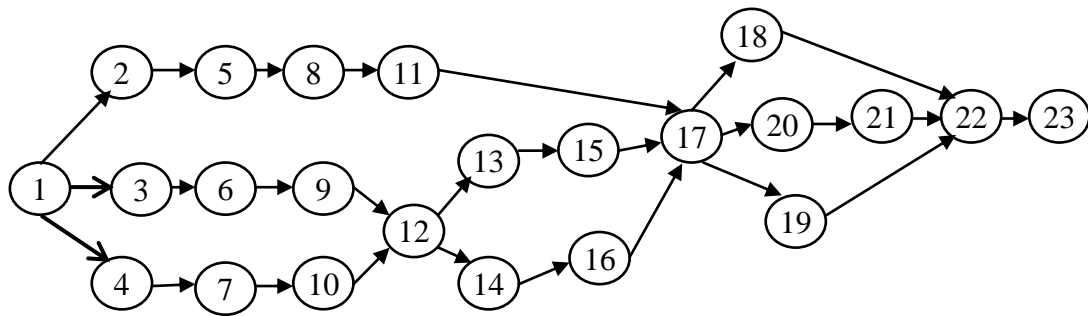


Рисунок 1 – Граф імітаційної моделі оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності після ракетного обстрілу за допомогою пневмоінструмента на техногенно небезпечних об'єктах

Дослідження імітаційної моделі оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності після ракетного обстрілу за допомогою пневмоінструмента на техногенно небезпечних об'єктах проводилися на заняттях з дисципліни «Аварійно-рятувальні роботи» НУЦЗ України, де були отримані дані мінімального  $t_{\min i}$  та максимального  $t_{\max i}$  часу роботи тієї, чи іншої дії.

Шляхом розрахунку біло отримано математичне очікування, середньоквадратичне відхилення шляху моделі, де буде найбільша затримка часу, тобто критичного шляху.

При імітаційному моделюванні оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності після ракетного обстрілу за допомогою пневмоінструмента на техногенно небезпечних об'єктах критичними є дії дія рятувальника, що виконує обов'язки другого номеру, від буде витратити більшу кількість часу на виконання завдань, що передбачені табелем його оперативних дій. Отже, для підвищення ефективності виконання цього оперативного завдання, необхідно поставити рятувальника, що виконує обов'язки другого номеру добре підготовлених рятувальників, які повністю вміють працювати із захисними дихальними апаратами та пневмоінструментом, але час затримки рятувальникам, що виконують обов'язки третього номера не значний, тобто рятувальникам, що виконують обов'язки першого номеру необхідно максимально допомагати іншим номерам виконувати їх дії.

Список використаної літератури:

1. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби МНС України : Наказ МНС України № 1342 від 16 грудня 2011р. : М-во надзв. сит. України, 2011. – 56 с. – (Нормативний документ МНС України. Настанова).

2. Наказ МВС України від 26.04.2018 року № 340. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж. [Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>].

3. Бородич П. Ю. Імітаційне моделювання оперативного розгортання особового складу автомобілю пожежного першої допомоги установкою

триноги на колодязь та спуском в нього / П. Ю. Бородич, П. А. Ковальов, І. О. Поляков // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 20. – Харків: НУЦЗУ, 2014. с 28-32. Режим доступу:

<http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol20/borodich.pdf>

4. Бородич П. Ю. Імітаційне моделювання рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних [Електронний ресурс] / П. Ю. Бородич, Р. В. Пономаренко, П. А. Ковальов // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 22. – Харків: НУЦЗУ, 2015. с 8-13.

<http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Borodich.pdf>

*Воробйов О. Г., молодший науковий співробітник*

*Науково-дослідної лабораторії*

*Табуненко В. О., професор, к.т.н., доцент*

*Харківський національний університет Повітряних Сил*

## **ОБ'ЄКТИ ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ**

Узагальнюючим терміном «техніка» називають сукупність засобів, створених для здійснення процесів виробництва і задоволення невиробничих потреб суспільства. До техніки відносять усе різноманіття створюваних виробів, машин, механізмів, виробничих будинків і споруджень.

Військова техніка виступає засобом особливого виду діяльності – збройної боротьби. У самому загальному виді її можна визначити як вид техніки, призначений для ведення збройної боротьби. Більш конкретно, військовою технікою називають технічні засоби (системи, комплекси, зразки), призначені для бойового, технічного і тилового забезпечення бойових дій і навчання військ, а також устаткування й апаратуру для

контролю й випробувань цих засобів, а також їх складові частини і комплектуючі вироби.

Під зразком військової техніки розуміємо виріб військової техніки, що представляє собою сукупність складових частин і комплектуючих, об'єднаних загальним конструктивним (схемним) рішенням, і призначений для виконання визначеної задачі як самостійно, так і в складі системи (комплексу) військової техніки. Виріб – це будь-який предмет чи набір предметів, що підлягають виготовленню на підприємстві промисловості, які будуть виконувати цілком визначені функції у відповідності зі своїм призначенням. Існують наступні види виробів: деталі, складальні одиниці, комплекти.

Виділяють типи і види військової техніки. Тип військової техніки охоплює сукупність систем (комплексів), зразків військової техніки, об'єднаних цільовим призначенням у рамках окремої задачі роду військ (служби), наприклад зенітно-ракетний комплекс (ЗРК) далекої дії, а вид – сукупність типів військової техніки, об'єднаних цільовим призначенням у рамках задач виду збройних сил (роду військ, служби), наприклад зенітне ракетне озброєння.

Сучасна військова техніка підрозділяється на озброєння з його носіями (ракетний комплекс, літак, танк, корабель військового призначення і інші), технічні засоби керування військами і бойовими засобами, технічні засоби забезпечення бойових дій (бойового, спеціально-технічного, тилового), технічні засоби навчання і пропаганди, устаткування науково-дослідних і випробувальних установ. Озброєння, будучи складовою частиною військової техніки, являє собою технічні засоби, призначені для безпосередньої поразки живої сили, військової техніки й інших об'єктів супротивника, і включає зброю (засоби доставки і боєприпаси), системи пуску, наведення, керування й інші технічні засоби, якими оснащуються підрозділи, частини, кораблі, з'єднання різних видів збройних сил.

Стан, що визначає ступінь підготовленості військової техніки до використання її по призначенню при виконанні бойових задач, називається боеготовністю військової техніки. Боеготовий виріб – це працездатний виріб військової техніки, що має необхідний запас ресурсу, приведений у, встановлений експлуатаційною документацією стан, і підготовлений до виконання поставленої бойової задачі на використання по призначенню.

Боеготовність військової техніки характеризується: боездатністю, надійністю і величиною технічного ресурсу; наявністю підготовленого розрахунку, бойового комплекту, засобів транспортування і забезпечення; укомплектованістю запасними частинами і експлуатаційною документацією; часом приведення в повну боездатність у будь-яких умовах обстановки. У залежності від режиму експлуатації окремим видам військової техніки встановлюють кілька ступенів боеготовності, а також порядок і терміни перевodu з одного ступеня в іншу.

Визначальним елементом боеготовності військової техніки є її боездатність, тобто здатність військової техніки функціонувати з параметрами, встановленими експлуатаційною документацією. Боездатність військової техніки забезпечується правильною її експлуатацією.

Властивість військової техніки зберігати чи швидко відновлювати боездатність називають живучістю. Живучість військової техніки забезпечується міцністю конструкції, стійкістю до дії ударної хвилі, високих температур, радіації і т.д. Вона разом зі стійкістю визначає здатність військової техніки виконувати свої функції в умовах впливу супротивника, природного середовища й об'єктів, що сполучаються, а також при бойових ушкодженнях і в аварійних ситуаціях. Наприклад, для комплексів озброєння живучість і стійкість до зовнішніх впливів виявляється в його здатності виконувати бойову задачу по знищенню цілей при вогневому впливі противника. Живучість і стійкість комплексу озброєння можна характеризувати, по-перше, як бойову можливість комплексу вести вогонь на

самооборону, і можливість автономної роботи окремих бойових засобів (каналів) комплексу, по-друге, як технічну живучість і стійкість, обумовлені конструктивними характеристиками елементів комплексу, способами і засобами їхнього захисту від вражаючих факторів зброї, застосовуваної супротивником, а також розміщенням їх на місцевості в районі позиції.

Упорядковану сукупність кількісних характеристик зразка військової техніки, що визначають його властивості (бойові можливості), прийнято називати тактико-технічними характеристиками (ТТХ). Прикладом ТТХ можуть бути такі характеристики комплексу озброєння, як розміри зони поразки й імовірності поразки цілі в різних умовах стрілянини, цикл стрілянини і час переходу в готовність до бою й інші характеристики, від яких залежать бойові можливості комплексу озброєння по боротьбі з цілями, тобто його здатність перейти в стан готовності і забезпечити знищення цілей у різних умовах обстановки. До бойових можливостей комплексу озброєння відносяться можливості по знищенню цілей на різних дальностях, можливості по знищенню цілей, що рухаються з різними швидкостями, можливості по послідовному обстрілі цілей і можливості по знищенню цілей в умовах радіоелектронного придушення.

Властивістю, що характеризує пристосованість процесу застосування озброєння для виконання бойових задач у різних умовах бойової обстановки, є бойова ефективність.

Бойова ефективність визначається величиною збитку, який наноситься об'єктам супротивника за визначений час при визначених витратах матеріальних засобів з урахуванням надійності, живучості і боєздатності самого озброєння. Вона оцінюється чисельним значенням показника ефективності. Зокрема, бойова ефективність застосування ЗРК по призначенню характеризується як власне ефективністю стрілянини (здатністю уражати повітряні цілі), так і здатністю комплексу виконувати задачі по обстрілі цілі в будь-який момент часу й у всіляких умовах бойового

використання.

Найбільш розповсюдженими показниками бойової ефективності і бойового ефекту є імовірність досягнення очікуваного результату (наприклад, імовірність поразки об'єкта) і математичне чекання деякої випадкової величини, що характеризує ефект (наприклад, математичне чекання числа знищених цілей). Для оцінювання ефективності застосування засобів поразки, крім того, може розраховуватися максимальний (мінімальний) очікуваний, із заданою гарантійною імовірністю, збиток.

Комплексне оцінювання бойових, технічних, експлуатаційних властивостей (можливостей) військової техніки і витрат, необхідних для її створення і забезпечення функціонування, є змістом тактико-економічного аналізу. Він здійснюється з застосуванням критерію «ефективність-вартість», сутність якого складається в зіставленні досягнутого чи необхідного бойового ефекту і необхідних для цього витрат ресурсів з урахуванням вартості розробки, виробництва й експлуатації військової техніки.

Тактико-техніко-економічний аналіз складеним елементом входить у тактико-техніко-економічне обосновання озброєння, при якому формуються тактико-технічні вимоги до розроблювальних зразків озброєння, що визначають назву, бойові можливості, умови експлуатації і бойового застосування зразків з урахуванням протидії супротивника.

Наприкінці доповіді були зроблені висновки: Одним з напрямків підвищення бойової готовності Збройних Сил України є своєчасне і якісне рішення задач їхнього технічного оснащення. У зв'язку з різким підвищенням вартості озброєння і військової техніки через їхнє значне ускладнення, а також збільшенням матеріальних витрат на забезпечення бойової підготовки і бойових дій військ, необхідне ретельне наукове обґрунтування військово-економічних рішень, у тому числі і при розробці, випробуваннях, виробництві й експлуатації нового озброєння і військової техніки.

*Кіссельман Є. М., студентка*  
*Данова К. В., зав. каф. охорони праці*  
*та безпеки життєдіяльності, к.т.н., доц.*  
*Харківський національний університет міського господарства*  
*імені О. М. Бекетова*

## **ЛІКВІДАЦІЯ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, аварія визначається як інцидент, який спричиняє ураження або травмування осіб, а також створює загрозу життю та здоров'ю населення на певній території або для суб'єкта господарювання. Така подія може викликати руйнування будівель, споруд, обладнання, транспортних засобів, а також порушення виробничих або транспортних процесів. Крім того, вона може спричинити надмірні, аварійні викиди забруднюючих речовин та чинити інші шкідливі впливи на природне середовище.

Єдина державна система цивільного захисту забезпечує реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту, у тому числі шляхом проведення рятувальних та інших невідкладних робіт, пов'язаних із ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій.

Проведення рятувальних та інших невідкладних робіт, у свою чергу, відбувається у складних умовах, пов'язаних із впливом на фахівців, що входять до сил цивільного захисту, екстремальних температур, задимленості, загазованості, загрози вибухів, обвалів, радіоактивного, хімічного забруднення, а також інших негативних проявів, таких як утруднена видимість.

З метою підвищення якості виконуваних робіт, зменшення ризику впливу на працівників сил цивільного захисту небезпечних та шкідливих



факторів аварій доцільним є використання допоміжних засобів на основі сучасних технологій, наприклад, безпілотних літальних апаратів, оскільки за останнє десятиліття спостерігалося величезне зростання застосування таких апаратів, більш відомих як дрони, у різних сферах діяльності людини.

Застосування безпілотних літальних апаратів передбачає використання розширених можливостей технології дронів для надання підтримки силам цивільного захисту під час надзвичайних ситуацій, особливо до того, як групи реагування та служби зможуть дістатися місця події.

Основне використання безпілотних літальних апаратів передбачає розгортання груп дронів у місці виникнення надзвичайної ситуації якомога швидше після отримання інформації про аварію або катастрофу, яка трапилася. Такі дрони, оснащені камерами високої роздільної здатності та іншими датчиками, допомагають у забезпеченні сил цивільного захист актуальною інформацією про перебіг подій у режимі реального часу, що дозволяє організувати та проводити швидке та поінформоване реагування.

Враховуючи особливості тих чи інших моделей, безпілотні літальні апарати можна використовувати для допомоги силам цивільного захисту у разі виникнення різних видів техногенних аварій, наприклад, у разі виникнення пожежі дрони можуть забезпечувати тепловізійну зйомку, допомагаючи визначити гарячі точки та спрямовуючи пожежно-рятувальні підрозділи у найбільш безпечному для них напрямку.

