

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

**ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В
ЕНЕРГЕТИЦІ ІМ. Г.Є. ПУХОВА**



**XXXVII
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СПЕЦІАЛІСТІВ
ІНСТИТУТУ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В
ЕНЕРГЕТИЦІ ІМ. Г.Є. ПУХОВА НАН УКРАЇНИ**



Збірник тез конференції
15 травня 2019 р.

Київ – 2019

УДК 621.3 + 004 + 519.6 : 620.9

Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту проблем моделювання в енергетиці
ім. Г.Є. Пухова НАН України
(протокол №__ від __ _____ 2019 р.)

Організаційний комітет:
В.В. Мохор, В.О. Артемчук, С.Ф. Гончар, А.В. Яцишин та ін.

Відповідальні за випуск:
В.О. Артемчук, С.Ф. Гончар

Зб. тез XXXVII науково-технічної конференції молодих вчених та спеціалістів Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ, 15 травня 2019 р. / ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2019. – 100 с.

© Автори публікацій, 2019

© Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2019

ЗМІСТ

В.М. Місько

ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ НА ОСНОВІ КВАДРАТИЧНОГО РЕШЕТА ПРИ КРИПТОАНАЛІЗІ RSA АЛГОРИТМУ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИМИ ЗАСОБАМИ.....	6
--	---

О.І. Міснік

ТЕСТУВАННЯ НА ПРОНИКНЕННЯ КРИТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ.....	7
--	---

В.Є. Терехов, В.С. Подгуренко

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛОПАТЕЙ ВІТРОТУРБІН МЕГАВАТНОГО КЛАСУ	8
--	---

Д.В. Савельєв

ЗАХИСТ ВЕБ-ДОДАТКІВ – КОМПЛЕКСНА ЗАДАЧА ВІД ПРОЕКТУВАННЯ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ	10
---	----

В.В. Хайдуров

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В ОБ'ЄКТАХ ПРОМИСЛОВОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ	12
---	----

В.Ю. Зубок

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ЗАГРОЗ ТА ОЦІНКА РИЗИКІВ КІБЕРАТАК НА ГЛОБАЛЬНУ МАРШРУТИЗАЦІЮ В ІНТЕРНЕТІ	15
---	----

Ю.О. Кириленко, І.П. Каменева

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЖЕРЕЛА ВИКИДУ ПРИ АВАРІЯХ ІЗ РОЗЛИВОМ РІДКИХ РАДІОАКТИВНИХ СЕРЕДОВИЩ.....	19
---	----

В.В. Ткаченко

ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗАХИЩЕНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ АЕС ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ	25
--	----

А.Л. Березкін

ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ СИСТЕМОЮ LoRa В УМОВАХ ПЕРЕШКОД	26
--	----

М.В. Антонішин

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИЯВЛЕННЯ УРАЗЛИВОСТЕЙ МОБІЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСТОСУНКІВ.....	29
--	----

О.О. Огір

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ.....	30
---	----

С.Л. Яхін, В.В. Цуркан

ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ КРИПТОВАЛЮТ	33
--	----

А.В. Давидюк ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ КІБЕРБЕЗПЕКИ.....	34
С.М. Сергєєв МОДЕЛЬ ПОВЕДІНКИ ПОРУШНИКА.....	37
М.Ю. Комаров АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ GDPR В УКРАЇНІ	39
В.О. Гурсєв, Є.М. Лисенко ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБІЖНОСТІ ІТЕРАЦІЙНИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ РОБОТИ БЕЗКОНТУРНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ	40
О.В. Годун, Ю.Г. Куцан, В.М. Кир'янчук АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ ВАРІАНТІВ ЯДЕРНО- ПАЛИВНИХ ЦИКЛІВ УКРАЇНИ	44
Д.В. Пахольченко СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ПРИЙНЯТНОСТІ РИЗИКУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ КАРТИ РИЗИКІВ.....	47
М.Р. Шабан ІЄРАРХІЯ МОДЕЛІ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ВИХІДНИХ ДОКУМЕНТІВ.....	48
О.О. Іванько, І.В. Голомолзін ЦИФРОВА ДИНАМІЧНА РЕСТАВРАЦІЯ СИГНАЛІВ, ЩО СПОТВОРЕНІ ЛІНІЙНИМИ ФІЛЬТРАМИ	52
Д.О. Дімітрієва ЕВОЛЮЦІЯ УЯВЛЕНЬ ПРО ПРЕДМЕТ ТЕОРІЇ РИЗИКІВ.....	56
М. Fryz MODELLING, ESTIMATION AND FORECASTING USING CONDITIONAL LINEAR RANDOM PROCESSES	60
Л.В. Вигівська ЗАДАЧА ПРО ЕКСТРЕМАЛЬНЕ РОЗБИТТЯ КОМПЛЕКСНОЇ ПЛОЩИНИ З ВІЛЬНИМИ ПОЛЮСАМИ	62
Ю.О. Фуртат АЛГОРИТМИ МОДЕЛЮВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЛЬНИХ ОПЕРАТОРІВ	65
В.В. Станиціна ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ВАРТОСТІ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СТАНЦІЇ НА АРТЕЗІАНСЬКИХ ВОДАХ	67
А.О. Запорожець, О.О. Редько КОНЦЕНТРАЦІЯ КИСНЮ ЯК ІНФОРМАТИВНИЙ ПАРАМЕТР ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	69

С.Ф. Гончар

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ КІБЕРБЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ..... 71

С.Ф. Гончар, А.В. Ониськова

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ SMART GRID 72

О.О. Васечко, О.Б. Сезоненко, В.В. Алексєєнко, К.А. Самокатов

УТИЛІЗАЦІЯ ПОЛІМЕРНИХ ТА РІДКИХ МЕДИЧНИХ СПИРТОМІСНИХ ВІДХОДІВ 73

А.В. Яцишин, В.О. Артемчук, О.О. Попов, В.О. Ковач

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ МЕРЕЖІ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЯК ЗАСІБ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ 76

І.С. Зінов'єва

МОЖЛИВОСТІ РОБОТИ З ВЕЛИКИМИ ДАНИМИ В СЕРЕДОВИЩІ MONGODB..... 79

В.О. Ковач, А.В. Яцишин, Є.Б. Краснов, О.В. Пугач

НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВИСОКОДИСПЕРСНОГО НАНОСОРБЕНТУ НА ОСНОВІ ТЕРМОРОЗШИРЕНОГО ГРАФІТУ ДЛЯ ШВИДКОЇ ЛІКВІДАЦІЇ НАФТОВИХ РОЗЛИВІВ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ УКРАЇНИ 81

О.О. Попов, А.В. Яцишин, В.О. Артемчук, О.В. Фаррахов, О.В. Куценко

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ ПНЕВМАТИЧНОГО НАКОПИЧУВАЧА ЕНЕРГІЇ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ СТАБІЛЬНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІД ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ..... 84

В.О. Артемчук, Ю.О. Кириленко, О.О. Попов, А.В. Яцишин

МАТЕМАТИЧНІ І ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В РАМКАХ СТВОРЕННЯ ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ «ВІДКРИТЕ ДОВКІЛЛЯ» 86

Т.Р. Білан, І.В. Резвік

УПРАВЛІННЯ СТАРІННЯМ КАБЕЛІВ НА АЕС УКРАЇНИ 88

В.О. Артемчук

ЗАСОБИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ МОНІТОРИНГУ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ..... 91

ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ НА ОСНОВІ КВАДРАТИЧНОГО РЕШЕТА ПРИ КРИПТОАНАЛІЗІ RSA АЛГОРИТМУ АПАРАТНО- ПРОГРАМНИМИ ЗАСОБАМИ

Представлено метод та алгоритм множинного квадратичного k -решета (MQkS), в якому для пошуку В-гладких остач використовуються остачі $y_k(X) = X^2 - kN$, що при більшості значень k забезпечує пошук В-гладких серед всіх пробних $X = X_0 + x = [\sqrt{N} + 1] + x$ в єдиному інтервалі просіювання без обмежень на x , в якому, використовується загальна факторна база (ЗФБ), утворена всіма найменшими простими числами починаючи з 2, кількість яких

$$f_a = \left(\exp \left(\frac{\sqrt{2}}{4} \sqrt{\ln N \cdot \ln \ln N} \right) \right)^{pla} = (L^a)^{pla}, \text{ де } pla \in [0.5, 1.5] - \text{параметр, а при}$$

кожному зі значень k з елементів ЗФБ формується поточна факторна база;

- розмір радіусу просіювання $f_b = (L^a)^{plb}$, де $plb \in [0.5, 4]$ – параметр;

- на етапі просіювання пробних X реалізується попереднє просіювання на основі використання сигнальних остач $y^*(X)$, що є добутками перших степенів дільників $y_k(X)$ з числа елементів ЗФБ, при якому до множини відсіяних X відносяться ті, для яких виконана умова $\log(y^*(X)) < h \cdot \log(y_k(X))$, де $h \in [0, 1]$ – параметр;

- при просіюванні пробних X , які не були відсіяні, пошук дільників остач $y_k(X)$, показник степеня яких може перевищувати одиницю, здійснюється для простих чисел з поточної факторної бази за умови, що для порядкового номера f_p простого p у списку простих чисел виконана умова $f_p \leq kff = (L^a)^{kff}$, де $kff \in [0, 1]$ – параметр, при виборі якого можливе врахування даних про обмеження на обсяг пам'яті та доступні стандартні типи даних апаратних засобів;

При значеннях параметрів $pla = 0.9 \div 0.94$, $plb = 1.4$, $h = 0.7$, $kff = 0.4 \div 0.6$ та $\lambda = 1$ для визначеної множини чисел порядку 10^m , де $m = 20 \div 32$, отримано значення коефіцієнту $C < 1$ в оцінці складності методу MQkS виду $O(\exp(C\sqrt{\ln N \ln \ln N}))$. У відомих оцінках обчислювальної складності методів методів QS та MPQS коефіцієнт $C \geq 1$. Для аналізованої множини чисел N порядку 10^m , де $m = 9 \div 32$ встановлено також, що в порівнянні з методом QS кількість пробних X , на основі яких шукають В-гладкі, в 6 та більше разів перевищує їх кількість для аналогічного числа пробних в методі QS та зменшується час пошуку В-гладких.

ТЕСТУВАННЯ НА ПРОНИКНЕННЯ КРИТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

В умовах сьогодення, забезпечення безпеки комп'ютерних систем і мереж є складовою частиною безпеки держави в цілому. Особливо важливим є захист комп'ютерних систем і мереж об'єктів критичної інфраструктури, фінансових установ, державних реєстрів. Існуюча нормативна база України в сфері захисту інформації не передбачає проведення тестувань на проникнення, які дозволяють оцінити захищеність комп'ютерних систем і мереж, а лише проведення незалежного аудиту інформаційної безпеки [2].

В роботах [1, 3] обґрунтовано актуальність проведення тестування на проникнення, а особливо критичної інфраструктури. При цьому воно розглядається як превентивна міра забезпечення безпеки критичних об'єктів.

Метою роботи є аналіз результатів тестування на проникнення одного з критичних об'єктів енергетичної інфраструктури України. При тестуванні на проникнення використано найбільш розповсюджені підходи:

- The Open Source Security Testing Methodology Manual (OSSTMM);
- The National Institute of Standards and Technology (NIST) Special Publication 800-115;
- OWASP Testing Guide;
- Penetration Testing Execution Standard (PTES).

Для тестування на проникнення обрано, як приклад, об'єкт енергетичної інфраструктури України. При цьому використано технічні засоби та методи соціальної інженерії. Як наслідок, виявлено такі уразливості як, наприклад: веб-імплантування; фішингова розсилка; компрометація даних; ін'єкції в базу даних.

Результати даного дослідження можуть використовуватися при розробленні методики оцінювання захищеності об'єктів енергетичної інфраструктури України шляхом тестування на проникнення. Це дозволить як виявити, так й усунути їх критичні уразливості.

- [1] Використання тестування на проникнення в комп'ютерні мережі та системи для підняття їх рівня захищеності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://science.lpnu.ua>. – Назва з екрану.
- [2] Вимоги щодо проведення незалежного аудиту інформаційної безпеки на об'єктах критичної інфраструктури [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua>. – Назва з екрану.
- [3] Огляд методів проведення тестування на проникнення для оцінки захищеності комп'ютерних систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journals.pntu.edu.ua/sunz/article/download/1209/1017>. – Назва з екрану.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛОПАТЕЙ ВІТРОТУРБІН МЕГАВАТНОГО КЛАСУ

Пріоритетною задачею для забезпечення сталого розвитку української вітроенергетики є відбір найефективніших вітротурбін (ВЕУ) під конкретні вітрові умови розміщення. Однією з методик оцінки ефективності є зіставлення результатів теоретичних розрахунків виробітку ВЕУ із фактичними паспортними або експлуатаційними даними. Вітроколесо (ВК) є невід'ємною частиною будь-якої ВЕУ, ефективність роботи якого є визначальною.

Розрахунок потужності ВК, у тому числі і за допомогою математичного моделювання, стає ключовим завданням при оцінці ефективності ВЕУ. Але основною проблемою для дослідника стає брак доступної та повної інформації щодо геометричних характеристик досліджуваних лопатей, особливо сучасного виробництва, так як такі дані є комерційною таємницею заводів-виробників.

Метою даної роботи став пошук, аналіз та узагальнення наявної у відкритому доступі інформації по сучасним лопатям промислових ВЕУ мегаватного класу наземного розташування за такими параметрами: відносна товщина лопаті, довжина хорди перетину та кут скрутки лопаті.

Основою вхідних даних дослідження стали роботи [1–5] та технічна специфікація [6], таким чином був охоплений діапазон потужностей ВЕУ від 2,2 до 13,2 МВт та діаметр ВК від 92 до 200 м, що відповідає сьогодинському стану промислового вітрокористування.

Узагальнюючим параметром, за яким можна класифікувати всі існуючі профілі є величина відношення максимальної товщини профілю до довжини хорди перетину t/c , або максимальна відносна товщина. Умовно профілі можна розділити на вісім груп у порядку зростання t/c : 0,12; 0,15; 0,18; 0,21; 0,25; 0,30; 0,35 та 0,40. Лопать має відносну товщину від 1,0 в місці приєднання до маточини, до 0,12 – 0,21 на кінцівці в залежності від моделі. Актуальним питанням стає визначення розподілу величини t/c вздовж радіусу ВК R , який в рамках розглянутих джерел показав досить високу кореляцію даних, що дало змогу апроксимувати їх функцією у вигляді поліному 3-го (2-го) ступеню із коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,98$ ($R^2 = 0,97$):

$$t/c = -0,5901\left(\frac{r}{R}\right)^3 + 1,5931\left(\frac{r}{R}\right)^2 - 1,4507\left(\frac{r}{R}\right) + 0,6265,$$

$$t/c = 0,5289\left(\frac{r}{R}\right)^2 - 0,8837\left(\frac{r}{R}\right) + 0,5417,$$

де r – відстань від центру ВК до місця, що розглядується.

Хордовий розподіл перетинів лопатей залежить як від конструктивних особливостей моделі, так і від розміру лопаті, тому логічно перейти від абсолютних значень довжини хорди перетину c до відносної до радіусу ВК величини c/R . Тоді апроксимуюча функція у виді поліному 3-го (2-го) ступеню із коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,95$ ($R^2 = 0,94$) буде мати наступний вигляд:

$$c/R = -0,138\left(\frac{r}{R}\right)^3 + 0,195\left(\frac{r}{R}\right)^2 - 0,148\left(\frac{r}{R}\right) + 0,1,$$

$$c/R = -0,055\left(\frac{r}{R}\right)^2 - 0,013\left(\frac{r}{R}\right) + 0,08.$$

Дослідження кутів скрутки лопатей α також показало досить високу кореляцію даних, хоча і з більшою величиною дисперсії, що дає змогу апроксимувати їх поліноміальною функцією 2-го ступеню з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,93$:

$$\alpha = 16,03\left(\frac{r}{R}\right)^2 - 34,284\left(\frac{r}{R}\right) + 18,974.$$

Отримані рівняння дають можливість оцінити ефективність роботи ВК сучасної промислової БЕУ, у тому числі і його теоретичну потужність, при умовах відсутності геометричних та аеродинамічних даних лопатей.

- [1] Christian Bak. The DTU 10-MW Reference Wind Turbine. 2013. http://orbit.dtu.dk/files/55645274/The_DTU_10MW_Reference_Turbine_Christian_Bak.pdf – с. 8–10.
- [2] Pietro Bortolotti, Carlo L. Bottasso, Alessandro Croce. Combined preliminary–detailed design of wind turbines. 2016. <https://www.wind-energy-sci.net/1/71/2016/wes-1-71-2016.pdf>. – с. 79.
- [3] Dayton A. Griffin. Blade System Design Studies Volume II: Preliminary Blade Designs and Recommended Test Matrix. 2004. – с. 23.
- [4] H.J.T. Kooijman et al. DOWEC 6 MWPRE-DESIGN. 2003. <http://citeseerx.ist.psu.edu>.
- [5] D. Todd Griffith and Thomas D. Ashwill. The Sandia 100-meter All-glass Baseline Wind Turbine Blade: SNL100-00. 2011. <https://energy.sandia.gov/wp-content/gallery/uploads/113779.pdf> – с. 34.
- [6] Technical Blade Specification for LM 48.8 P rotor blade. 2009. https://d3icht40s6fxmd.cloudfront.net/sites/default/files/w0402-b02-08-dash-304-l13-001-2-e-lm48.8p_bs-00081_a2_1.pdf

ЗАХИСТ ВЕБ-ДОДАТКІВ – КОМПЛЕКСНА ЗАДАЧА ВІД ПРОЕКТУВАННЯ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ

На сьогоднішній день безпека веб-додатків знаходиться у першій десятці трендів та загроз інформаційної безпеки уже понад 10 років. Все більше аспектів сучасності залежить від використання веб-додатків – як у складних інфраструктурних системах, так і для IoT пристроїв.

Без сумніву, незалежно від сфери застосування усі використовувані ресурси повинні бути захищеними. Проте далеко не в усіх випадках доречним буде правило «чим більше захисту, тим краще» – додатки різних сфер потребують різних підходів.

Забезпечення захищеності веб-додатків та веб-систем є комплексною задачею, та потребує уваги як у процесі їх розробки так і у ході експлуатації.

Захист систем на етапі розробки в першу чергу – це уникнення помилок у вихідному коді додатку та раціональне використання ресурсів. Навіть використавши усі необхідні інструменти для забезпечення безпеки додатку (шифрування повідомлень, політика встановлення паролів, тощо) розробник може допустити помилку, яка згодом буде використана як вразливість системи. Далі наведено деякі рекомендації, що допоможуть уникнути потенційні вразливості системи.

Практично будь-яка система працює з даними, та зазвичай використовує бази даних. Для уникнення небажаного розповсюдження даних слід попередити SQL-ін'єкції, які представляють собою виконання довільного запиту до бази даних додатку за допомогою поля форми або параметра URL. Наприклад, у випадку використання T-SQL можливо вставити шкідливий код, в результаті чого будуть отримані, змінені чи видалені дані таблиць. Щоб уникнути такої ситуації слід використовувати параметризовані запити, які підтримуються більшістю мов програмування.

Міжсайтовий скриптинг (XSS) – це тип атаки на веб-ресурси, що полягає у впровадженні на сторінку сайту шкідливого коду, який виконується на стороні користувача, змінює сторінку та передає перехоплену інформацію зловмиснику. Для уникнення даної вразливості слід виконувати перевірку вхідних даних. При перевірці варто акцентувати увагу на користувацькому контенті для уникнення небажаної інтерпретації браузером (наприклад, зловмисник за допомогою форми коментарів може вбудувати шкідливий код, що буде виконуватись при перегляді сторінки іншими користувачами).

Значну увагу також варто приділяти процесу завантаження файлів, оскільки навіть завантаження фото профіля користувача є потенційною загрозою. Навіть якщо завантажуються зображення, файл може містити скрипт та при виконанні на сервері відкриє зловмиснику доступ до сайту. Для уникнення завантаження небажаного контенту слід заблокувати виконання завантажуваних користувачами файлів.

При розробці функціоналу веб-додатку досить поширеним є використання HTTP методів. Досить часто для обміну даними між різними системами та базами даних використовується REST API (наприклад, для передачі даних із системи електронного документообігу до системи бухгалтерського обліку). Тому, при розробці такого функціоналу теж варто дотримуватись деяких правил. Проектування операцій на HTTP методи потребує знань характеристик усіх методів.

Загалом, HTTP методи визначаються двома характеристиками:

- безпека – метод вважається безпечним, якщо його виклик не змінює стан даних;
- ідемпотентність – метод вважається ідемпотентним, коли отримується одна і та ж відповідь при кожному однаковому запиті.

Не усі методи є безпечними та ідемпотентними. Нижче наведено перелік існуючих HTTP методів, які використовуються у REST додатках:

- GET – використовується для отримання інформації (є безпечним та ідемпотентним);
- POST – найчастіше використовується для створення ресурсів (не є безпечним та ідемпотентним);
- PUT – використовується для оновлення ресурсів (є ідемпотентним, через що рекомендується до використання замість POST);
- DELETE – використовується для видалення ресурсів (не є безпечним та ідемпотентним);
- OPTIONS – використовується для отримання клієнтом різних представлень ресурсу (є безпечним та ідемпотентним);
- HEAD – використовується для запиту ресурсу з сервера (є безпечним та ідемпотентним).

Висновки

Працюючи над захистом веб-систем варто враховувати сферу використання, від якої залежить який підхід краще обрати. Перед впровадженням певних змін для забезпечення захищеності слід також враховувати наскільки погіршиться якість системи для користувачького використання. При виборі заходів для підвищення рівня безпеки системи слід проаналізувати, наскільки це доцільно, оскільки такі заходи можуть зробити вихідний код складнішим та подальшу підтримку важчою. Є ряд вразливостей, які необхідно уникати для веб-додатків та веб-систем будь-якого рівня – SQL-ін'єкції, XSS, блокування користувачького контенту, та інші.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В ОБ'ЄКТАХ ПРОМИСЛОВОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

Відомо, що експериментальні методи дослідження промислових об'єктів теплофізики є найнадійнішим джерелом інформації про стан того чи іншого процесу, який у ньому протікає та про стан самого об'єкту в цілому. За допомогою таких досліджень формуються статистичні дані, за якими можна визначити залишковий ресурс роботи такого об'єкта, а також здійснити його реконструкцію з метою підвищення ефективності його роботи та зменшення матеріальних затрат при його роботі [1–3].

Обернені задачі теплопровідності (ОЗТ) – це задачі математичної фізики, за допомогою яких на практиці можна здійснювати регулювання теплового процесу, який протікає в досліджуваному об'єкті за рахунок визначення невідомих даних про процес завдяки певним статистичним даних, які отримуються за допомогою вимірювання приладами високої точності [1].

Практично всі ОЗТ є задачами на умовний екстремум, у яких обмеженням виступає класичне рівняння теплопровідності. Нижче на рисунку 1 наведена основна класифікація ОЗТ.

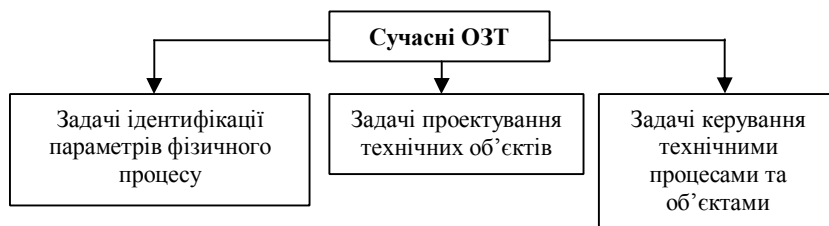


Рис. 1. Класифікація сучасних ОЗТ [1]

При розв'язуванні такого роду задач потрібно враховувати низку питань стосовно вибору методу оптимізації квадратичного функціоналу в класичній постановці ОЗТ, дискретизації розрахункової області досліджуваного об'єкта, методів регуляризації для отримання адекватних розв'язків різних класів ОЗТ, які описують той чи інший технічний процес та інші [1; 2].

Дослідження процесів теплообміну різних об'єктів теплоенергетики є прикладним завданням. Регулювання цих процесів здійснюється за рахунок визначення оптимальних режимів роботи теплових устаткувань, таких як промислові та муфельні печі, котли, двигуни тощо.

Кожна ОЗТ з практичної точки зору є індивідуальною, тому до її розв'язання потрібно підходити комплексно, враховуючи низку основних питань, які вказані вище.

Розглянемо модель оптимізації температур внутрішніх нагрівачів муфельної печі. Приклади таких печей наведені на рисунку 2 [3].



Рис. 2. Приклади муфельних печей

Нехай є піч, у яку вмонтовані точкові нагрівачі з метою підвищення ефективності її роботи [3]. Нагрівачі задані положенням у декартовій системі координат. Всередині печі знаходиться об'єкт, який необхідно нагріти до наперед заданої температури. Потрібно визначити такі значення температур вбудованих у піч нагрівачів, щоб температура об'єкта печі була максимально близька до наперед заданої.

Математична модель задачі. Знайти мінімум

$$J(\bar{\alpha}) = \iint_S \left(T_{actual} - T(x, y, \bar{\alpha}) \right)^2 dx dy, \quad (1)$$

де

$\bar{\alpha} = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N)$ – вектор шуканих значень температур внутрішніх нагрівачів, які вбудовані в піч;

N – загальна кількість вбудованих у піч нагрівачів ($N = 4$);

T_{actual} – наперед задана температура, до якої необхідно нагріти об'єкт;

S – розрахункова область об'єкта печі $[-0,5; 0,5] \times [-0,2; 0,2]$, який потрібно нагріти до $T_{actual} = 200^\circ \text{C}$.

Для (1) є обмеження у вигляді рівняння:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0; \quad T = T(x, y, \bar{\alpha}); \quad (x, y) \in \Omega \subset \mathbb{R}^2, \quad (2)$$

де

Ω – розрахункова область муфельної печі $[-1; 1]^2$;

Граничні умови для (1)–(2) мають вигляд:

$$T(x, -1) = 100; \quad T(x, 1) = 50; \quad T'_x(-1, y) = 0; \quad T'_x(1, y) = 0. \quad (3)$$

Для знаходження мінімуму тестової прикладної задачі (1)–(3) ефективно використовувати метод найшвидшого спуску, а для розв'язування рівняння теплопровідності можна використовувати метод скінченних різниць.

Результати моделювання задачі (1)–(3) для 4-х внутрішніх нагрівачів показані на рисунку 3 та в таблиці 1. Координати нагрівачів: $(-0,8; -0,8)$, $(-0,8; 0,8)$; $(0,8; 0,8)$; $(0,8; -0,8)$.

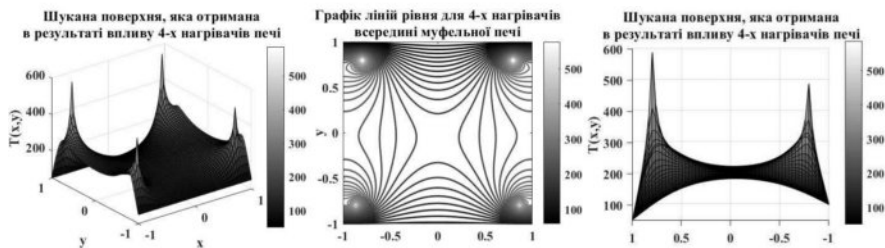


Рис. 3. Результати моделювання задачі (1)–(3):

зліва – поверхня розв’язку; по центру – лінії рівня; справа – поверхня розв’язку

Таблиця 1

Збіжність методу найшвидшого спуску для функції (1) задачі (1)–(3)
з нульовими початковими умовами. $EPS = 1E-6$

№ ітерації	Відносна помилка	№ ітерації	Відносна помилка
1	2,052730E+00	7	6,225649E-04
2	5,297989E-01	8	1,619995E-04
3	1,378880E-01	9	4,162235E-05
4	3,597212E-02	10	1,079387E-05
5	9,336388E-03	11	2,813056E-06
6	2,398056E-03	12	7,260865E-07

Метод найшвидшого спуску зійшовся до шуканого розв’язку задачі (1)–(3) за 12 кроків. Значення (1) склало 70.69883. Якщо (2) в задачі (1)–(3) взяти нелінійним, то методом оптимізації для (1) краще обрати метод другого порядку, наприклад, метод Ньютона або його модифікації [1; 2].

- [1] Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Новосибирск : Сибирское научное издательство. Второе издание, переработанное, 2009. 457 с.
- [2] Головня Б.П., Хайдуrow В.В. Деякі швидкісні методи розв’язку нелінійних обернених задач теплопровідності. Збірник наукових праць Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Прикладна математика. Інформатика. Технічні науки. Черкаси, 2017. №1–2. С. 71–90.
- [3] Хайдуrow В.В. Знаходження оптимальних температур електричних нагрівачів промислової печі. «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я» (MicroCAD–2018) : матеріали XXVI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Харків, 16–18 травня 2018 р. Харків, 2018. С. 261.