До переваг використання безпілотних літальних апаратів у ліквідації наслідків аварій можна віднести:

- більш швидкий час реагування на подію: дрони можуть дістатися місця аварії швидше, ніж звичайні служби екстреної допомоги, незважаючи на рельєф місцевості або затори на дорогах. Ця перевага має вирішальне значення, оскільки під час ліквідації надзвичайних ситуацій важливою кожна секунда;

- підвищена безпека: забезпечуючи обізнаність щодо особливостей ситуації в режимі реального часу, дрони знижують ризики для фахівців, що входять до сил цивільного захисту, виявляючи небезпеки та небезпечні ситуації до прибуття екстрених служб;

- розширення можливостей у прийнятті рішень: відеотрансляція перебігу подій з дронів у режимі реального часу дозволяє центрам управління надзвичайними ситуаціями приймати обґрунтовані рішення, оптимізуючи дії із розгортання ресурсів, необхідних для ліквідації аварії, та стратегій управління;

- економічність: порівняно з вертольотами або великогабаритним обладнанням дрони відносно економічні та можуть працювати із значно більш низькими витратами ресурсів, в тому числі на технічне обслуговування.

Використання безпілотних літальних апаратів не лише як засобів спостереження набуває дедалі більшої популярності, оскільки це дозволяє зменшити ризик впливу на фахівців сил цивільного захисту небезпечних та шкідливих факторів надзвичайних ситуацій, пришвидшити та зробити більш повним їх інформування про особливості та перебіг подій, що є надзвичайно важливим для їх діяльності.

#### Література:

1. Кодекс цивільного захисту України. – Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.

2. Sanz-Martos S., López-Franco M. D., Álvarez-García C. (2022). Drone Applications for Emergency and Urgent Care: A Systematic Review. *Prehospital and disaster medicine*, 37(4), 502–508. <https://doi.org/10.1017/S1049023X22000887>.

3. Emergency preparedness and response using unmanned aerial vehicles (Drones). – UNICEF official site. – Available at:

<https://www.unicef.org/kazakhstan/en/reports/emergency-preparedness-and-response-using-unmanned-aerial-vehicles-drones>.

*Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД, к.т.н.*

*Ищенко Н. А., студентка гр. ММз-31-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ВНАСЛІДОК АВАРІЙ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

Небезпечні випадки надзвичайних ситуацій на гідроелектростанціях. Такі випадки приводять до великих руйнувань, численні людські жертви.

Через підрив росіянами Каховської ГЕС на Миколаївщині було підтоплено 109 будинків, території приватних домогосподарства та ін.

Руйнування Росією Каховської дамби дуже небезпечне явище. Воно можливо призвести виток хімікатів, нафти бензину, знищити екологію, сільськогосподарські, промислові та комерційні зони.

Найбільшу небезпеку становлять дамби, що не в змозі витримати всю водну міць річки. Особливо це небезпечно, коли відбуваються паводки. Але в наше життя втруtilась країна агресор, яка зробила терористичний акт підірвала дамбу на Каховській ГЕС 6 червня т. р. Після руйнування ГЕС на місці, де колись були тонни води, тепер пустеля з камінням.

Гідродинамічна аварія – аварія дуже небезпечна. Вона виникає на гідротехнічній споруді. Вода поширюється з великою швидкістю, та створює загрозу людям та всьому живому і екології.

Підрив ГЕС вплинув на обміління Дніпра. Береги у Запоріжжі осипані мертвою рибою. Вода відійшла від острова Хортиця, залишивши, крім мертвої риби, голе каміння. Йдеться про підтоплення навколишніх сіл,

частини Херсону нижче по Дніпру, проблеми з охолодженням Запорізької АЕС та водопостачанням півдня України.

Каховське водосховище надзвичайно важливе для економічного комплексу півдня України, яке вирішує цілу низку технічних, екологічних та економічних завдань. До рівня води у Каховському водосховищі прив'язаний також і Північнокримський канал. Якщо туди не буде надходити вода, то ані південь Херсонщини, ані анексований росією Крим не отримають води.

Внаслідок цієї події загинуло дуже багато людей, тварин, більше 40 тисяч осіб потребували евакуації з населених пунктів, що були затоплені.

Завдяки роботі ДСНС, Військових та волонтерів було врятовано сотні тисяч життів. Після сходу води була надана гуманітарна, психологічна, фінансова допомога усім постраждалим, але в зв'язку з тим що деякі території є окуповані то там немає можливості надати допомогу мешканцям тієї території. За того що на даний момент досі є окуповані території, і ми не можемо розрахувати масштаби цієї техногенної катастрофи та дати загальну оцінку руйнування соціальної, територіальної, фінансової та психологічної обстановки та їх сукупність.

Список використаної літератури:

1. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки»
2. Кодекс цивільного захисту України (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст.458).
3. ДБН В.1.1-25-2009 – Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. – Режим доступу: [http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_v\\_1\\_1\\_25\\_2009/1-1-0-785](http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_1_1_25_2009/1-1-0-785)
28. ДБН В.2.4-3-2010
4. Гідротехнічні споруди. Основні положення. – Режим доступу: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-802>

*Коваленко С. А., аспірантка*  
*Пономаренко Р. В., д.т.н., проф.,*  
*начальник факультету оперативно-рятувальних сил*  
*Кононович В. Г., начальник кафедри*  
*фізичної підготовки, к.держ.упр.*  
*Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОД РІЧКИ ДЕСНА НА ЯКІСТЬ ВОДИ РІЧКИ СУЛА З УРАХУВАННЯМ НАЯВНОСТІ ГРУНТОВИХ ВОД**

Вода є невід’ємною складовою життя людини. Згідно зі статтею 1 Водного кодексу України поверхневі води – це води водних об’єктів, які знаходяться на земній поверхні, підземні води – це води, які розташовані нижче рівня земної поверхні. Запаси підземних та поверхневих вод, що є придатними для питного водопостачання, нерівномірно розподілені територією України. Однією з найбільш актуальних екологічних проблем сучасності є забруднення поверхневих водних об’єктів внаслідок техногенного навантаження на них. Постійний розвиток індустрії призводить до забруднення як поверхневих так і підземних вод. Відповідно до регіональних доповідей про стан навколишнього середовища областей України щорічно підприємствами до поверхневих водних джерел скидаються неочищені чи недостатньо очищені стічні води, що і слугує однією з причин їх забруднення. Україна належить до держав з недостатнім забезпеченням водними ресурсами. Авторами [1-3] проведено аналіз зміни екологічного стану поверхневих водних об’єктів України та виявлено тенденцію до погіршення їх екологічного стану, а також у роботі [4] було проаналізовано відібрані проби води для визначення якості підземних вод, гідрохімічних процесів, для можливості подальшого їх застосування у сільському господарстві, промисловості та для питного водоспоживання. Проте

дослідженню взаємного впливу поверхневих водних об'єктів з урахування геологічного впливу однієї річки на іншу не приділено достатньо уваги.

Більшість хлоридів розчинні у воді. Вони можуть потрапляти до водних об'єктів із станцій водопостачання та водовідведення, при умові використання хлору у технологічних процесах знезараження води для постачання споживачам питної води через водопровідні мережі. Хлориди є досить стійкою сполукою, тому для визначення взаємного впливу поверхневих водних об'єктів з урахування наявності ґрунтових вод було досліджено кореляційні залежності вмісту хлоридів у річках Десна та Сула, які є лівими притоками Дніпра.

Взаємний вплив вищерозташованої притоки на нижчерозташовану було досліджено по постах спостереження, які географічно розташовані один під одним за напрямком течії основної річки. Таким чином отримано що у 2020 році на якість води на посту на річці Сула, який розташований у м. Ромни Сумської обл. вплив від річки Десна з поста, який розташований у с. Мурав'ї Новгород-Сіверського р-ну, вищий, ніж від посту у с. Камінь Новгород-Сіверського р-ну Чернігівської обл. (річка Десна), обидва пости річки Десна розташовані біля кордону. Також вплив простежується і на інших постах спостереження. Таким чином, отримані результати свідчать, що взаємний вплив є і спостерігається по всій довжині приток. Найбільший вплив спостерігається на посту річки Сула та посту річка Десна, які знаходяться найближче до річки Дніпро. Також у попередніх дослідженнях виявлено, що з роками тенденція щодо взаємного впливу річки Десна на річку Сула з роками зберігається. У подальших дослідженнях варто розглянути взаємний вплив поверхневих водних об'єктів з урахуванням інших домішок, які наявні у притоках, враховуючи наявність ґрунтових вод.

Література:

1. Коваленко С. А., Пономаренко Р. В., Третьяков О. В., Титаренко А. В., Іванов Є. В. Екологічна оцінка найбільшої притоки річки Дніпро в межах

України. Український журнал будівництва та архітектури. Дніпро. 2022. № 4 (010). С. 65 – 75. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.250822.65.879.

2. Пономаренко Р. В., Пляцук Л. Д., Третьяков О. В., Ковальов А. П. Визначення екологічного стану головного джерела водопостачання України. Техногенно-екологічна безпека. 2020. № 6(2/2019). С. 69–77. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3559035>.

3. Безсонний Л., Некос А., Сапун А. Екологічна оцінка якості води Канівського водосховища. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2022. № 38. С. 85–96. URL: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-38-08>.

4. Alharbi T. Assessment of the Biyadh groundwater quality and geochemical process in Saudi Arabia using statistical, modelling, and WQI methods. Journal of King Saud University - Science. 2023. Vol. 35, no. 8. P. 1–10. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102847>.

*Колокольніков В. О.<sup>1</sup>, студент*

*Мезенцев С. О.<sup>2</sup>, аспірант*

*Черепньов І. А.<sup>1</sup>, доцент кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю, к.т.н., с.н.с., доцент*

*Вамболь С. О.<sup>2</sup>, завідувач кафедри безпеки праці та навколишнього середовища, д.т.н, професор*

*<sup>1</sup>Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*<sup>2</sup>Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків*

## **ВПЛИВ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ З НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ НА ЙМОВІРНІСТЬ ВИЖИВАННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ**

За даними Міжнародної організації праці – щороку в світі від нещасних випадків на робочому місці або професійних захворювань гине більш ніж 2,3

мільйона чоловік, а економічний збиток дорівнює чотирьом відсоткам світового валового внутрішнього продукту [1]. Генеральний директор Всесвітньої організації охорони здоров'я організації висловив серйозну стурбованість щодо цієї зростаючої загрози для здоров'я і життя населення Землі, яку представляють серцево-судинні захворювання, рак, діабет і травматизм, причиною якого в значній мірі є аварії та надзвичайні ситуації (НС) різного походження. За його словами назріла нагальна необхідність радикального поліпшення первинної медико-санітарної допомоги на справедливій і комплексній основі [2]. Безумовно, в умовах НС, коли порушуються нормальні умови життєдіяльності населення, організація медичних послуг з боку спеціалізованих служб в значній мірі ускладнюється і дуже часто життя людини залежить від вміння і бажання осіб, які знаходяться поруч, надати першу допомогу. І в даному випадку навчання не завжди призводить до адекватної поведінки. Наприклад у Великобританії тільки 7% населення володіють навичками і готові допомогти незнайомій людині [3]. Хоча в останні роки навчання у разі стихійних лих набуло важливого значення, знання медсестер у разі стихійних лих у багатьох країнах визначаються як «недостатні» [4,5]. На думку авторів даних тез, слід звернути серйозну увагу на результати наукових досліджень, які були проведені в Туреччині, так як ця країна дуже часто переживає стихійні лиха через свої геологічні, морфологічні та кліматичні особливості, переважно землетруси, повені та лавини [6]. Згідно з даними дослідження поінформованості про стихійні лиха та готовності до них, проведеного в Туреччині, 23% населення Туреччини безпосередньо пережили стихійне лихо, і 65% учасників цього дослідження повідомили, що пережите ними стихійне лихо вплинуло на їх обізнаність про стихійні лиха. Дослідження включало студентів- медичних сестер двох університетів (умовно названі А і В), які проводять навчання на університетському рівні в провінціях Анкара та Конья в Туреччині [7]. Серед цього контингенту були поширені анкети з



питаннями, відповіді на які дозволяли оцінити знання та вміння з поведінки в умовах НС та надання першої медичної допомоги особам, які отримали травму або загострилися наявні у них захворювання. У цьому дослідженні на твердження: «під час стихійних лих сортування проводиться лікарями-спеціалістами» правильно відповіли 39% студентів університету «А» та 83,9% студентів університету «В». Як відомо, значення сортування полягає у виборі та сортуванні, і воно використовується для групування пацієнтів відповідно до їх потреб у невідкладній та первинній медичній допомозі [7]. Від якості навчання в університеті безпосередньо залежить ефективність роботи медичних працівників в умовах НС. У роботі [8] наведені результати опитування 260 співробітників з 112 станцій швидкої медичної допомоги, який показав, що всього лише 40% співробітників компетентні в питаннях медичної евакуації постраждалих. Дуже цікавим є той факт, що як в деяких університетах Туреччини діяльність медичних сестер в разі стихійних лих може бути обрано в якості окремого курсу, в інших університетах воно може вивчатися в обмеженому обсязі як частина курсу з в галузі громадської охорони здоров'я. Дана обставина знижує середній рівень готовності цієї категорії медичних працівників надавати ефективну допомогу в умовах катастроф [7].

#### Література:

1. Вамболь С. О., Черепньов І. А., Дубницький В. Ю., Вамболь В. В., Кірієнко М. М. Значення вищої професійної освіти для зниження ризику виробничого травматизму. *Інженерія природокористування*. 2021. № 1(19). С. 120-132. doi.org/10.5281/zenodo.6904067.

2. Ievlanov, M., Chumachenko, S., Fursenko, O., Cherepnov, I., Kyselov, V., Guida, O., S. Furtat, Refinement of three-layer model of a damaged human body for the case of changing the moisture of the banding material. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 2 № 5 (122). P. 38–45. doi.org/10.15587/1729-4061.2023.277946.

3. Emily Oliver. Can first aid training encourage individuals' propensity to act in an emergency situation? A pilot study. *Emergency Medicine Journal*. 2014. № 31(6). P. 518-520. doi: 10.1136/emmermed-2012-202191.
4. Veenema, Tener Goodwin, et al. Factors affecting hospital-based nurses willingness to respond to a radiation emergency. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 2008. Vol. 2, № 4, P. 224-229.
5. Risavi, Brian L., et al. A two-hour intervention using START improves prehospital triage of mass casualty incidents. *Prehospital Emergency Care*. 2001. Vol. 5, № 2. P.197-199.
6. Sungur, Emine, et al. Acil servis hemşireleri arasinda triyaj bilgi duzeyinin degerlendirilmesi. *Jopp Dergisi*. 2009. Vol. 1, №1, P. 14-18.
7. Funda Ozpulat, Esmâ Kabasakal. Knowledge Levels of Nursing Students on Disaster Nursing and Their State of Disaster Preparedness. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*. 2018, № 7(8). P.165-174.
8. Sever, Lale. Ezilme sendromu Cagrili Editor. *Turk Pediatri Arşivi*. 2009. Vol. 44, № 2, 2009, P. 43-7.

*Коньова К. А., студентка групи ЕА-21-22*

*Науковий керівник: Буц Ю. В., д.т.н., професор кафедри метрології та БЖД  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ**

Питання забезпечення безпечних умов праці під час військового стану набуває у наш час особливої важливості. З початку широкомасштабної агресивної війни, розгорнутої російською федерацією, виникли серйозні порушення конституційних прав працівників з охорони життя та здоров'я під час трудової діяльності, а також створення належних та безпечних умов

праці. Ця ситуація призвела до серйозних наслідків, включаючи травми та смертельні випадки серед працівників [1].

В умовах військового стану законодавство вимагає від роботодавців забезпечувати профілактичні заходи щодо запобігання небезпеці та збереження конституційних прав працівників.

Ключовими заходами щодо запобігання виникненню аварійних ситуацій та нещасних випадків, які сталися при веденні бойових дій під час виконанні працівниками трудових та посадових обов'язків, є:

- проведення навчання, зокрема інструктажів для працівників із заходів безпеки при повітряній тривозі;
- забезпечення суворого контролю за систематичним виконанням робітниками заходів, передбачених у разі сигналу «Повітряна тривога»;
- тренінги з надання домедичної допомоги потерпілим під час ведення воєнних дій.

В умовах військового стану всі підприємства переводяться в режим «ручного» управління своїм функціонуванням, визначаючи пріоритетні напрямки на основі оперативного аналізу контексту підприємства, що динамічно змінюється. Національне законодавство в цих умовах не надає результативних відповідей на питання або є колізія між законодавчими актами і існуючими резервами підприємства. Саме тому на чільне місце стає функція лідерства, інакше кажучи, здатність приймати рішення, відповідати за них і забезпечувати потрібними ресурсами. В умовах воєнного часу лідерство на підприємстві завжди в осередку подій, так як працівники бувають у шоківому стані, стресі, паніці і лише тверда позиція лідера стосовно прийняття рішень, подальших дій і свій приклад можуть заповнити хаос, зорієнтувати емоції й енергію робітників у відповідних напрямках. Лідери мають чітко сформулювати та повідомити всім працівникам, що проблеми безпеки праці під час воєнного часу не переносяться на подальший план, а стають більш пріоритетними, ніж в мирний час, адже виникають

додаткові своєрідні небезпеки, реалізація яких приводить до більш масштабних і важчих наслідків для життя та здоров'я працюючих.

Повноваження та відповідальність служби охорони праці на підприємствах, установах та організаціях, які функціонують за умов воєнного часу, кардинально не трансформуються. Фахівці служби охорони праці і далі працюють у звичайному режимі, приділяючи вельми більше часу практичним напрямкам, ніж теоретичним. Особливий наголос при таких умовах робиться на безпосередньому спілкуванні з працівниками, а саме:

- проведення роз'яснювальної роботи;
- отримання зворотного зв'язку за запланованими заходами;
- надання, якщо є можливість, психологічної підтримки;
- участь в аудиті безпеки та інших видах заходів.

Водночас слід скоригувати існуючу на підприємстві процедуру проведення інструктажів, а саме:

- переглянути існуючі програми інструктажів та адаптувати їх до нових реалій функціонування підприємства;
- використовувати при інструктажах розроблені пам'ятки дій у разі різних специфічних загроз воєнного часу і забезпечити ними кожного працюючого (в електронному або ж друкованому вигляді);
- потрібно перевести всі записи про проведення інструктажів в електронний вигляд, що надасть змогу віддаленого документообігу.

Крім навчання й інструктажів, підтримка обізнаності персоналу досягається наступним:

- установа офіційних каналів зв'язку для своєчасного оповіщення з безпеки праці (зокрема, і в умовах воєнного часу), консультацій і зворотного зв'язку;
- оповіщення, інформаційно-просвітницьку роботу серед працівників про небезпеки, пов'язані з вибухонебезпечними предметами, найбільш

реальними для робіт виїзного характеру та відбудові господарського функціонування на деокупованих територіях;

- розробка пам'яток з алгоритмами дій при виникненні різноманітних специфічних загроз воєнного часу, розміщення їх на інформаційних стендах, поширення у соціальних мереж тощо.

Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту є важливим завданням для роботодавця як у воєнний стан, так і у мирний час. Ця обов'язкова вимога включає надання працівникам необхідного захисного спецодягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту відповідно до стандартів та вимог безпеки на робочому місці. Роботодавець повинен вибирати засоби індивідуального захисту, враховуючи вид виконуваних робіт та встановлені норми безоплатної видачі цих коштів працівникам.

Роботодавець, зважаючи на реальність ймовірних ризиків для працівників, повинен додатково, понад встановлені норми, видавати специфічні засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), наприклад, бронежилети, захисні каски, протигази та ін. Доречно враховувати, що при умовах порушення логістичних зв'язків і поставок ЗІЗ, роботодавцю слід подбати про створення додаткового фонду спецодягу та ЗІЗ завчасно.

Для мінімізації наслідків загроз воєнного стану, Держпраці підготувала для роботодавців та робітників методичні рекомендації щодо основних вимог безпеки, алгоритми виконання робіт під час функціонування суб'єктів господарювання при умові дії воєнного стану [1].

Забезпечення безпечних умов праці залишається важливим завданням під час воєнного стану, і правильні заходи можуть допомогти запобігти травмам та зберегти життя працівників.

Список використаної літератури:

1. Як подбати про безпечну працю під час воєнного стану. Режим доступу: <https://oppb.com.ua/articles/yak-podbaty-pro-bezpechnu-pratsyu-pid-chas-voyennogo-stanu>

*Крайнюк М. Ю., студент 5-го курсу ХНАДУ*

*Науковий керівник: к.т.н., доцент Богатов О. І.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТРОЛОГІЧНА НАДІЙНІСТЬ: СУЧАСНИЙ ВПЛИВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

У сучасному інформаційному суспільстві смарт-технології стали невід'ємною частиною повсякденного життя, вплинув на різні сфери діяльності, починаючи від домашнього середовища і закінчуючи промисловістю та медичними дослідженнями. Однією з областей, у яких смарт-технології мають величезний потенціал, є метрологія – наука про виміри. Метрологія відіграє важливу роль у забезпеченні точності вимірювань, стандартизації та якості продукції, а також наукових дослідженнях. Впровадження смарт-технологій у метрологію обіцяє покращити якість та ефективність вимірювань, що стає особливо актуальним у контексті зростаючих вимог до точності та надійності у різних галузях.

Актуальність дослідження в галузі метрологічної надійності та смарт-технологій обумовлена багатьма ключовими факторами:

- Підвищуються вимоги до точності та якості вимірювань. У сучасному світі, де точність відіграє важливу роль у прийнятті рішень та забезпеченні безпеки, смарт-технології надають нові засоби для покращення вимірювань та підвищення надійності даних.
- Всебічна інтеграція у промисловості та виробництві цифровізації. Смарт-технології стають невід'ємною частиною виробничих процесів, де точність вимірювань відіграє вирішальну роль у контролі якості продукції та оптимізації виробничих циклів.
- Підвищення точності сучасних медичних досліджень. У медичній сфері точні вимірювання мають фундаментальне значення для діагностики та

моніторингу захворювань. Смарт-технології полегшують збирання та аналіз даних, що може сприяти ранньому виявленню та лікуванню різних станів.

– Підрахування економічного та екологічного ефекту стає необхідністю сьогодення. Впровадження смарт-технологій у метрологію також сприяє оптимізації ресурсоспоживання та зниженню витрат, що актуально в умовах конкурентного ринку та зростаючих екологічних викликів.

Даний дослідницький проект спрямований на дослідження впливу смарт-технологій на метрологічну надійність, а також виявлення переваг та обмежень впровадження смарт-технологій в метрологію. Результати цього дослідження можуть бути корисними як для наукових дослідників, так і для професіоналів, які займаються вимірами та стандартизацією у різних галузях застосування сучасних технологій.

Впровадження смарт-технологій у метрологію є важливим етапом сучасного розвитку цієї галузі, дозволяючи зробити вимірювання більш точними, зручними та ефективними. Впровадження смарт-технологій у метрологію відбувається за кілька етапів:

- ідентифікація потреб: визначення конкретних областей та завдань, у яких смарт-технології можуть бути найкориснішими;
- Вибір пристроїв та приладів., підбір смарт-інструментів, датчиків та пристроїв, які відповідають вимогам конкретних завдань
- Інтеграція з існуючими системами: розробка інтеграційних рішень, що дозволяють смарт-технологіям взаємодіяти з існуючою метрологічною інфраструктурою.
- Навчання персоналу: підготовка спеціалістів для роботи з новими смарт-технологіями та програмами.
- Тестування та калібрування: проведення тестів та калібрування для забезпечення точності смарт-вимірювань.
- Моніторинг та оновлення: регулярний моніторинг смарт-пристроїв та їх програмного забезпечення для забезпечення надійності та актуальності

даних.

Впровадження смарт-технологій суттєво впливає на якість вимірювань у різних галузях:

1. Підвищення точності: смарт-технології сприяють підвищенню точності вимірів завдяки автоматизації та контролю процесів.

2. Зменшення впливу людського фактора: смарт-пристрої зменшують залежність результатів вимірювань від людського втручання, знижуючи ймовірність помилок.

3. Моніторинг та аналіз у реальному часі: смарт-технології дозволяють моніторити та аналізувати дані в реальному часі, що корисно для швидкого реагування на зміни у навколишньому середовищі.

4. Зручність та доступність даних: смарт-технології забезпечують зручний доступ до даних та дозволяють їх зберігати у цифровому форматі для довгострокового аналізу.

Впровадження смарт-технологій у метрологію не позбавлене ризиків:

- Технічні складнощі: необхідність підтримки та оновлення смарт-пристроїв та програм для забезпечення їх надійної роботи.
- Кібербезпека: захист даних та смарт-пристроїв від кіберзагроз та несанкціонованого доступу.
- Залежність від технічної інфраструктури: смарт-технології потребують відповідної інфраструктури та мережного з'єднання, що може бути викликом у віддалених або недоступних регіонах.
- Витрати: високі витрати на придбання та обслуговування смарт-технологій можуть обмежувати доступність деяких сфер.

Проте впровадження смарт-технологій обіцяє покращення якості вимірювань та ефективності процесів метрології, а також створює нові можливості для розвитку галузі. Смарт-технології проникають у різні області метрології, надаючи засоби для більш точних та ефективних вимірів (табл. 1).

Використання смарт-технологій у метрології надає ряд значних переваг,



але також пов'язане з певними обмеженнями:

Переваги:

- Точність та надійність: смарт-технології зазвичай забезпечують більш високу точність вимірювань та стійкість до зовнішніх впливів.
- Автоматизація та зручність: смарт-пристрої та програми дозволяють автоматизувати процес вимірювання та зручно передавати дані на інші пристрої.
- Моніторинг у реальному часі: можливість миттєвого аналізу та моніторингу даних, що особливо важливо у виробничих та медичних програмах.

Таблиця 1. Приклади смарт-інструментів та пристроїв, які використовуються для вимірювання

Призначення приладів	Приклади
Смарт-вимірювальні прилади для дому та офісу	Смарт-термометри, які можуть вимірювати температуру та передавати дані на мобільні пристрої. Розумні ваги для вимірювання ваги та аналізу складу тіла. Смарт-гідрометри для контролю вологості у приміщенні.
Промислові смарт-сенсори	Смарт-сенсори для моніторингу параметрів навколишнього середовища, таких як тиск, температура, вологість та передачі даних у реальному часі. Смарт-вимірювальні інструменти, що використовуються у виробничих процесах для контролю якості та моніторингу виробничих параметрів.
Смарт-технології у медичних вимірах	Переносні медичні пристрої, такі як смарт-ЕКГ та смарт-датчики для моніторингу здоров'я пацієнтів. Смарт-глюкозомери та датчики для вимірювання рівня цукру в крові.

Обмеження:

- Залежність від технічної інфраструктури: смарт-технології потребують відповідної інфраструктури та підключення до мережі.

– Вартість: високі витрати на придбання смарт-технологій та їх обслуговування можуть бути обмежуючим фактором для деяких організацій та споживачів.

– Конфіденційність та безпека даних: смарт-пристрої, особливо при передачі даних через інтернет, можуть бути вразливими до кібератак та витоків конфіденційної інформації.

Ці приклади та переваги з обмеженнями можуть стати відправною точкою для подальшого дослідження та аналізу впливу смарт-технологій на метрологію та якість вимірювань.