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ЗАГРОЗ ТА ОЦІНКА РИЗИКІВ КІБЕРАТАК НА ГЛОБАЛЬНУ МАРШРУТИЗАЦІЮ В ІНТЕРНЕТІ

В останні роки все частіше спостерігаються інциденти з так званим перехопленням чи крадіжкою маршрутів, які перетворюються на нову масштабну кіберзагрозу [1]. 24 квітня 2018 року така атака застосована до інфраструктурного IP-префіксу широко відомого хмарного сервісу Amazon AWS, метою якого була фішингова атака на криптовалютний сервіс "MyEtherWallet" шляхом перенаправлення трафіку [2]. 12 листопада 2018 року в збій глобальної маршрутизації, що торкнувся сервісів G Suite, Google Пошук і Google Аналітика, стався завдяки невеликому нігерійському провайдеру за участю China Telecom та Ростелекому. Пізніше цей інцидент фахівці визнали умисними діями [3].

Оскільки повністю уникнути захоплення маршрутів неможливо, актуальною проблемою є зведення ризику до мінімум. Спираючись на актуальні світові практики управління ризиками, в даній роботі запропоновано деякі нові теоретичні підходи щодо виявлення та оцінки ризику захоплення маршрутів. На основі єдиного методичного підходу, який викладено в ISO Guide 73:2009 «Управління ризиками - словник», проводиться систематизація та класифікація загроз, що з'являються від атак на глобальну маршрутизацію, а також пропонується підхід до оцінювання ризиків, що виникають внаслідок цих загроз.

Модель STRIDE [4] дозволяє зробити такий аналіз загроз від атак на глобальну маршрутизацію:

Загроза *підміни мережевих об'єктів* притаманна атакам на глобальну маршрутизацію, при чому можливо використання трьох сценаріїв:

1) IP-адреси мережі жертви присвоюються іншим мережевим пристроям, розташованим під керуванням зловмисника;

2) зловмисник анонсує IP-адреси жертви так, щоб новий хибний маршрут мав вищий пріоритет за істинний маршрут;

3) зловмисник набуває можливості створювати мережеву активність (навіть ініціювати та приймати повноцінні сеанси клієнт-сервер) з власних мережевих пристроїв, видаючи їх за пристрої жертви. Реалізація атаки за таким сценарієм лежить в основі інших загроз, наведених далі.

Загроза *модифікації даних*, або порушення цілісності даних, є реальною в разі, коли перехоплений зловмисником завдяки хибному анонсу трафік повертається зловмисником знову в Інтернет, щоб бути доставленим істинному одержувачу. Така атака може відбуватись з підміною мережевих об'єктів або без неї.

Загроза *відмови від авторства* також є можливою в ході атаки, разом із з підміною мережевих об'єктів.

Однією з найсуттєвіших загроз є *розголошення інформації* в наслідок перехоплення трафіку. Порушення конфіденційності є можливим в разі

виконання атаки методом перехоплення трафіку та повернення його в мережу, бо це часто є необхідною умовою з урахуванням особливостей побудови мережевих протоколів рівня застосувань.

Відмова в обслуговуванні є найчастішим наслідком перехоплення маршрутів. Створення «чорної діри», в яку потрапляє частина трафіку, який адресовано мережі жертви, не потребує отримання та аналізу трафіку.

Загроза *підвищення рівня привілеїв*, на наш погляд, не властива атакам з захопленням префіксу, оскільки керування глобальною маршрутизацією не має ієрархії повноважень.

Ризики, пов'язані з переліченими загрозами, оціними за моделлю DREAD [5].

Міра, чи межа потенціального збитку (*damage potential*) може бути дуже високою в наслідок того, що така впливає на всі аспекти інформаційної безпеки, як це буде показано далі.

Відтворюваність (*reproducibility*), тобто можливість використати вразливість «типовими» засобами, які не потрібно розробляти під конкретну атаку, є також високою. Для проведення атаки з перехопленням маршруту використовуються стандартні засоби керування глобальною маршрутизацією.

Легкість організації атаки (*exploitability*) визначається необхідними обставинами та кваліфікацією зловмисника. Попри те, що багато атак типу перехоплення маршруту відбуваються помилково через низьку кваліфікацію чи брак досвіду, все ж атаку може виконати лише професіонал з навичками та інструментами.

Коло користувачів, які опиняться під впливом перехоплення маршруту (*affected users*), є потенційно надзвичайно великим і зазвичай перевищує кількість уражених від більш типових DDoS з використанням виснаження ресурсів.

За показником складності виявлення (*discoverability*) атаки перехоплення маршруту є такими, виявити які найпростіше. З перелічених інцидентів всі атаки і їхні джерела були виявлені протягом декількох годин. Проте лишається відомий інцидент з крадіжкою криптовалют у 2014, коли підміною маршрутів зловмисники досягали своїх цілей протягом чотирьох місяців.

Інтегральний ризик в методиці DREAD оцінюється за формулою

$$R = \frac{R_{Dam} + R_R + R_E + R_A + R_{Dis}}{5},$$

де R з індексом – чисельні оцінки відповідних типів ризику.

З урахуванням пояснень до оцінки ризиків DREAD та запропонованої класифікації конкретних загроз глобальній маршрутизації, спробуємо скласти матрицю ризиків шляхом поєднання класифікації загроз STRIDE та оцінки ризиків DREAD. Як запропоновано в моделі DREAD, оцінки для кожної з загроз будуть виставлені, як і запропоновано в моделі DREAD, від 0 до 10, таким чином, що 10 означатиме високу вірогідність настання певного

наслідку від реалізації даної загрози, а 0 – або відсутність наслідку або невласивість подібної загрози при атаках типу перехоплення маршруту. Приклад такої оцінки наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка загроз за факторами ризику

Тип загрози	R_{Dam}	R_R	R_E	R_A	R_{Dis}	Інтегральний ризик, R
S	10	5	5	10	9	7,8
T	10	4	1	8	5	5,8
R	10	4	1	8	5	5,8
I	5	5	5	10	5	6
D	8	8	8	10	0	6,8
E	0	0	0	0	0	0
Сума по категоріях	43	26	20	46	24	32.2

Загрози, які є складовими в оцінці певного фактор у ризику, можна візуалізувати у вигляді діаграми (рис.1).

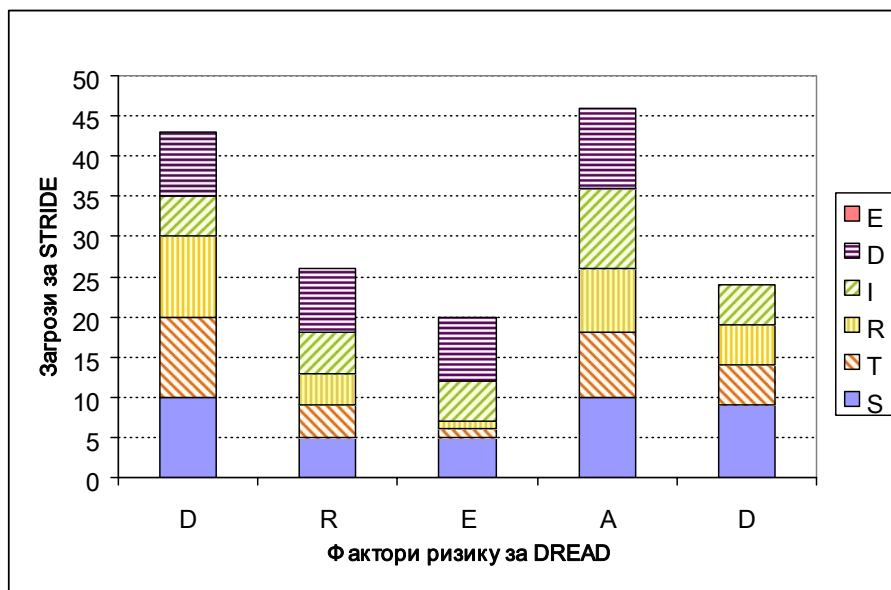


Рис. 1. Вага загроз STRIDE в оцінці різних типів ризику від атак на глобальну маршрутизацію.

Запропонована двовимірна модель оцінки ризиків на основі класифікації загроз і поєднання добре відомих моделей STRIDE та DREAD дозволяє отримати кількісну оцінку ризику кожної з загроз, притаманних глобальній маршрутизації для визначення стратегії поводження з ризиками атак на глобальну маршрутизацію в мережі Інтернет.

- [1] Зубок В. Визначення напрямків протидії кібератакам на глобальну маршрутизацію в мережі Інтернет // Електронне моделювання. - К.,2018. Т.40, №5.
- [2] История одного BGP hijack, или необходимо ли фильтровать full-view от аплинков. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://nag.ru/articles/article/101232/istoriya-odnogo-bgp-hijack-ili-neobhodimo-li-filtrovat-full-view-ot-aplinkov.html>. Дата звернення: Січ.20,2019.
- [3] China Telecom's Internet Traffic Misdirection. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://internetintel.oracle.com/blog-single.html?id=China+Telecom%27s+Internet+Traffic+Misdirection>. Дата звернення: Січ.15,2019.
- [4] L. Kohnfelder, P. Garg. The threats to our products. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://adam.shostack.org/microsoft/The-Threats-To-Our-Products.docx>. Дата звернення: Лют.21,2019.
- [5] M. Howard, D. LeBlanc. Writing Secure Code, 2nd edition. - Microsoft Press. – 2003. – 768p.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЖЕРЕЛА ВИКИДУ ПРИ АВАРІЯХ ІЗ РОЗЛИВОМ РІДКИХ РАДІОАКТИВНИХ СЕРЕДОВИЩ

У світлі проведення імовірнісного аналізу безпеки для енергоблоків українських АЕС та введення вимог НРБУ-97/Д-2000 [1] щодо потенційного опромінення населення, в останні десятиріччя виникла потреба у більш реалістичному та прецизійному моделюванні таких подій на АЕС як порушення нормальної експлуатації (події, частота реалізації яких може перевищити значення 10^{-2} 1/рік). Після розробки імовірнісного аналізу безпеки діючих атомних станцій України до таких подій віднесено аварії із розливом рідких радіоактивних середовищ (PPC).

На базі проведеного аналізу інцидентів із розливом PPC у технологічних приміщеннях та їх радіаційних наслідків, огляду сучасних засобів оцінки та вимог з боку модуля оцінки радіаційних наслідків [2], [3] зроблено перший крок досліджень у напрямку інтеграції комп'ютерних засобів моделювання, схематично показаних на рис. 1. Запропоновано математичну модель характеристик джерела викиду, що включає миттєву об'ємну концентрацію радіонуклідів у повітрі технологічного приміщення та потужності атмосферного викиду при аваріях із розливом PPC.



Рис. 1 – Схема об'єктів інтеграції комп'ютерних засобів моделювання

Об'єкт моделювання представляє собою замкнене приміщення з припливно-витяжною вентиляцією, в якому зосереджено ємність з радіоактивною речовиною у рідкій формі, що недогріта до температури кипіння. В якості прототипу рідкої фази прийнято радіоактивний водний розчин із домішкою радіонуклідного складу, характерного для теплоносія першого контуру реакторної установки з реактором типу ВВЕР.

Запропонований підхід базується на елементах теорії нестационарного тепло- та масообміну при випаровуванні з поверхні рідини, недогрітої до температури кипіння. Фізична модель включає наступні об'єкти: РРС, радіоактивна паро-аерозольна суміш, повітряні середовища припливної та витяжної вентиляції, аерозольні фільтри, а також основні будівельні конструкції приміщення. Визначальними процесами в моделі слугують наступні: випаровування радіоактивної рідини, її винесення з приміщення повітрям припливно-витяжної вентиляції та частковий захват матеріалом фільтруючих засобів.

Модель випаровування РРС визначає транспорт радіонуклідів в межах аварійного приміщення та характеризує динаміку атмосферного викиду. Вона описує наступні фізичні явища:

- збільшення маси рідини у розливі у початковий момент витoku радіоактивної рідини з ємності зберігання;
- зменшення внутрішньої енергії рідини розливу за рахунок випаровування, конвекції, тепловіддачі конструкційним елементам;
- зміна концентрацій радіонуклідів у всіх фазах за рахунок радіоактивного розпаду;
- зміна концентрацій радіоактивних речовин у повітряній фазі відбувається за рахунок випаровування з вільної поверхні розливу, роботи системи вентиляції, осадження на будівельні конструкції та елементи обладнання, радіоактивного розпаду;
- зменшення маси рідкої фази за рахунок масовіддачі випаровуванням та дренажу РРС (примусового або неконтрольованих протічок РРС за межі технологічного приміщення);
- атмосферний викид паро-аерозольної радіоактивної суміші (ПАРС) за рахунок роботи припливно витяжної вентиляції за межі технологічного приміщення (неконтрольовані течії ПАРС крізь нещільності будівельних конструкцій);
- часткове очищення ПАРС від радіоактивних аерозолів та сполук йоду на фільтруючих матеріалах вентиляційної системи.

Основні припущення при моделюванні процесу випаровування:

- температура РРС перевищує температуру повітря припливної вентиляції у початковий момент (гранична умова);
- тиск у повітряному просторі приміщення є постійним і рівний атмосферному;
- коефіцієнт теплопередачі від рідини до будівельних конструкцій не залежить від термодинамічних параметрів РРС;
- відсутній градієнт концентрації радіонуклідів у рідкій фазі розливу;
- постійність полів швидкостей аеродинамічних потоків та термодинамічних параметрів на всій поверхні випаровування.

Процес випаровування, що відбувається при безпосередньому контакті припливного повітря з поверхнею рідини, є комплексним. Він поєднує явища

переносу тепла та вологи. В основу опису масопереносу (потoku маси ПАРС, яка виділяється з поверхні рідини) покладено закон Дальтона [4]:

$$dm_w = -\beta_{sw} \cdot (p_{sw} - p_m) \cdot S dt \quad (1)$$

де m_w – маса пролітої радіоактивної рідини, кг;

β_{sw} – коефіцієнт масовіддачі (нормований для атмосферного тиску),

$$\frac{\text{кг}}{\text{Па} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}};$$

p_{sw} , p_m – тиски насичення РРС при температурі приповерхневого шару випаровування T_{sw} та температурі припливного повітря T_m відповідно (рис. 2), Па;

S – площа поверхні випаровування, м^2 ;

t – час, с.

Відповідно, тепло, що відводиться від рідини за рахунок випаровування можна виразити як

$$dQ_{ev} = -r_w \cdot \beta_{sw} \cdot (p_{sw} - p_m) \cdot S dt \quad (2)$$

де r_w – питома теплота пароутворення, Дж/кг

В даному випадку температура РРС проливу перевищує температуру припливного повітря вентиляції, тобто у пограничному шарі рідини з'являється температурний градієнт, характер якого залежить від інтенсивності тепломасообміну. Тому, у співвідношеннях (1) та (2) параметри β_{sw} і p_{sw} є функціями температури поверхні рідини T_{sw} , а величина r_w – функцією температури у товщі рідини T_w .

Результати багатьох експериментальних даних (детальніше у [4], [5]) показали, що інтенсивність вологовіддачі при випаровуванні з вільної поверхні залежить від гіротермічного стану потоку припливного повітря (рис. 2).

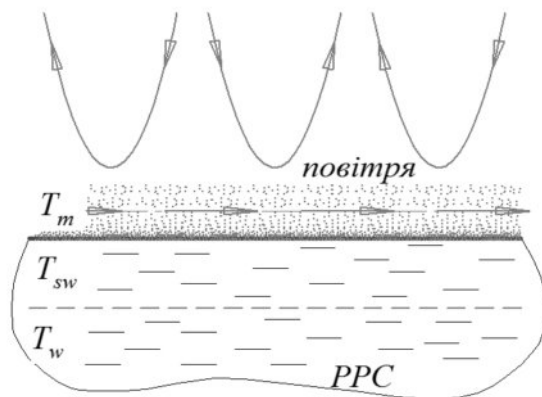


Рис. 2 – Градієнт температур на поверхні розподілу

На інтенсивність виносу вологи з поверхні дзеркала випаровування рідини також чималий вплив має швидкість потоку припливного повітря над поверхнею рідини (рис. 2). Для практичних розрахунків в якості величини цього параметру задаються емпіричним значенням швидкості або використовують результати чисельного розрахунку вентиляції повітря для конкретного приміщення (рис. 3).

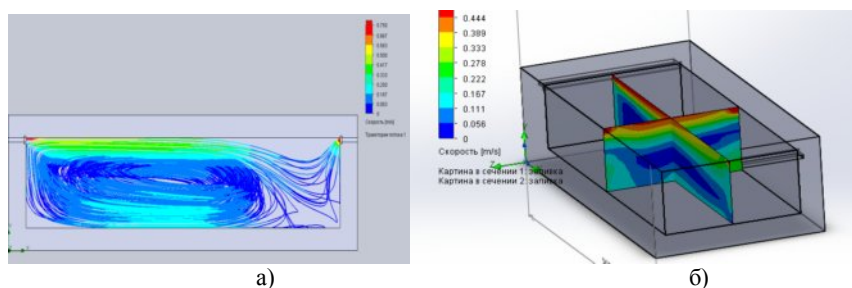


Рис. 3 – Моделювання руху припливного повітря в межах повітряного простору приміщення за допомогою програми SolidWorks (експеримент для витрати $G_V=1,5 \text{ м}^3/\text{с}$): лінії току (а), повздовжнє та поперечне поле швидкостей (б)

Модель випаровування також враховує тепловідвід від рідини тепловіддачею до поверхонь будівельних конструкцій. Тепловідвід від рідини до будівельних конструкцій описується наступним виразом:

$$dQ_f = k \cdot F \cdot (T_w - T_f) dt \quad (3)$$

де k – коефіцієнт тепловіддачі від рідини до полу приміщення, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

F – площа контакту рідини з підлогою приміщення, м^2 .

T_f – температура підлоги аварійного приміщення, $^\circ\text{C}$

Тоді тепловий баланс для РРС можна записати як

$$c_p m_w dT_w = -r_w \beta_{sw} (p_{sw} - p_m) S dt - k F (T_w - T_f) dt \quad (4)$$

де c_p – ізобарна теплоємність РРС, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

Параметри $\beta_{sw}(T_{sw})$, $p_{sw}(T_{sw})$, $p_m(T_m)$, $r_w(T_w)$ та $c_p(T_w)$ представляють собою поліноміальні функції, знайдені за допомогою стандартних термодинамічних баз даних для конкретної рідини.

Робота промислової вентиляційної установки визначається значення об'ємної витрати G_V . Також, ця величина враховує течі ПАРС через нещільності приміщення.

Після витяжного патрубку вентиляції, ПАРС частково осаджується на фільтрах. Це явище кількісно враховує коефіцієнт ефективності фільтруючої установки ψ . Ця величина визначає відносну величину ПАРС, що осідає на

фільтруючому матеріалі установки. Далі, через вентиляційну трубу ПАРС попадає в атмосферу.

Як один із методів ліквідації аварії із розливом РРС розглядається подальша локалізація радіоактивної рідини за рахунок дренавання її насосами або самопливом. Даний процес враховується величиною витрати рідини проливу через дренажний канал G_w . Також, цей параметр включає течі ПАРС крізь нещільності будівельних конструкцій приміщення.

Часткове винесення радіоактивних речовин із рідини проливу при випаровуванні залежить від фізико-хімічних властивостей радіоактивних домішок та розчинника. Емпіричний коефіцієнт H характеризує долю розчиненої речовини, що виноситься з парою розчинника при його випаровуванні. Для кожного хімічного елементу він є індивідуальним, залежить від хімічного складу та встановлює однозначний зв'язок між масами m_a , m_q та кінцевими параметрами моделювання, що описані в постановці задачі.

Для вирішення задачі нестационарного випаровування РРС складено систему чотирьох балансових диференціальних рівнянь (5), що пов'яже масові та енергетичні параметри РРС проливу та повітря аварійного приміщення в часі.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dm_w}{dt} = -\beta_{sw}(p_{sw} - p_m)S - G_d \\ \frac{dm_a}{dt} = \beta_{sw}(p_{sw} - p_m)S - G_V \cdot \frac{m_a}{V} \\ \frac{dm_q}{dt} = G_V \cdot \frac{m_a}{V} (1 - \psi) \\ \frac{dT_w}{dt} = -\frac{r_w \beta_{sw}(p_{sw} - p_m)S + kF(T_w - T_f)}{c_p m_w} \end{array} \right. \quad (5)$$

Де m_a – маса пареоерозольної суміші у повітрі приміщення, кг;

G_d – масова витрата дренажу пролітої рідини, кг/с;

V – повітряний об'єм приміщення, m^3 ;

G_V – об'ємна витрата вентиляційної системи m^3/c ;

ψ – коефіцієнт фільтрації на аерозольних фільтрах;

m_q – маса викиду паро-аерозольної суміші в атмосферу, кг

В результаті досліджень побудовано математичну модель процесу випаровування у вигляді системи нелінійних диференціальних рівнянь, що включає функції поліноміального виду. Для розв'язання даної системи чисельними методами адаптовано засоби середовища MathCad, які дозволили отримати миттєву об'ємну концентрацію радіонукліду у повітрі технологічного приміщення та потужність атмосферного викиду в

матричному вигляді для певного ізотопного складу та хімічних характеристик радіоактивного розчину.

- [1] Норми радіаційної безпеки України, доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000). Затверджено МОЗ Наказом №116 від 12 липня 2000 р.
- [2] Кириленко Ю.О. Особливості радіаційного впливу при аваріях із розливом рідких радіоактивних середовищ. – 3б. тез науково-технічної конференції молодих вчених та спеціалістів Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ, 16 травня 2018 р. / ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2018. – С. 23-26
- [3] Каменева І.П., Кириленко Ю.О. Підготовка вихідних даних для задач моделювання радіаційного впливу при аваріях із розливом рідких радіоактивних середовищ 3б. тез VI міжнародної наукової конференції «Моделювання-2018», Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ, 12-14 вересня 2018 р. / ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2018. – С. 162-165
- [4] Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчётов вентиляции и кондиционирования воздуха: [Учебн. пособие]; изд. 3 доп. – М.: Высшая школа, 1971 – 460 с.
- [5] Волков О.Д. Вентиляция промышленного здания: [Учебн. пособие] – Х.: Выща шк. Изд-во при ХГУ, 1989 – 240 с.
- [6] Artemchuk, V.O. and al. (2017). Theoretical and applied bases of economic, ecological and technological functioning of energy objects. Kyiv, Ukraine: TOV «Nash format».
- [7] Popov, O., Iatsyshyn, A., Kovach, V., Artemchuk, V., Taraduda, D., Sobyna, V., ... & Yatsyshyn, T. (2018). Conceptual Approaches for Development of Informational and Analytical Expert System for Assessing the NPP impact on the Environment. Nuclear and Radiation Safety, (3 (79)), 56-65.

ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗАХИЩЕНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ АЕС ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

В роботі [1] було визначено, що апаратне та програмне обмеження несприятливих дій на АЕС є одним з дієвих інструментів фізичного захисту цих об'єктів від зловмисних антропогенних посягань. Забезпечення інформаційної безпеки та апаратного (комп'ютеризованого) фізичного захисту АЕС вирішується на стику багатьох галузей знань, до яких, перш за все, належать фізика, математика, кібернетика, інформатика, криптографія.

Українським стандартом із захисту інформації від несанкціонованого доступу є НД ТЗІ який регламентує наступні питання:

- визначення вимог щодо захисту комп'ютерних мереж від несанкціонованого доступу (НСД);
- створення захищених АС і засобів їх захисту від НСД;
- оцінки захищеності АС і їх здатності для розв'язку задач споживача.

Українська система основних нормативних документів із захисту інформації або стандарт із захисту, або (дуже поширений термін) "Критерії", складається з чотирьох документів:

- Загальні положення щодо захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу — НД ТЗІ 1.1-002-99, ДСТСЗІ СБ України, Київ, 1999.
- Термінологія в галузі захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу — НД ТЗІ 1.1-003-99, ДСТСЗІ СБ України, Київ, 1999.
- Критерії оцінки захищеності інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу — НД ТЗІ 2.5-004-99, ДСТСЗІ СБ України, Київ, 1999.
- Класифікація автоматизованих систем і стандартні функціональні профілі захищеності оброблюваної інформації від несанкціонованого доступу — НД ТЗІ 2.5.-005-99, ДСТСЗІ СБ України, Київ, 1999.

Проаналізовано, що моделювання оцінки захищеності комп'ютерних систем АЕС від НСД на основі українських стандартів із захисту інформації від несанкціонованого доступу (НД ТЗІ) безпосередньо стосується результативного функціонування автоматизованого комплексу інженерно-технічних засобів фізичного захисту АЕС.

[1] Фізичний захист АЕС та інформаційна безпека як необхідні умови зниження ризиків ядерних і радіаційних аварій / [О.Ю. Погосов, О.В. Дерев'янка], Ядерна та радіаційна безпека 2017.Вип. 3(75). С. 50-55.

ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ СИСТЕМОЮ LoRa В УМОВАХ ПЕРЕШКОД

ВСТУП. LoRa - нова технологія, рекомендована для використання в інтернет речах при створенні пристроїв з малим споживанням енергії. [1].

Типовим застосуванням даної технології є розумний будинок, розумне місто, управління поставками і сільське господарство, збір даних з лічильників води, газу, електроенергії.

LoRa технологія ґрунтується на модуляції з розширенням спектра і варіантах лінійної модуляції з вбудованою прямою корекцією помилок, тобто chirp сигнали.

Загальний аналіз ефективності і стійкості технології LoRa був проведений в [2]. В [3] були вивчені можливості використання технології LoRa при розподілі і моніторингу електроенергії в одній з промислових зон.

У даній роботі розглядається оцінка прийому сигналів в системі LoRa в умовах перешкод.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ. Ми розглядаємо систему обміну повідомленнями між кінцевими користувачами і сервером. Переданий пакет складається з преамбули, заголовка і корисної інформації, обсяг якої варіюється від 51 до 256 біт, в залежності від коефіцієнта розширення. Швидкість передачі даних варіюється від 22 до 27 кбіт/с.

Основним випромінювальним сигналом є лінійний частотно-модульований імпульсний сигнал:

$$s(t) = y(t) + n(t), \quad (1)$$

У вираженні (1) μ -параметр визначає швидкість зміни частоти в часі.

Прийом сигналів здійснюється в умовах перешкод різних типів.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ. А. Ефект розширення спектра

Як відомо [6], ефективність системи в умовах перешкод з використанням сигналів з розширеним спектром визначається коефіцієнтом посилення обробки

$$s(t) = y(t) + n(t), \quad (2)$$

Де W_{ss} ширина смуги спектра широкосмугового сигналів, пов'язаний з самим коротким сигналом chirp, W_{min} ширина смуги, яка визначається швидкістю передачі бітів. Чим більше коефіцієнт G_p , тим складніше створити перешкоду.

Коефіцієнт обробки для LoRa системи має вигляд

$$s(t) = y(t) + n(t), \quad (3)$$

Беручи до уваги значення $S_f = 7 \dots 12$, $R_c = 1 \dots 4$, коефіцієнт обробки може варіюватися від 3 до 585.

В. багатопроменеве розповсюдження

Це явище пов'язане з відображенням радіопромених від навколишніх об'єктів, таких як стаціонарні структури, піднесення місцевості, дерева і т. д.

Ефект багатопроменевого поширення проявляється в ефекті завмирання сигналу або призводить до зрушення частоти основного сигналу, що еквівалентно введенню доплеровської добавки в основний сигнал.

Це також призводить до погіршення якості прийому інформації, що передається через зсув переданого сигналу щодо ширини смуги фільтра.

ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНА ОБРОБКА. Природним способом збільшення відносини сигнал/шум на виході приймача є послідовна фільтрація.

Ефективною технологією для сигналів chirp є розкладання chirplet, за допомогою якого можна виявити і видалити перешкоди в спільній частотно-часовій площині. Розкладання chirplet передбачає розкладання сигналу β на чотири параметра $\beta = (t_s, f_s, \sigma_T, c)$, які позначають концентрацію енергії сигналу по відношенню до часу $t_s \in R$, частоту $f_s \in R$, поширення імпульсу σ_T і швидкість зміни частоти в сигналі c .