*Коваленко Є. Е., студентка*

*Малишева В. В., доцент кафедри охорони праці*

*та безпеки життєдіяльності, к.т.н.*

*Харківський національний університет міського господарства*

*імені О. М. Бекетова*

## **ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННІ ТА РЕАГУВАННІ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ**

За останні роки штучний інтелект пройшов довгий шлях розвитку, і сфери його застосування розширилися, включивши різні аспекти повсякденного життя людини. Однією з областей, де штучний інтелект продемонстрував великий потенціал, є управління та реагування на надзвичайні ситуації. Оскільки стихійні лиха та інші надзвичайні ситуації стають дедалі частішими та серйознішими через зміну клімату та інші фактори, необхідність ефективного та дієвого управління надзвичайними ситуаціями ніколи не була гострішою. Штучний інтелект може відіграти вирішальну роль у покращенні того, як сили реагування та людство

готуються до надзвичайних ситуацій, реагують на них та відновлюються після них, зрештою рятуючи життя та зводячи до мінімуму збитки.

Штучний інтелект може допомогти фахівцям з управління надзвичайними ситуаціями приймати більш обґрунтовані рішення, надаючи їм більш точну та своєчасну інформацію. Наприклад, системи на основі штучного інтелекту можуть аналізувати величезні обсяги даних з різних джерел, таких як супутникові знімки, соціальні мережі та прогнози погоди, щоб прогнозувати ймовірність виникнення надзвичайної ситуації та її потенційні наслідки. Це може дозволити органам управління з надзвичайних ситуацій вживати запобіжних заходів, таких як евакуація людей із зон підвищеного ризику або попереднє розміщення ресурсів, щоб мінімізувати наслідки надзвичайної ситуації.

Більш того, штучний інтелект можна використовувати для оптимізації розподілу ресурсів під час реагування на надзвичайні ситуації. У випадку виникнення надзвичайної ситуації, органи управління мають швидко визначити, куди направити сили з локалізації та ліквідації її наслідків, а також працівників екстреної допомоги, медикаменти та інші ресурси. Алгоритми штучного інтелекту можуть аналізувати дані в режимі реального часу про серйозність надзвичайної ситуації, наявність ресурсів та потреби постраждалих, щоб рекомендувати найефективніший розподіл ресурсів. Це може допомогти гарантувати, що ресурси прямують туди, де вони найбільше необхідні, що потенційно рятує життя та знижує загальний вплив надзвичайної ситуації на людей та навколишнє середовище.

Крім допомоги у прийнятті рішень, штучний інтелект може також відігравати безпосередню роль у заходах з реагування на надзвичайні ситуації. Наприклад, дрони і роботи зі штучним інтелектом можуть використовуватися для пошуку працівників в приміщеннях підприємства, де сталася аварія, або постраждалих на прилеглих територіях, які можуть бути занадто небезпечними або важкодоступними для людей, які здійснюють

заходи з реагування. Ці машини, керовані штучним інтелектом, можуть переміщатися серед завалів, виявляти ознаки життя і передавати інформацію назад силам управління з надзвичайних ситуацій, які зможуть направити фахівців саме туди, де є в них потреба. Це може допомогти прискорити пошуково-рятувальні роботи та підвищити шанси знайти тих, хто вижив.

Штучний інтелект можна використовувати для покращення зв'язку під час проведення заходів з реагування на надзвичайні ситуації. У хаосі який виникає у разі настання аварії чи катастрофи, комунікація часто може стати серйозною проблемою, оскільки сили управління та реагування на надзвичайні ситуації намагаються відстежувати інформацію, що швидко змінюється, і координувати свої зусилля у відповідь на ці зміни. Чат-боти на базі штучного інтелекту та інші комунікаційні інструменти можуть допомогти оптимізувати цей процес, автоматично сортуючи та пріоритизуючи інформацію, а також надаючи оновлення в режимі реального часу силам управління з надзвичайних ситуацій та служб екстреного реагування. Це може допомогти гарантувати, що всі учасники заходів з реагування мають доступ до найактуальнішої та найточнішої інформації, що дозволить їм приймати більш обґрунтовані рішення та працювати більш ефективно.

Штучний інтелект також може зіграти важливу роль на етапі відновлення при управлінні надзвичайними ситуаціями. Після виникнення аварії вкрай важливо оцінити її збитки та визначити найбільш ефективні способи відновлення. Системи на базі штучного інтелекту можуть аналізувати дані про масштаби збитків, потреби постраждалих підприємств та суспільства та наявність ресурсів, щоб допомогти силам управління з надзвичайних ситуацій розробляти та реалізовувати плани відновлення. Це може допомогти забезпечити цілеспрямованість та ефективність зусиль щодо відновлення, що врешті-решт допоможе постраждалим якнайшвидше повернутися до нормального життя.

Література:

1. Lei Wang, Shenghan Gao (2021) Artificial Intelligence (AI) Technology Assisted Emergency Management in Oil Industry. Journal of Physics: Conference Series, Volume 2025, 2021 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science (AICS) 2021 29-31 July 2021, Beijing, China.
2. Depeng Kong, Shangyi Lv (2020) Innovative Applications and Development of AI for Emergency Services. Journal of Physics: Conference Series, 1575 (2020) 012203.

*Мезенцева І. О., доцент кафедри «Безпека праці та навколишнього середовища», к.т.н, доцент  
Кузьменко О. О., доцент кафедри «Безпека праці та навколишнього середовища», к.т.н, с.н.с.*

*Дерев'янку О. Є., магістр*

*Мартиненко О. Г., бакалавр*

*Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків*

## **ОСОБЛИВОСТІ ГОСТРИХ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ СЕРЕД ПРАЦІВНИКІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ ЗА ОСТАННІ РОКИ**

Велика кількість виробничих процесів супроводжується забрудненням повітря робочої зони шкідливими речовинами. Особливо небезпеку представляють небезпечні виробництва та об'єкти техногенного характеру. Велика кількість небезпечних речовин потрапляє у навколишнє середовище не тільки при нормальному режимі ведення технологічних процесів, а також при виникненні аварійних ситуацій.

Професійна захворюваність працівників небезпечних виробництв, які безпосередньо мають справу з джерелами шкідливих викидів пилу і хімічних речовин у повітря робочої зони є великою проблемою сучасності.

Захворювання органів дихання стоять на першому місці серед професійних хвороб працівників підприємств. За даними Фонду соціального страхування України (ФССУ) [1, 2] у структурі професійних захворювань перше місце належить захворюванням органів дихання, друге місце займають захворювання опорно-рухового апарату (артрити, артрози, остеохондрози та інші), третє місце за хворобами слуху, четверте за вібраційною хворобою. Кількість професійних захворювань, які займають перші місця, у 2018–2022 роках представлена на рисунку 1.

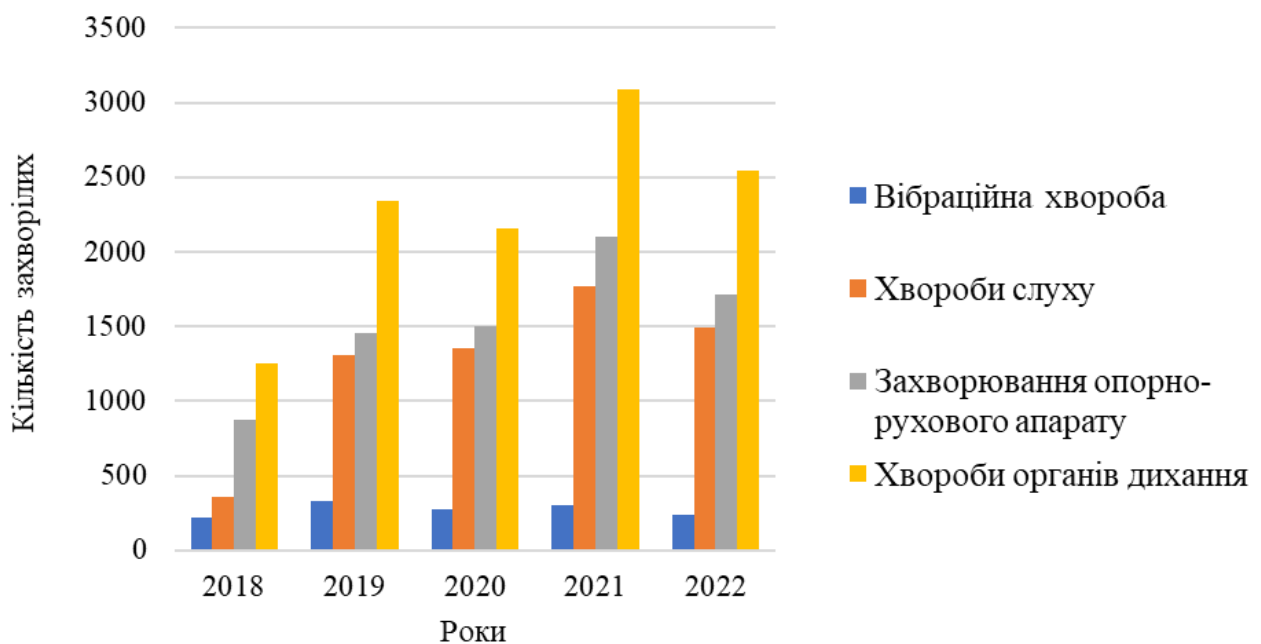


Рисунок 1 – Професійні захворювання у 2018-2022 роках

Якщо подивитись на графік, можна відзначити, що у 2018 році кількість професійних захворювань була значно нижче ніж у наступних роках. Особливо привертає увагу 2021 рік, у якому спостерігається найбільша кількість захворювань органів дихання. Зростання цього виду захворювання безумовно пов'язано з пандемією коронавірусної інфекції SARS-CoV-2. Така ситуація виникла через випадки інфікування медичних та інших працівників на COVID-19, у яких робота була в умовах підвищеного ризику зараження, що пов'язана з виконанням професійних обов'язків.

З 2020 року починає вестись окремий облік гострих професійних захворювань (ГПЗ) COVID-19. На рисунку 2 показана кількість потерпілих від випадків ГПЗ з діагнозом COVID-19 (у тому числі і зі смертельним наслідком), на яких були складені акти за формою Н-1/П, тобто пов'язані з виробництвом за 2020, 2021 та 2022 роки.

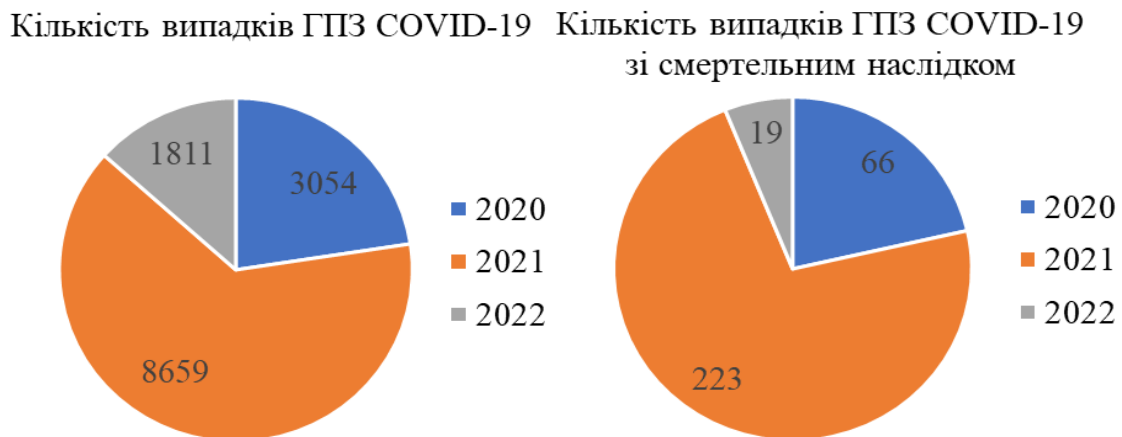


Рисунок 2 – Кількість повідомлень про ГПЗ COVID-19 у 2020-2022 роках

Змінилася ситуація і з найбільш небезпечними галузями економіки України в останні роки. Авторами роботи [3] було показано, що згідно даних ФССУ у 2022 році сфера охорони здоров'я зайняла перше місце по кількості травмованих (2020 випадків травмування), добувна промисловість – друге місце (465), транспорт, поштова та кур'єрська діяльність – третє місце (365), далі йде постачання електроенергії, газу, оптова і роздрібна торгівля (213).

Приведений перелік найбільш травмонебезпечних галузей економіки обґрунтовується тим, що за останні роки виробничий травматизм відбувається у більшості випадків за техногенними, природними, екологічними та соціальними причинами, що пов'язані з пандемією коронавірусної інфекції. До речі, вказані причини були внесені до класифікатора виробничого травматизму на виробництві у 2019, коли відбулися зміни у Порядку розслідування та обліку нещасних випадків,

професійних захворювань і аварій на виробництві. Попередній класифікатор не містив досить велику групу причин, за якими в останні роки почали відбуватися нещасні випадки [4].

У 2022 році спостерігається суттєве зниження кількості професійних захворювань, що можливо пов'язано зі зменшенням кількості захворілих на коронавірус. Але незважаючи на це кількість випадків захворювань органів дихання залишається ще досить великою. Основними обставинами, внаслідок яких виникли професійні захворювання у 2022 році, це недосконалість та недоліки технологічного процесу, які складають 30,7%, далі невикористання засобів індивідуального захисту – 13%, недосконалість робочого інструменту та механізмів – 10,5%. Впровадження системи менеджменту охорони здоров'я забезпечення безпеки праці відкриє нові можливості для підприємств в рамках управління охороною праці на виробництві [5]. Такі заходи зможуть допомогти вплинути на причини, які сприяють виникнення професійних захворювань при веденні технологічних процесів небезпечних виробництв.

Література:

1. URL: <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/985104>.
2. Мезенцев С. М. Запорука майбутнього життя - безпека праці // Future Healthcare: Innovations, Advances and Progress : proc. of the 2nd Intern. Sci. and Practical Internet Conf., June 15-16. – Dnipro : FOP Marenichenko V. V., 2023. – P. 105-107. URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/66492>
3. Безпека життя людей – головний пріоритет сучасного світу / С. М. Мезенцев [та ін.] // Global Society in Formation of New Security System and World Order : proc. of the 2nd Intern. Sci. and Practical Internet Conf., July 27-28, 2023. – Dnipro : FOP Marenichenko V. V., 2023. – P. 250-252.
4. Мезенцева І. О. Техногенні, природні, екологічні та соціальні причини виробничого травматизму [Електронний ресурс] / І. О. Мезенцева, О. О. Кузьменко // Технічний прогрес в АПВ : матеріали Всеукр. наук.-практ.



конф., 9-10 травня 2023 р. / Держ. біотехн. ун-т. – Електрон. текст. дані. – Харків, 2023. – С. 159-162. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/65426>

5. Євтушенко Н. С. Ефективність системи менеджменту безпеки праці та охорони здоров'я на підприємствах машинобудування // Актуальні проблеми та перспективи розвитку охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту : матеріали 5-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції, 4-5 травня 2023 р. / Одес. держ. акад. буд-ва та архітектури. – Одеса, 2023. – С. 14-16.

*Mitiuk L. O., docent of Department of Labor,  
Industrial and Civil Security, candidate of technical science*

*Ryabinina S. S., study c. OS-01, NN IEE*

*Kalinchyk V. V., senior teacher, of Department of Labor,  
Industrial and Civil Security, candidate of technical science*

*National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## **PROBLEMS OF DEMINING DEOCCUPIED TERRITORIES**

The world history of military conflicts has left behind millions of unexploded mines, ammunition and other explosive objects. These objects pose a serious threat to the civilian population and hinder the development of the destroyed regions. The real challenge was the identification and removal of these objects, and here demining becomes the most important branch of humanitarian activity. In the past, demining was mostly done manually - people manually searched for and removed explosive objects during dangerous work. It was very dangerous and sometimes ineffective. Over time, manual and mechanized demining methods appeared, which improved the situation, but the risks remained high. [1]

The purpose of the work: the study of demining in its various aspects: past, present and future. Determine how demining affects the safety of the population and the development of war-torn regions. Innovations in this field and opportunities for their further implementation.

Methods, materials and research results. Demining techniques: Manual demining is one of the most traditional methods of detecting and destroying landmines. This method involves the use of specialists who thoroughly inspect the site for the presence of mines. [2]

The process of manual demining includes the following stages:

1. Search: Deminers, equipped with metal detectors, inspect the area in search of mines or other explosive devices. This can be a very slow process, as every square meter of land needs to be thoroughly tested.

2. Detection: If the metal detector detects something suspicious, the deminer marks the location and uses various tools, such as probes, to carefully detect whether the object is a mine.

3. Destruction: If a mine is detected, the deminer either defuses it on the spot or uses an explosive charge to detonate it in a controlled manner.

4. Inspection: After an area has been inspected and cleared of mines, it is inspected again to ensure that no mines have been missed.

Manual demining is a time-consuming and dangerous process, but in some cases it may be the only option, especially in difficult or inaccessible terrain.



Fig.1 – Manual demining

Machine demining is an effective method of detecting and destroying mines on large areas of land. This method uses special machines that can detect and destroy mines. This is how machine demining works:

1. Detection: Mine clearance vehicles can be equipped with metal detectors or ground penetrating radars to detect mines.

2. Destruction: One of the methods of mine destruction is a flail (a metal beam system with a forged chain or cable suspension), which is installed on the front of the machine. A demining flail uses a rotating drum with a forged chain suspension to detonate or detonate a mine on the surface or underground.

3. Safety: Demining machines are usually used in such a way that they are protected from a mine explosion. They can be remotely controlled, reducing the risk to humans.

It is important to note that although machine demining can be quick and effective, it cannot always be used. For example, on very steep slopes or in areas with a lot of natural obstacles, machine clearance may not be possible.



Fig. 2 – Machine demining

The use of robotics for demining is becoming more common as it reduces the risk to human life. Different types of robots can be used depending on specific conditions and needs. Here are some ways robots can be used for demining:

1. Recognition and detection: Robots can be equipped with sensors and scanners to detect mines. This may include metal detectors, ground-penetrating radars or systems for chemical analysis.

2. Destruction of mines: After detecting a mine, some robots are able to destroy it on the spot. This can be done by blasting, using high water pressure, or other methods.

The use of robotics allows work to be done faster and safer, as robots can work in conditions that would be too dangerous for humans. However, not all minefields can be easily handled by robots, and in some cases humans are necessary.

Drones are becoming an increasingly important tool in the demining process. They can be used for different tasks, depending on their equipment and configuration.

It should be noted that although drones can increase the efficiency and safety of the demining process, they cannot completely replace humans. The decision to use drones depends on specific conditions and requirements.

The organization APOPO, founded in Belgium, has developed a unique method of using rats for demining. These "miner rats," known as HeroRATs, are trained to detect mines and other explosive devices.

Here's how the process works:

1. Training: Rats undergo thorough training from a young age. They learn to associate the clicking sound with getting food, and then they learn to look for the specific smell of the explosive.

2. Search: Rats that have been trained to detect mines are then used in a location where mines are known to be present. They move around a patch of land, using their keen sense of smell to detect the presence of explosives.

3. Identification: Rats are able to identify the specific location where they detected the smell of explosives. They stop and start scratching the ground to show exactly where they found the mine.

4. Demining: After identifying a potential mine location, demining specialists arrive at the site and carefully destroy the mine.

The main advantage of using rats is that they don't weigh enough to cause the mine to explode. They are also very fast and effective in detecting explosives.

Conclusions. Demining is a problem that has accompanied humanity for centuries. The history of demining shows the terrible consequences of wars and conflicts. Modernity has brought with it new methods and technologies that facilitate the work of heat exchangers, but the problem is far from solved. Millions of mines remain in the territories, threatening the lives and safety of the civilian population. Future demining will require a combination of efforts by governments, scientists and the public. Developing new technologies, raising awareness and educating people about the dangers of landmines and increasing funding for demining are key components of a successful fight against this problem. Demining remains a pressing global issue today and joint efforts are needed to ensure the safety and well-being of people around the world.

#### References:

1. Miroshnychenko B. Tens of years and billions of dollars. When are Ukrainian fields and cities demined? [Electronic resource] / Bohdan Miroshnychenko // Economic Pravda. – 2023. – Access mode: [www.epravda.com.ua/publications/2023/03/7/697737](http://www.epravda.com.ua/publications/2023/03/7/697737).

2. Horbulin V. Consequences of mine wars: Ukrainian section / V. Horbulin, S. Mosov. // Defense Herald. – 2021. – No. 11. – P. 16–23.

*Могильна А. С., курсант*

*Савченко О. В., заступник начальника кафедри,*

*канд. техн. наук, ст. наук. співр.*

*Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

## **ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ БПЛА У ДСНС ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НС**

Розвиток робототехніки дозволяє пропонувати використання роботизованих комплексів для виконання небезпечних робіт замість пожежних [1]. На сьогодні ДСНС активно впроваджує практику використання БпЛА у своїй діяльності. Як під час ліквідації наслідків бойових дій, так і у своїй повсякденній роботі: для моніторингу пожежної обстановки, безпечного обстеження території після знищення особливо небезпечних боєприпасів, тощо. БпЛА це безпілотний Літальний Апарат, сучасний пристрій який може робити розвідку без прямої участі пілота, є різних розмірів і типів, а також мають широкий спектр використання. У Національному університеті цивільного захисту України вивчають принципи і концепції побудови сучасних БпЛА, сучасні методи технічної експлуатації БпЛА, регламенти і технології обслуговування цільового спорядження (рис.1).



Рисунок 1 – Проведення занять у Національному університеті цивільного захисту України з використанням БпЛА

Завдання, що вирішуються за допомогою БпЛА:

– **Проведення пошуково-рятувальних операцій.** Патрулювання небезпечних територій на низьких висотах. Це значно збільшує шанси знайти постраждалих людей.

– **Запобігання стихійним лихам.** Комплектація безпілотників дозволяє виявити осередки пожеж, можливі штормові загрози, можливість затоплення.

– **Ліквідація техногенних катастроф.** Використовуючи БпЛА з газоаналізаторами, можна вимірювати рівень забруднення повітря, визначати витік газу та вчасно евакуювати людей.

– **Прогнозування аварійних ситуацій.** Регулярний моніторинг природних об'єктів, комунікаційних систем, автомагістралей, атомних станцій дозволяє контролювати їх стан, помічати деформації та запобігати масштабним аварійним ситуаціям.

– **Планування відновлювальних робіт.** Після аерозйомки дроном створюються електронні моделі та карти місцевості. З їхньою допомогою можна оцінити уражені території, межі поширення аварії та спланувати відповідні відновлювальні роботи.

Література:

1. Савченко О. В. Теоретичне обґрунтування використання роботизованої техніки для формування протипожежного бар'єру при локалізації лісових пожеж / О.В. Савченко, А.С. Могильна // Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» – Харків: НУЦЗУ, 2023. – С.172. Режим доступа к журн.: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/17498>.

*Попко С. О., студент*

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Співак М. О., студент*

*Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків*

*Черепньов І. А., доцент кафедри мехатроніки, безпеки*

*життєдіяльності та управління якістю, к.т.н., с.н.с., доцент*

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Вамболь С. О., завідувач кафедри безпеки праці та*

*навколишнього середовища, д.т.н, професор*

*Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків*

## **ВПЛИВ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА**

Починаючи з другої половини ХХ століття в ряді військових конфліктів були здійснені систематичні цілеспрямовані впливи на деякі елементи екосистеми з метою досягнення перемоги над противником. Як зазначено в роботі [1] у 1950-х роках британські війська обприскували ліси в Малайї гербіцидами, щоб позбавити місцевих повстанців укриття. В результаті були зареєстровані тривалі негативні наслідки, такі як деградація ґрунту, ерозія і серйозні проблеми зі здоров'ям місцевого населення. У значно більш глобальних масштабах аналогічні заходи, починаючи з серпня 1961 р. здійснювали збройні сили США під час війни у В'єтнамі. Протягом дев'яти років було розпорошено близько 72 мільйонів літрів різних форм гербіцидів для дефоліації понад 25 000 км<sup>2</sup> землі, з метою видалення листя, використовуваної для укриття солдатів армії Північного В'єтнаму і знищення посівів сільськогосподарських культур щоб позбавити їх продовольства [2]. Збиток, який був нанесений життю і здоров'ю мирному населенню В'єтнаму і



навколишньому середовищу цієї країни досяг колосальних масштабів, а наслідки продовжують відчуватися протягом майже півстоліття. І хоча в норми міжнародного права, що регламентують так звані закони війни були внесені вимоги, які забороняють здійснювати широкомасштабний, довгостроковий і серйозний збиток навколишньому середовищу, але будь-які військові дії в тій чи іншій мірі призводять до деградації складових екосфери і виснаження ресурсів [1]. У цих тезах автори розглядали три збройні конфлікти: США - В'єтнам (1965-1973 рр.), війна в Перській затоці (2 серпня 1990 - 28 лютого 1991) та Ізраїль-Ліван (12.06 2006 - 14.08 2006 г.). Вибір пояснювався різною тривалістю, масштабами бойових дій, а також різними видами негативних факторів впливу на навколишнє середовище. Основним вражаючим фактором для екосистем В'єтнаму стали бомбардування, артилерійські обстріли і розпорошення гербіцидів. За даними наведеними в роботі [3], в ході бомбардувань було витрачено боєприпасів в три рази більше (за вагою), ніж на європейському і Тихоокеанському театрах Другої світової війни, разом узятих. В результаті це призвело до зниження продуктивності сільського господарства. Навіть через 20 років після закінчення бойових дій наслідки бомбардувань знижували продуктивність праці на 3,21 відсотка [2]. Більш багатofакторний негативний вплив на екосферу було зафіксовано під час війни в Перській затоці. У роботі [4] наведено основні напрямки, за якими здійснювався цей процес, а саме: (1) ущільнення ґрунту внаслідок збільшення руху важкої військової техніки по пустелі; (2) руйнування поверхневих відкладень через розміщення мін, будівництво бункерів, окопів та іншої фізичної інфраструктури пов'язані з військовими діями; (3) деградація рослинності та середовища існування дикої природи, (4) забруднення ґрунту нафтовими вуглеводнями та важкими металами, (5) забруднення підземних вод; та (6) вплив на морське середовище та прибережні екосистеми. Там же виникли серйозні проблеми з ліквідації численних мінних полів, в процесі якої також здійснювався

негативний вплив на наземне середовище. Характер так званої липневої війни 2006 року між Ізраїлем та Ліваном, за якісним застосуванням засобів ураження аналогічний тим, які використовували США проти В'єтнаму (за винятком гербіцидів). Прямий (фінансовий) збиток нанесений інфраструктурі Лівану склав приблизно 1 мільярд доларів США. Одним із секторів, який значно постраждав у цьому відношенні, було сільське господарство, яке є основним джерелом доходу для 30-40 відсотків ліванців. У сільськогосподарських районах майже 545 оброблюваних полів виявилися недоступними через пошкодження або наявність нерозірваних боєприпасів, таких як артилерійські снаряди, касетні бомби, наземні міни або ракети [5]. У вище цитованій роботі наводяться економічні розрахунки (можливі сценарії), які враховують не тільки прямий збиток нанесений сільськогосподарському виробництву Лівану, а й оцінка втрат доходів у зв'язку із загибеллю врожаю 2006 р. Крім цього враховувалися втрати викликані неможливістю використання земель сільськогосподарського призначення, які потребують проведення очищення від мін і боєприпасів, що не розірвалися. Таким чином, якщо знадобилося 5 років на знешкодження боєприпасів, що не розірвалися, то загальні збитки можуть скласти 36 616 500 доларів США, а при розтягуванні цього процесу на 10 років, їх розмір зростає до суми - 61 53 7500 [5]. Прямі і непрямі втрати понесені економікою Лівану в ході "липневої війни" призвели до того, що ця країна потрапила в так звану "пастку війни". Це термін означає, що серйозний збиток, нанесений капіталу конкретної країни в результаті війни, дуже часто прирікає її економіку на довгострокове відставання в розвитку [3]. З огляду на вищесказане значний інтерес представляє позитивний досвід В'єтнаму з подолання негативного впливу наслідків військових дій на сільськогосподарський сектор економіки. Порівняно з Ліваном, В'єтнам не перебував у значно більш вразливому становищі.