В якості основи для усунення перешкод використовується алгоритм відповідності пошуку. У цьому випадку бажаний сигнал $y(t)$ апроксимується зваженою сумою кінцевого безлічі функцій g_{γ_n} (атомів) зі словника D , тобто

$$p_s = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}} \right), p_s = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b}{2N_0}} \right), p_s = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b}{4N_0}} \right),$$

$$y(t) \approx \hat{y}_N(t) = \sum_{n=1}^N a_n g_{\gamma_n} p_s = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b}{2N_0}} \right) p_s = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}} \right)$$

$$s(t) = y(t) + n(t), \quad (6)$$

де a_n - ваговий коефіцієнт для атома $g_{\gamma_n} \in D$, число N - число атомів. Атоми з

словника вибираються так, щоб мінімізувати похибку апроксимації. Це ітеративний процес, який закінчується, коли помилка апроксимації e_N зменшується до заданого значення ε , тобто

$$p_s = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}} \right), p_s = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b}{2N_0}} \right), p_s = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b}{4N_0}} \right),$$

$$e_N = |y(t) - \hat{y}_N| \leq \varepsilon \quad (7)$$

де ε - досить мале число.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ. Для дослідження систем LoRa був проведений ряд експериментів для моделювання умов перешкод шляхом прийому сигналу передавача в густонаселеному місті, де широко використовувалася стільниковий зв'язок і використовувалися пристрої Wi-Fi.

В експерименті використовувалися модулі системи LoRa на основі мікросхеми SX1276 для передачі короткого повідомлення з частотою 868 МГц. Обсяг переданого пакета становив 60 байтів. Вихідна потужність

випромінюваного сигналу не перевищувала 20 мВт.

Приймач був встановлений на 11-му поверсі панельного залізобетонного будівлі. Під час експерименту передавач перемістився з 11-го поверху на перший і далі в підвал, який нижче першого на 2 поверхах.

Було виявлено, що повідомлення було отримано на всіх поверхах і в підвалі в межах 2 м від сходів, коли відстань було 8-10 м від сходів, з'єднання було втрачено.

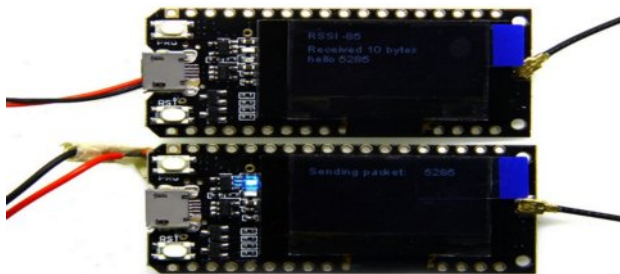


Рис. 1. Плати експеримента

ВИСНОВОК. Розглядається система передачі коротких повідомлень на великі відстані за технологією LoRa. Через ненаправленого прийому система схильна до перешкод, ефект яких еквівалентний доплерівського зсуву. Крім того, можливі ситуації, коли рівень сигналу, що заважає, перевищує допустимий рівень, що призводить до втрати корисного сигналу. Щоб захистити від такого роду перешкод, chirp застосовує розкладання чотирьох корисних компонентів сигналу разом з відповідним алгоритмом переслідування. Запропоновано методику оцінки параметрів пристрою в місті. Наше майбутнє дослідження планується зосередитися на вивченні ефективної методики декомпозиції chirp прийнятого сигналу.

- [1] <https://www.lora-alliance.org/about-lora-alliance>
- [2] A. Lavric, A. I. Petrariu, "LoRaWAN communication protocol: The new era of IoT", 2018 International Conference on Development and Application Systems (DAS), 2018, p. 74 – 77.
- [3] H. Gören, M. Alataş, O. Görgün, "Radio frequency planning & verification for remote energy monitoring: A LoRaWAN case study", 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) 2-5 May 2018, Izmir, Turkey, Turkey, 2018, p.1-4. .
- [4] X. Wang, M. Fei, X. Li, "Performance of Chirp Spread Spectrum in Wireless Communication Systems", 11th IEEE Singapore International Conference on Communication Systems, 19-21 Nov. 2008, Guangzhou, China, p. 466 – 469.
- [5] B. Sklar, "Digital Communications Fundamentals and Applications", Second Edition, Prentice Hall PTR, USA, 2002.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИЯВЛЕННЯ УРАЗЛИВОСТЕЙ МОБІЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСТОСУНКІВ

З кожним роком все більшої популярності набирає використання мобільних терміналів, зокрема, смартфонів та планшетних комп'ютерів. Вони підключаються до серверів та інших ресурсів локальної і глобальної мереж через локальний браузер або через спеціалізовані програмні застосунки [1, 2].

Тому метою роботи є проведення аналізу існуючих підходів, а також наведення статистики найбільш розповсюджених уразливостей, які можуть призвести до втрат. На сьогоднішній день найбільшого поширення набуло використання підходу OWASP. За основу означеного підходу взято три загальних частини [1]:

- Mobile App Security Requirements and Verification;
- Mobile Security Testing Guide;
- Mobile App Security Checklist;

Завдяки цьому проведено тестування 10 мобільних програмних застосунків і, як наслідок, виявлено використання таких уразливостей:

- обходження перевірки root-прав (rooting check bypass);
- обходження або відсутність перевірки SSL-сертифікату (SSL-pinning bypass);
- критична або персональна інформація відображається у log-файлах;
- експортовані компоненти, які дозволяють виконувати модулі програми сторонніми програмами;
- вразливості у WebView, які дозволяють віддалене виконання зловмисного коду;
- використання старих алгоритмів шифрування;
- відсутність шифрування даних, які зберігаються на пристрої.

Результати даного дослідження можуть бути використані при розробленні спеціалізованого програмного забезпечення як додаткової «точки підключення до системи». Це дозволить виявити та, як наслідок, усунути вразливості мобільних програмних застосунків.

- [1] OWASP Mobile Security Testing Guide [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://www.owasp.org/index.php/OWASP_Mobile_Security_Testing_Guide#tab=Main - Назва з екрану.
- [2] Securing Mobile Applications for First Responders [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/Securing%20Mobile%20Apps%20for%20First%20Responders%20v13_Approved_Final_508.pdf. – Назва з екрану.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

Актуальність даної тематика показана в [1, 2, 3]. Достовірна інтерпретація зображень тісно пов'язана з якістю представлення досить дрібних неспотворених деталей. Обробка зображень є багатоплановим завданням. Сюди включають вирішення задач фільтрації шумів, геометричної корекції, градаційної корекції, посилення локальних контрастів, різкості, відновлення зображень тощо. Основою для досліджень в цій області є роботи Гюйгенса, Френеля, Кіргхофа, Релея, Зоммерфельда та інших вчених, які створили скалярну теорію дифракції хвиль, яка дає дуже точні результати при моделюванні процесів поширення акустичних хвиль. Однак в даний час практично відсутній системний аналіз процесів реєстрації звукової голограми, формування її дискретної математичної моделі, а також ефективні комп'ютерні методи реконструкції голограмних акустичних зображень з високим просторовим і контрастним розривним

Метою даної роботи є підвищення інформаційних показників якості реконструкції діагностичних зображень, що реалізується в системі аналізу і обробки діагностичних зображень різного призначення.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені та вирішені наступні завдання:

1. Проведено аналіз процесів формування акустичних зображень в існуючих системах, сформульовані фактори, що впливають на якість та точність реконструкції діагностичних зображень.

2. Розроблено та досліджено обчислювальний метод реконструкції діагностичних зображень з високим розрізненням.

3. Розроблено алгоритм роботи системи розпізнавання образів неоднорідностей сканованого середовища;

4. Розроблено систему обробки зображень та оцінки дефектів (неоднорідностей).

Проведено аналіз процесу формування діагностичних зображень в системах дефектоскопії. Сформульовано чинники, що негативно впливають на якість відтворюваних акустичних зображень. Серед цих чинників слід зазначити такі:

- а) обмежене просторове розрізнення системи, яке визначається розмірами поперечного перерізу звукового променя на різній глибині зондування;

- б) недостатня точність відновлення інтенсивності сигналів фокусованих точок, що визначається зміною форми ехосигналів при поширенні в досліджуваному середовищі за рахунок загасання високочастотних компонент в спектрі ехосигналів, а також впливом сигналів-перешкод ревербераційного характеру.

Показано, що одновимірне представлення в математичній моделі фазової голограми трьохвимірного положення точок-неоднорідностей у вигляді проекції їх геометричного положення в звуковому імпульсі на вісь X_1 не спотворює відтворених в системі амплітуд (інтенсивностей) коливань ехосигналів.

Модель двовимірної звукової голограми в інтегральному виді має вигляд:

$$U(x_0, y_0) \cdot \frac{1}{j\lambda} \cdot \frac{z}{z^2 + x_0^2 + y_0^2} \cdot e^{jKz} \cdot e^{\frac{jK}{2z}(x_0^2 + y_0^2)} \cdot \iint_{x_1, y_1} U(x_1, y_1) \cdot e^{\frac{jK}{2z}(x_1^2 + y_1^2)} \cdot e^{-\frac{jK}{z}(x_0 x_1 + y_0 y_1)} dx_1 dy_1 \quad (1)$$

де x_1, y_1 – координати точок-неоднорідностей в об'єктній площині

x_0, y_0 – координати точок реєстрованої голограми в площині голографування

$U(x_1, y_1)$ – сигнали точкоподібних джерел об'єктної площини

$U(x_0, y_0)$ – сигнали, що реєструються в площині голограми

z – відстань між об'єктною площиною і площиною реєстрації

При реєстрації одновимірної голограми лінійною фазованою решіткою значення координати y в (1) стає рівним нулю, а з урахуванням одновимірних представлень точок-неоднорідностей в об'ємі звукового імпульсу, реконструкцію зображення об'єктної площини можна апроксимувати реконструкцією її точок – геометричних проекцій на вісь X_1 , колінеарною з віссю X_0 в площині голограми.

У випадку, коли площа вимірювань розташована ближче до об'єкта, для дифракційної картини більше підходить опис голограми Френеля, дифракційна картина записується у вигляді:

$$U(u, v) = \frac{e^{jKZ}}{j\lambda Z} \cdot e^{\frac{jK}{2Z}(u^2 + v^2)} \cdot \iint_{-\infty}^{+\infty} f(x, y) \cdot e^{\frac{jK}{2Z}(x^2 + y^2)} \cdot e^{-\frac{j2\pi}{\lambda Z}(ux + vy)} dx dy \quad (2)$$

де $K = \frac{2\pi}{\lambda}$ - хвильове число.

При цьому інтеграл відповідає двовимірному Фур'є-перетворенню функції

$$f(x, y) \cdot e^{\frac{jK}{2Z}(x^2 + y^2)} \quad (3)$$

і, таким чином, дифракційна картина Френеля представляє Фур'є-перетворення, помножене на відповідний фазовий множник.

У випадку акустичної голограми показана можливість відтворення об'єкта, використовуючи лише фазову інформацію комплексних амплітуд $U(u, v)$



Рис. 1 Спрощена схема роботи системи аналізу та обробки зображень

Отже, проведені дослідження показали, що фазове відтворення в значній мірі зберігає кореляцію між сигналами, із цього можливо зробити висновок про те, що “події” в зображенні і об’єкті – точки, лінії повинні зберігати своє місцеположення. Фаза в значній мірі відображає взаємне геометричне положення деталей в об’єкті і зображенні ніж амплітуда. Зменшення масштаба відтвореного Фур’є-перетворенням зображення також пов’язано з адекватним масштабуванням фази голограмного опису.

На користь ефективності фазової інформації при відтворенні сигналів зображень в системах дефектоскопії голографічного типу говорить і той факт, що амплітуди спектральних складових на високих частотах мають тенденцію до спаду, в той час як короткотривалі деталі об’єктів, зображень відображаються більш високими просторовими частотами, безпосередньо пов’язаними із зміною фазової інформації.

- [1] Огир А.С., Тарапата В.В., Огир Е.А Новая информационная технология формирования голограммных акустических изображений высокого разрешения в системах ультразвуковой визуализации медицинского назначения. Журнал "Электронное моделирование", 2014, Номер 1.
- [2] Огир А.С., Тарапата В.В., Огир Е.А, Чемерис А.А. Система ультразвуковой диагностики с использованием фазовой информации отраженного звукового поля. Журнал "Электронное моделирование", 2016, Том1.
- [3] Євдокимов В.Ф., Огир О.С., Огир О.О. Дослідження характеристик якості УЗ зображень та алгоритмів їх обробки. // Моделювання та інформаційні технології : зб. наук. пр. – К.: ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАНУ, 2017. – Вип. 80.

ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ КРИПТОВАЛЮТ

З огляду на іноваційність, перспективи та зацікавленість світової спільноти криптовалютою актуальним є використання ефективних засобів допомоги користувачам криптовалюти. Зокрема [1, 2], необхідності прогнозування її курсу за допомогою відповідних програмних засобів. Для цього визначено можливості та структуру програмного засобу в нотаціях універсальної мови моделювання (Unified Modeling Language, UML) [3].

Можливості програмного засобу прогнозування курсу криптовалют відображено діаграмою варіантів використання. Завдяки цьому створено передумови для подальшого його представлення логічною і фізичною моделями. Логічна структура програмного засобу прогнозування курсу криптовалют відображається діаграмами класів і діяльності [2, 3].

Архітектуру означеного засобу визначено діаграмою компонентів. Відомості про платформу, обчислювальні ресурси показано діаграмою розгортання [3]. При цьому як найпростіший варіант для розповсюдження, підтримки та кросплатформності програмного засобу застосовано веб-форму його представлення. Виходячи з необхідної обчислювальної потужності обрано платформу .NET. Це дозволило створити серверну частину, інтерфейс, базу даних та виконати розгортання програмного засобу на платформі Azure.

Таким чином, завдяки побудованій об'єктно-орієнтованій моделі розроблено програмний засіб прогнозування курсу криптовалют. Для цього використано платформи .NET та Azure і, як наслідок, отримано веб-застосунок з хостингом на хмарному сервері та базовим веб-інтерфейсом у вигляді таблиць, графіків та фільтрів криптовалют.

- [1] Narayanan Arvind, Bonneau Joseph, Felten Edward, Miller Andrew, Goldfeder Steven. Bitcoin and Cryptocurrency Technologies : A Comprehensive Introduction. Princeton, USA: Princeton University Press, 2016. 304 p
- [2] Яхін С.Л., Цуркан В.В. Аналіз програмних засобів прогнозування курсу криптовалют. Прикладна математика та комп'ютинг : тези доповідей конференції молодих вчених. (м. Київ, 14 – 16 листопада 2018 р.). Київ, 2018. С. 1-4.
- [3] Яхін С.Л., Цуркан В.В. Об'єктно-орієнтована модель програмного засобу прогнозування курсу криптовалют. Актуальні питання застосування спеціальних інформаційно-телекомунікаційних систем : тези доповідей конференції студентів, аспірантів, докторантів та молодих учених (м. Київ, 02 – 03 травня 2019 р.). Київ, 2019. С. 1.

ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ КІБЕРБЕЗПЕКИ

Відповідно до щорічного звіту Всесвітнього економічного форуму The Global Risks Report, кібератаки вперше увійшли в топ-3 найбільш ймовірних і значущих загроз світу [6]. Крім цього, у списку 2018 року вперше з'явилися і інші кіберризики - крадіжка даних, залежність від ІТ-технологій і розриви у критично важливій інформаційній інфраструктурі. Актуальність даної тематика зумовлена необхідністю забезпечення автоматизації управління ризиками.

Автоматизація процесу управління кіберризиками має включати в себе ідентифікацію нових ризиків, аналіз «темних зон» на стику окремих рішень захисту, облік застосовуваних заходів захисту, ведення реєстру та контроль рівня ризиків кібербезпеки з інструментом моделювання можливих результатів, візуалізацію комплексного стану інформаційної безпеки і чіткі показники ефективності систем безпеки.

Однією з проблем автоматизації процесу управління кіберризиками є залежність вибору заходів оброблення ризиків та складових системи управління інформаційною безпекою від суб'єктивної точки зору фахівця, залежність від суджень експертів, відсутність інших формальних вимог до проектування означеної системи [1-4]. Для вирішення даної проблеми у [9] було запропоновано використання неперервних карт, проте не вирішено питання щодо критеріїв відображення рівня ризику кольором.

Доктором технічних наук В.М. Зваричем разом з авторами була запропонована [5] ідея інтерпретування рівня ризику інформаційної безпеки з використанням методу, що широко використовується на кольоровому телебаченні. А саме методу кольорових розбіжностей [8].

Світовий досвід показує, що більша частина складних кібератак має спільні просторово-часові характеристики. Наприклад найбільш успішними є кібератаки, що були проведені у вихідні, святкові, після святкові дні, ранок або вечір, взимку, коли світловий день є коротшим, влітку, коли дуже спекотно – час, коли реакція людини не зможе швидко і правильно оцінити ситуацію та оперативно прийняти вірне рішення.

Стратегія кібербезпеки організації – є дещо більшим, ніж реалізація контрольного списку вимог. Модель загроз кібербезпеці включає в себе три напрямки - технології, процеси, кадри. Але на стику цих напрямків з'являються приховані загрози - темна зона для систем безпеки, що спеціалізуються на тому чи іншому вигляді загроз.

У свою чергу оцінка просторової характеристики буде залежати і від об'єкта атаки – будь-то звичайний інтернет-магазин чи банк. Величина ризику для схожих за типом об'єктів буде різнитися і в залежності від нормативно-правової відповідальності за скоєння кіберзлочинів та рівня інформатизації організації, що є об'єктом кібератаки.

Враховуючи просторово-часові характеристики складних кібератак, напрямки загроз кібербезпеці та рівень забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності інформації можна представити кіберризик з використанням тривимірної кольорової моделі HLS (Hue, Lightness, Saturation).

HLS є системою побудованою на інтуїтивних поняттях тону, насиченості і яскравості [7]. У даній системі безліч всіх кольорів являє два шестигранні конуси, поставлених один на одного (основа до основи) (див. Рисунок 1).

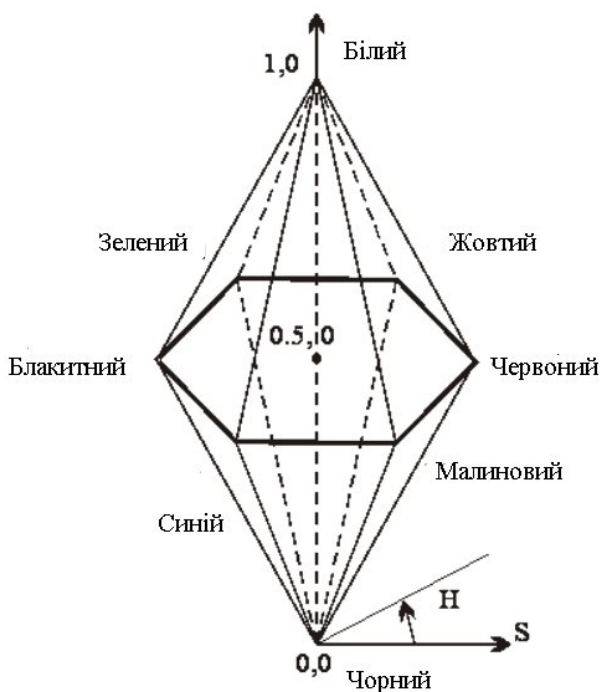


Рис. 1 – Кольоровий простір моделі HSL

Виходячи з вище представленого опису можна пов'язати зміни насиченості зі змінами ризику в вище вказані проміжки часу - в будні світліше, у сприятливий для атаки час темніше.

Характеристика яскравості може відображати просторову характеристику ризику для конкретного напрямку загроз кібербезпеці в організації.

У HSL-моделі перша частина файлу зображення містить «палітру», в якій за допомогою однієї з кольорових моделей кодується колір, присутній на зображенні. А друга частина, яка безпосередньо описує пікселі зображення,

фактично складається з індексів у палітрі. Зображення, що формуються таким способом, називаються зображеннями з індексованою палітрою.

Отже, проведені дослідження показали, що сьогодні кіберзагроза - це будь-який ризик фінансових втрат, організаційних збоїв або збитків репутації, пов'язаний з будь-яким інцидентом в ІТ-інфраструктурі. Поділ зон відповідальності ІБ і бізнесу в підсумку призводить до того, що ІБ-фахівець шукає, «хто винен» у інциденті, який вже трапився. Оскільки в наш час всі ключові бізнес-процеси зав'язані на цілісності ІТ-інфраструктури, захист від кіберзагроз стає питанням рівня топ-менеджменту. Тому для збереження швидкості бізнесу необхідно об'єднувати системи управління бізнесом і інформаційними ресурсами з системами безпеки. Інтеграція всіх ключових процесів бізнесу виводить систему управління кіберризиками на новий рівень з підвищеними вимогами до швидкості реакції. Кольорова формалізація кіберризиків дозволить зрозуміти, на що першочергово необхідно звернути увагу та надасть узагальнену інформацію про поточний стан ризиків в режимі реального часу.

- [1] A.M. Astakhov, The art of information risk management. Moscow, Russia: DMK Press, 2010.
- [2] I.D. Vishniakov, and N. N. Radaev, General risk theory. Moscow, Russia: Publ. "Akademii", 2007.
- [3] S.A. Petrenko, and S. V. Simonov, Information risk management. Cost-effective security. Moscow, Russia: DMK Press, 2004.
- [4] V. Mokhor, O. Bakalynskiy, and V. Tsurkan, "Analysis of information security risk assessment representation methods", Information Technology and Technology, vol. 6, iss. 1, 2018. doi: 10.20535/2411-1031.2018.6.1.153189.
- [5] V.M. Zvaritch, A.V. Davydiuk, The method of color formalization of the level of information security risk ISSN 0204–3572. Електронне моделювання. 2019. Т. 41. № 2: с. 120—126
- [6] World Economic Forum (2018). The Global Risks Report 2018. 13th Edition. [online] Geneva: World Economic Forum, pp.3-78. Available at: <http://wef.ch/risks2018> [Accessed 1 May 2019].
- [7] Дёмин, А. and Кудинов, А. (2005). Компьютерная графика. [online] Compgraph.tpu.ru. Available at: http://compgraph.tpu.ru/colors_models.htm [Accessed 1 May 2019].
- [8] Мазуркевич О.Ф. Сучасні проблеми телевізійної колориметрії. // Цифрові технології, №4, 2008, стор. 27-34.
- [9] Мохор В.В. Представлення оцінок ризиків інформаційної безпеки картою ризиків / В.В. Мохор, О.О. Бакалинський, В.В. Цуркан. // Information Technology and Security. – 2018. – С. 94–100.

МОДЕЛЬ ПОВЕДІНКИ ПОРУШНИКА

Стрімкий розвиток інформаційних технологій поступово трансформує світ. Відкритий та вільний кіберпростір розширює свободу і можливості людей, збагачує суспільство, створює новий глобальний інтерактивний ринок ідей, досліджень та інновацій, стимулює відповідальну та ефективну роботу влади і активне залучення громадян до управління державою та вирішення питань місцевого значення, забезпечує публічність та прозорість влади, сприяє запобіганню корупції.

Водночас переваги сучасного цифрового світу та розвиток інформаційних технологій обумовили виникнення нових загроз національній та міжнародній безпеці. Поряд з інцидентами природного (ненавмисного) походження зростає кількість та потужність кібератак, вмотивованих інтересами окремих держав, груп та осіб.

Поширюються випадки незаконного збирання, зберігання, використання, знищення, поширення, персональних даних, незаконних фінансових операцій, крадіжок та шахрайства у мережі Інтернет. Кіберзлочинність стає транснаціональною та здатна завдати значної шкоди інтересам особи, суспільства і державних [1]. В галузі інформаційної безпеки використовується таке поняття, як – порушник.

В роботі [2] розглядається модель поведінки потенційного порушника, який здійснює НСД до будь-якої частини збереженої, оброблюваної і переданої в КС інформації якій потрібен захист. У моделі передбачається шість найбільш небезпечних ситуацій, щодо яких можна встановити набори вихідних даних, необхідних для створення системи захисту, а також визначити основні способи її побудови.

Далі для оцінки рівня захищеності інформації, яка обробляється в конкретній (з урахуванням специфіки) КС, пропонується послідовно вирішити поставлений набір завдань. Для цього попередньо треба визначитися з початковими умовами, що містять моделі поведінки очікуваного порушника, вибір яких впливає на кінцевий результат оцінювання захищеності. Під час побудови моделей розглядаються еталонний і диференційований підходи, які відповідно орієнтовані тільки на професіонала і на заздалегідь визначену кваліфікацію порушника.

При диференційованому підході порушників поділяють на чотири класи (висококваліфікований, кваліфікований, некваліфікований і недисциплінований користувач), кожному з яких в комплексі засобів обробки даних в КС буде відповідати певний набір можливих каналів НСД.

Виходячи з моделі поведінки потенційного порушника і його класу, автор пропонує прийняти за основу чотири класи безпеки, а для забезпечення будь-якого з них необхідно забезпечити КС набором відповідних засобів захисту, які перекривають заздалегідь відомі множини можливих каналів НСД. Після цього вважається, що побудований закритий захисний контур.

Рівень захищеності в межах класу визначається кількісними показниками "міцності" окремих фрагментів захисту і контуру в цілому.

Наведені нижче показники захищеності носять ймовірний характер, а їх величини залежать від "міцності" найбільш слабкої ланки. Ймовірність неподолання порушником перешкоди з урахуванням можливої відмови системи (Р) визначають за формулою

$$P = P_{\text{в.бл}}(1 - P_{\text{отк}}) \wedge (1 - P_{\text{обх}_1}) \wedge (1 - P_{\text{обх}_2}) \wedge \dots \wedge (1 - P_{\text{обх}_j}),$$

де $P_{\text{в.бл}}(1 - P_{\text{отк}}) \wedge$ - ймовірність виявлення і блокування несанкціонованих дій порушника, $P_{\text{отк}}(t) = e^{-\lambda t}$ - ймовірність відмови системи, $P_{\text{обх}}$ - ймовірність обходу перешкоди порушником, j - кількість шляхів обходу перешкоди, $P_{\text{пр}}$ - ймовірність подолання перешкоди порушником.

Для неконтрольованих можливих каналів НСД розрахунок здійснюється за висловом

$$P_{\text{сзи}} = (1 - P_{\text{пр}}) \wedge (1 - P_{\text{обх}_1}) \wedge (1 - P_{\text{обх}_2}) \wedge \dots \wedge (1 - P_{\text{обх}_j}).$$

У разі, коли канали закриті двома і більше засобами захисту, розрахунок виконують за формулою

$$P_{\Sigma} = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_i),$$

де i - порядковий номер перешкоди; m - кількість дублюючих перешкод; P_i - "міцність" i -го перешкоди [3].

Слід зазначити, що вищеописаний підхід до оцінювання захищеності, запропонований в роботі [2], передбачає початкові умови, які задаються в технічній задачі на КС обробки даних, де і обмовляється модель порушника, тобто засоби захисту від порушників певного класу вже визначені на етапі проектування і фактично виконується оцінювання їх "міцності". У такому підході не передбачений випадок, коли оцінювання необхідно виконувати у вже функціонуючих системах і, тим більше, в умовах невизначеності. Наприклад, якщо заздалегідь невідомо як буде організований захист, які кошти будуть використовуватися і як буде здійснюватися обробка параметрів, що надходять в нечіткій формі.

- [1] <https://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/96/2016>, Стратегія кібербезпеки України затверджене Указом Президента України від 15 березня 2016 року № 96/2016
- [2] Мельников В. В. Защита информации в компьютерных системах. – М.: Финансы и статистика; Электроинформ, 1997. – 368 с.;
- [3] Корченко А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения. – К.: НАУ, 2005. – 336 с.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ GDPR В УКРАЇНІ

25 травня 2018 року набув чинності EU General Data Protection Regulation (GDPR) [1].

Що стосується діючого українського законодавства в контексті захисту персональних даних, то, в першу чергу, слід мати на увазі Закон України «Про захист персональних даних» [2] та Типовий порядок обробки персональних даних, затверджений Наказом Уповноваженого Верховної Ради з прав людини від 08.01.2014 № 1/02-14 [3].

Розглянемо проблеми, які можуть виникнути на стику національного законодавства у сфері захисту персональних даних і нововведеннями GDPR.

1. Компанії не мають права передавати персональні дані користувачів до країн, де рівень захисту нижчий, ніж в ЄС.

2. Українське законодавство не має чіткої класифікації персональних даних, а основною проблемою у процесі запровадження класифікації персональних даних, яка вимагає адекватного правового рішення, є те, що часто одні й ті ж персональні дані можуть бути одночасно віднесені до декількох видів.

3. Регламент вимагає перевірки віку дитини та забезпечення згоди батьків / опікунів на обробку даних. Залежно від віку дитини, може бути обов'язковим також виклад інформації для дитини на легкій для розуміння мові.

4. Встановлення та розмежування понять Privacy Policy (внутрішній документ, який встановлює правила збору і обробки персональних даних користувачів на певному веб-ресурсі) та Privacy Note (адресований суб'єктам персональних даних та в якому власник персональних даних вказує, яким чином він збирає, використовує, передає персональні дані).

5. Право бути забутим (фізичне видалення даних з усіх серверів).