1. Тривалість бойових дій дев'ять років проти двох місяців;

2. Масштабне застосування гербіцидів;
3. Продуктивність сільського господарства становила близько половини ВВП В'єтнаму до війни, що вище, ніж у Лівану;
4. Незрівнянно велика загальна маса боєприпасів різного призначення вразили територію В'єтнаму, в порівнянні з Ліваном;
5. Більш високий рівень жорстокості ведення бойових дій та ін.

Не дивлячись на це, в порівняно короткі терміни вдалося знизити негативний вплив на розвиток економіки в цілому. Перш за все, це пояснюється високим професіоналізмом роботи органів державного управління В'єтнаму. У короткі терміни вдалося забезпечити масову мобілізацію робочої сили і ресурсів для відновлення пошкодженої інфраструктури та розмінування сільської місцевості [3]. Крім того здійснювалася цілеспрямована політика спрямована на післявоєнне відновлення домогосподарств у сільськогосподарському виробництві. Політика, яка стимулювала економічне виробництво та сприяла розвитку соціального капіталу в постраждалих районах [2].

#### Література:

1. Cusato E. *The Ecology of War and Peace. Marginalising slow and structural violence in international law.* Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 306 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781108939812>
2. Samuelson Appau, Sefa Awaworyi Churchill, Russell Smythb, Trong-Anh TrinhWorld. *The long-term impact of the Vietnam War on agricultural productivity.* *World Development.* 2021. Vol. 146. 105613. [doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105613](https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105613).
3. Edward Miguel, Gйrard Roland. *The long-run impact of bombing Vietnam.* *Journal of Development Economics.* 2011. Vol. 96, Issue 1. P. 1-15. doi: [10.1016/j.jdeveco.2010.07.004](https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2010.07.004).
4. Omar S.A., Bhat N.R., Asem A. *Critical Assessment of the Environmental Consequences of the Invasion of Kuwait, the Gulf War, and the Aftermath.*

*Environmental Consequences of War and Aftermath. The Handbook of Environmental Chemistry / ed. By Kassim, T.A., Barceló, D. (eds). Berlin, Heidelberg: Springer, 2009. vol 3U. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-87963-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-540-87963-3_5)*

5. Ragy Darwish, Nadim Farajalla, Rania Masri. The 2006 war and its inter-temporal economic impact on agriculture in Lebanon. *Disasters*. 2009. Vol. 33(4). P.629-644. doi: 10.1111/j.1467-7717.2008.01091. x.

*Рудаков С. В., доцент кафедри ППНП НУЦЗУ, к.т.н.*

*Рудаков І. С., аспірант НТУ «ХПІ»*

*Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

*Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків*

## **МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОНІТОРИНГУ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

Об'єкти паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) України є важливою складовою критичної інфраструктури країни. В силу поєднання особливостей технологічних процесів, характеристик сировини та готової продукції об'єкти ПЕК відносяться до категорії пожежонебезпечних. Особливості техпроцесів у ПЕК зумовлюють необхідність постійного підтримання заданих режимів роботи з урахуванням вимог пожежної безпеки (ПБ) - відхилення від необхідних режимів тягне за собою важкі наслідки. В [1] розроблено моделі та алгоритми для автоматизованих систем загального призначення автоматизованих систем пожежної вибухобезпеки за оцінкою та прогнозування їх готовності на об'єктах ПЕК, що відрізняються від існуючих з урахуванням особливих умов.

Для запобігання небезпечним ситуаціям та підтримці дієвого контролю протипожежної обстановки на об'єктах ПЕК створюються та використовуються автоматизовані системи пожежної вибухобезпеки. Вони є як інформаційною основою системи пожежовибухонебезпеки об'єктів ПЕК, так і складовою частиною автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУТП). Застосовувані в них моделі, методи та алгоритми планування стосуються управління різними аспектами діяльності підприємств ПЕК та засновані на чинних нормативних документах. Зокрема, алгоритми планування протипожежних заходів та їх контролю, які використовуються в автоматизованих системах пожежовибухонебезпеки (АСПВБ), розроблялися на підставі чинних правил пожежної безпеки [2]. Розроблені раніше методи та моделі, що являють собою теоретичні основи створення АСПВБ, не вирішують завдань динамічного планування в особливі умови і за зміни викликаних ними обмежень. Необхідно вдосконалити розвиток існуючої теоретичної бази за рахунок розробки нових моделей та методів, які враховують необхідність їх динамічної адаптації до особливих умов. Встановлено, що головними завданнями зазначених підходів є визначення ступеня впливу окремих заходів на задану стратегічну мету, яка встановлює основний пріоритет діяльності об'єкта ПЕК. Це стосується ефективності роботи АСПВБ та його обладнання. Вирішення даних завдань виконується за допомогою моделювання планування ремонту даного обладнання, його модернізації, технічного обслуговування та заміни з урахуванням регламентних термінів його служби в особливих умовах.

Коли на об'єкті ПЕК сформований план дій для заданої стратегічної мети на черговий період, «основним завданням відповідальної особи (і підлеглої йому групи аналітиків) стає моніторингом успішності його виконання. Моніторинг з різних напрямків діяльності проводиться практично з перші тижні реалізації чергового етапу стратегічного плану і закінчується в кінці планового періоду. Для об'єктів ПЕК стратегічна мета - отримання

заданого рівня ефективності роботи АСПВБ в межах встановленого горизонту планування. Для поточної оцінки положення на підприємстві необхідний не просто моніторинг, а стратегічний моніторинг, у якому ситуація оцінюється з погляду її відповідності стратегічним цілям та основним завданням підприємства. За результатами моніторингу керівники різних рівнів у межах своєї компетенції приймають рішення з маневрування наявними основними ресурсами», після чого вони повідомляють про свої рішення відповідальну особу.

Для переходу від завдання моніторингу до завдання прогнозування необхідно дещо видозмінити початкові формулювання та завдання, що стоять перед відповідальною особою. Постановка такої задачі формулюється так само, як і постановка задачі оцінки стратегічних ризиків. Розгляд у ній починається з прогнозу значень агрегатного показника якості для ієрархічної схеми "від мети до заходу".

Математично завдання інтегральної оцінки стратегічних ризиків може бути сформульована в імовірнісній постановці наступним чином:

- - задана сукупність незалежних випадкових величин, що визначають рівні реалізації приватних показників якості окремих заходів;
- - для кожної випадкової величини встановлено закони розподілу;
- - задана функціональна залежність (у разі лінійна), визначальний зв'язок між сукупністю приватних показників ефективності окремих заходів та агрегатним показником якості діяльності підприємства (точніше його збільшенням у межах горизонту планування).

Потрібно встановити закон розподілу та його основні параметри: математичне очікування та середньоквадратичне відхилення для комплексної випадкової величини - агрегатного показника ефективності діяльності об'єкта ПЕК за заданим напрямом. За цим законом розподілу слід оцінити ймовірність реалізації різних значень показника якості плану, ймовірності

досягнення різних рівнів опрацювання проміжних цілей: типів та видів завдань, напрямів діяльності, кластерів (блоків) заходів.

Методики оцінки інтегральної оцінки ефективності та стратегічних ризиків ґрунтуються на результатах визначення наступних параметрів:

□ - вкладів  $\beta_i$  і від реалізації всіх заходів у досягнення агрегатної мети у межах горизонту планування;

□ - вирішальних матриць кожного рівня задачі;

- експертно-розрахункових значень ймовірностей реалізації різних значень приватного показника ефективності кожного конкретного заходу.

Значення ймовірностей реалізації різних рівнів ефективності кожного конкретного заходу на об'єкті ПЕК можуть оцінюватися експертно-розрахунковими методами, у тому числі методом парних порівнянь. Для цього складаються обернено симетричні матриці парних порівнянь ймовірностей реалізації різних рівнів кожного заходу, проводиться їх обробка та будуються гістограми розподілу різних значень показника якості проміжних цілей.

Можливі два основні методи визначення законів розподілу випадкової величини - агрегатного показника ефективності (якості) діяльності  $W_{ef}$ : точний (у межах допустимої статистичної похибки результату) та наближений. Для представлення значень агрегатного показника ефективності  $W_{ef}$  як випадкової величини слід визначити кількість розрядів  $R_{розр}$ . Вибирати  $R_{розр}$  слід у такий спосіб. Наприклад, якщо значення  $W_{ef} \leq 1$  і вони видаються з інтервалом 0,05, то  $R_{розр} = 20$ . Для цього методу важливим моментом є визначення необхідної кількості  $L_{ст}$  статистичних випробувань, інтервал  $L_{min}$ , що розглядається, буде необхідний для забезпечення точності потрапляння до нього  $W_{ef}$ . Якщо ймовірність попадання значень випадкової величини - агрегатного показника якості в різні інтервали підпорядковані закону рідкісних подій (закону Пуассона), то середньоквадратичне відхилення

$\rho_{розр}$  — кількості потраплянь  $W_{ef}$  в кожен із найменш значимих інтервалів визначається як

$$\rho_{розр} = \sqrt{\{L_{min}(R_{розр}\mu_{розр})\}}.$$

Для вирішення задачі визначення характеристик закону розподілу значень агрегатного показника якості діяльності економічної системи статистичним методом потрібно близько 10 тисяч статистичних випробувань. У кожному з них мають розіграватись усі «випадкові величини - значення приватних показників якості окремих заходів, і з них повинен визначатися агрегатний показник якості  $W_{ef}$ .

Потім ці значення повинні вміщуватися в один з  $R_{розр}$  інтервалів для того, щоб сформувати гістограму розподілу узагальненого показника  $W_{ef}$  ефективності діяльності. В результаті реалізації цього алгоритму визначається щільність  $f_{ст}(W^{ef})$  і функція  $F_{ст}(W^{ef})$  розподілу агрегатного показника  $W^{ef}$  ефективності діяльності щодо забезпечення пожежної безпеки, а також найважливіші характеристики закону розподілу цієї випадкової величини - математичне очікування  $M^{ef}$ , другий початковий момент, дисперсія  $D^{ef}$  та середньоквадратичне відхилення.

Таким чином, застосування методу прогнозування моніторингу покращує якість стабілізуючих заходів та підвищує ефективність роботи автоматизованих систем управління технологічними процесами.

Література:

1. SO/IEC/IEEE 24765:2010. Systems and software engineering – Vocabulary. — Режим доступа: <http://www.cse.msu.edu/~cse435/Handouts/Standards/IEEE24765.pdf>.

2. Правила пожежної безпеки України. 2016.



*Сальник О. В., с.н.с. Науково-дослідної лабораторії  
Табуненко В. О., професор, к.т.н., доцент  
Харківський національний університет Повітряних Сил*

## **ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНІ ОБ'ЄКТИ ТА НАСЛІДКИ ВІЙНИ**

Потенційно небезпечні об'єкти – це такі об'єкти, руйнування котрих може привести до появи надзвичайних ситуацій природного або техногенного походження. До них можна віднести об'єкти, на яких використовуються, зберігаються чи транспортуються певні радіаційні, токсичні, вибухові та легкозаймисті речовини, або небезпечні біологічні препарати та гідротехнічні споруди і транспортні засоби [1].

До початку бойових дій на території України діяло понад 1200 об'єктів, де зосереджено понад 13,6 млн. тон твердих і рідких легкозаймистих та вибухових речовин. В Україні щорічно виникало тисячі надзвичайних ситуацій техногенного характеру, внаслідок яких гинули люди, а матеріальні збитки сягали кількох мільярдів гривень. Здебільшого в областях України у зв'язку з різноманітними небезпечними природними явищами, аваріями і катастрофами їх стан характеризувався як складний. Існувала тенденція щодо зростання кількості природних і, особливо, техногенних надзвичайних ситуацій, а вагомість їх наслідків об'єктивно примушувала розглядати їх як серйозну загрозу безпеці всього суспільства та навколишнього середовища, а також стабільності розвитку економіки держави[2].

Повномасштабне вторгнення Росії до України, яке почалося 24 лютого 2022 року завдало та продовжує завдавати величезної шкоди як населенню країни, так і інфраструктурі населених пунктів, де тривали, або тривають бойові дії. Ситуація ускладнюється продовженням бойових дій, а кількість постраждалих людей в значній мірі залежить від типу, масштабів, місця та

темпу розвитку ситуації, а також особливостей регіону та населених пунктів, що опинились поруч, або в непідконтрольних зонах.

В залежності від виду таких небезпечних чинників ці об'єкти можна поділити на:

- радіаційно небезпечні об'єкти (РНО);
- хімічно небезпечні об'єкти (ХНО);
- пожежо- та вибухонебезпечні об'єкти;
- газо-, нафто- та продуктопроводи;
- об'єкти комунального господарювання;
- гідротехнічні споруди;
- залізничний транспорт та залізничні станції.

Військові дії достатньо затягнулися і тому росіяни змінюють свою тактику та готуються до тривалих оборонних протистоянь. Для цього вони робили на протязі тривалого часу фортифікаційні та інженерні укріплення і мінували підходи до них великою кількістю різноманітних мінних засобів. Це означає, що вони зайняли велику площу території країни. Рух важкої техніки, будівництво фортифікаційних та інженерних споруд та зокрема бойові дії значно пошкоджують ґрунтовий покрив. Це призводить до деградації і рослинного покриву, а також посилює вітрову та водну ерозії.