Всі вищенаведені питання чітко прописані у GDPR, однак недостатньо врегульовані у національних нормативно-правових актах.

Отже, проведений аналіз нормативно-правових актів у сфері захисту персональних даних показав, що на даний час хоча Верховна Рада офіційно й не приймала GDPR, компанії мають підлаштовувати свою діяльність відповідно до його вимог (екстериторіальний принцип дії) та чекати на встановлення нової правової бази, що полегшить співпрацю с державами ЄС.

[1] Регламент Європейського парламенту і Ради (ЄС) 2016/679 від 27.04.2016 «Про захист фізичних осіб у зв'язку з опрацюванням персональних даних і про вільний рух таких даних, та про скасування Директиви 95/46/ЄС (Загальний регламент про захист даних)» – Брюссель, 2016. – 98 с.

[2] Закон України «Про захист персональних даних» - Київ, 2010. – 19 с.

[3] Типовий порядок обробки персональних даних, затверджений Наказом Уповноваженого Верховної Ради з прав людини від 08.01.2014 № 1/02-14 – Київ, 2014. – 20 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБІЖНОСТІ ІТЕРАЦІЙНИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ РОБОТИ БЕЗКОНТУРНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Актуальність даної тематики показана в [1,2,3].

Перспективними засобами тренажерної підготовки та підвищення кваліфікації оперативно-диспетчерського персоналу в магістральних електромережах нині визнані веб-орієнтовані електронні навчальні й режимні тренажерні засоби, які здатні адекватно моделювати нормальні й аварійні режими роботи електроенергетичних систем (ЕЕС) і енергооб'єднань (ЕО) в реальному часі [2,3]. Накопичений досвід експлуатації зарубіжних і вітчизняних режимних тренажерів показав, що важливими умовами забезпечення їх ефективної роботи є застосування надійних і швидких алгоритмів моделювання режимів роботи ЕЕС і/або ЕО.

Режим роботи будь-якої електричної мережі або її частини може бути описаний системою нелінійних рівнянь із використанням відомих [4] виразів для кожного s -го вузла. Якщо відомі або задані потужності (генерація) s -х вузлів, то систему нелінійних рівнянь можна записати у вигляді скалярного добутку вектора струмів вузлів $[I_s]$ на зв'язаний вектор напруги вузлів $[\hat{U}_s]$:

$$[\dot{S}_s] = ([\hat{U}_s], [I_s]), \quad (1)$$

де $[\dot{S}_s]$ & вектор-стовпець заданих потужностей вузлів.

Задану або відому напругу вузлів схеми використовують для визначення поточних значень фазних струмів вузлів $[I_s]^{(i+1)} = [I_s]^{(i)} \pm [I_h]^{(i)}$ з урахуванням струмів хорд $[I_h]^{(i)}$ на i -й ітерації, що дозволяє представити початкову замкнуту схему в у розімкненому вигляді.

Сьогодні в якості основних методів розрахунку режиму використовують методи Ньютона-Рафсона, Гаусса, Зейделя та ін. [7,8,9,10]. Розрахунок режиму роботи довільної електричної мережі із заданими навантаженнями і конфігурацією полягає у визначенні вектора напруги вузлів $[\dot{U}_s]$ та перевірки балансу потужності в електричній мережі. Сума генерації повинна дорівнювати сумі навантаження і втрат в мережі:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \dot{S}_{ген.}(t) = \sum_{i=1}^{i=n} \dot{S}_{ном.}(t) + \Delta \dot{S}_{мереж.}(t)$$

Недоліком таких методів розрахунку є значний час розрахунку режимів великих ЕЕС і/або ЕО, включаючи повну відсутність гарантії збіжності ітераційних процесів розрахунків (Рис. 1,2), що абсолютно неприйнятно для використання в дистанційних режимних тренажерах.

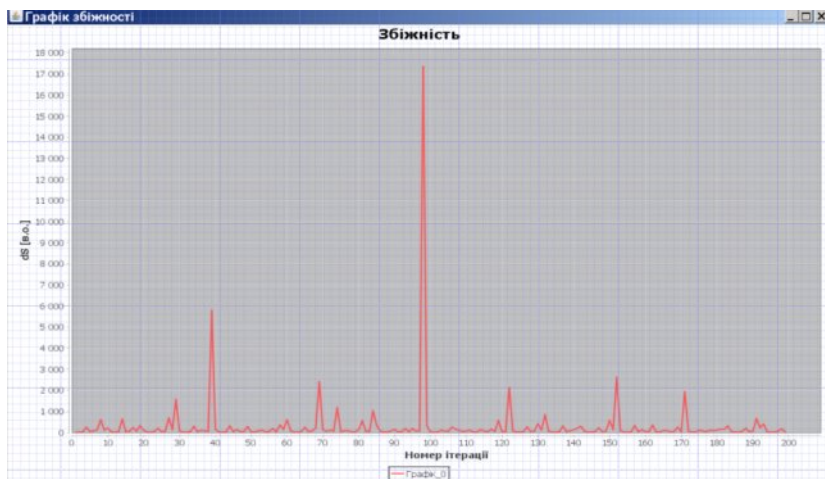


Рис. 1 Приклад збіжності – ітераційний процес не збігається

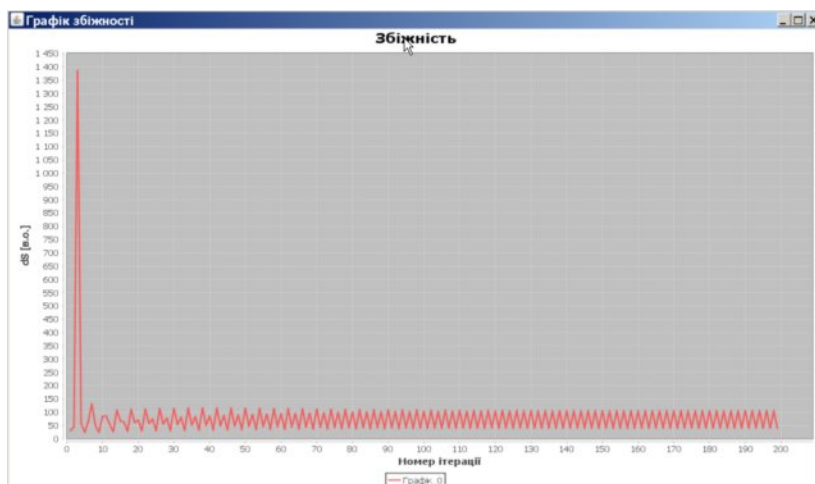


Рис. 2 Приклад збіжності – процес не збігається

Для розв'язання системи (1) у роботі використано алгоритм багатоопорного методу розрахунку контурних струмів (БМРКС), що відрізняється від відомих [5,6] обліком вироджених (ненульових) контурів, які можуть утворюватися між вузлами з джерелами енергії ЕЕС і/або ЕО. Уся мережа завжди представлена сукупністю окремих дерев з хордами, що утворюють під час їхнього увімкнення повні або вироджені контури.

Струми хорд $[i_h]^{(i)}$, що ітеруються в такій схемі, додані до струмів вузлів. Напряга вузлів $[\dot{U}_s]$ знаходиться шляхом багатократного (але не

більше 5 –7 ітерацій) розрахунку поточкорозподілу з подальшим розрахунком нового режиму напруги вузлів. Для нових значень напруги на кожній ітерації обчислюють нові струми хорд. Струми контурів (хорд) ітерують доти, доки нев'язка напруги в них не стане меншою за наперед задану величину, що дозволяє повернути схему до початкового замкнутого виду. Для замкнутої схеми уточнюють нові значення струмів вузлів і повторюють внутрішній цикл ітерації для струмів хорд. Розрахунки режимів закінчують у разі, коли нові значення напруги вузлів або потужностей вузлів від ітерації до ітерації вже сильно не змінюються.

Для забезпечення гарантії збіжності на початку ітераційного процесу перевіряються значення струмів всіх гілок дерева $[J_{i-j}]$ на відповідність нерівності:

$$[J_{i-j}]^{(i)} \leq [J_{i-j}]_{\max}, \quad (2)$$

де $[J_{i-j}]_{\max}$ - максимально допустимий струм гілки.

Також перевіряються напруги вузлів на відповідність:

$$[\dot{U}_s]^{(i)} \geq [U_n] \pm [U_n] \cdot 10\%, \quad (3)$$

де $[U_n]$ - номінальна напруга вузла.

Якщо нерівності (2) і (3) не виконуються, потрібно адаптивно зменшити потужність у відповідних вузлах мережі. На рис 3 наведено приклад збіжності ітераційного процесу після виконання (2) і (3).

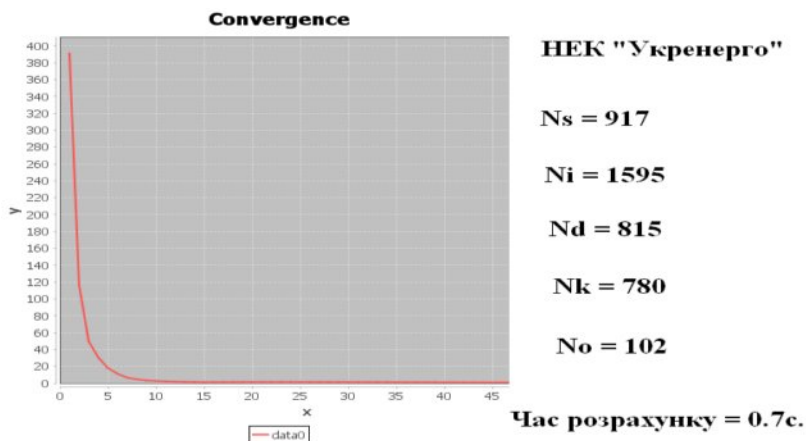


Рис.3 Приклад збіжності – процес збігається на 45-й ітерації

Отже, проведені дослідження показали, що застосовуючи інтелектуалізацію "у малому" можна гарантувати збіжність ітераційних процесів розрахунку режимів роботи ЕЕС і ЕО.

- [1] Гурєєв В.О. Розробка алгоритмів і програм швидкодійних методів розрахунку режимів роботи великих електроенергетичних систем (ЕЕС) і енергооб'єднань (ЕО) для тренажерів // Наукові праці ВНТУ, - 2018, № 1, С. 1-5.
- [2] Гурєєв В.О. Моделювання великих енергосистем для побудови комп'ютерних розподілених тренажерних систем в енергетиці // Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова. – 2018. Вип. 83.– С. 94–105.
- [3] Simulation and study of modes for full-scale mode simulator for Ukrainian energy systems / V.Gurieiev, O.Sanginova//2nd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS'2016), June 7–11,Kyiv, Ukraine. –2016. –Р. 97–100.
- [4] Холмский В.Г. Расчет и оптимизация режимов электрических сетей (специальные вопросы): учебное пособие для вузов / В. Г. Холмский. –М.: Высшая школа, 1975. –280 с.
- [5] Jianwei Wu Simple technique to determine the Givens-Rotation matrix in the two-source ICA problem for skewed sources / Wu Jianwei // IEEE Electronic Letters.– 2016. –Vol. 52,No8. –Р.613–615.
- [6] Вычислительные модели потокораспределения в электрических системах / [Аюев Б. И., Давыдов В. В., Ерохин П. М., Неуймин В. Г.]; под ред. П.И. Бартоломея. –М.: Флинта: Наука, 2008. –256с.
- [7] Электрические системы. Электрические сети: Учеб. для электро-энерг. спец. вузов / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков и др.: Под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Высш. шк., 1998. – 511с.: ил.
- [8] Идельчик В.И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем/ В.И. Идельчик.–М.: Энергоатомиздат, 1988.
- [9] Тарасов В.И. Нелинейные методы минимизации для расчета установившихся режимов электроэнергетических систем. – Новосибирск: Наука, 2001. – 214 с.
- [10] Гамм А.З. Статистические методы оценивания состояния электроэнергетических систем. – М.: Наука, 1976. – 220 с.

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ ВАРІАНТІВ ЯДЕРНО-ПАЛИВНИХ ЦИКЛІВ УКРАЇНИ

Відповідно до Енергетичної стратегії України до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» (затверджено розпорядженням КМУ від 18.08.2017 № 605-г), передбачається зростання виробництва електроенергії від АЕС та вивчення шляхів поводження з відпрацьованим ядерним паливом (ВЯП). Разом з тим, не визначено типів нових енергоблоків АЕС та напрямків поводження з відпрацьованим ядерним паливом (останнє передбачено у Директиві від 19.07.2011 №2011/70/EURATOM [2]).

Попередній порівняльний аналіз варіантів ЯПЦ України на довгостроковий період після 2035 року проведено на підставі [2] з урахуванням наявного стану поводження з ВЯП АЕС та планів України щодо впровадження централізованого сховища ВЯП у Чорнобильській зоні відчуження, визначених у відповідному Законі України [3]. Порівняння варіантів ЯПЦ проведено з застосуванням так званих ключових індикаторів (КІ), визначених на підставі досліджень МАГАТЕ [4, 5].

Джерелом похибки порівняльної оцінки являється можлива неточність визначення вхідних техніко-економічних параметрів, що впливає на результати розрахунку КІ та на подальший результат порівняльної оцінки варіантів ЯПЦ. У [6, 7] проведено дослідження з аналізу чутливості економічних індикаторів різних варіантів ЯПЦ. Отримані результати не враховують особливості організації ЯПЦ України, являються загальними та визначають лише можливий напрямок зміни КІ до зміни вхідних параметрів.

Розгляд ядерної енергетики як складової частини загальної енергетичної системи та оптимізацію організаційної структури ЯПЦ у порівнянні зі структурами інших типів генерації електроенергії можливо провести з використанням розрахунково-аналітичного комплексу MESSAGE (Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts) [8], який широко застосовується у МАГАТЕ.

Аналіз варіантів ЯПЦ може бути проведено за розглядом різноманітних КІ. Для умов України як найбільш критичний можливо розглядати індикатор, що характеризує фінансові витрати на реалізації обраного типу ЯПЦ. В такому випадку набір КІ зводиться до застосування так званої приведеної вартості виробництва електроенергії (*LCOE*), яка являється цільовим параметром обчислення витрат генерації та визначається як фінансові витрати на одиницю виробленої електроенергії та може бути представлений наступним рівнянням [8]:

$$LCOE = LUAC + LUOM + LUFC, \quad (1)$$

де

$$LUAC = \frac{\left(\frac{CI}{P}\right)_{ON} + \left(\frac{CI}{P}\right)_{IDC}}{Lh_{FP}} + LUAC_{BF} + LUAC_D, \quad (2)$$

$$LUOM = \frac{\left(\frac{O \& M}{P}\right)_{FIX}}{8760 \cdot Lf} + \left(\frac{O \& M}{KWh}\right)_{VAR}, \quad (3)$$

$$LUFC = \frac{\left(\frac{\$}{Kg}\right)_{FE, \Delta^{Core}}}{\eta \cdot \delta_{th} \cdot Lh_{FP}} + \frac{\left(\frac{\$}{Kg}\right)_{FE, REF}}{Q \cdot \eta} + \frac{\left(\frac{\$}{Kg}\right)_{SF}}{Q \cdot \eta}, \quad (4)$$

де $LUAC$, $LUOM$, $LUFC$ являються приведеними витратами на будівництво, експлуатацію та паливний цикл.

Результати моделювання ядерно-енергетичної системи України та розрахунку $LCOE$ для ЯПЦ з накопиченням та захороненням ВЯП у геологічних формаціях наведено у Таблиці 1.

Таблиця 1

Прогнозні значення $LCOE$ для ЯПЦ України з накопиченням ВЯП (а), захороненням ВЯП у ГФ (б) та переробкою ВЯП (в)

Критерій	Одиниця	ЯПЦ	2020	2030	2035	2040	2050	2010
$LCOE$	$\$/MBm \times z$	а	16,23	19,61	21,56	22,92	23,01	23,02
		б	17,07	21,28	24,30	25,34	25,38	25,37
		в	21,49	25,91	28,37	29,79	29,75	29,72

З урахуванням світового досвіду та [9] розроблено підходи та проведено застосування аналізу чутливості $LCOE$ для варіантів ЯПЦ України з накопиченням ВЯП, захороненням ВЯП у ГФ та переробкою ВЯП до зміни економічних показників реалізації елементів ЯПЦ (вартості зберігання ВЯП на різних об'єктах, переробки ВЯП, зберігання продуктів переробки ВЯП, тощо). Результати застосування аналізу чутливості для різних варіантів ЯПЦ наведено на Рисунку 1.

Розрахунки показують суттєве зростання $LCOE$ зі збільшенням вартості переробки ВЯП (до 4,5% від величини $LCOE$, отриманої при базових значеннях вартості послуг ЯПЦ). Найменший вплив на $LCOE$ оказує вартість зберігання ВЯП (до 1,0% від величини $LCOE$, отриманої при базових значеннях вартості послуг ЯПЦ).

Таким чином, отримано алгоритм аналізу чутливості параметрів ЯПЦ на зміну вхідних техніко-економічних показників та застосовано для оцінки варіантів ЯПЦ України на довгострокову перспективу.

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ПРИЙНЯТНОСТІ РИЗИКУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ КАРТИ РИЗИКІВ

Відомий спосіб визначення рівня прийнятності ризиків за допомогою застосування карт ризиків, який показаний в [1], засновується на встановленні рівню ризиків за рахунок перемноження кількісних критеріїв, які описуються за допомогою якісних критеріїв та мають певну вагу, шляхом визначення розмірності рівнорозмірної карти ризиків, по типу $n \times n$ або $n \times m$. При цьому у лівому стовпчику знаходяться значення ймовірності реалізації ризику виражені лінгвістично та відповідними цифровими значеннями, а у верхньому рядку записують значення вартості можливих втрат у випадку, якщо ризик реалізовується та такі наслідки настають, виражені також, лінгвістичними значеннями та цифровими. На перетині стовпчиків та рядків отримують добуток значень стовпчиків та рядків.

Недоліком відомого способу є дискретність кроку величини ризику та нерівномірність кроку значень ризиків, що не забезпечує виконання вимоги щодо врахування усіх ризиків. Тобто не враховуються ризики, значення яких знаходяться між цілими значеннями тих ризиків, які враховані у карті. Кількість значень, які залишаються неврахованими, зростає при підвищенні значень ризиків.

В основу запропонованого способу поставлено задачу визначення рівня прийнятності ризиків в графічному вигляді для подальшого прийняття рішення по управлінню ризиками інформаційної безпеки з виконанням умови врахування усіх ризиків.

Поставлена задача вирішується тим, що визначення рівня прийнятності ризиків здійснюється за допомогою використання безперервної карти ризиків. Застосування такої карти ризиків дає можливість масштабувати відстань між двома сусідніми точками, як по вертикалі так і по горизонталі, усунувши проблему дискретності і нерівномірності кроку значень ризиків, забезпечивши виконання вимоги з обліку усіх ризиків.

Отже, проведені дослідження показали, що запропонований спосіб дозволяє легше отримувати адекватні, точні і коректні результати прийнятності ризику при будь-якому кроці зміни рівня ризику або величини можливої втрати.

- [1] Управление рисками деятельности предприятия: Учеб. пособие/ [А.Г. Бадалова, А.В. Пантелеев]. – 2-е изд. М.: Вузовская ISBN 978-5 – 9502-0781-5, с.163-173.

ІЄРАРХІЯ МОДЕЛІ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ВИХІДНИХ ДОКУМЕНТІВ

Розглянемо коротко основні етапи формування моделі декомпозиції вихідних документів при проведенні державних експертиз комплексної системи захисту інформації (КСЗІ) [1].

Етап 1: Формування множини документів експертизи

На цьому етапі введемо множину всіх можливих документів Doc

$$Doc = \left\{ \bigcup_{p=1}^m Doc_p \right\} = \{Doc_1, Doc_2, ..., Doc_m\},$$

де Doc_p – підмножина вхідних та вихідних документів p -го проекту($p = \overline{1, m}$), m – кількість можливих проектів.

Далі, визначимо підмножину вхідних та вихідних документів p -го проекту

$$Doc_p = \{Doc_p^{out}, Doc_p^{in}\},$$

де Doc_p^{out} - множина вихідних документів проекту підмножини Doc_p ;

Doc_p^{in} - множина вхідних документів проекту підмножини Doc_p .

Наступним, сформуємо множину вихідного документа як

$$Doc_p^{out} = \left\{ \bigcup_{i=1}^m Doc_{pi}^{SBout} \right\} = \{Doc_{p1}^{SBout}, Doc_{p2}^{SBout}, ..., Doc_{pm}^{SBout}\},$$

де Doc_{pi}^{SBout} – підмножина смислових блоків i -го вихідного документа,

m – кількість вихідних документів для $i = \overline{1, 5}$.

В свою чергу, структуру вхідних документів можна представити як

$$Doc_p^{in} = \left\{ \bigcup_{j=1}^n Doc_{pj}^{SBin} \right\} = \{Doc_{p1}^{SBin}, Doc_{p2}^{SBin}, ..., Doc_{pn}^{SBin}\},$$

де Doc_{pj}^{SBin} – підмножина смислових блоків j -го вихідного документа,

n – кількість вихідних документів для $j = \overline{1, 10}$.

Етап 2: Формування множин смислових блоків.

На цьому етапі визначається ієрархія виокремлення смислових блоків. Кожен документ має певну ієрархічну структуру: розділ, підрозділ тощо. Ця структура є сталою і не змінюється протягом часу.

Дамо визначення кожній з множини вихідних документів: Документ «Програма проведення експертизи» – $Doc_1^{out} = \{SB_{1,F}\}$; Документ «Методика проведення експертизи» – $Doc_2^{out} = \{SB_{2,G}\}$; Документ «Перелік тестів» –

$Doc_3^{out} = \{SB_{3,H}\}$; Документ «Експертний висновок» –

$Doc_4^{out} = \{SB_{4,D}\}$; Документ «Протокол виконання робіт» – $Doc_5^{out} = \{SB_{5,S}\}$,

де F, G, H, D, S – кількість смислових блоків відповідного документа.

Етап 3: Формування структури смислових блоків.

Цей етап визначає принцип аналізу змісту смислових блоків. Кожен смисловий блок складається з множини смислових змінних і констант. Етап передбачає проведення ручного аналізу кожного вихідного документа на предмет виявлення стійких семантичних конструкцій для подальшої побудови типового шаблону документа.

Розпишемо кожен смисловий блок як об'єднання множин «смислових констант» та «смислових змінних»

$$SB = \left\{ \bigcup_{i=1}^n SC, \bigcup_{f=1}^m SV \right\},$$

де SC – смислова константа, SV – смислова змінна (n – кількість смислових констант документа $i = \overline{1, n}$, m – кількість смислових змінних документа $f = \overline{1, m}$).

Тоді запис для смислового блока вхідного документа $SB_{j,l}^{in}$ буде виглядати як

$$SB_{j,l}^{in} = \left\{ \bigcup_{i=1}^n SC_{ilc}^{out} \bigcup_{f=1}^m SV_{ilf}^{in} \right\} = \{SC_{1lc}^{out}, SC_{2lc}^{out}, \dots, SC_{ilc}^{out}, SV_{1ls}^{in}, SV_{2ls}^{in}, \dots, SV_{jls}^{in}\},$$

де індекс c – кількість констант у вхідному документі i – го документу l – го смислового блоку, а індекс s – кількість змінних у вхідному документі j – го документу l – го смислового блоку.

Таким чином, множину смислових блоків можна представити як об'єднання множин смислових блоків вихідних документів

$$SB^{out} = \{SB_{1,F}^{out}, SB_{2,G}^{out}, \dots, SB_{5,S}^{out}\}.$$

$$SB^{out} = \left\{ \bigcup_{L=1}^5 SB_{L,\beta}^{out} \right\},$$

де $\beta = \{F, G, H, D, S\}$.

Етап 4: Формування смислових змінних вхідних документів

Цей етап визначає принципи аналізу вхідних документів та формування бази знань смислових змінних вхідних документів. До вхідних документів відносяться такі документи Doc_{pj}^{in} , де j = 1, 10 – кількість вхідних документів. В свою чергу, представимо вхідні документи як множину SV

$$Doc_{pj}^{in} = \{SV_{j,k}^{in}\},$$

де k – кількість смислових змінних і констант у j-документі.

В свою чергу, $SV_{j,k}^{in}$ можемо представити використовуючи базу знань смислових змінних як сукупність нечітких правил “якщо-то”, що мають вигляд:

$$SV_{1,1}^{in}: \langle A_1 \rangle \Rightarrow \langle B_1 \rangle,$$

$$SV_{2,1}^{in}: \langle A_2 \rangle \Rightarrow \langle B_2 \rangle,$$

$$SV_{3,1}^{in}: \langle A_3 \rangle \Rightarrow \langle B_3 \rangle,$$

$$\dots\dots\dots$$

$$SV_{j,k}^{in}: \langle A_k \rangle \Rightarrow \langle B_k \rangle,$$

де нечітке висловлювання або нечіткі лінгвістичні висловлювання, які пов’язані з якостями і здібностями $(A_1, \dots, A_k)$, що відповідає певному контексту $(B_1, \dots, B_k)$. Наприклад, $SV_{1,1}^{in}$, якщо <родовий відмінок позаду B_1 >, то < B_1 у родовому відмінку> і т.п. Послідовно сформована база знань смислових змінних вхідних документів є основою для побудови шаблонів вихідних документів.

Етап 5: Побудова шаблону за рахунок встановлення взаємозв’язку змісту шаблону з переліком смислових змінних.

Останній етап передбачає формування шаблону на основі зроблених попередніх кроків.

$$T_i^{out} = f(SB^{out}) = f_1\{SC_{i,l,c}^{out}, SV_{j,l,s}^{in}\}$$

Функція f_1 може бути реалізована у вигляді графа, який відображає архітектуру документа. Архітектура документа включає вектор смислових блоків, перелік і взаємозв’язок відповідних смислових констант та змінних. Приклад такого графу для вихідного документа «Експертний висновок» індекс документа (1.4) наведено на рис.1.

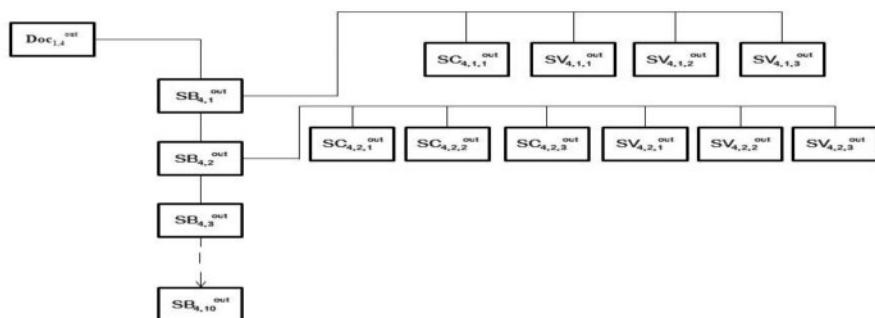


Рис.1 – Граф вихідного документа «Експертний висновок»

Побудова такого шаблону здійснюється при проведенні першої експертизи. При проведенні другої та послідуючих експертиз відбувається коректування у випадку повної або часткової зміни структури документу.

Були розглянуті основні етапи формування моделі декомпозиції вихідних документів, що дозволило прискорити створення вихідних документів державних експертиз КСЗІ.

- [1] Давиденко А.М. Разработка методики проведения экспертизы комплексных систем защиты информации / А.М. Давиденко, М.Р. Шабан // Збірник наукових праць Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України : Зб. наук. праць вип.73 . – К., 2014,– С.114-121.

ЦИФРОВА ДИНАМІЧНА РЕСТАВРАЦІЯ СИГНАЛІВ, ЩО СПОТВОРЕНІ ЛІНІЙНИМИ ФІЛЬТРАМИ

Постановка задачі. При проходженні через реальні лінійні канали зв'язку та їх елементи сигнали, як правило, спотворюють амплітудну та фазову структуру. Є багато математичних трактовок цих спотворень, але існує лише дві базові причини їх появи (рис.1):

1. Полоса проходження каналу передачі вужче спектру сигналу;
2. Коефіцієнт передачі каналу зв'язку нерівномірний в полосі проходження.

Традиційні аналогові методи боротьби із спотвореннями сигналів базуються на використанні різних корегуючих ланцюгів, що діють в характерних областях частотної характеристики. Наприклад, корегуючі ланцюги високих, середніх та низьких частот спектру.

З появою цифрового синтезу сигналів з програмуємою тонкою структурою, з'явилась можливість боротись із спотвореннями методом попередніх (з протилежним знаком) спотворень їх структури. Однак, не у всіх випадках їх реалізація доцільна. Наприклад, якщо передатчик один, а канал прийому багато і всі вони неідентичні.

В цьому випадку доцільний інший підхід до рішення проблеми лінійних спотворень (рис.1) – реставрація сигналів в точці прийому в частотній області обчислювальними методами. Суть підходу в наступному:

- спектр передаваного сигналу - $\{S\}$, а канал передачі та прийому описується довільним коефіцієнтом передачі $\{k\}$. Тоді на виході цього каналу

$$\{S_{\text{вих}}\} = \{S\} \cdot \{k\} \quad (1)$$

- якщо далі забезпечити для всього спектру сигналу операцію

$$\{S_{\text{вих}}\} / \{k_k\} = \{S\} \cdot \{k\} / \{k_k\}, \quad (2)$$

то при правильному виборі оновлюючого комплексного коефіцієнту передачі $\{k_k\} = \{k\}$, ми знову одержуємо спектр сигналу $\{S_{\text{вих}}\} = \{S\}$.

Треба мати на увазі, що при цьому можливе збільшення шумів. Для обмеження цього явища необхідно обмежити полосу проходження для $\{k_k\}$, що є оптимальним для сигналу. При цьому не враховуємо лінійний коефіцієнт пропорційності (масштабу) реставруемого сигналу.

Реставрація можлива в часовій, частотній і сачотній областях.

Найбільш економним є динамічний метод обробки сигналів. Тільки такий шлях дає високу точність відновлення в реальному часі, коли швидкість обробки не менше швидкості їх надходження.

Для прикладу розглянемо можливість відновлення сигналу, що пройшов еквівалентний нерекурсивний фільтр другого порядку, а потім розповсюдимо рішення на фільтри довільного порядку.

В цьому розділі зупиняємось на синтезі алгоритму лише в частотній області.

Відновлення сигналів в частотній області. Для наочності надамо в частотній області еквівалентну схему тракту сигналів у вигляді слідуючих операційних блоків (рис.2).

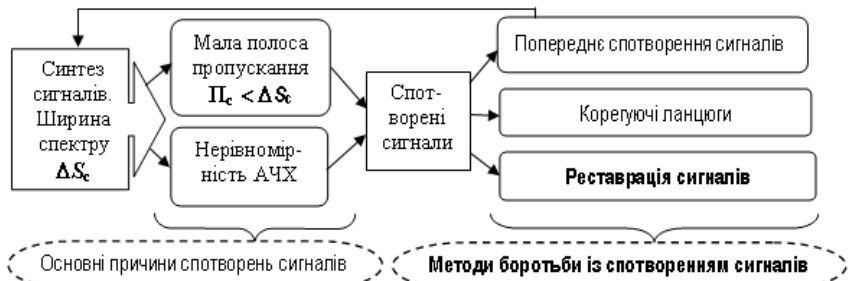


Рис.1. Основні причини лінійних спотворень сигналів та методів боротьби з ними

Тут операція множення спектрів від $\{u\}$ та $\{h\}$ (після перетворення Фур'є- ПФ) відображає процес спотворення сигнала $\{u\}$, а операція ділення спектру $\{u_{\text{вих}}\}$ на спектр $\{h\}$ - відновлення початкового сигналу.

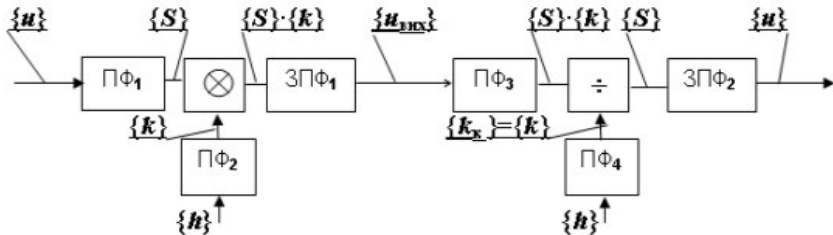


Рис. 2. Еквівалентна схема тракту передачі та прийому сигналів в частотній області

Для синтеза алгоритма відновлення розглянемо випадок, коли спотворюючий фільтр – другого порядку. Як і раніш, використовуємо динамічні спектральні перетворення у плинному часовому вікні. Ширина вікна $\Delta N \cdot T$ повинна відповідати порядку фільтру.

Для фільтрації в частотній області проводимо слідуючі операції:

Для $t=0$:

$$S_0 = U_0 e^{jA_0} = U_0;$$

$$k_0 = h_0 e^{jA_0} = h_0;$$

$$S_{\text{вих0}} = U_0 h_0;$$

$t=T$:

$$S_1 = U_0 e^{jA_0} + U_1 e^{jA_1};$$

$$k_1 = h_0 + h_1 e^{jA_1};$$

$$S_{\text{вих1}} = U_0 (h_0 + h_1 e^{jA_1}) + U_1 e^{jA_1} (h_0 + h_1 e^{jA_1}).$$

$$t=2T:$$

$$S_2 = U_0 + U_1 e^{jA1} + U_2 e^{jA2}; \quad k_2 = h_0 + h_1 e^{jA1} + h_2 e^{jA2};$$

$$S_{\text{вих2}} = U_0 G + U_1 e^{jA1} G + U_2 e^{jA2} G,$$

де $G = h_0 + h_1 e^{jA1} + h_2 e^{jA2} = k_2 = k_{\text{ст}}$ – сталий коефіцієнт передачі еквівалентного спотворюючого фільтру.

При $t=2T$ закінчується перехідний процес в цьому фільтрі. Далі:

$$t=3T:$$

$$S_3 = U_1 e^{jA1} + U_2 e^{jA2} + U_3 e^{jA3}; \quad k_3 = h_0 + h_1 e^{jA1} + h_2 e^{jA2} = k_2 = G;$$

$$S_{\text{вих3}} = U_1 e^{jA1} G + U_2 e^{jA2} G + U_3 e^{jA3} G.$$

$$t=4T:$$

$$S_{\text{вих4}} = U_2 e^{jA2} G + U_3 e^{jA3} G + U_4 e^{jA4} G.$$

...

$$t = nT:$$

$$S_{\text{вихn}} = U_{n-2} e^{jAn-2} G + U_{n-1} e^{jAn-1} G + U_n e^{jAn} G.$$

Якщо враховувати, що зворотне і пряме перетворення Фур'є (ЗПФ₁ та ППФ₃) (рис.2) знову приведуть до виразів (2), то після ділення їх на спектр від $\{h\}$, одержимо:

$$\begin{aligned} S_0 &= S_{\text{вих0}} / h_0 = U_0; \\ S_1 &= S_{\text{вих1}} / (h_0 + h_1 e^{jA1}) = U_0 + U_1 e^{jA1}; \\ S_2 &= S_{\text{вих2}} / G = U_0 + U_1 e^{jA1} + U_2 e^{jA2}; \\ S_3 &= S_{\text{вих3}} / G = U_0 e^{jA1} + U_2 e^{jA2} + U_3 e^{jA3}; \\ &\dots \\ S_n &= S_{\text{вихn}} / G = U_{n-2} e^{jAn-2} + U_{n-1} e^{jAn-1} + U_n e^{jAn}; \\ &\dots \end{aligned} \quad (3)$$

Результати (3) одержані рекурентно, однак, кожна складова має свій плинний фазовий коефіцієнт e^{jAn} . Щоб виконати зворотне перетворення Фур'є, на кожному такті дискретизації необхідно результат перемножити на комплексне сполучений плинний фазовий коефіцієнт e^{-jAn} .

Повернімось до ідеї знаходження динамічного коефіцієнта передачі у плинному в часі вікні. Домовимось, що спектр спотвореного сигналу $\{S\} \cdot \{k\}$ ми ділемо на $\{k\}$, знайдений саме по цій методиці.

$$\begin{aligned} k_0 &= h_0; \\ k_1 &= h_0 + h_1 e^{jA1}; \\ k_2 &= h_0 + h_1 e^{jA1} + h_2 e^{jA2}; \\ k_3 &= h_0 e^{jA1} + h_1 e^{jA2} + h_2 e^{jA3}; \\ &\dots \\ k_n &= h_0 e^{jAn-2} + h_1 e^{jAn-1} + h_2 e^{jAn}; \end{aligned} \quad (4)$$

Коефіцієнт передачі у сталому режимі (4) чисельно, починаючи з k_2 , не змінюється. Але, при відновленні спектру початкового сигналу, коли (3) необхідно поділити на (5), результат відрізняється від (4):

$$\begin{aligned} S_0 &= S_{\text{вих0}} / k_0 = U_0; \\ S_1 &= S_{\text{вих1}} / k_1 = U_0 + U_1 e^{jA1}; \end{aligned}$$

$$S_2 = S_{\text{вих2}} / k_2 = U_0 + U_1 e^{jA1} + U_2 e^{jA2}; \quad (5)$$

$$S_3 = S_{\text{вих3}} / k_3 = U_1 + U_2 e^{jA1} + U_3 e^{jA2};$$

...

$$S_n = S_{\text{вихn}} / k_n = U_{n-2} + U_{n-1} e^{jA1} + U_n e^{jA2};$$

...

Одержано кінцевий вираз (5), що відрізняються від (3) діленням на коефіцієнт передачі, обчислений у плинному вікні ти $\Delta N \cdot T = 2T$.

Спочатку синтезуємо алгоритм динамічного відновлення сигналу в частотній області згідно з системою (3). Можна помітити, що тут чергове дискретне значення неспотвореного сигналу з урахуванням фазового коефіцієнту дорівнює

$$U_i e^{jAi} = S_i - S_{i-1} + U_{i-3} e^{jAi-3} \quad (6)$$

Алгоритм реалізації обчислень по (6) має вид (рис.3)

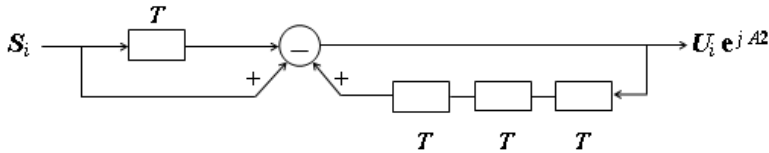


Рис. 3. Обчислення згідно (6)

Для переходу в часову область і отримання плинного дискретного значення U_i , необхідно отриманий результат помножити на e^{-jAi} . В результаті

$$U_i e^{jAi} \cdot e^{-jAi} = U_i.$$

Підкреслимо, що алгоритм відновлення спектральної складової дискретного значення сигналу – рекурсивний і має відомі недоліки у порівнянні з нерекурсивним. Але найважливіша його перевага – рекурентність.

Якщо скористатись системою (5), то чергове відновлене значення сигналу можна одержати також рекурентно.

$$U_i e^{jA2} = S_i - S_{i-1} e^{jA1} + U_{i-2} e^{jA1} \quad (7)$$

Головна відміна (7) від (6) в тому, що фазовий коефіцієнт в часі постійний і його можна враховувати як масштабний.

Алгоритм рішення (7) рекурентного відновлення сигналів у часі при умові обчислення коефіцієнту передачі у плинному вікні наведено на рис.4.

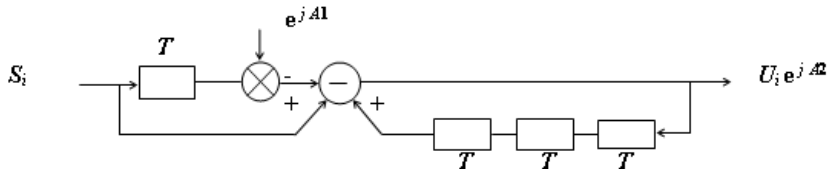


Рис. 4. Обчислення згідно (7)

При збільшенні порядку фільтра до N кількість рекурсивних елементів затримки збільшується до $N+1$.

Д.О. Дімітрієва

ЕВОЛЮЦІЯ УЯВЛЕНЬ ПРО ПРЕДМЕТ ТЕОРІЇ РИЗИКІВ

Говорячи про розвиток теорії ризику, в першу чергу, слід звернути увагу на походження слова «ризик», по відношенню до якого в даний час існують різноманітні думки і точки зору різних вчених. Одні вчені вважають, що достовірно встановити походження слова «ризик» неможливо. Інші ж наполягають, що воно має арабське походження. Ряд дослідників вважає, що походження терміну «ризик» бере свої корні від грецького слова «*ridsikon*» або «*ridsa*» – скеля.

Однак більшість вважає, що слово «ризик» має іспанське («*risco*» – прямовисна скеля) або італійське («*risiko*» – небезпека, загроза; «*risicare*» – лавірувати між скель) походження.

Термін «*risk*» або «*risque*» (ризик) почав застосовуватися близько 1830 року, а протягом 100 років до цього крім вищезазначеного терміну паралельно використовувалося слово «*hazard*» (небезпека). І тільки в XX столітті слово «*risk*» остаточно затвердилося економічній літературі та дільовій практиці [3].

Історія формування поняття «ризик» в значній мірі пов'язана зі ставленням людини до майбутнього.

У Стародавній Греції світогляд, який базувався на міфах, був заснований на тому, що майбутнє повністю зумовлено волею і бажанням богів, та абсолютно не залежить від поведінки людини.

Однак, виникнення світових релігій і перш за все християнства призвело до того, що майбутнє набуло неоднозначності. У людей з'явилося розуміння того, що майбутнє може бути «різним» і це в першу чергу залежить від їх поведінки, крім того з'явилася відповідальність за наслідки своїх дій.

Пізніше відбулося усвідомлення того, що майбутнє залежить не тільки від Бога. Одним з тих, хто вперше порушив цю проблему, був італійський чернець, професор математики Лука Начисли, який жив у XV ст.

І вже в епоху Відродження почалося серйозне вивчення проблем, пов'язаних з ризиком.

Завдяки розвитку азартних ігор і перш за все гри в кості почало формуватися чітке уявлення про проблематику теорії імовірностей та з'явилися перші математичні (комбінаторні) методи вирішення імовірнісних задач.

Досліджуючи азартні ігри, французький математик, філософ і винахідник Блез Паскаль у 1654 році звернувся за допомогою до математика П'єра Ферми та в результаті співпраці була створена теорія імовірностей. Вона стала величезним світоглядним і практичним стрибком, вперше дозволивши виконати кількісні прогнози майбутнього. Блез Паскаль у своїх працях далеко просунув застосування комбінаторних методів, які

систематизував та виклав у своїй книзі «Трактат про арифметичний трикутник» (1665 г.) [1].

Тематика дискусії Паскаля і Ферми стала відома Християну Гюйгенсу, який опублікував власне дослідження «Про розрахунки в азартних іграх» (1657): перший трактат з теорії імовірностей [6], в якому детально викладені питання, що розглядались Ферма і Паскалем, та ставляться нові, не менш цікаві питання. Як результат, головним досягненням нідерландського вченого стало введення поняття математичного очікування, тобто теоретичного середнього значення випадкової величини.

З того часу інструменти прогнозування, подібні ворожінню та жертвоприношенню почали відходити в минуле.

На початку XVIII століття німецький математик Готфрід Лейбніц висунув ідею щодо диференціального числення (1684 рік) на підставі якої швейцарський математик Якоб Бернуллі (1654-1705 роки) обґрунтував закон великих чисел і розробив процедури статистики. Трактат Якоба Бернуллі «Мистецтво пропозиції» викликав різке збільшення інтересу до імовірнісних проблем, а як наслідок зростання кількості нових досліджень.

З 1725 року, коли вперше урядом Англії були застосовані таблиці смертності, цей інструмент швидко поширився в усьому світі.

У 1730 році французький математик Абрахам де Муавр вперше ввів поняття структури нормального розподілу і міру ризику – стандартне відхилення.

Данило Бернуллі досліджував нормальний розподіл для помилок спостережень, першим застосував до імовірнісних задач методи математичного аналізу та визначив очікувану корисність (1738 рік), на яку в кінцевому рахунку спирається сучасна теорія портфельних інвестицій.

Наступний важливий крок зробив англійський математик Томас Байєс, завдяки його теоремі (теоремі гіпотез) світ дізнався, як впливає на прийняття рішень ступінь інформованості про об'єкт управління (1763 рік).

В 1886 році англійський вчений Френсіс Галтон ввів термін «регресія» і розробив теорію статистичної регресії.

Таким чином, відкриття основних законів і розробка практично всіх сучасних інструментів управління ризиками відноситься до XVII-XVIII ст.

Промислова революція, соціальні потрясіння, розширення галузей діяльності людини істотно збільшили сфери прояву ризику і одночасно сформували ставлення до майбутнього як до частково прогнозованого стану.

Ризик притаманний будь-якій сфері людської діяльності, що пов'язано з наявністю незліченного різноманіття умов і факторів, що впливають на результат прийнятих людьми рішень (позитивний або негативний).

Ризик недоотримання намічених результатів почав особливо проявлятися в період товарно-грошових відносин, конкуренції учасників господарської діяльності.

Досить широке й одночасно конструктивне трактування ризику почали використовувати в страхуванні, оскільки ця сфера підприємницької діяльності безпосередньо пов'язана з існуванням та різними формами прояву

ризик. Саме завдяки страхуванню сформувалося розуміння ризику як економічної категорії.

З виникненням і розвитком ринкової економіки з'являються різні теорії ризику.

Одним з перших, проблеми економічних ризиків розглянув американський економіст Альфред Маршалл, праці якого поклали початок неокласичної теорії ризиків.

Американський економіст Джон Мейнард Кейнс ввів поняття «схильність до ризику», характеризуючи інвестиційні та підприємницькі ризики; запропонував одну з перших класифікацій ризиків, виділивши три їх основні види (підприємницький ризик, ризик "позикодавця" і ризик зміни цінності грошової одиниці) [4].

У роботі американського економіста Френка Найта «Ризик, невизначеність і прибуток» вперше була висловлена думка про ризик як кількісну міру невизначеності та розділено поняття «ризик» і «невизначеності». Під ризиком він розумів імовірність настання несприятливого результату, а невизначеність, на його думку, не може бути підрахована кількісно, так як, найчастіше, занадто мало інформації про настання невизначених подій і кожна з них є унікальною. Таку подію не можна, будь-яким чином класифікувати. Крім того, Френк Найт в своїх роботах дав класифікацію типів імовірностей [5].

У роботі «Теорія ігор і економічної поведінки» американських математиків Оскара Моргенштерна і Джона фон Неймана було встановлено взаємозв'язок понять «невизначеність» і «ризик», відображено імовірнісно-математичне трактування ризику. Здобутком математиків є застосування теорії ігор до аналізу ринкової економіки (теорія очікуваної корисності).

На початку XX ст. класик теорії управління французький інженер Анрі Файоль, який вважається засновником класичної школи управління та «батьком наукового менеджменту», включив до складу основних функцій управління організацією функцію забезпечення її безпеки.

Наступними ключовими моментами розвитку теорії ризиків є: розробка теорії управління портфелем інвестицій в 1952 році американським економістом Гаррі Максом Марковицем; роботи Франко Модільяні і Мертона Міллера по теорії інвестицій; роботи Майрона Шоулза і Фішера Блека щодо фінансових опціонів (формула моделі оцінки опціонів, 1973 рік) та багатьох інших дослідників і практичних розробників безлічі нових фінансових інструментів, які трансформували вигляд і можливості фінансових ринків [2].

Остаточна наука про ризик сформувалася тільки в останній чверті XX ст. завдяки перш за все практичним потребам забезпечення безпеки в техносфері (зокрема, ядерній енергетиці та інших потенційно небезпечних технологіях).

В даний час багато дослідників особливу увагу звертають на необхідність вивчення проблеми ризику і невизначеності. Щорічно з'являються нові роботи і публікації вчених, присвячені проблемам оцінки та

управлінню рівнем ризику і невизначеності. Вчені ведуть активну роботу для класифікації, систематизації ризиків, розробки методів їх розрахунку й аналізу. Разом з тим існує ряд проблем, які потребують подальших досліджень. Крім того, до теперішнього часу відсутнє єдине розуміння категорії ризику і невизначеності, немає єдиного методичного підходу до визначення факторів, що обумовлюють виникнення ризику та загальноприйнятих методів оцінки рівня ризику і невизначеності.

- [1] Ван дер Варден Б. Л. Переписка между Паскалем и Ферма по вопросам теории вероятностей. Историко-математические исследования. М.: Наука, 1976. № 21. С. 228-232.
- [2] Вяткин В.Н. и др. Управление риском в рыночной экономике. М., 2002. С.20-21.
- [3] Капустина Н.В. Управление рисками в организации, его место, роль и содержание. Экономические науки. 2012. № 11(96). С.48-52.
- [4] Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег. М.: Издательство иностранной литературы, 1948. — 454 с.
- [5] Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль. М.: Дело, 2003. 360 с.
- [6] Стройк Д. Я. Краткий очерк истории математики. М.: Наука, 1984. Изд. 3-е. — 285 с.

M. Fryz

MODELLING, ESTIMATION AND FORECASTING USING CONDITIONAL LINEAR RANDOM PROCESSES

A conditional linear random process (CLRP) $\xi(t)$ has been defined as the stochastic integral of a random function $\varphi(\tau, t)$, $\tau, t \in (-\infty, \infty)$ with respect to a process with independent increments $\eta(\tau)$, $\tau \in (-\infty, \infty)$, that is:

$$\xi(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\tau, t) d\eta(\tau).$$

When the process with independent increments is Poisson then CLRP:

$$\xi(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \varphi(\tau_k, t)$$

represents the signal as a sum of a large amount of stochastically dependent impulses $\varphi(\tau_k, t)$ whose times of occurrence $... < \tau_{k-1} < \tau_k < \tau_{k+1} < ...$ are the times of a Poisson process. For example, the electricity loads of the electrical power systems, also the processes of gas and water consumption, electrophysiological signals et al. can be modelled using CLRP. Moreover, the stochastic periodicity of the signals can be taken into account [2].

A random coefficient autoregressive model [3] has been shown to be a member of the class of discrete-time CLRP and suitable for estimation purposes [2]. The main goal of the paper is to develop the procedure for the parameter estimation of random coefficient periodic autoregressive (RCPAR) model.

The model has periodic parameters and consequently periodic probability distribution [1]. The estimations have been obtained as a result of applying the least squares method to the set of L (where L is a period) stationary and jointly stationary subsequences of RCPAR model. The simulation results have been presented which confirm the consistency of the developed estimations, that is, the precision of the estimates increases with the increase in the sample size [2].

The results of short-term electricity consumption forecasting of the enterprise (which belongs to the class of small and medium-sized) have been presented and analyzed using RCPAR model.

The developed approach has been compared with the methods of electricity consumption forecasting using Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average, Artificial Neural Network and Support Vector Regression. Lower values of Mean Absolute Percentage Error have been obtained using RCPAR model, also conditional variance of forecasting error can be estimated.

- [1] Aknouche A., Guerbyenne H. Periodic stationarity of random coefficient periodic autoregressions. *Statistics and Probability Letters*. 2009. Volume 79, Issue 7. Pp. 990–996.
- [2] Fryz M., Scherbak L. Statistical Analysis of Random Coefficient Periodic Autoregression and its Application for Short-term Electricity Consumption Forecasting. *Tekhnichna elektrodynamika*. 2019. №2. P. 38 – 47.
- [3] Nicholls D.F., Quinn B.G. Random Coefficient Autoregressive Models: an Introduction. *Lecture Notes in Statistics*, 11. New York: Springer Verlag, 1983. 154 p.

ЗАДАЧА ПРО ЕКСТРЕМАЛЬНЕ РОЗБИТТЯ КОМПЛЕКСНОЇ ПЛОЩИНИ З ВІЛЬНИМИ ПОЛЮСАМИ

Дана робота присвячена одній відомій задачі про екстремальне розбиття комплексної площини геометричної теорії функцій комплексної змінної.

Нехай $\mathbb{N}$, $\mathbb{R}$ – множина натуральних та дійсних чисел, відповідно, $\mathbb{C}$ – комплексна площина, $\overline{\mathbb{C}} = \mathbb{C} \cup \{\infty\}$ – розширена комплексна площина або сфера Рімана.

Нехай $r(B, a)$ – внутрішній радіус області B відносно точки a . Внутрішній радіус пов'язаний з узагальненою функцією Гріна $g_B(z, a)$ області B співвідношеннями (1), (2)

$$g_B(z, a) = -\ln|z - a| + \ln r(B, a) + o(1), \quad z \rightarrow a, \quad (1)$$

$$g_B(z, \infty) = -\ln|z| + \ln r(B, \infty) + o(1), \quad z \rightarrow \infty. \quad (2)$$

Нехай $n \in \mathbb{N}$. Набір точок $A_n := \{a_k \in \mathbb{C} : k = \overline{1, n}\}$ називатимемо n -променевою системою точок, якщо $|a_k| \in \mathbb{R}^+$, $k = \overline{1, n}$ і

$$0 = \arg a_1 < \arg a_2 < \dots < \arg a_n < 2\pi. \quad (3)$$

Нехай $P_k = P_k(A_n) := \{w : \arg a_k < \arg w < \arg a_{k+1}\}$, $a_{n+1} := a_1$,

$$\alpha_k := \frac{1}{\pi} \arg \frac{a_{k+1}}{a_k}, \quad \alpha_{n+1} := \alpha_1, \quad k = \overline{1, n}, \quad \sum_{k=1}^n \alpha_k = 2.$$

Системою неперетинних областей називається скінченний набір довільних попарно неперетинних областей $\{B_k\}_{k=1}^n$, $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$, у яких $B_k \subset \overline{\mathbb{C}}$, $B_k \cap B_m = \emptyset$, $k \neq m$, $k, m = \overline{1, n}$.

Розглянемо наступну задачу.

Задача 1. Знайти максимум функціонала (4)

$$I_n(\gamma) = r^\gamma(B_0, 0) \prod_{k=1}^n r(B_k, a_k), \quad (4)$$

на системі взаємно неперетинних областей B_k , $k = \overline{0, n}$, причому області B_k , $k = \overline{1, n}$ симетричні відносно одиничного кола, при $\gamma \in (0, n]$,

$n \geq 2$, за умови, що $a_0 = 0$, $|a_k| = 1$, $k = \overline{1, n}$, $a_k \in B_k \subset \overline{\mathbb{C}}$, де $r(B_k, a_k)$ – внутрішній радіус області B_k відносно точки a_k .

Доведено, що при $\gamma > n$ ця задача не має розв'язку. У випадку однозв'язних областей та конформних радіусів подібні задачі розглядалися у роботі [1].

В 1994 році при $\gamma = 1, n \geq 2$ Задача 1 була поставлена в якості відкритої проблеми у роботі [2].

Розв'язок даної задачі в деяких часткових випадках отримано у роботах [3 – 7].

У наступній теоремі показано, що якщо кутові параметри задачі задовольняють умову $0 < \alpha_k \leq y_0 / \sqrt{2\gamma}$, де y_0 – корінь рівняння

$\ln\left(\frac{y^2}{4-y^2}\right) - \frac{4}{y^2} = 0$ із проміжку $0 < y \leq 2$, то множина тих γ , для яких розв'язується ця задача ширша, порівняно із загальним випадком.

Теорема. Нехай $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$, $\gamma \in (0, \gamma_n]$, $\gamma_n = 0,38n^2$. Тоді для довільної n – променевої системи точок A_n , що належить одиничному колу і при умові, що $0 < \alpha_k \leq y_0 / \sqrt{2\gamma}$, $y_0 \approx 1,76$, $k = \overline{1, n}$ і довільного набору взаємно неперетинних областей B_k , $a_0 = 0 \in B_0 \subset \overline{\mathbb{C}}$, $a_k \in B_k \subset \mathbb{C}$, $k = \overline{1, n}$, причому області B_k , $k = \overline{1, n}$ симетричні відносно одиничного кола, справедлива нерівність (5)

$$r^\gamma(B_0, 0) \prod_{k=1}^n r(B_k, a_k) \leq \left(\frac{4}{n}\right)^n \frac{\left(\frac{2\gamma}{n^2}\right)^{\frac{\gamma}{n}}}{\left(1 - \frac{2\gamma}{n^2}\right)^{\frac{n+\gamma}{2n}}} \left(\frac{n - \sqrt{2\gamma}}{n + \sqrt{2\gamma}}\right)^{\sqrt{2\gamma}} \quad (5)$$

Знак рівності досягається, коли a_k і B_k , $k = \overline{0, n}$, є, відповідно, полюсами і круговими областями квадратичного диференціала (6)

$$Q(w)dw^2 = -\frac{\gamma w^{2n} + 2(n^2 - \gamma)w^n + \gamma}{w^2(w^n - 1)^2}dw^2. \quad (6)$$

- [1] Бахтина Г.П. О конформных радиусах симметричных неналегающих областей. / Г.П. Бахтина // Современные вопросы вещественного и комплексного анализа. Киев: Ин-т математики АН УССР. – 1984. – С. 21 – 27.
- [2] Дубинин В.Н. Метод симметризации в геометрической теории функций комплексного переменного / В.Н. Дубинин // Успехи мат. наук. – 1994. – Т. 49, № 1(295). – С. 3 – 76.
- [3] Ковалев Л.В. О внутренних радиусах симметричных неналегающих областей / Л.В. Ковалев // Изв. вузов. Матем. – 2000. – Т. 6. – С. 3 – 7.
- [4] Ковалев Л.В. О трех непересекающихся областях / Л.В. Ковалев // Дальнев. матем. сб. – 2000. – Т. 1. – С. 3 – 7.
- [5] Заболотный Я.В., Выговская Л.В. О произведении внутренних радиусов симметричных многосвязных областей / Я.В. Заболотный, Л.В. Выговская // Український математичний вісник, 2017. – Т. 14, № 3. С. 441 – 452.
- [6] Vyhivska L.V. On the problem of V.N. Dubinin for symmetric multiply connected domains / L.V. Vyhivska // Journal of Mathematical Sciences, 2018. – Vol. 229, № 1. – P. 108 – 113.
- [7] Бахтин А. К., Выговская Л.В. Оценки внутренних радиусов симметричных неналегающих областей / А.К. Бахтин, Л.В. Выговская // Український математичний вісник, 2018. – Т. 15, № 3. С. 298 – 320.