Під загрозою знищення перебувають велика площа природоохоронних територій. Ареали деяких рідкісних і ендемічних видів і оселищ опинилися в зоні активних бойових дій, що загрожує їхньому існуванню. Унаслідок бойових дій частина лісів у Луганській, Донецькій та Херсонській областях наразі перебуває під контролем окупантів. Оцінити загальні збитки майну населення та лісовому господарству поки неможливо. У цих лісах є велика кількість снарядів, авіаційних бомб та ракет, що там впали, а також нерозірваних боєприпасів. Практика показує, що це становитиме потенційну небезпеку для людей протягом багатьох десятиліть у майбутньому. Російські війська при знищенні наших лісів, використовують деревину для будівництва

фортифікаційних інженерних споруд, прокладання інфраструктури, обігріву та приготування їжі.

За даними Міністерства оборони, за місяці військового вторгнення Росії на територію України було випущено більше 10000 ракет різного калібру та типу і безпілотних літальних апаратів. В першу чергу ворог атакує цивільні об'єкти – дитячі садочки, школи, лікарні, цивільний житловий сектор у Києві, Харкові, Дніпрі, Житомирі, Львові, Івано-Франківську, Миколаєві, Одесі, а також морські порти та інші об'єкти. Проте переважна більшість обстрілів припадає на населені пункти та об'єкти життєзабезпечення в них. Під час детонації ракет, різноманітних керованих бомб та артилерійських снарядів утворюється певна низка хімічних сполук: чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), водяна пара (H<sub>2</sub>O), бурий газ (NO), закис азоту (N<sub>2</sub>O), діоксид азоту (NO<sub>2</sub>), формальдегід (CH<sub>2</sub>O), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N<sub>2</sub>), а також велика кількість токсичної органіки, відбувається окислення навколишніх ґрунтів, деревини, дернини та конструкцій [3].

Окрім того, російські війська атакують нашу портову інфраструктуру вздовж узбережжя Чорного моря і кораблі на якірних стоянках, все це призводить до забруднення вод і поширення отруйних речовин у Чорному морі. Потрапляння нафтопродуктів негативно впливає на морські біоценози, формуються плівки на поверхні води, а це порушує обмін енергією, теплом, вологою та газами між морем і атмосферою. Крім того, це напряму впливає на фізико-хімічні та гідрологічні умови, що викликають загибель риби, морських птахів і мікроорганізмів. Практично всі компоненти нафти токсичні для морських організмів. У нафти є ще одна побічна властивість: її вуглеводні здатні розчиняти низку інших забруднюючих речовин, таких як пестициди або важкі метали, які вже разом із нафтою концентруються в приповерхньому шарі та ще більше отруюють його [3].

В результаті підриву російськими терористами Каховської ГЕС виникла екологічна катастрофа із забрудненням великої площі родючих ґрунтів

паливно-мастильними матеріалами, нафтопродуктами та іншими небезпечними речовинами, що знаходилися у зоні затоплення. У ґрунтах, що просочені паливно-мастильними матеріалами, знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси. Відповідно погіршується інфраструктура та життєдіяльність населення, знищуються об'єкти комунального господарювання, водний та повітряний режими, порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст і розвиток, що спричиняє загибель.

Обстріли об'єктів інфраструктури життєдіяльності населення призводять до пожеж, які спричиняють руйнування будинків та додаткове забруднення повітря, ґрунту та води. Продукти горіння, які потрапляють при цьому у повітря складаються з токсичних газів і твердих частинок. На цих об'єктах також буде значне забруднення ґрунту та води. А там, де були проведені заходи з гасіння пожежі, забруднення можуть включати ще й залишки протипожежної піни. Пошкодження комунальних комунікацій також призводить до забруднення органічними речовинами води річок та Чорного моря. Регулярно відбуваються обстріли очисних споруд. Через це зруйновано будівлю каналізаційних насосних станцій, що подає стічні води міста на очисні споруди. Зворотні води з міст зараз потрапляють до Дніпра та інших річок країни без будь-якого очищення. Неочищені скиди містять достатньо велику кількість органічних речовин, яйця гельмінтів, патогенні бактерії, сульфати, хлориди. Таке забруднення може призвести до великих масштабів епідемій і цвітіння води в Дніпрі, річках та Чорному морі [3].

Отже після закінчення війни ми будемо пожинати плоди бойових дій: руйнування екосистем, забруднення ґрунтів, зменшення біорізноманіття, зростання кількості шкідників у лісах. Крім того, відбудова нашої країни потребуватиме значної кількості природних ресурсів. Війна – це також внесок у зміну клімату, а відновлення країни неминуче буде супроводжуватись значними викидами парникових газів.

Наприкінці доповіді було зроблено висновки:

1. Так як очікується значне хімічне забруднення ґрунтів та вод, то важливо після війни подбати також про ефективну систему моніторингу стану довкілля, яка може дозволити зафіксувати реальний об'єм завданої шкоди довкіллю та вжити найефективніших заходів, щоб уникнути подальшого погіршення ситуації, а також щоб відновити більшість екосистем до безпечного стану – як для людини, так і для дикої природи.

2. Організація прогнозування техногенних надзвичайних ситуацій здійснюється на основі інформації про всі наявні в регіоні потенційно небезпечні об'єкти. Результати прогнозування надзвичайних ситуацій техногенного характеру повинні враховуватися і при вирішенні питань проектування, будівництва, експлуатації, і виводу з експлуатації об'єктів, і видачі дозволів та ліцензій на види діяльності, що пов'язані з підвищеною небезпекою.

Список використаної літератури:

1. <https://naurok.com.ua/prezentaciya-do-uroku-potenciyno-nebezpechni-ob-ekti-270036.html>
2. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1645>
3. <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html>

*Кравцов М. М., доцент, к.т.н., доц. каф. МБЖД*

*Сальнікова С. А., студентка гр. ММз-31-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **НЕБЕЗПЕКА ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ У ГУРТОЖИТКУ**

Міністерство освіти та науки України своїм наказом № 974 від 15.08.2016 року затвердило та надало для виконання всіма закладами освіти правила пожежної безпеки. Ці правила є обов'язковими для виконання всіма

студентами, викладачами, обслуговуючим персоналом гуртожитків, і ін. підрозділами навчального закладу.

Сьогодні великий відсоток всіх пожеж припадає на житловий сектор. Тому у приміщенні гуртожитків необхідно постійно перевіряти протипожежний режим, електрострум, нагрівальні прилади та приладдя, засоби пожежогасіння. Займання вогню у гуртожитку можливо бути у любую хвилину, так як не всі, на жаль мешканці по своєму недорозумінню та халатності порушують елементарні правила пожежної безпеки.

Приведемо де які приклади пожеж у гуртожитках:

- виникла пожежа - 17 липня цього року о 17 год. 15 хв., за інформацією 101 МЧС в гуртожитку Буковинського державного медичного університету на вул. М. Заньковецької в місті Чернівці. У будівлі утворилося щільне та небезпечне для мешканців задимлення. На жаль, один з виходів із приміщення був охоплений вогнем, та вогнеборці, негайно евакуювали 30 осіб мешканців з гуртожитку через запасний вихід.

- У Полтаві, в одній із кімнат гуртожитку в Київському районі міста, 23 жовтня близько 17:00 виявили тіла чотирьох його мешканців – трьох молодих хлопців та однієї дівчини.

- У четвер, 27 січня, в Луцьку (Волинська область) посеред ночі виникла пожежа в гуртожитку місцевого університету. Через це була проведена масова евакуація студентів. Про інцидент поінформували в Державній службі України з надзвичайних ситуацій. Пожежа виникла в гуртожитку Волинського національного університету імені Лесі Українки, що на проспекті Соборності, – в недіючому приміщенні сміттєзбірника.

Куріння у кімнатах чи коридорі гуртожитку суворо **Забороняється!**

Дуже важливо, щоб персонал, котрий працює у гуртожитку був якісно проінструктований, по знанню з правилами пожежної безпеки. На всіх поверхах необхідно розмістити забороняючі та попереджувальні знаки пожежної безпеки і плани евакуації мешканців гуртожитку. У

житлових кімнатах на видному місці повинні бути розміщені пам'ятки з правил пожежної безпеки і діям при виникненні пожежі.

Засоби для гасіння пожежі необхідно розміщувати у легкодоступних місцях поверхів, на висоті 1,5 метри від підлоги. Найкраще із первинних засобів пожежогасіння, це – порошковий вогнегасник. Вони розміщуються не менше ніж 2 на поверху. Наявність такого вогнегасника у гуртожитку є обов'язковим та необхідним.

Як свідчить статистика, пожежна небезпека в гуртожитку є постійною загрозою життю та здоров'ю студентів, які там проживають. Ця ймовірність пов'язана з тим фактом, що деякі мешканці на жаль порушують режим проживання та правила пожежної безпеки. Необхідно уважно, ретельно та найголовніше – своєчасно всім мешканцям незалежно від будь-яких причин виконати найелементарніші правила, інструкції та вказівки адміністрації гуртожитків, уважно, ретельно та найголовніше – своєчасно.

Необхідно пам'ятати, що дотримання норм пожежної безпеки може зберегти життя сотням студентів та працівників гуртожитку, будівлю та майно установи, тому не варто нехтувати інструкцією та правилами пожежної безпеки у гуртожитку.

Список використаної літератури:

1. ДСТУ 2272:2006. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. – [Чинний від 09.06.2006]. – К.: Держстандарт України, 2007. – 28 с.
2. Наказ МОН України від 15.08.2016 р. № 974. Правила пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України.
3. ДБН В.1.1-7–2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

*Стефановський А. О., курсант  
Савченко О. В., заступник начальника кафедри,  
канд. техн. наук, ст. наук. співр.  
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

## **ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ**

У світі сучасних технологій ми все більше зустрічаємося з таким видом транспорту, як електромобілі. Це пов'язано з економічністю та комфортом. Але двигуни з літійонними акумуляторами можуть загорятися не гірше чим бензинові або дизельні двигуни. Отримані результати досліджень показують, що елементарний літійонний елемент живлення під час горіння здатний продукувати від 6 до 10 кВт енергії. Прикладом масштабної пожежі є загоряння 25 липня 2023 року на вантажному судні «Fremantle Highway» біля північного узбережжя Нідерландів, що перевозило 2857 автомобілів, пожежа виникнула у одному із 25 електромобілів (рис.1).



Рисунок 1 – Пожежа на судні «Fremantle Highway»

Орієнтовні економічні збитки від пожежі, навіть без врахування ціни судна 50 млн. доларів. В Україні станом на 2022 рік зареєстровано 40,3 тисячі електромобілів (рис.2).



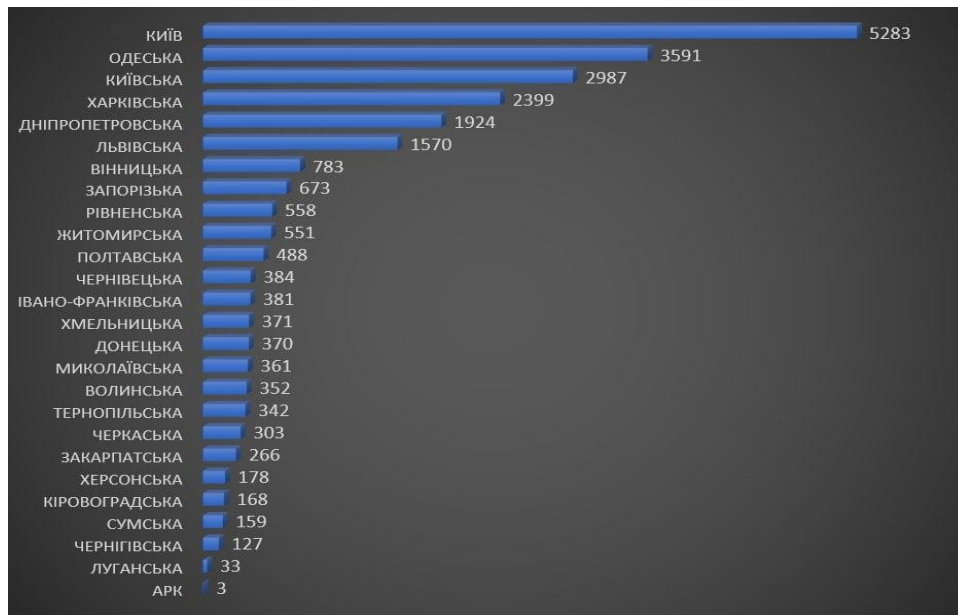


Рисунок 2 – Статистика насиченості електротранспортом в різних регіонах України

Повномасштабними дослідженням по гасіння акумуляторних батарей електрокарів встановлено, що середня кількість води необхідна для гасіння коливається від 2,5 до 6 м<sup>3</sup>, що може перевищувати об'єм цистерни пожежного автомобіля [1,2]. Збивати вогонь на електрокарах традиційними методами не можна, є загроза вибуху. Тому у багатьох країнах існує правило: якщо в палаючому авто немає людей, дочекатися, повного вигорання. Труднощі гасіння пов'язані з розташуванням акумуляторних батарей (рис.3).



Рисунок 3 – Схема розташування акумуляторних батарей в електромобілі

Порядок та правила гасіння пожеж електромобілів проаналізовано в роботі [3]. Основні з них:

1. Визначення марки автомобіля.
2. Переміщення автомобіля у безпечне місце.
3. Фіксація автомобіля.
4. Відключити системи електроживлення.
5. Забезпечення безперебійної подачі води.
6. Використання засобів індивідуального захисту органів дихання.
7. Розбір акумуляторної батареї та її пролив після гасіння.

Література:

1. Lazarenko O. Research on the Fire Hazards of Cells in Electric Car Batteries / O. Lazarenko, V. Loik, B. Shtain, D. Riegert // *Bezpieczeństwo i technika pożarnicza* – 2018. – Vol. 52. – Issue 44. Pp.58-67.

2. Ідаєтов Д. О. Гелеутворюючі системи як засіб ліквідації пожеж в електромобілях / Д. О. Ідаєтов, А. В. Савченко // Міжнародн. науково-практична конференція молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» – Харків: НУЦЗУ, 2021. – С.33. Режим доступа к журн.: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/12978>.

3. Савченко О. В. Проблемні питання гасіння транспортних засобів на альтернативних джерелах енергії / О. В. Савченко, В. Р. Гусейнов // Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» – Харків: НУЦЗУ, 2022. – С.113. Режим доступа к журн.: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/15182>.

*Хабоша С. М., с.н.с. Науково-дослідної лабораторії  
Табуненко В. О., професор, к.т.н., доцент  
Харківський національний університет Повітряних Сил*

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ**

При веденні сучасних бойових дій, з урахуванням наявності у противника високоточних засобів ураження, забезпечення боєздатності озброєння і військової техніки на необхідному рівні залежить від ефективності застосування технічних систем військових об'єктів. Системи озброєння відносяться до технічних систем.

Під ефективністю розуміємо найбільш загальну, визначальну властивість будь-якої цілеспрямованої діяльності, що розкривається через категорію мети й об'єктивно виражається ступенем її досягнення з урахуванням витрат ресурсів і часу. Поняття ефективності застосування є фундаментальним поняттям теорії ефективності і разом з поняттям мети, операції і системи утворює вихідну базу для формування системи основних понять цієї теорії.

Під метою розуміємо бажаний результат діяльності, досяжний у межах деякого інтервалу часу і який має визначену корисність. Поняття мети найчастіше формулюється у виді необхідності досягнення кращого стану деякої системи. Наприклад, у воєнних діях мета формулюється як здійснення розгрому супротивника, прорив його оборони, розвиток успіху наступальної операції, утримання оборонних рубежів. Мета вважається досягнутою, якщо отриманий визначений, відповідній поставленій меті результат. Мета стрілянини зенітною керованою ракетою “літак уражений” вважається досягнутою, якщо літак знищений чи йому нанесений такий збиток, при якому

він не в змозі виконати бойову задачу [1] .

Необхідний результат може бути отриманий лише шляхом перетворення деяких ресурсів, тобто за рахунок сукупності визначених дій, у процесі виконання яких ресурси перетворюються в необхідний результат, що відповідає поставленій меті. Таку сукупність дій називають операцією. Зі змістовної точки зору ці дії можуть бути самої різної природи, головне – вони повинні бути цілеспрямованими. Прикладом операцій у військовій справі - стрілянина по цілі, відбиття нальоту засобами проти повітряної оборони, бойові дії військ воюючих угруповань.

Таким чином, операція – це упорядкована сукупність взаємозалежних дій, об'єднаних загальним задумом і спрямованих на досягнення цілком визначеної мети. Саме цю мету називають метою операції й у формалізованому виді виражають необхідним результатом. Будь-яка операція являє собою обмін, у результаті якого сторона, що проводить операцію, за придбану для себе користь, тобто за отриманий корисний ефект, розплачується деякою кількістю витрачених ресурсів і витратами часу на проведення операції. Сторона, що проводить операцію, якщо вона діє свідомо і раціонально, повинна організувати і провести операцію так, щоб зазначений обмін був для неї гранично вигідним. З цього погляду ефективність операції – це не просто здатність давати цільовий результат, а саме дієвість такої здатності, тобто результативність співвіднесена з витратами усіх видів ресурсів і часу [2].

Основною дослідницькою концепцією аналізу ефективності проведення операцій є моделювання, оскільки експериментальний підхід до дослідження великомасштабних операцій і складних технічних систем обмежений, а експеримент з окремими елементами системи не дозволяє одержати представлення про її властивості. Експеримент із самою системою замінюється експериментом з її моделлю. При сучасному розвитку обчислювальної техніки імітаційне моделювання є основною формою

дослідження ефективності великомасштабних операцій у різних областях техніки.

При ухваленні рішення про ефективність проведення операції чи виборі раціонального способу керування нею, необхідно установити принципи поведження системи. До таких принципів для технічних систем відносять [1]:

1. Принцип матеріально-енергетичного балансу. Поведження системи в будь-яких умовах не повинне приводити до порушення законів збереження речовин і енергії.

2. Принцип стійкості. Система повинна повертатися в стан стійкої рівноваги, якщо вона виведена з нього зовнішнім впливом.

3. Принцип вибору рішень. Складна система організує своє поведження на основі раціонального вибору і прийняття рішень у залежності від сформованих умов.

4. Принцип перспективної активності. Система організує своє поведження, ґрунтуючись на попередньому досвіді в припущенні, що майбутні ситуації не можуть істотно відрізнятись від минулих.

5. Принцип рефлексії. Система організує своє поведження з обліком можливого уявного представлення про її дії суб'єкта іншої системи, з яким перша знаходиться у визначених відносинах.

Установивши ведучий принцип, покладений в основу поведження системи, необхідно виявити концепцію вироблення рішень, що лежить в основі організації раціонального поведження системи, тобто в основі керування системою.

Існує 3 концепції раціонального поведження [2]:

- придатності; - оптимізації; - адаптивізації.

Відповідно до концепції придатності, придатною є будь-яка раціональна альтернатива керування, для якої показник ефективності приймає значення не нижче необхідного рівня.

Концепція оптимізації відносить до раціональних лише ті керування із

заданого обмеження їхньої безлічі, що забезпечують найбільшу результативність.

Концепція адаптивізації полягає у прогнозуванні можливих умов і способів проведення операцій на основі не тільки апіорної (статичної) і поточної (динамічної), але і прогнозованої (віртуальної) інформації. Суть концепції адаптивізації складається не просто у виборі «кращого», як це має місце в концепції оптимізації, а саме в русі до «кращого».

Істотною особливістю при дослідженні ефективності функціонування технічних систем є їхня складність і висока розмірність розв'язуваних задач, що не допускає повного формалізованого опису в рамках однієї математичної моделі. У цих умовах приходиться прибгати до поетапної процедури дослідження. Тому сутність системного підходу полягає в проведенні дослідження з послідовно убуваючих рівнів узагальнення інформації про основні фактори, що впливають на ефективність операції. Виділяють 3 основних рівні дослідження ефективності [2]:

- концептуальний; - операціональний; - детальний.

Термін “дослідження” використовується для позначення діяльності людей по обгрунтуванню проектних, конструкторських і управлінських рішень зв'язаних з ефективністю. Маються на увазі прикладні дослідження в області ефективності техніки. Зовнішніми стосовно прикладного є фундаментальні дослідження. Їхнім змістом є - класифікація об'єктів, задач і методів прикладних досліджень, визначення напрямків їхнього подальшого розвитку.

Концептуальні дослідження розглядають як особливий рівень, на якому розробляються цілі і задачі, принципи застосування технічної системи й інші основні питання.

Метою операціональних досліджень є визначення функціональної структури операції (технічні засоби досягнення цілей і їхніх зв'язків). Результатом операціонального дослідження є переліки задач конкретним

підсистемам, показники і критерії їхнього виконання, самі підсистеми і засоби зв'язку між ними.

Детальні дослідження – останній рівень декомпозиції загальної задачі дослідження ефективності – забезпечують рішення всіх питань, що стосуються вигляду конкретних засобів.

Наприкінці доповіді було зроблено висновки: Дослідженням ефективності застосування технічних систем військових об'єктів повинні передувати системні дослідження з залученням методів експертних оцінок і прогнозування. Різні напрямки системних досліджень мають визначений взаємозв'язок і можуть перетинатися як у частині розв'язуваних задач і об'єктів дослідження, так і в охопленні аспектів, що враховуються.

Список використаної літератури:

1. Ковтун А. В. Ефективність і живучість систем озброєння та військової техніки / А. В. Ковтун // Навчальний посібник - Х.: АВВ. - 2010. – 110 с.

2. Харченко В. С. Теорія надійності та живучості елементів і систем літальних комплексів / В. С. Харченко. - Х.: ХВУ. – 1997.- 403 с.

*Хорін В. В., студент 4-го курсу ХНАДУ*

*Науковий керівник: к.т.н., доцент Крайнюк О. В.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ДАТЧИКІВ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ДОРІГ**

Дорожня інфраструктура чутлива до структурної деградації через старіння матеріалів, спричинене головним чином інтенсивним рухом, погодними умовами, низькою якістю будівництва та відсутністю належного обслуговування. Для забезпечення безпеки перевезення своєчасне виявлення несправностей і подальше технічне обслуговування є надзвичайно

важливими. Відсутність швидких і автоматизованих методів моніторингу доріг є основним фактором є проблемою в багатьох країнах. Ручні методи спостереження та виявлення є громіздкими та трудомісткими, пов'язаними з високими витратами. Протягом останніх десятиліть дослідники та інженери приділяли пріоритет безпеці та зниженню витрат на перевірку в рамках розробки розумної системи дорожньої інфраструктури. Таким чином, у всьому світі підкреслюється важливість економічно ефективних систем моніторингу стану доріг для гарантування тривалої структурної цілісності та рівня безпеки.

Пошкодження дорожнього покриття можна пояснити різними факторами, такими як завантаження транспортними засобами, вага транспортних засобів, умови навколишнього середовища, якість будівництва та обслуговування. Використання датчиків нового покоління [1] і технологій, керованих даними [2, 3, 4] збирається інформація щодо пошкодження автомобільної дороги. Останніми роками широко використовуються підходи на основі машинного бачення для забезпечення економічно ефективних рішень у виявленні та локалізації аномалій дорожнього полотна. Аналіз стану доріг виконується або за допомогою методів обробки зображень, таких як порогове значення, або за допомогою алгоритмів машинного навчання для виділення локальних ознак. У процесі впровадження машинного зору автори [5] виконали виявлення вибоїн на асфальтовому покритті із загальною точністю майже 87 %, і успішно відрізняли вибоїни від тріщин, плям, жирного бруду, тіней і кришок отворів для обслуговування, а також точно сегментували вибоїни. Однак загальна методологія займала багато часу.

Автори [6] запропонували неконтрольоване та автоматизоване виявлення тріщин на асфальтовому покритті на основі аналізу фотометричної інформації з двошарових (інтенсивність, глибина) зображень. Результати показали, що запропонований метод може бути використаний для швидкої та



наближеної оцінки тріщин, особливо у випадках низького відношення сигнал/шум.

У роботі [7] використовували методи розпізнавання образів на основі машинного навчання з методами комп'ютерного зору на зображеннях вулиць для оцінки тротуарів. Запропонована модель ефективна для сегментації вибоїн з високою вірогідністю 98,7 %.

Тобто аналіз безпеки дорожнього покриття можна якісно виконувати із застосуванням датчиків нового покоління та методологію ШІ. Існуючі підходи оцінюються на основі платформ збору даних за різними підходами ШІ, особливо для класифікації, сегментації та виявлення об'єктів. Розробка моделей, які точно визначають і характеризують пошкодження тротуарів, є складним завданням.

У дослідженнях використовується різне обладнання, таке як камера, лазер, акселерометр, акустика, датчик тиску, радар, ультразвук, дефлектометр, тестер тертя для виявлення пошкоджень та збору даних. Але всі нові методи пов'язані із обробкою даних штучним інтелектом та машинним навчанням. Основними факторами у визначенні обладнання для виявлення пошкодження повинні бути вартість, ефективність, чіткість деталей зображення та тип дорожнього покриття, враховуючі, що методи машинного навчання перевершують традиційні способи.

Виявлення нещасних випадків, яке передбачає класифікацію та локалізацію, показує добрі результати з 2D-даними та обіцяють детальний аналіз із 3D-даними, але в цій області було проведено не так багато роботи, пов'язаної з вимірюванням аварійних ділянок. Виявлення пошкоджень дорожнього покриття допомагає локалізувати дефекти, що спонукало багатьох дослідників накладати цю інформацію на карти для цілей навігації. Інноваційні методи, такі як тепловізор, дані хмари точок, аналіз стереобачення, мобільні додатки та моделі на основі БПЛА для оцінки в реальному часі, наприклад, застосовувалися багатьма дослідниками для

підвищення ефективності існуючих моделей. Наразі даний метод є найнадійнішим методом моніторингу дорожнього покриття на наявність аварій, а подальша інтеграція з інноваційними технологіями, доступними датчиками та платформами охопить футуристичні, повністю автоматизовані системи.

Перелік використаної літератури:

1. Sony, S.; Laventure, S.; Sadhu, A. A literature review of next-generation smart sensing technology in structural health monitoring. *Struct. Control Health Monit.* 2019, 26, e2321.
2. Barbosh, M.; Singh, P.; Sadhu, A. Empirical mode decomposition and its variants: A review with applications in structural health monitoring. *Smart Mater. Struct.* 2020, 29, 093001.
3. Sony, S.; Dunphy, K.; Sadhu, A.; Capretz, M. A systematic review of convolutional neural network-based structural condition assessment techniques. *Eng. Struct.* 2021, 226, 111347.
4. Dunphy, K.; Sadhu, A. *Recent Developments in Structural Health Monitoring and Assessment—Opportunities and Challenges*; World Scientific: Singapore, 2022.
5. Wang, P.; Hu, Y.; Dai, Y.; Tian, M. Asphalt Pavement Pothole Detection and Segmentation Based on Wavelet Energy Field. *Math. Probl. Eng.* 2017, 2017, 1604130.
6. Akagic, A.; Buza, E.; Omanovic, S.; Karabegovic, A. Pavement crack detection using Otsu thresholding for image segmentation. In *Proceedings of the 2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, Opatija, Croatia, 21–25 May 2018; pp. 1092–1097.
7. Chacra, A.D.; Zelek, J. Municipal Infrastructure Anomaly and Defect Detection. In *Proceedings of the 26th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2018)*, Rome, Italy, 3–7 September 2018.

**Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції  
здобувачів вищої освіти і молодих учених**

**«Метрологічні аспекти прийняття рішень  
в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах»**

Відповідальність за достовірність наведених в матеріалах даних  
несуть автори публікацій.

Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів.

**2 листопада 2023 р.  
м. Харків, Україна**