АЛГОРИТМИ МОДЕЛЮВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЛЬНИХ ОПЕРАТОРІВ

Інтегральні оператори відображають процеси в ВП різної складності, але представлених за принципом «вхід-вихід». Постановка задачі моделювання лінійного ВП формулюється наступним чином: задані динамічна характеристика $k(t, \tau)$ лінійної частини, нелінійна залежність F і вхідний сигнал $x(t)$; необхідно визначити вихідний сигнал $y(t)$.

В лінійному випадку модель має вигляд:

$$y(t) = \int_0^t K(t, \tau) x(\tau) d\tau. \quad (1)$$

При послідовному з'єднанні лінійної ланки і нелінійної ланки ВП модель має вигляд

$$y(t) = \int_0^t K(t, \tau) F[x(\tau)] d\tau. \quad (2)$$

Для випадку, коли відома комплексна нелінійна динамічна характеристика нелінійного об'єкта $K(t, x(t)) dt$, оператор ВП має вигляд

$$y(t) = \int_0^t K(t, x(\tau)) d\tau. \quad (3)$$

Отримання моделі (3) є складною задачею, яка в більшості випадків вирішується шляхом побудови і застосування наближеної моделі у вигляді інтегро-степенового усеченого ряду Вольєрра

$$y(t) = \int_0^t K_1(t, \tau) x(\tau) d\tau + \int_0^t \int_0^t K_2(t, \tau_1, \tau_2) x(\tau_1) x(\tau_2) d\tau_1 d\tau_2 + \dots, \quad (4)$$

де $x(t), y(t)$ - відповідно вхідні і вихідні сигнали ВП, t - час, $K_i(t_1, \dots, t_n)$ - ядра Вольєрра, n - кількість членів ряду.

Основою методів числової реалізації інтегральних операторів і рівнянь Вольєрра є метод квадратур, який полягає в застосуванні квадратурних

формул для наближеного обчислення визначеного інтеграла:

$$\int_a^b f(x)dx = \sum_{i=1}^n A_i f(x_i) + R[f], \quad (5)$$

де x_i – фіксовані абсциси (вузли) відрізка $[a, b]$, причому $x_1 = a$, $x_n = b$, A_i – числові коефіцієнти або вагові множники, $R[f]$ – залишковий член (похибка

апроксимації); звичайно $A_i \geq 0$ та $\sum_{i=1}^n A_i = b - a$.

Задача розробки і вибору чисельних алгоритмів при проведенні досліджень та проектуванні технічних об'єктів може бути вирішена без урахування яких-небудь спеціальних вимог. При цьому можуть бути застосовані доступні і розповсюджені програмні засоби. На відміну від такої постановки розробка і вибір чисельних алгоритмів, що відтворюють процеси в діючих системах вимірювання, виконуються при суттєвих вимогах до складності та швидкодії. Саме тому є необхідність дослідження шляхів побудови алгоритмів реалізації інтегральних моделей процесів вимірювання.

ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ВАРТОСТІ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СТАНЦІЇ НА АРТЕЗІАНСЬКИХ ВОДАХ

В Україні розвинуті системи централізованого та децентралізованого теплопостачання, основою яких є опалювальні котельні та ТЕЦ. Теплогенеруючі джерела зазвичай мають значний термін експлуатації та використовують різноманітні технології (спалювання різних видів палива, електроопалення, використання теплоти навколишнього середовища, тощо). Для прогнозування розвитку системи теплопостачання та визначення доцільності впровадження нових технологій в умовах України необхідним є проведення досліджень та оцінювання вартості виробництва теплової енергії прогнозованими теплогенеруючими джерелами.

Для порівняння різних технологій енергогенерації у світі застосовується метод оцінювання середньої вартості енергії за життєвий цикл. Метод LCOE/LCOHC (Levelised cost of energy/levelized cost of heat (cold)) універсальний та зручний при порівняльному аналізі різнотипних технологій виробництва енергії (електро-, теплоенергії та холоду) і застосовується багатьма авторитетними організаціями, зокрема Міжнародним енергетичним агентством. Методологія оцінки показника залежить від ступеня складності припущень (фінансових, економічних та технічних).

Показник LCOHC визначається як постійна вартість генерації одної кВт·год теплоти/холоду, яка дорівнює дисконтованим витратам, понесеним протягом усього життєвого циклу інвестиції [1-4].

Основна розрахункова формула даного методу має вигляд:

$$LCOH = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{(I_t + M_t + F_t)}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{H_t}{(1+r)^t}}, \quad (1)$$

де $LCOH$ – середня вартість теплоенергії за життєвий цикл; t – поточний вік системи з початку спорудження (індекс складових витрат); N – термін існування проекту; I_t – щорічні інвестиції; M_t – умовно постійні витрати на обслуговування та ремонт; F_t – умовно змінні (паливні) витрати; H_t – річне виробництво теплоенергії; r – дисконтна ставка (дисконт), що відображає швидкість здешевлення інвестиційного капіталу з роками.

Серед технологій, які є перспективними для розвитку систем теплопостачання України, є теплонасосні технології. З використанням формули (1) обраховано середню вартість теплової енергії від теплонасосної станції (ТНС) на артезіанських водах для різних варіантів компоновки станції та визначено вплив на вартість теплоенергії різних параметрів – вартості електроенергії, коефіцієнту перетворення теплового насоса COP, курсу

гривні до іноземних валют. Оцінку економічної ефективності ТНС проведено з урахуванням річного графіка тривалості сумарного теплового навантаження для теплового навантаження системи потужністю 9 МВт.

Розрахунки показали, що збільшення COP з 3,5 до 4,0 зменшує середню вартість теплової енергії за життєвий цикл приблизно на 100 грн/Гкал у цінах на кінець 2016 р. Зменшення тарифу на електроенергію з промислового (2-й клас напруги) на тариф для населення з електроопалювальними установками зменшує середню вартість теплової енергії за життєвий цикл приблизно на 240 грн/Гкал. Зростання курсу гривні від 11 грн за 1 євро (2013 р.) до 30 грн призвело до збільшення середньої вартості теплоенергії в середньому в 3 рази, паливна ж складова збільшилась менше ніж вдвічі. При цьому при всіх компоновках ТНС та COP 4,0 вартість теплової енергії лишається більшою, ніж від газової котельні такої ж потужності.

Для того щоб теплонасосні станції могли конкурувати з газовими котельними необхідно або зменшити вартість електроенергії для ТНС, або збільшити коефіцієнт трансформації теплового насоса (використовувати термальні, стічні води тощо), або, що краще, зменшити вартість обладнання ТНС. Цього, в свою чергу, можна досягти при використанні теплових насосів та іншого обладнання вітчизняного виробництва.

- [1] Baez, M.J., Larriba Martínez, T., 2015. Technical Report on the Elaboration of a Cost Estimation Methodology. No. D.3.1. Creara, Madrid, Spain.
- [2] Projected Costs of Generating Electricity. International Energy Agency (IEA). 2010. 218 p.
- [3] Kuts, G.O. & Stanytsina, V.V. & Kobernik, V.S. (2016). Comparative estimate of the cost of thermal energy from the operating and projected heat-generating sources for the systems of heat supply of Ukrain. The Problems of General Energy. 2016. 12-18. 10.15407/pge2016.03.012.
- [4] Artemchuk, V.O. and al. (2017). Theoretical and applied bases of economic, ecological and technological functioning of energy objects. Kyiv, Ukraine: TOV «Nash format».

КОНЦЕНТРАЦІЯ КИСНЮ ЯК ІНФОРМАТИВНИЙ ПАРАМЕТР ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

До сих пір вважається, що в умовах рівнинної місцевості концентрація кисню в повітрі залишається стабільною. При розрахунках концентрацію кисню в повітрі вважають стабільним параметром як за об'ємом (20,95%), так і за масою (23,15%). Однак проведені експериментальні дослідження [1, 2] показують, що дана величина змінюється в достатньо широкому діапазоні як протягом року, так і протягом доби.

Широкий клас досліджень, проведених ще в ХХ ст., показав неправомірність використання як кількісного параметра кисню його парціальний тиск чи відсоткове співвідношення в атмосферному повітрі. Для використання в різних технологічних процесах як кількісний параметр кисню може використовуватися парціальна густина кисню (D , г/м³), правомірність якого може бути доведена основними газовими законами (Бойля-Маріота, Гей-Люсака, Шарля) та рівнянням Клайперона [3]

В роботах [4, 5] показано, що концентрація кисню в повітрі залежить від метеорологічних параметрів – температури, абсолютного тиску та відносної вологості, зміна яких локально впливає на кількісний склад повітря. При розрахунках було враховано, що масова концентрація кисню в повітрі залишається сталою величиною (23,15%). Результати, наведені в цій роботі, були отримані за допомогою наступних рівнянь:

- парціальна густина кисню

$$D = 0,2315 \cdot 10^6 \cdot \frac{(P - e)}{R \cdot T}; \quad (1)$$

- об'ємна концентрації кисню

$$[O_2]^V = \frac{8,314 \cdot D \cdot T}{P \cdot M_{O_2}}, \quad (2)$$

де P – атмосферний тиск, гПа; e – тиск водяної пари в повітрі, гПа; T – температура повітря, К; R – універсальна газова стала; M_{O_2} – молярна маса кисню.

На основі даних щоденної зміни метеопараметрів у місті Києві протягом чотирьох років (з 01 січня 2014 року по 31 грудня 2017 року) можна зробити висновок щодо періодичної зміни не лише температури, але й розрахованої об'ємної концентрації кисню (рис. 1). Визначення результатів з надмірною похибкою сукупності даних вимірювань метеопараметрів неможливе, оскільки наявні лише однократні вимірювання не стабільних фізичних величин.

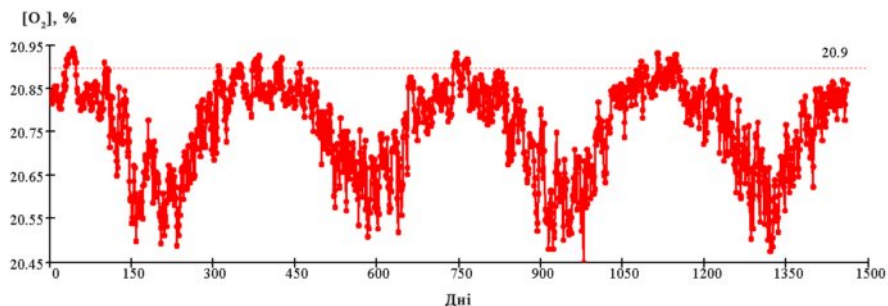


Рис. 1. Розрахована за формулою (2) об'ємна концентрація кисню у повітрі (г) з 01 січня 2014 року по 31 грудня 2017 року

Таким чином, проведені дослідження показали, що концентрація кисню в навколишньому повітрі не є постійною величиною. Як було відображено, її значення на відкритій місцевості можна встановити за допомогою значень вологості, температури та тиску атмосферного повітря, однак це потребує додаткових вимірювальних пристроїв. В якості практичного аспекту в даній запропоновано застосування розробленого методу в енергетичному секторі.

- [1] Запорожець А. О. Аналіз засобів моніторингу забруднення повітря навколишнього середовища / А. О. Запорожець // Наукоємні технології. – 2017 – Т. 35. – №3. – С. 242-252. doi: 10.18372/2310-5461.35.11844
- [2] Запорожець А.О. Підвищення точності вимірювання коефіцієнта надлишку повітря в котлоагрегатах із застосуванням газоаналізаторів електрохімічного типу / В.П. Бабак, А.О. Запорожець, О.О. Редько // Промышленная теплотехника. – 2015. – №1. – С. 82-96. doi: 10.31472/ihe.1.2015.10
- [3] Artemchuk, V.O. and al. (2017). Theoretical and applied bases of economic, ecological and technological functioning of energy objects. Kyiv, Ukraine: TOV «Nash format».
- [4] Zaporozhets A.O. Method of indirect measurement of oxygen concentration in the air / A.O. Zaporozhets, O.O. Redko, V.P. Babak, V.S. Eremenko, V.M. Mokiychuk // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2018. – №5. – P. 105-114. doi: 10.29202/nvngu/2018-5/14
- [5] Babak, V.P. Improving the efficiency of fuel combustion with regard to the uncertainty of measuring oxygen concentration / V.P. Babak, V.M. Mokiychuk, A.A. Zaporozhets, A.A. Redko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 6. – №8 (84). – P. 54-59. doi: 10.15587/1729-4061.2016.85408
- [6] Zaporozhets A. Methods and Hardware for Diagnosing Thermal Power Equipment Based on Smart Grid Technology / Advances in Intelligent Systems and Computing III. – 2019. – vol. 871. – pp. 476-489. doi: 10.1007/978-3-030-01069-0_34

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ КІБЕРБЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Під час побудови та впровадження систем управління інформаційною безпекою, комплексних систем захисту інформації в автоматизованих системах різних класів виникає необхідність здійснення процесу оцінки ризиків кібербезпеки інформаційних систем. Вирішення даної проблеми можливе за рахунок розробки методології оцінки ризику кібербезпеки інформаційних систем, орієнтованої на створення відповідних методів та засобів розрахунку сумарних ризиків.

Запропонована методологія базується на методі експертних оцінок і методах визначення сумарних ризиків [1] та включає наступні етапи:

1. Визначення базових параметрів. Визначаються параметри, які являються базовими, для обчислення сумарного ризику, використовуючи запропоновані у дисертаційній роботі методів. Визначення базових параметрів може бути здійснено методом експертних оцінок.

2. Введення вхідних даних. Введення вхідних даних здійснюється в модуль обчислення і в модуль пам'яті. В модулі пам'яті формується база даних вхідних даних та результатів обчислень.

3. Обчислення сумарного ризику об'єктивної складової. Обчислення сумарного ризику об'єктивної складової здійснюється методом максимальних наслідків.

4. Обчислення сумарного ризику суб'єктивної складової. Обчислення сумарного ризику суб'єктивної складової здійснюється методом максимальних наслідків.

5. Визначення сумарного ризику об'єктивної і суб'єктивної складових. Визначення сумарного ризику об'єктивної і суб'єктивної складових здійснюється з використанням теорії векторної алгебри.

6. Візуалізація результатів обчислень.

Результати обчислень виводяться на пристрій відображення інформації і в модуль пам'яті.

На основі запропонованої методології можна розробити комплекс структурних рішень обчислювальних систем, а також побудувати системи, як програмні так і апаратно-програмні, з використанням методів, спрямованих на визначення сумарного ризику кібербезпеки інформаційних систем.

[1] Мохор В.В., Гончар С.Ф. Идея построения алгебры рисков на основе теории комплексных чисел / В.В. Мохор, С.Ф. Гончар. // Електронне моделювання. –2018. – Т.40. - № 4. - С.107-111.

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ SMART GRID

Інтеграція Об'єднаної енергетичної системи до європейського об'єднання ENTSO-E передбачає впровадження технології інтелектуальних мереж, що з одного боку спрощує і прискорює управління, але з іншого боку відкриває доступ до можливих кібератак і неправомірному використанню даних.

Появу, існування і актуальність проблеми кібербезпеки новітніх і перспективних електроенергетичних систем, у тому числі із застосуванням інтелектуальних мереж Smart Grid визнає сучасна світова енергетична спільнота. Дослідженню і розв'язанню цієї проблеми приділяється все більше уваги в багатьох передових країнах світу.

Інтеграція Об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України до ENTSO-E – важлива складова енергетичної безпеки України. Адже в результаті ми отримаємо підвищення надійності та збалансованості роботи ОЕС України, ефективності використання енергетичних ресурсів та значне збільшення експортних можливостей.

З метою реалізації курсу на співробітництво між Україною та Європейським Союзом у галузі енергетики та для забезпечення ефективного, стабільного та надійного функціонування енергетичної галузі України Кабінетом Міністрів України затверджено план заходів щодо синхронізації об'єднаної енергосистеми України з ENTSO-E. Синхронізація енергосистеми України з європейською енергосистемою являється стратегічним напрямком двостороннього співробітництва України та ЄС в електроенергетичному секторі. Для об'єднання мереж повинні бути проведені додаткові дослідження статичної і динамічної стійкості та виконано ряд технічних заходів з метою забезпечення повної синхронізації, впровадження технології інтелектуальних мереж Smart Grid в ОЕС України. Впровадження технології інтелектуальних мереж з одного боку спрощує і прискорює управління, але з іншого боку відкриває доступ до можливих кібератак і неправомірного використанню даних.

Питання кібернетичної безпеки сучасних електроенергетичних об'єктів з використанням інтелектуальних мереж Smart Grid, оснащених цифровими системами моніторингу, управління, релейного захисту та протиаварійної автоматики стають дуже актуальними, через новизну і недостатнє дослідження проблеми.

УТИЛІЗАЦІЯ ПОЛІМЕРНИХ ТА РІДКИХ МЕДИЧНИХ СПИРТОМІСНИХ ВІДХОДІВ

За даними Державного комітету статистики України, кожного року в Україні утворюється близько 11 млн тон твердих побутових відходів (ці дані далеко не повні, оскільки тільки станом на 21 жовтня 2018 року на електронну мапу сміттєзвалищ, яку Мінприроди запустило у вересні 2016 року, громадяни надіслали близько 5 тис. повідомлень про виявлені звалища), із них тільки 262 тис. т було спалено або утилізовано іншими способами [1]. Із них доля полімерних відходів є досить суттєвою. Суттєвим недоліком полімерних відходів є те, що на їх розкладення в природньому середовищі йде від 10 до 100 років, тому навіть можливі обмеження щодо їх виробництва не знімуть проблему негативного впливу цих відходів на оточуюче середовище.

Окрему зацікавленість викликає проблема утилізації рідких медичних спиртомісних дезінфікантів – антисептиків, які застосовуються для обеззараження приміщень, медичного обладнання, інструментів та виробів, а також для обеззараження твердих медичних відходів. Основу таких антисептиків складає спирт етанол до 95%), але у результаті їх застосування, ці дезінфіканти баластуються біологічними виділеннями, водою, твердими негорючими частинками.

Найбільш поширені на теперішній час методи утилізації полімерних відходів:

1) вторинна переробка, яка потребує попереднього сортування за видами полімерів із подальшими промиванням (за необхідності), подрібненням, гомогенізацією та регрануляцією;

2) спалювання відходів із отриманням теплової енергії, екологічність якого можлива тільки у спеціальних установках для спалювання (інсинераторах) із додатковим очищенням продуктів згорання;

3) піролізна переробка відходів: термічна деструкція відходів без доступу кисню, унаслідок чого складні структури полімерних відходів розкладаються на простіші рідкі, газоподібні та тверді продукти розкладу, які можуть бути використані як паливо або в інших цілях.

Підприємством «Капітал-2006» за участі спеціалістів із Інституту газу була розроблена установка для утилізації полімерних та рідких горючих відходів шляхом переробки у паливо. Принцип роботи установки (рис. 1) наступний: відходи завантажуються до спеціальної реторти 2, яка герметично закривається кришкою. Зверху кришки є газовідвідний патрубок. Реторту із відходами краном ставлять у реактор 1 і під'єднують гнучким шлангом до вхідного патрубка колони конденсації. Простір між реактором і ретортою нагрівають пальником 3, унаслідок чого відходи в реторті нагріваються й відбувається низькотемпературний піроліз із виділенням газів та парів, які послідовно перетікають в I ступінь колони конденсації 5 (із водяною

сорочкою) та в II ступінь 6 (із насадкою з кілець Рашига всередині). У результаті пари конденсуються в колоні у вигляді рідкого піролізного палива та саомпливом стікають через додатковий охолоджувач у збірний бак 4. Газові продукти піролізу з колони потрапляють до масло-вогловідділювача 7, після чого накопичується у газгольдері. Після переробки всіх відходів, пусту реторту 2 виймають із реактора 1, і ставлять наступну.

Пальник 3 може працювати як на рідкому природному, так і на піролізному паливі, а також на утвореному синтез-газі.

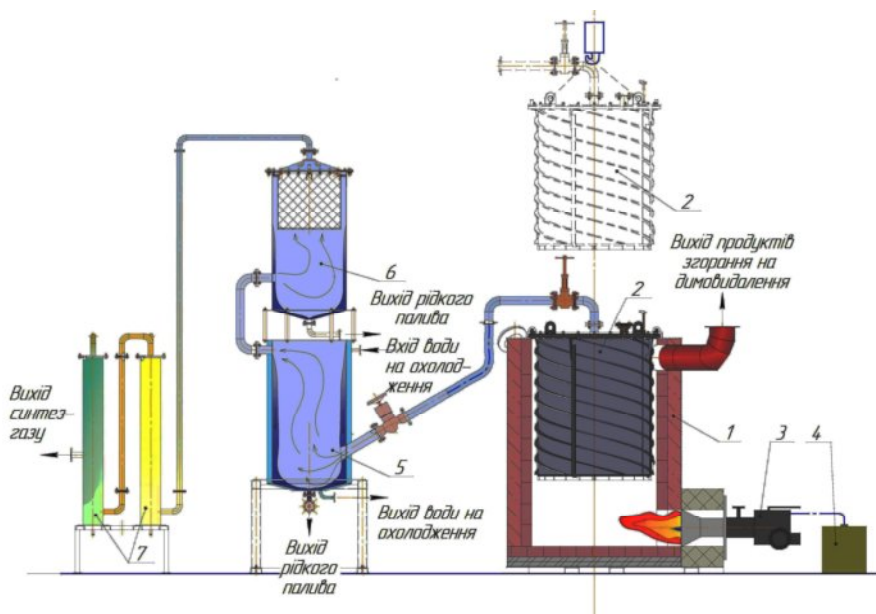


Рисунок 1 – Схема установки утилізації відходів

Для первинного розігріву витрачається приблизно 20 л рідкого природного палива, далі установка працює на отриманому піролізному паливі. Характеристики отриманого рідкого палива приведені в табл. 1.

Хімічний аналіз також показав відсутність води, розчинних кислот чи лугів, механічних домішок.

Синтез-газ у залежності від часу відбирання проби в ході процесу має перемінний склад, основу якого складають (за спаданням об'ємної долі): CO , H_2 , CH_4 , N_2 (присоси повітря в системі конденсації та очистки). Теплота згорання такого газу коливається в межах 7,8 – 9 МДж/кг.

Таблиця 1

Завантажені відходи, кг	поліпропілен 172 кг	поліетилен низького тиску 120 кг + рідкі медичні спиртотмісні відходи 500 кг
Вихід рідкого палива, л	100	540
Температура спалахування в тиглі, °С	24	13
Температура застигання, °С	-19	-105
Густина при 20°С, г/см ³	0.845	0.792
Теплота згорання (нижча), МДж/кг	40.2	31.3
Зольність, %	0.001	відсутня

Отже, проведені дослідження показали, що даний метод дозволяє не тільки екологічно утилізувати ряд відходів, чим зменшити забруднення оточуючого середовища, але й отримати паливо якості, придатної для реалізації.

- [1] Державний комітет статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ МЕРЕЖІ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЯК ЗАСІБ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

На підставі власного досвіду роботи в галузі екологічної безпеки та на основі аналізу наукових джерел визначено, що основною метою досліджень в даному напрямі є розробка та впровадження сучасних механізмів управління екологічною безпекою та станом навколишнього середовища. Під словами «механізми управління» автори розуміють сукупність певних методів та засобів управління екологічною безпекою й природокористуванням.

Інтелектуальний аналіз даних у задачах екологічної безпеки включає методики та засоби, які на основі будь-яких моделей, алгоритмів або математичних теорем дають можливість оцінювати значення невідомих характеристик і параметрів за відомими даними [1].

В роботі [2] досліджено можливості адаптації та удосконалення ряду найбільш відомих алгоритмів інтелектуального аналізу даних: C4.5, K-means, методу опорних векторів (SVM), kNN, наївного баєсового класифікатора, алгоритму Аргіогі для задач аналізу даних мережі моніторингу атмосферного повітря.

Інтелектуальний аналіз даних моніторингу стану атмосферного повітря урбанізованих територій проводився авторами в рамках інформаційно-аналітичної системи еколого-енергетичного моніторингу AISEEM [1], [2]. Дані щодо забруднюючих речовин завантажувались з автоматизованої системи моніторингу за станом атмосферного повітря м.Кривий Ріг [<https://krmisto.gov.ua/ua/rc/ecomon.html>]. Спостереження здійснювались за 6 забруднюючими речовинами: діоксид азоту (NO_2), оксид азоту (NO), сірчаний ангідрид (SO_2), оксид вуглецю (CO), аміак (NH_3), сірководень (H_2S), пил, а метеорологічними параметрами були середня швидкість вітру, напрямок вітру, температура, відносна вологість та тиск.

Наведемо приклади інтелектуального аналізу даних для погодинних максимально разових концентрацій забруднюючих речовин та метеорологічних даних на міському ПАС №1 з 10 по 16 грудня 2018 року. На рис. 1 зображено діаграму розсіювання (Scatter Plot), де на осі абсцис показані рівні концентрацій пилу (мг/м^3), а на осі ординат – діоксиду азоту (мг/м^3). Концентрації пилу на цьому часовому інтервалі змінювались від $0,156 \text{ мг/м}^3$ до $0,284 \text{ мг/м}^3$, а концентрації діоксиду азоту – від $0,027 \text{ мг/м}^3$ до $0,091 \text{ мг/м}^3$.

На рис. 2 показано діаграму розсіювання, де на осі абсцис показано температуру повітря ($^{\circ}\text{C}$), а на осі ординат – концентрації сірчаного ангідриду (мг/м^3). Температура на цьому часовому інтервалі змінювалась від $-4,1^{\circ}\text{C}$ до $+4,6^{\circ}\text{C}$, а концентрації сірчаного ангідриду – від $0,018 \text{ мг/м}^3$ до $0,021 \text{ мг/м}^3$.

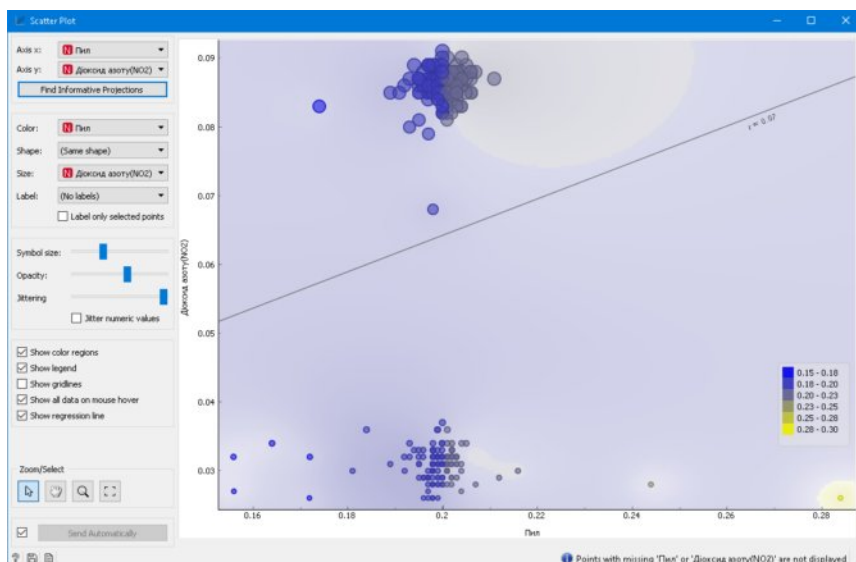


Рис. 1. Діаграма розсіювання концентрацій пилу та діоксиду азоту

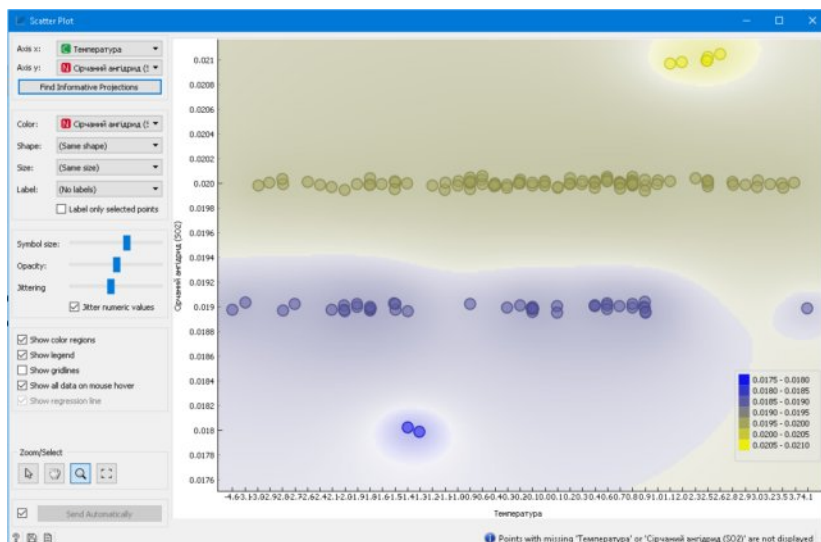


Рис. 2. Діаграма розсіювання температури повітря (°C) та концентрації сірчаного ангідриду

Підкреслимо, що на даному етапі дослідження наведено лише попередні результати аналізу даних моніторингу. Адже застосування інтелектуальних

технологій для виявлення нових знань та закономірностей потребує значно більшої кількості даних щодо забруднення атмосфери, викидів транспорту та промислових підприємств, захворюваності населення тощо. Маємо надію, що такі дані будуть доступні після реалізації Загальнодержавної автоматизованої системи «Відкрите довкілля», що дасть можливість здійснювати більш ґрунтовний аналіз даних моніторингу стану атмосферного повітря.

- [1] Artemchuk, V.O. and al. (2017). Theoretical and applied bases of economic, ecological and technological functioning of energy objects. Kyiv, Ukraine: TOV «Nash format».
- [2] V.O. Artemchuk, and A.V. Yatsyshyn, «Intelligent analysis of data in the system of monitoring of atmospheric air», *Modelyuvannya ta Informatsiyni tehnologiyi*: G.E.Pukhov's IMPPE NAS of Ukraine, Vol. 82, pp. 48-52, 2018.
- [3] A.V. Iatsyshyn, O.O. Popov, V.O. Kovach, and V.O. Artemchuk, «The methodology of future specialists teaching in ecology using methods and means of environmental monitoring of the atmosphere's surface layer», *Journal of Information Technologies in Education*, Issue 66, № 4, p. 217–230, 2018.
- [4] Кластеризация: метод k-средних. Часть 1. <http://statistica.ru/theory/klasterizatsiya-metod-k-srednikh>.
- [5] Шитиков В.К., Мاستицкий С.Э. Классификация, регрессия, алгоритмы Data Mining с использованием R. <https://github.com/ranalytics/data-mining>
- [6] Алгоритмы интеллектуального анализа данных. <https://tproger.ru/translations/top-10-data-mining-algorithms/>
- [7] Деревья решений — C4.5 математический аппарат. Часть 1. <https://basegroup.ru/community/articles/math-c45-part1>.
- [8] Интеллектуальный анализ и системное согласование научных данных в междисциплинарных исследованиях / М.З. Згуровский, А.А. Болдак, К.В. Ефремов // *Кибернетика и системный анализ*. — 2013. — Т. 49, № 4. — С. 62-75.

МОЖЛИВОСТІ РОБОТИ З ВЕЛИКИМИ ДАНИМИ В СЕРЕДОВИЩІ MONGODB

Віртуалізація та діджиталізація усіх сфер діяльності, розширення можливостей доступу до глобальної мережі Інтернет і напрямів його використання, зростання операційних можливостей обчислювальної техніки сприяє пришвидшенню темпів накопичення інформації. Наприклад, сучасна сонячна електростанція обладнання сотнею сонячних панелей, складним високотехнологічним устаткуванням, датчиками, інверторами здатна продукувати терабайти та петабайти даних (так звані великі дані). При цьому, формується неоднорідна структура даних, у рази збільшуються обсяги неструктурованої інформації.

У роботі з великими даними висувається ряд обов'язкових вимог, яким мають задовольняти інструменти їх обробки: швидкість та точність обробки, гнучкість систем управління даними, продуктивність, якість результатів тощо. Організація роботи та управління великими даними відбувається на кількох рівнях: обладнання, аналітики, баз даних, алгоритмів тощо. Саме бази даних вважаються найбільш «вузьким» місцем в роботі з великими даними [1].

Відмінність документо-орієнтованої нереляційної бази даних MongoDB від традиційних SQL баз даних полягає в особливостях зберігання даних. У MongoDB та інших нереляційних базах даних (званих NoSQL) відсутня жорстка схема зберігання даних. Фактично, у MongoDB усі дані зберігаються у вигляді документів, що наповнюють колекції (рис. 1). З точки зору розробника ПЗ документо-орієнтовані дані є більш простими і значно гнучкими в управлінні, ніж реляційні дані. На відміну від реляційних даних, що зберігаються за жорсткою фіксованою структурою у таблицях (рядках, стовпчиках) із наперед визначеними зв'язками, документи створюються індивідуально і можуть зберігати будь-які дані, в т.ч. і неструктуровані. При цьому, дотримання структури документу не вимагається, поля документів у межах колекції можуть мати довільні формати, бути пустими, мати значення NULL, або взагалі бути відсутніми в окремих документах. Єдиним обов'язковим полем документа є поле ключ (`_id`), яке містить унікальний набір символів. При чому, MongoDB створює поле ключ автоматично, якщо розробник цього не зробив. Таким чином досягається гнучкість структури даних, зберігаючи, при цьому, відповідність єдиної базової моделі.

Ідеологія роботи із даними в MongoDB підпорядковується так званій концепції CRUD (аббревіатура від скорочення назв основних операцій роботи із БД: створення (`create`), читання (`read`), оновлення (`update`), видалення (`delete`)) [2]. Для виконання запитів використовується `Mongodb query language` (мова запитів).

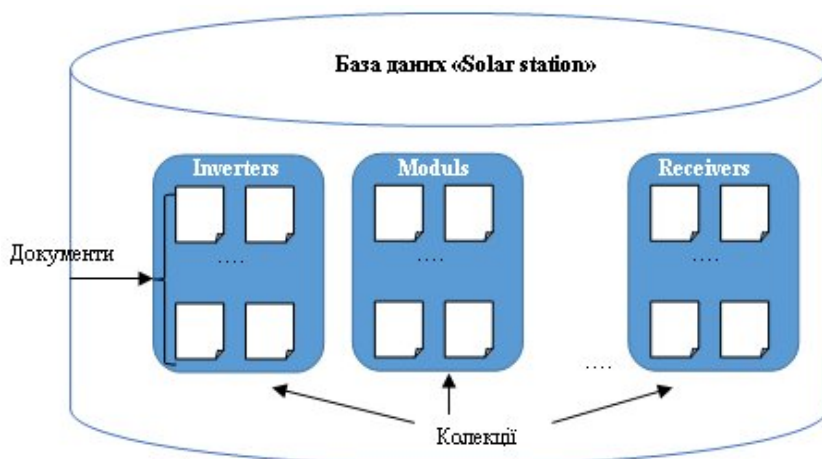


Рис. 1. Графічна схема структури нереляційної бази даних MongoDB

Оперувати великими даними в MongoDB можна кількома способами: 1) безпосередньо через консоль (командну строку); 2) через графічний клієнт. Існує значна кількість різноманітних графічних клієнтів, які працюють із MongoDB: Compass, Robo 3T, 3T MongoChef, RockMongo, UMongo, NoSQL Viewer та ін. Використання першого способу орієнтоване на розробників і потребує вміння роботи із об'єктами JSON і функціями JavaScript. Другий спосіб розрахований на користувачів баз даних, оскільки графічний клієнт має інтуїтивний та зручний інтерфейс, який забезпечує доступ до об'єктів даних. Наприклад, використання графічного клієнта Compass значно спрощує процедуру введення і видалення даних у середовищі MongoDB, має потужний інструментарій візуалізації даних та, що є досить важливим, забезпечує простоту та зручність обробки даних.

MongoDB підтримує розподілене управління великими даними. Окрім взаємодії через архітектуру «клієнт-сервер», нереляційна база даних підтримує роботу в хмарі (за допомогою підключення до MongoDB Atlas Cluster). Проведені дослідження показали, що ключовими перевагами використання MongoDB в роботі з великими даними: адаптивність, горизонтальна масштабованість, висока швидкість обробки даних, гнучка структура даних. Використання MongoDB в роботі з великими даними сприяє оптимізації операційних процесів та підвищенню ефективності управління.

- [1] Ahmad Abdullah, Qingfeng Zhuge, «From Relational Databases to NoSQL Databases: Performance Evaluation», Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, no. 11(4), p. 434-439, 2015
- [2] MongoDB: Open Source Document Database, 2019. [Online]. Available: <https://www.mongodb.com>. Accessed on: April 21, 2019

НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВИСОКОДИСПЕРСНОГО НАНОСОРБЕНТУ НА ОСНОВІ ТЕМРОЗОШИРЕНОГО ГРАФІТУ ДЛЯ ШВИДКОЇ ЛІКВІДАЦІЇ НАФТОВИХ РОЗЛИВІВ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ УКРАЇНИ

На сьогоднішній день нафта займає провідне місце в світовому паливно-енергетичному господарстві оскільки вона є найважливішим джерелом рідкого палива, мастил, сировиною для синтетичних матеріалів тощо. Проте, нажаль, всі стадії нафтокористування супроводжуються всезростаючими масштабами забруднення навколишнього середовища нафтою та нафтопродуктами. Особливу небезпеку для екосистеми планети являють розливи нафтопродуктів у морях і океанах, що набули глобального характеру як внаслідок аварій, так і внаслідок недосконалості технологій морського видобутку, обробки та транспорту нафтопродуктів. Також значні обсяги нафтопродуктів викидаються у море ріками з побутовими та дощовими стоками, а також внаслідок аварій та технологічних скидів на підприємствах, розташованих на берегах річок. За даними Міжнародної морської організації щорічно в Світовий океан потрапляє від 2 до 10 млн тонн нафти і нафтопродуктів. Вкриваючи воду тонкою плівкою, нафта перешкоджає проникненню у воду кисню, чим завдає величезної шкоди мешканцям води і часто призводить до їх масової загибелі. Іноді аварійні розливи нафти супроводжуються загорянням і горінням нафтопродуктів, що призводить до виникнення великих гнаних вітром пожеж на водній поверхні. Це особливо небезпечно при аваріях для людей, які потрапляють у воду й терплять лихо, а також персоналу технічних плаваючих засобів різного призначення, що перебувають у морі. Нафтове забруднення завдяки своїм властивостям та за відповідних кліматичних умов може здійснювати негативний вплив на біосферу протягом багатьох років. Для ліквідації наслідків значного розливу нафти потрібні десятки млрд. доларів. Попередження таких надзвичайних ситуацій є загальносвітовою проблемою [3, 7].

Для України проблема забруднення водного середовища (зокрема морських акваторій) нафтою та нафтопродуктами також стоїть дуже гостро. Наведемо декілька прикладів надзвичайних ситуацій, пов'язаних із значним розливом нафтопродуктів в морському середовищі України.

У 2007 р. внаслідок сильного шторму у Керченській протоці затонув російський теплохід «Волгоневф-139», з якого вилилось у море близько 1300 т мазуту.

6 березня 2013 р. біля узбережжя Одеської області відбулося велике забруднення води Чорного моря нафтопродуктами з теплохода «Nikolay Bauman» (Молдова), що затонув в районі Старостамбульського гирла. Розмір нафтової плями, що виникла в результаті розливу нафтопродуктів, становила понад 5 млн. м².

У 2015 р. плавучий засіб «Naci arif kaptan» зі Стамбулу, перебуваючи у

внутрішніх водах України, забруднив нафтопродуктами 11700 м² Азовського моря.

У липні 2016 р. в акваторії Азовського моря, на території ТОВ «Азовський судноремонтний завод» відбулися відразу два розливи нафтопродуктів з теплоходу «Капитан Белоусов» та риболовецького судна «М. Нардеков».

У 2018 р. Державною екологічною інспекцією Північно-Західного регіону Чорного моря виявлено забруднення акваторії затону другого ковшу Сухого лиману в районі ДП «Чорноморсько-Азовське виробничо-експлуатаційне управління морських шляхів». Встановлено перевищення нормованих значень нормативів ГДК по вмісту нафтопродуктів у 181,0 рази.

За результатами оцінки потреб України у після аварійний період, здійсненої представниками Центру інформації та моніторингу, створеного Європейською Комісією за Програмою ООН з навколишнього середовища, було встановлено, що більшість українських портів здатна впоратися з інцидентом з розливом нафтопродуктів лише 1-го рівня через недостатність основних засобів реагування під час надзвичайних ситуацій. Зважаючи на такі обмежені можливості в районі акваторій інтенсивного судноплавства, група перевіряючих експертів рекомендувала Уряду України якомога швидше вирішити проблему недостатності ресурсів для аварійного реагування в бік їх розширення [4].

Таким чином, на сьогоднішній день для України питання розробки ефективних засобів ліквідації розливів нафтопродуктів в морських акваторіях є актуальним і має велике значення для забезпечення державної безпеки.

Відомі наступні методи ліквідації розливу нафтопродуктів у водному середовищі: механічний, фізико-хімічний, хімічний, термічний та біологічний. Проте, як показує світова практика з ліквідації таких надзвичайних ситуацій, найбільш ефективними і екологічними є фізико-хімічні методи на основі використання різних сорбентів (неорганічні, органічні, органічні мінеральні, синтетичні). Це пояснюється особливими характеристиками цих речовин: висока сорбційна нафтоємність, високий ступінь гідрофобності, високий показник плавучості після вбирання нафти (крім неорганічних), можливість видалення нафти з сорбенту, можливість регенерації сорбенту.

Серед відомих сорбентів своїми перевагами відрізняються високодисперсні наносорбенти на основі терморозширеного графіту (ТРГ). ТРГ є матеріалом нового покоління і володіє всіма позитивними якостями графіту: хімічна інертність, гідрофобність, велика питома поверхня, стійкість до агресивних середовищ. На даний час сорбенти на основі ТРГ найбільш повно відповідають вимогам ефективності збору нафтопродуктів завдяки їх робочим характеристикам та економічним показникам. Його здатність до поглинання нафтопродуктів і інших забруднень оцінюється до 80 г на 1 г сорбенту (у кращих сорбентів цей показник становить не більше 10 г) [5, 6].

Однак сорбенти на основі ТРГ є ефективним засобом ліквідації розливів нафти у водному середовищі у разі, якщо їх отримують безпосередньо перед

застосуванням, тобто найбільш високу сорбційну здатність, як і інші робочі характеристики, виявляють «свіжі» сорбенти на основі ТРГ. Враховуючи викладене, можна зробити висновок, що створення ефективних методів і мобільних швидкодіючих технічних засобів одержання і застосування сорбентів на основі ТРГ безпосередньо на місці, а то й під час аварійних розливів нафтопродуктів у водному середовищі, є важливою актуальною науково-технічною задачею, на вирішення якої спрямована робота авторів.

Розроблені засоби одержання високодисперсного наносорбенту на основі ТРГ дозволять значно підвищити швидкість та якість ліквідації розливів нафтопродуктів у водному середовищі, що, в свою чергу, підвищить рівень екологічної безпеки України.

На основі запропонованого методу отримання вискоефективного сорбенту та установки, що його реалізує, можливе створення промислових екологічно чистих технологічних комплексів, які можуть бути використані на нафтових платформах, транспортних кораблях, в портах та інших місцях нафтовикористання для ліквідації розливів нафтопродуктів [1, 2].

- [1] Попов О.О. Математичне моделювання розповсюдження техногенного забруднення від підприємств паливної енергетики / О.О. Попов // Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. - 2009. - Вип. 51. - С. 73-84.
- [2] Попов О.О. Стохастична модель забруднення приземної атмосфери від підприємств паливної енергетики (на прикладі ТЕЦ) / О.О. Попов // Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. - 2009. - Вип. 53. - С. 10-21.
- [3] Последствия загрязнения нефтью для окружающей среды [Електронний ресурс] / Сайт «THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED» / Веб-портал «Википедия». – Режим доступу : http://www.itopf.com/uploads/translated/TIP_13_2011_RU_Effects_of_oil_pollution_in_the_environment.PDF. – Дата доступу 19.04.2019. – Загол. з екрану.
- [4] Шестопалов О.В. Охрана навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: навч. посіб. / О.В. Шестопалов, Г.Ю. Бахарева, О.О. Мамедова та ін. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – 116 с.
- [5] Artemchuk, V.O. and al. (2017). Theoretical and applied bases of economic, ecological and technological functioning of energy objects. Kyiv, Ukraine: TOV «Nash format».
- [6] Kovach V. Toxic Soil Contamination and Its Mitigation in Ukraine / V. Kovach, G. Lysychenko // Soil Science Working for a Living. – Cham : Springer, 2017. – P. 191–201.
- [7] Spills [Електронний ресурс] / Сайт «Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution». – Режим доступу : <http://www.cedre.fr/en/Our-resources/Spills>. – Дата доступу 05.03.2016. – Загол. з екрану.

О.О. Попов, А.В. Яцишин, В.О. Артемчук, О.В. Фаррахов, О.В. Куценко

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ ПНЕВМАТИЧНОГО НАКОПИЧУВАЧА ЕНЕРГІЇ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ СТАБІЛЬНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІД ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

У світі відбуваються зміни у підходах до формування енергетичної політики держав: здійснюється перехід від застарілої моделі функціонування енергетичного сектору, в якому домінували великі виробники, викопне паливо, неефективні мережі, недосконала конкуренція на ринках природного газу, електроенергії, вугілля – до нової моделі, в якій створюється більш конкурентне середовище, вирівнюються можливості для розвитку й мінімізується домінування одного з видів виробництва енергії або джерел та/або шляхів постачання палива. Разом з цим віддається перевага підвищенню енергоефективності й використанню енергії із відновлюваних та альтернативних джерел. Впровадження заходів із запобігання та адаптації до зміни клімату також є одним із пріоритетів глобального розвитку енергетики.

За оцінками експертів на сьогоднішній день у розвинених країнах Європи вже до 30 % електричної енергії отримується за допомогою екологічно чистих відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Головним чином, це електричні станції, що використовують енергію вітру та Сонця. За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства до 2027 року вітрова енергетика стане найбільшим джерелом генерації електроенергії в Європі.

Україна також активно розвиває відновлювальну енергетику. Це обумовлено низкою факторів: наявністю високого енергетичного потенціалу основних видів ВДЕ; наявністю підтримки нових об'єктів ВДЕ через «зелений тариф»; наявністю дефіциту власних енергоносіїв (залежність від імпорту традиційних енергоресурсів, підвищення їх вартості на світовому ринку, проблеми їх зовнішнього постачання); вичерпання власних енергоресурсів (за прогнозами, запасів нафти та природного газу залишилось на 40–50 років); екологічними наслідками виробництва енергії на ТЕС, радіоактивним забрудненням територій внаслідок Чорнобильської катастрофи; необхідністю у близькому майбутньому виводити з роботи старі потужності ТЕС та АЕС, які вже відпрацювали свій проектний термін служби; міжнародними зобов'язаннями країни в енергетичному секторі та екологічній політиці. Стратегічними державними цілями з розвитку ВДЕ є: 11% до 2020 року згідно Національного плану дій з відновлюваної енергетики та мінімум 25% до 2035 року згідно діючої Енергетичної стратегії України. Дослідження «Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року» державного Інституту економіки та прогнозування НАН України, підтверджує економічну та технічну можливість переходу України на 91% ВДЕ вже до 2050 року. Таким чином, розвиток ВДЕ відіграє важливу роль у реалізації Україною стратегічних цілей в сфері енергетики [1-6].

Для використання ВДЕ для генерації електроенергії необхідно

вирішувати ряд складних проблем різного характеру. Однією з найважливіших технічних проблем є забезпечення стабільного балансування енергетичної системи з метою нівелювання нерівномірної роботи генеруючих потужностей ВДЕ. Для цього використовуються накопичувачі енергії різного типу: конденсаторний, копровий, гідравлічний (гравітаційний), маховик, свинцево-кислотний та інші. Основними їх недоліками є великі габарити, маса, низька питома енергоємність, висока ціна, втрати при зберіганні і перетворенні, і обмежений термін експлуатації. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки нового типу накопичувача енергії, який би був позбавлений цих недоліків і дозволив підвищити ефективність використання ВДЕ.

Авторами проведено теоретичні дослідження і показана можливість розробки нового типу накопичувача енергії – пневматичного, який буде кращий існуючих аналогів за всіма основними показниками. На основі даного накопичувача можливо розробити екологічно-чистий, ефективний, автономний, енергогенеруючий комплекс з високим коефіцієнтом корисної дії, що дозволить вирішити проблему стабільної генерації електроенергії від ВДЕ. У зв'язку з цим метою виконуваної авторами роботи є концептуальне та практичне відпрацювання складових автономного енергогенеруючого комплексу на основі роторно-пневматичного поршневого силового приводу, робочим тілом для приведення у дію якого є пара, стиснений газ або їх суміш (повітря). Виконання роботи здійснюється спільно з партнером – Компанією Pegasus Environmental and Nuclear Services, Inc (США, м. Орlando).

- [1] Каменева И.П. ГИС-технологии построения экологических карт статистических поверхностей / И.П. Каменева, А.В. Яцишин, Д.А. Полишко, А.А. Попов, Т.В. Бахурець // Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2008. – Вип. 49. – С. 81-88.
- [2] Ковач В.О. Розробка математичної моделі для системи комплексного радіоекологічного моніторингу міста Дніпродзержинська / В.О. Ковач // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 5/10(71). – С. 21-25.
- [3] Лисиченко Г.В. Мировой опыт реабилитации бывших урановых производств / Г.В. Лисиченко, В.Е. Ковач // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. – 2013. – № 6. – С. 4-12.
- [4] Титко Р. Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України) : навч. посіб. / Р. Титко, В.М. Калініченко. – Варшава : OWG, 2010. - 530 с.
- [5] Удалов С.Н. Возобновляемые источники энергии / С.Н. Удалов. - Новосиб. : НГТУ, 2014. - 459 с.
- [6] Яцишин А.В. Методы и технологии анализа рисков для здоровья на основе данных мониторинга / А.В. Яцишин, И.П. Каменева, В.А. Артемчук, А.А. Попов // Материалы IV Международной научно-технической конференции «МОДЕЛИРОВАНИЕ-2012», (Киев, 16-18 мая 2012 г.). – К. : ИПМЭ НАН Украины, 2012. – С. 469–473.

МАТЕМАТИЧНІ І ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В РАМКАХ СТВОРЕННЯ ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ «ВІДКРИТЕ ДОВКІЛЛЯ»

В Україні проблема забруднення довкілля є дуже гострою. Так, за даними Державної служби статистики динаміка викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних джерел протягом трьох останніх років демонструє, що у 2015 році обсяги викидів становили 2857 тис. т., у 2016 - 3078 тис. т., у 2017 р. - 2585 тис. т. Також про це свідчать і дані щодо забруднення ґрунтів та водних ресурсів. Ці та інші обставини сприяють погіршенню стану навколишнього середовища в Україні, що дуже негативно відзначається на здоров'ї населення нашої країни. Так, в 2017 р. Всесвітня організація охорони здоров'я визнала, що в Україні найвищий в світі рівень смертності від забрудненого повітря.

Для виправлення даної ситуації в нашій країні проводяться різні заходи, про що свідчать ратифіковані Україною Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, Кіотський протокол, Паризька угода та інші міжнародні нормативні акти; прийнято ряд важливих законів та концепцій. Проте ціла низка проблем в галузі екологічної безпеки нашої країни (починаючи з відсутності належних інформаційних взаємозв'язків між дозвоільними, контролюючими, звітними, моніторинговими та іншими інформаційними ресурсами через традиційно існуюче секторальне державне управління у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів, і закінчуючи наявністю значної кількості несистематизованої та непереведеної у цифровий формат інформації про стан довкілля на паперових носіях) не дозволяє на повну силу запрацювати даним нормативним актам. Тому Міністерством екології та природних ресурсів України була розроблена Концепція створення Загальнодержавної автоматизованої системи «Відкрите довкілля» [1].

Реалізація даної Концепції, серед всього іншого, передбачає закупівлю/розроблення та впровадження новітніх програмних інструментів аналізу інформації, моделювання, прогнозування та управління екологічними ризиками; здійснення стратегічної екологічної оцінки, оцінки впливу на довкілля, автоматизованого безперервного комплексного моніторингу стану довкілля; перевірки екологічної, економічної та соціальної ефективності прийняття управлінських рішень.

Зважаючи на те, що серед цих напрямків найменш дослідженим в Україні є завдання перевірки екологічної ефективності прийняття управлінських рішень, то розробка відповідних математичних та програмних засобів є актуальним науковим завданням, що потребує вирішення. В рамках виконання відповідного проекту авторами було [2]:

1) Обґрунтовано актуальність та перспективи виконання проекту, метою

якого є розробка сучасного інструментарію перевірки екологічної ефективності прийняття управлінських рішень в контексті поліпшення стану навколишнього середовища.

2) Здійснено узагальнення та систематизацію існуючих вимог та досвіду щодо оцінки екологічної ефективності прийняття управлінських рішень. Аналіз доступних літературних джерел показав, що проблематиці перевірки екологічної ефективності прийняття управлінських рішень в Україні присвячено дуже малу кількість праць.

3) Визначено, що на даний момент в Україні не існує нормативного визначення терміну «перевірка екологічної ефективності прийняття управлінських рішень». Найближчим за змістом є визначення «оцінювання екологічної дієвості».

4) Обґрунтовано, що для розробки засобів перевірки екологічної ефективності прийняття управлінських рішень необхідно на основі схеми оцінки екологічної дієвості запропонувати чіткий алгоритм та відповідне математичне та програмне забезпечення

В поточному році планується розробка відповідних математичних та програмних засобів перевірки екологічної ефективності прийняття управлінських рішень, які, як очікується, стануть основою для створення відповідного модулю Загальнодержавної автоматизованої системи «Відкрите довкілля» та, в перспективі, інших інформаційних систем в галузі екологічної безпеки.

- [1] Концепція створення Загальнодержавної автоматизованої системи «Відкрите довкілля» (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 7 листопада 2018 р. № 825-р) [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/pro-shvalennya-konceptiyi-stvorenniya-zagalnoderzhavnoyi-avtomatizovanoyi-sistemi-vidkrite-dovkillya> – Дата доступу 04.03.2019. – Загол. з екрану.
- [2] Артемчук В.О. Перспективи розробки математичних та програмних засобів перевірки екологічної ефективності прийняття управлінських рішень / В.О. Артемчук, А.В. Яцишин, О.О. Попов, Ю.О. Кириленко, Т.М. Яцишин // Моделювання та інформаційні технології. - 2018. - Вип. 85. - С. 75-80.
- [3] Artemchuk, V.O. and al. (2017). Theoretical and applied bases of economic, ecological and technological functioning of energy objects. Kyiv, Ukraine: TOV «Nash format».

УПРАВЛІННЯ СТАРІННЯМ КАБЕЛІВ НА АЕС УКРАЇНИ

Метою виконання робіт з управління старінням (УС) кабелів є забезпечення безпечної експлуатації кабелів і виконання ними своїх функцій впродовж експлуатації АЕС в умовах нормальної експлуатації, а також при експлуатації кабелів понад установлений строк служби.

Вимоги до управління старінням кабелів встановлюються в ряді нормативно-правових актів [1] - [4], стандартах експлуатуючої організації [6] - [10], та ін. При розробці нормативних і регулюючих документів по УС кабелів враховуються також рекомендації документів міжнародних організацій [11] - [15].

Механізми старіння кабелів визначаються в основному матеріалом ізоляції і впливом на нього пошкоджуючих факторів [5].

У результаті їх дії можуть відбуватися [6] теплова деградація ізоляції кабелю через вплив навколишньої температури і омичного нагріву жил; втрата ізолюючих властивостей під впливом електричного поля і вологості; подовження при розтягуванні (при сповзанні кабелю), залишкова деформація при стисненні, випадкове фізичне пошкодження в процесі експлуатації; для кабелів гермозони - втрата ізоляційних властивостей матеріалу через розрив молекулярних ланцюгів з утворенням вільних радикалів під впливом іонізуючого випромінювання, підвищених температур і вологості.

Основними методами [5, 16] управління старінням кабелів є:

1) визначення фактичного терміну служби шляхом прокладання зразків кабелів в кабельному сховищі біля реактора або парогенератора, де вони природньо старіють під час функціонування АЕС, з можливістю їх подальшого видалення та проведення випробувань;

2) випробування існуючих кабелів за допомогою натурних методів та інших засобів.

Серед методів випробування кабелів для управління старінням виділяють [5] візуальний огляд ізоляції і вимірювання розміру тріщин, зміну кольору та ін.; випробування твердості і хімічний аналіз ізоляції; випробування електричної ізоляції; вимір міцності на розтягнення; вимір подовження при розриві; вимір втрат у діелектрику при низькій частоті або частоті розгортки; випробування за методикою динамічної рефлектометрії; вимірювання повного опору по змінному і постійному струмах.

Для більшості зазначених вимірювань потрібні вихідні дані для порівняння та інтерпретації. Замість вихідних даних допускається використовувати характеристики кабелів, що застосовуються в подібних установках.

Перераховані вище види випробувань використовують комбіновано з урахуванням типу ізоляції кабелю через те, що жоден з існуючих видів випробувань окремо не забезпечує необхідну повноту оцінки технічного стану кабелів.

Організація процесу УС кабелів на АЕС України. Для УС кабелів на АЕС України розроблена типова «Програма управління старінням кабелів АЕС. ПМ-Т.0.08.121-14 »[6], яка поширюється на контрольні та силові кабелі, що експлуатуються на енергоблоках АЕС України.

Організація процесу УС кабелів включає в себе [6] зокрема моніторинг умов експлуатації кабелів з метою [6] визначення фактичних умов експлуатації. Постійний моніторинг проводиться тільки в «гарячих точках» - локальних областях всередині АЕС, що характеризуються найбільшою інтенсивністю впливу зовнішніх факторів – аж до зняття енергоблоку АЕС з експлуатації.

При виконанні робіт по УС кабелів розробляються [6] загальний перелік кабелів, які підлягають УС; перелік представницьких кабелів для оцінки їх технічного стану (до якого включаються кабелі, термін експлуатації яких закінчується до закінчення проектного терміну експлуатації енергоблоку і які знаходяться в «гарячих точках»); перелік «гарячих точок»; перелік зразків-свідків кабелів. Загальний перелік і перелік представницьких кабелів розробляються на АЕС для кожного енергоблоку. Виконання робіт з оцінки технічного стану починається за три роки до закінчення терміну експлуатації кабелю.

Методи обстеження технічного стану кабелів поділяються [6] на методи обстеження в умовах експлуатації (забезпечують неруйнівний контроль технічного стану) і методи обстеження в лабораторних умовах, що забезпечують випробування і контроль матеріалів ізоляції кабелів, відібраних з енергоблоків АЕС, включаючи прискорене теплове і радіаційне старіння, випробування в модельованих аварійних і поставарійних умовах.

За результатами оцінки технічного стану кабелів приймається рішення про можливість його подальшої експлуатації або про необхідність заміни кабелів, подальша безпечна експлуатація яких неможлива. Розрахунковий термін продовження експлуатації залежить від умов експлуатації [9] конкретного типу кабелів і може бути різним для кабелів одного типу, що знаходяться в різних умовах експлуатації. Можливість і тривалість терміну продовження експлуатації визначається шляхом підтвердження відповідності технічних характеристик зразка кабелю вимогам нормативної документації до і після прискореного теплового і радіаційного старіння зразка [9], а також відповідність показників експлуатаційної надійності кабелів вимогам, встановленим у нормативних документах.

Висновки. Визначено основні фактори, що ушкоджують на АЕС і відповідні їм механізми старіння кабелів. Виділено основні етапи організації процесу УС кабелів. Визначено список обов'язкових переліків при виконанні робіт по УС кабелів. Наведено основні етапи робіт визначення терміну продовження експлуатації кабелів. Наведено умови критерію продовження терміну експлуатації кабелів, що знаходяться в експлуатації.

- [1] НП 306.2.141-2008 Загальні положення безпеки атомних станцій.
- [2] НП 306.2.210-2017 Загальні вимоги до управління старінням елементів і конструкцій та довгострокової експлуатації енергоблоків атомних станцій.
- [3] НП 306.2.099-2004 Загальні вимоги до продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний строк за результатами здійснення періодичної переоцінки безпеки.
- [4] НП 306.2.214-2017 Вимоги до періодичної переоцінки безпеки енергоблоків атомних станцій.
- [5] IEC 62342:2007 Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Management of ageing.
- [6] ПМ-Т.0.08.121-14 Программа управления старением кабелей АЭС.
- [7] МТ-Т.0.03.172-12 Методика обследования технического состояния силовых кабелей АЭС методами неразрушающего контроля.
- [8] МТ-Т.0.03.160-16 Методика обследования технического состояния контрольных кабелей АЭС методами неразрушающего контроля.
- [9] МТ-Т.0.03.339-14 Методика определения срока продления эксплуатации кабелей на энергоблоках АЭС.
- [10] МТ-Д.0.03.530-11 Методика адаптации результатов лабораторных испытаний кабелей на другие энергоблоки АЭС с целью управления старением.
- [11] Design of Instrumentation and Control Systems for Nuclear Power Plants : specific safety guide. № SSG-39— Vienna : International Atomic Energy Agency, 2016.
- [12] Безопасность атомных электростанций: проектирование МАГАТЭ, ВЕНА, 2012.
- [13] Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация МАГАТЭ, Вена, 2017.
- [14] Периодическое рассмотрение безопасности атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности № SSG-25, МАГАТЭ, Вена, 2016;
- [15] Ageing management and development of a programme for long term operation of nuclear power plants : specific safety guide № SSG-48 — Vienna : International Atomic Energy Agency, 2018.

ЗАСОБИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ МОНІТОРИНГУ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Зростання технічного потенціалу людства призводить до того, що моніторинг та попередження забруднення атмосферного повітря стали обов'язковою частиною природоохоронної діяльності всіх розвинених держав. В рамках 7-ї Рамкової програми розробляються заходи щодо формування комплексних мереж моніторингу стану атмосферного повітря (МСАП) з використанням інформаційних можливостей наземних і космічних систем спостереження, результатів моделювання переносу атмосферних домішок, координованої роботи станцій спостережень в глобальному масштабі.

Вивчення світового досвіду свідчить про ефективність та перспективність сенсорних мереж як аналізаторів якості повітряного середовища. В Україні така система МСАП допоможе вирішити проблеми, що склалися у цій галузі, покращити технічне оснащення моніторингу та підвищити його оперативність.

Сенсор — конструктивна сукупність одного або декількох первинних вимірювальних перетворювачів величини, що вимірюється і контролюється, у вихідний сигнал для дистанційної передачі та використання в системах управління і має нормовані метрологічні характеристики. Сенсори є елементом технічних систем, призначених для вимірювання, сигналізації, регулювання, управління приладами і процесами. Сенсори перетворюють величину, яка контролюється (тиск, температура, концентрація забруднення, частота, швидкість, переміщення і т.д.) в сигнал (електричний, оптичний, пневматичний), зручний для вимірювання, передачі, перетворення, зберігання і реєстрації інформації про стан об'єкта або середовища вимірювання.

Загальна архітектура сенсора згідно з [7] представлена на рис. 1.

Оскільки забруднення повітря може бути в будь-якому середовищі, у тому числі на вулиці, в приміщеннях шкіл, офісів, будинків, станцій метро, шахтах і т.д. Звичайний підходи моніторингу, засновані на газовій хроматографії і пасивні методи відбору проб обмежені з точки зору їх вартості установки, часу і розмірів. Таким чином, мережа МСАП повинна бути просторово гнучкою і виконувати всі необхідні функції щодо спостереження за якістю повітря в досліджуваному районі.

Поняття «розумного міста». В [9] зазначається, що одна з глобальних тенденцій, які мають місце в нашій цивілізації - загальна і поголовна урбанізація. Згідно з прогнозами, двоє з трьох народжених в найближчі 30 років будуть жити в містах. Природно, будуть збільшуватися і самі міста: до нинішніх 500 «мільйонників» за 20 наступних років додадуться ще 200.

Ефективно управляти мегаполісом та зробити його максимально зручним для проживання пропонується за допомогою цифрових технологій. Таким чином з'явилося поняття «розумного міста». Розглянемо це поняття, яким його уявляє компанія Intel.

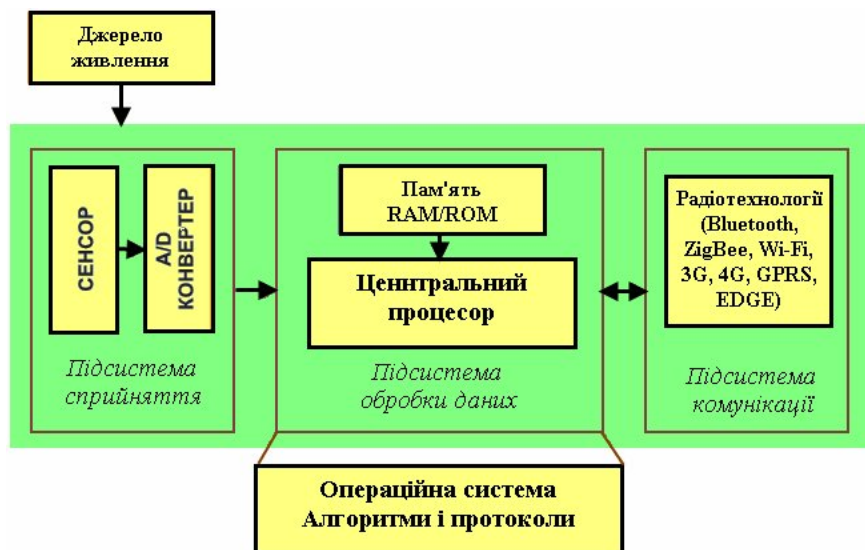


Рис. 1. Загальна архітектура сенсора

Одна з головних особливостей «розумного міста» - повсюдне використання сенсорів всього (рис. 2). Ось їх основні різновиди:

- сенсори в приміщеннях - руху, обсягу;
- сенсори навколишнього середовища - температури, швидкості вітру, задимленості, вмісту забруднюючих речовин у повітрі;
- сенсори у транспортних засобах - місця розташування та прискорення;
- сенсори на критично важливих спорудах - переміщення, вібрації.

Зміниться і сама ідеологія використання сенсорів. На сьогодні їх роль здебільшого пасивна: покази просто зберігаються або в кращому випадку показуються в режимі реального часу. У місті майбутнього сенсори стануть основою активних систем керування - це стосується не тільки надзвичайних ситуацій, але і повсякденного життя. Наприклад, погіршення якості води в якомусь водозабірнику може викликати автоматичне його відключення за наявності достатнього резерву.

Окрема тема і «головний біль» сучасних мегаполісів - автомобільний транспорт та пробки. Нагальність проблеми спонукає використовувати системи контролю трафіку вже зараз. Конструктори «розумного міста» пов'язують свої надії з активними мітками RFID. Оснащення мітками кожного автомобіля в місті дозволить не просто спостерігати за рухом, але

мати дані по кожному рухомому транспортному засобі. Природно, збільшиться і точність прогнозів, і набір параметрів, за якими ведеться спостереження. При цьому стратегія, запропонована Intel, передбачає максимальну відкритість збереженої інформації для різного роду додатків, як муніципальних, так і персональних, що полегшують життя його мешканцям.

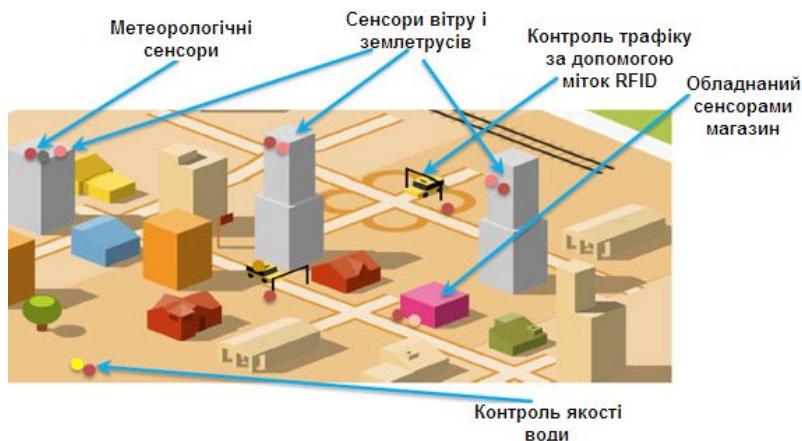


Рис. 2. Схема розташування сенсорів в місті

В багатьох роботах пропонуються схожі архітектури безпроводних сенсорних екологічних мереж (БСЕМ). Наприклад архітектура (рис. 3), що запропонована в роботі [1], відзначаються дві основні частини: інтерфейс автоматичної системи контролю та серверної бази даних. Інтерфейс системи автоматичного контролю використовуються БСЕМ в якості своєї основної технології, що супроводжується технологією Глобальної системи мобільного зв'язку (GSM).

Дана система моніторингу може отримувати та передавати метеорологічні параметри та дані щодо забруднення повітря. Вона включає в себе шлюз і бездротові вузли датчика (сенсорні вузли). Шлюз використовується для управління сенсорними вузлами, збирає дані з вузлів, і передає їх в базу даних через службу коротких повідомлень через GSM. Шлюз, з іншого боку, включає в себе модуль метеостанції, яка забезпечує отримання різних метеорологічних параметрів, таких як температура, вологість, атмосферний тиск, опади, швидкість вітру і напрямок вітру.

Мережа моніторингу стану атмосферного повітря є єдиним експериментальним засобом оцінки фактичного стану забруднення атмосферного повітря і обґрунтування можливості застосування математичних моделей розрахунку розсіювання домішок в атмосфері. Таким чином, завданнями мереж МСАП згідно [8, 10] є:

- підвищення ефективності, точності, достовірності, надійності і вірогідності даних спостережень;

- впровадження нових методів багатокомпонентного аналізу домішок в атмосфері й у пилогазоповітряних викидах техногенних джерел;
- досягнення оптимального співвідношення використовуваних у різних містах і населених пунктах методів ручного відбору й аналізу проб повітря і напівавтоматичних методів та підвищення автоматизації процесу вимірювання;
- підвищення оперативності збору, обробки, аналізу, передачі і використання даних;
- спостереження з метою контролю і регулювання рівня забруднення атмосферного повітря;
- встановлення тенденцій і причин зміни рівня забруднення атмосферного повітря.

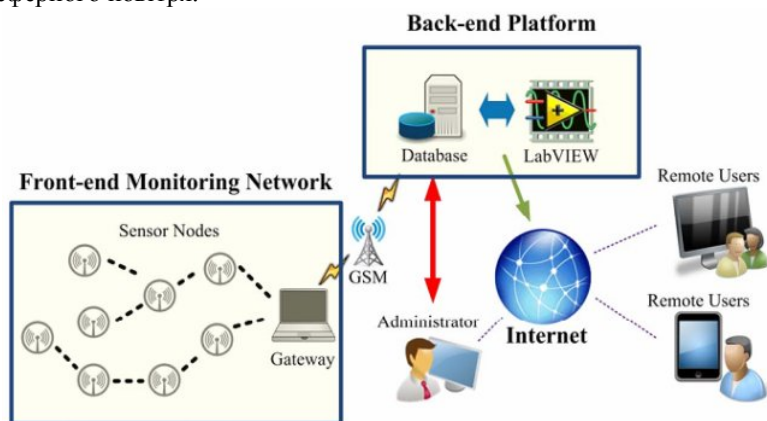


Рис. 3. Архітектура БСЕМ [1]

Існуюча мережа МСАП у силу різних причин не здатна виконати ці вимоги, тому з урахуванням даних комплексного обстеження стану забруднення атмосферного повітря на території промислової зони, населеного пункту, регіону тощо повинна розроблятися програма оптимізації мережі МСАП.

Загальна постановка задачі оптимізації мережі МСАП. В загальному випадку вирішення задачі оптимізації мережі МСАП повинно відповісти на запитання: де і скільки вузлів сенсорів необхідно встановити, щоб отримана мережа МСАП відповідала висунутим до неї вимогам.

Таким чином пропонується наступна *загальна постановка задачі оптимізації мережі МСАП*: на заданій території B , що розбита на квадрати фіксованого розміру, та заданій множині рухомих об'єктів M (тролейбусів, трамваїв, потягів тощо, на яких можливо встановлення вузлів сенсорів) з їх маршрутами територією B розмістити деяку кількість вузлів сенсорів (N_B та N_M відповідно) з врахуванням різного роду обмежень так, щоб утворена таким чином мережі МСАП відповідала одному (F) чи декільком ($F_1, F_2, \dots$)

критеріям оптимальності.

Найчастіше, при цьому робляться наступні припущення:

- 1) всі точки квадратів території B та рухомих об'єктів M є рівноцінними щодо розміщення вузлів сенсорів;
- 2) їх центри використовуються в якості розрахункових точок;
- 3) вузли сенсорів однієї мережі МСАП вважаються ідентичними.

Територія, яку повинна охопити мережа МСАП, може істотно змінюватись в розмірах. Як відомо, екологічний моніторинг здійснюється на чотирьох рівнях: 1) локальному - на території окремих об'єктів (підприємств), міст, ділянках ландшафтів; 2) регіональному - в межах адміністративно-територіальних одиниць, на територіях економічних і природних регіонів; 3) національному - на території країни в цілому; 4) глобальному - моніторинг за всією земною кулею. Таким чином задачі оптимізації мереж МСАП можна розділити за відповідними рівнями. Разом з тим, область оптимізації може бути опуклою або не опуклою (крім того, у випадку оптимізації мережі МСАП для декількох міст одночасно, навіть незв'язною).

Загалом описати територію B можна за допомогою прямокутної матриці $\{b_{ij}\}$ де:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо квадрат } (i, j) \text{ належить території } B \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases},$$

де: $i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$, $m \times n$ - розмірність матриці $\{b_{ij}\}$ після розбиття досліджуваної території на $m \times n$ квадратів.

Після цього вирішення задачі оптимізації мережі МСАП можна привести до знаходження матриць X^B та X^M , таких що:

$$x_{ij}^B = \begin{cases} 1, & \text{якщо в квадрат } (i, j) \text{ встановлюється сенсорний вузол} \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

та

$$x_i^M = \begin{cases} 1, & \text{якщо на } i\text{-тий рухомий об'єкт встановлюється сенсорний вузол} \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

Таким чином отримаємо, що загальна кількість (N_Z) встановлених вузлів сенсорів рівна:

$$N_Z = N_B + N_M = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^B + \sum_{i=1}^{|M|} x_i^M$$

де: $|M|$ - потужність (кількість елементів) множини M .

Таким чином, класифікація задач оптимізації мереж МСАП за характеристиками відповідної території здійснюється за масштабами, опуклістю та зв'язністю області оптимізації.

Критерії оптимальності мережі МСАП можуть бути

найрізноманітнішими. Проте найчастіше використовуються:

- 1) економічні (мінімальна вартість мережі, мінімальна сума збитків від неточності отриманої інформації тощо) [5 та ін.];
- 2) статистичні - вимога мінімуму середньої квадратичної помилки відновлення значення концентрації забруднюючої речовини в певній точці простору і в певний момент часу [6 та ін.];
- 3) комплексні (інформаційна корисність, інформативність тощо) [2, 4 та ін.].

Крім того, задача оптимізації мереж МСАП може бути одно- та багатокритеріальною. Таким чином, класифікація задач оптимізації мереж МСАП за критеріями оптимальності здійснюється за їх кількістю і виглядом.

Кількість вузлів сенсорів (N_z) мережі МСАП може бути:

- 1) точно задана наперед:

$$N_z = N;$$

- 2) бути менше-рівне заданого числа:

$$N_z \leq N;$$

- 3) бути більше-рівне заданого числа:

$$N_z \geq N;$$

- 4) лежати в певному інтервалі (поєднання випадків 2 і 3);

- 5) невідомою.

де: N – наперед задане число вузлів сенсорів.

У перших чотирьох випадках в математичну постановку задачі просто добавляються відповідні обмеження. Щодо п'ятого випадку, коли N є невідомим, то можливі наступні випадки:

- 1) N визначається до початку вирішення задачі оптимізації мережі МСАП:

$$N = f(g_1^B, g_2^B, \dots, g_p^B)$$

де: g_i^B – деякий параметр (характеристика) території B (наприклад, населення, площа, параметри існуючої мережі, рівень забруднення, метеорологічні параметри тощо); p – кількість таких параметрів; f – деяка функція, що описує залежність між необхідною кількістю (N) вузлів сенсорів та параметрами території B ;

- 2) N визначається під час вирішення задачі оптимізації мережі МСАП за наявності економічних обмежень щодо вартості побудови та/або функціонування мережі;

- 3) N визначається під час вирішення задачі оптимізації мережі МСАП за наявності відповідного критерію (наприклад, подальше збільшення N або не призводить, або майже не призводить до підвищення ефективності мережі тощо);

- 4) N визначається після вирішення задачі оптимізації мережі МСАП, коли для спроектованої мережі виконуються висунуті критерії

оптимальності.

Крім того, можуть висуватися вимоги щодо кількості вузлів сенсорів, які розміщуються стаціонарно та на рухомих об'єктах (N_B та N_M відповідно).

Таким чином, класифікація задач оптимізації мереж МСАП за заданістю кількості вузлів сенсорів здійснюється за наявністю чи відсутністю таких даних та видом знаходження N в даному випадку.

Тип мережі МСАП, що проектується (оптимізується), визначається наявністю (відсутністю) вузлів сенсорів, які розміщуються стаціонарно та на рухомих об'єктах відповідно:

1) стаціонарна мережа МСАП:

$$\begin{cases} N_Z = N_B \\ N_M = 0 \end{cases}$$

2) пересувна мережа МСАП:

$$\begin{cases} N_Z = N_M \\ N_B = 0 \end{cases}$$

3) змішана (гібридна) мережа МСАП:

$$\begin{cases} N_Z = N_B + N_M \\ N_M > 0 \\ N_B > 0 \end{cases}$$

Крім того, при розширенні діючої мережі МСАП необхідно враховувати її параметри, можливість перенесення її вузлів тощо.

Таким чином, класифікація задач оптимізації мереж МСАП також здійснюється за типом мережі, наявністю існуючої мережі та її параметрами.

Обмеження в задачі оптимізації мережі МСАП можуть бути відсутніми (тоді маємо задачу безумовної оптимізації), або можуть бути в наявності (тоді маємо задачу умовної оптимізації) наступні обмеження:

- 1) щодо кількості вузлів сенсорів (про що описано вище);
- 2) щодо вартості побудови та/або функціонування мережі;
- 3) щодо мінімально (або максимально) можливої відстані між вузлами;
- 4) щодо точності даних моніторингу та моделювання на їх основі тощо.

Таким чином, задачі оптимізації мереж МСАП за наявністю (відсутністю) обмежень поділяються на задачі умовної та безумовної оптимізації.

Вигляд шуканих величин задач оптимізації мережі МСАП також впливає на їх класифікацію. В даній роботі матриці X^B та X^M (і як наслідок N_Z) пропонується в якості невідомих змінних: тому така задача є детермінованою бінарною. Проте можливі випадки необхідності приведення задач оптимізації мережі МСАП до задач неперервної оптимізації.

Таким чином, задачі оптимізації мереж МСАП за виглядом шуканих

величин поділяються на задачі детерміновані та неперервної оптимізації тощо.

Функціональні особливості критеріїв та обмежень. Функція мети, що описує відповідний критерій оптимальності (або їх набір), та обмеження в задачі можуть бути лінійними чи нелінійними, опуклими чи ні тощо. Таким чином задачі оптимізації мереж МСАП поділяються лінійні та нелінійні тощо.

Найбільш складним для вирішення є випадок, коли задача оптимізації мережі МСАП є:

- 1) багатокритеріальною;
- 2) область оптимізації не опукла або незв'язна;
- 3) кількість вузлів сенсорів (N_z) мережі МСАП апіорі невідома;
- 4) оптимізується змішана (гібридна) мережа МСАП за наявності існуючої мережі, частину якої можна перенести, а частину – ні;
- 5) в задачі присутні декілька обмежень, тобто вона є задачею умовної оптимізації;
- 6) обмеження або критерії є нелінійними, не опуклими і т.д., тобто вона є задачею нелінійного не опуклого програмування тощо.

Висновки. Ефективно управляти мегаполісом та зробити його максимально зручним для проживання пропонується за допомогою цифрових технологій, зокрема за допомогою безпроводних сенсорних мереж. В роботі показано ряд прикладів їх використання в світі, що є дуже перспективними і для України. Визначено, що питання проектування та оптимізації безпроводних сенсорних мереж залишаються актуальними в Україні, а їх вирішення в перспективі дозволить створити сучасні безпроводні сенсорні мережі в Україні. В загальному випадку вирішення задачі оптимізації мережі МСАП повинно відповісти на запитання: де і скільки вузлів сенсорів необхідно встановити, щоб отримана мережа МСАП відповідала висунутим до неї вимогам. Класифікація задач оптимізації мереж МСАП може проводитись за відповідною областю оптимізації, заданістю кількості вузлів сенсорів, типом мережі тощо. Класифікація задач оптимізації мереж МСАП покликана спростити вибір необхідної математичної постановки відповідної задачі оптимізації та знайти методи для її вирішення.

- [1] Jen-Hao Liu. Developed Urban Air Quality Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks / Jen-Hao Liu, Yu-Fan Chen, Tzu-Shiang Lin, Da-Wei Lai, Tzai-Hung Wen, Chih-Hong Sun, Jehn-Yih Juang, Joe-Air Jiang // 2011 Fifth International Conference on Sensing Technology. – pp. 549-554.
- [2] Artemchuk, V. O. (2011). Mathematical and computer tools for solving the placement of observation points network monitoring air. Dissertation for a Candidate Degree of Engineering Sciences in specialty, Pukhov Institute for Modelling in Energy Engineering of NAS of Ukraine, Kyiv

- [3] В Кривом Роге создадут систему мониторинга экологической ситуации [Электронный ресурс] / Веб-сайт Podrobnosti.ua — дата доступа 21.01.2019 — Режим доступа : <http://podrobnosti.ua/accidents/2012/12/26/878967.html> — Загол. з екрану.
- [4] Верлан, В.А. Оптимизация размещения сети постов мониторинга за загрязнением атмосферы в промышленном городе [Текст] : дис. ... канд. геогр. наук / В.А. Верлан. — О. — 1999. — 167 с.
- [5] Гандин Л.С. Об экономическом подходе к планированию сети метеорологических станций / Гандин Л.С., Каган Р.Л. // Труды ГГО. — 1967. — Вып. 208. — С.120–131.
- [6] Дроздов О.А. Теория интерполяции в стохастическом поле метеорологических элементов и её применение к вопросам метеорологических карт и рационализации сети / Дроздов О.А., Шепелевский А.П. // Труды НИУ. — 1964. — сер. 1. — Вып.13. — С.65–115.
- [7] Кучерявый Е. Беспроводные сенсорные сети и их роль в прогрессивном обществе XXI века // Первый профессиональный журнал для специалистов в области телекоммуникаций и информационных технологий "Информационные телекоммуникационные сети", № 2, 2006. С. 36–45.
- [8] Методичні рекомендації з підготовки регіональних та загальнодержавної програм моніторингу довкілля (затверджено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 24.12.2001 р. N487)
- [9] От «каменных джунглей» к «умному городу» [Электронный ресурс] / Веб-сайт Habrahabr.ru — дата доступа 21.01.2019 — Режим доступа : <http://habrahabr.ru/company/intel/blog/167295/> — Загол. з екрану.
- [10] Рибалов О.О. Основы моніторингу екологічного простору: Навчальний посібник. - Суми: Вид-во СумДУ, 2007. - 240 с.
- [11] Bilan T.R. (2015) Methods and means of economic and mathematical modeling of coal industry development under the world market conditions. Thesis for PhD.
- [12] Artemchuk, V.O. and al. (2017). Theoretical and applied bases of economic, ecological and technological functioning of energy objects. Kyiv, Ukraine: TOV «Nash format».
- [13] Artemchuk, V.O., Kameneva, I.P. and Yatsyshyn, A.V. (2017), “Specificity of the application of cognitive analysis of information in the tasks of ensuring environmental safety”, *Elektronnoe modelirovanie*, Vol. 39, no. 6, pp. 107-124.
- [14] Каменева, И. П., Яцишин, А. В., Артемчук, В. О., & Попов, О. О. (2011). Mathematical models to determine the rational placement the neyworks of posts of pollution of atmosphere of the city. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(4 (51)), 7-11.

**XXXVII
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СПЕЦІАЛІСТІВ
ІНСТИТУТУ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В
ЕНЕРГЕТИЦІ ІМ. Г.Є. ПУХОВА НАН УКРАЇНИ**

Збірник тез конференції
15 травня 2019 р.

Відповідальні за випуск:
В.О. Артемчук, С.Ф. Гончар

Зб. тез XXXVII науково-технічної конференції молодих вчених та спеціалістів Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ, 15 травня 2019 р. / ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2019. – 100 с.