

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

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



**НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СПЕЦІАЛІСТІВ
ІНСТИТУТУ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В
ЕНЕРГЕТИЦІ ІМ. Г.Є. ПУХОВА НАН УКРАЇНИ
(до 100-річчя Національної академії наук України)**



Збірник тез конференції
16 травня 2018 р.

Київ – 2018

УДК 621.3 + 004 + 519.6 : 620.9

Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту проблем моделювання в енергетиці
ім. Г.Є. Пухова НАН України

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 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. – 90 с.

© Автори публікацій, 2018

© Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2018

ЗМІСТ

А.В. Зупко КРИПТОВАЛЮТЫ И ICO: НОВАЯ ПАРАДИГМА ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ	5
Г.А. Кравцов ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА КЛАССИФИКАЦИЯХ НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОДБОРА ЭКСПЕРТОВ	8
Г.А. Іванов ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЦІНО- ТА ТАРИФООУТВОРЕННЯ В НОВОМУ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	12
Р.В. Беженар, В.С. Мадерич МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ¹³⁷ Cs В МОРСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ В РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЙ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС ТА АЕС ФУКУСИМА: АНАЛІЗ СПІЛЬНИХ ТА ВІДМІННИХ РИС	15
В.С. Мадерич, К.В. Терлецька, І.О. Бровченко РІЗНОМАСШТАБНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ ПРИДОННИХ І ШЕЛЬФОВИХ ВОД У ПІВДЕННІЙ ЧАСТИНІ МОРЯ ВЕДДЕЛЛА.....	18
В.Ю. Зубок КІБЕРАТАКИ НА ГЛОБАЛЬНУ МАРШРУТИЗАЦІЮ В ІНТЕРНЕТІ: ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВИХ МАСШТАБІВ ТА НАСЛІДКІВ.....	20
Ю.О. Кириленко ОСОБЛИВОСТІ РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ ПРИ АВАРІЯХ ІЗ РОЗЛИВОМ РІДКИХ РАДІОАКТИВНИХ СЕРЕДОВИЩ	23
О.О. Огір ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ОБРОБЦІ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	27
В.М. Місько ПРИСКОРЕННЯ МЕТОДУ КВАДРАТИЧНОГО РЕШЕТА НА ОСНОВІ РІШЕННЯ МАТРИЦІ НА ХОДУ	29
Д.В. Савельєв МОДЕЛЬ ЗАГРОЗ КІБЕРБЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У СФЕРІ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ...31	
С.В. Сушко ВПЛИВ РОЗМІРІВ БЛОКІВ РОЗБИТТЯ НА ЧАС ВИКОНАННЯ ПРОГРАМ.....	34
І.В. Голомолзін, О.О. Іванько ВИЯВЛЕННЯ ПОТАЙНИХ СИГНАЛІВ В КАНАЛАХ ЗВ'ЯЗКУ МЕТОДАМИ ДИНАМІЧНОГО КЕПСТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ	37
О.О. Іванько ЦИФРОВА ІДЕНТИФІКАЦІЯ СПЕКТРІВ СИГНАЛІВ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ.....	38
В.С. Подгуренко, В.Е. Терехов ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕТРОВОГО ПОТОКА ЗА ВЕТРОКОЛЕСОМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЕТРЯНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.....	39
М.В. Антонішин АНАЛІЗ УРАЗЛИВОСТЕЙ МОБІЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСТОСУНКІВ НА ОСНОВІ OWASP MOBILE TOP 10.....	42
О.І. Міснік ОЦІНКА СТАТИЧНИХ АНАЛІЗАТОРІВ КОДУ ДЛЯ ПОШУКУ УРАЗЛИВОСТЕЙ ВЕБ ЗАСТОСУНКІВ	44

Є.М. Лисенко МЕТОДИ СИНТЕЗУ СТАТИЧНИХ І ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ МОДЕЛЮВАННЯ В ТРЕНАЖЕРНИХ СИСТЕМАХ.....	46
В.А. Статиев ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДА ПАРАМЕТРОВ МНЕМОСХЕМЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ В МОДЕЛЬ КОММУТАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ (КС) ТРЕНАЖЕРА.....	48
О.А. Nasteka USE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR ENSURING CYBERSECURITY IN CRITICAL INFORMATION INFRASTRUCTURE PROTECTION.....	53
Л.В. Вигівська ОЦІНКИ ВНУТРІШНІХ РАДІУСІВ СИМЕТРИЧНИХ ВЗАЄМНО НЕПЕРЕТИННИХ ОБЛАСТЕЙ.....	54
О.М. Шам, І.Д. Тетерін СТРУКТУРА АВТОНОМНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	56
І.Д. Тетерін, О.М. Шам ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ 20 кВ.....	58
Yu.O. Furtat PLANNING A DIAGNOSTIC EXPERIMENT IN A SYSTEM WITH POTENTIALLY FAULTY SUBSYSTEMS.....	62
С.В. Лятушинський, Е.О. Аристархова ВИЖИВАННЯ ЧЕРЕВОНОГИХ МОЛЮСКІВ У ВОДІ З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ.....	64
Т.Р. Білан ВРАХУВАННЯ СТАНУ СИСТЕМИ ВУГЛЕПОСТАЧАННЯ У ЗАГАЛЬНІЙ ОЦІНЦІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ КРАЇНИ.....	67
А.О. Запорожець, А.Д. Свердлова РОЗРОБЛЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ МОДУЛІВ ІЄРАРХІЧНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА БАЗІ SMART GRID ТЕХНОЛОГІЙ ...	70
В.О. Артемчук, А.В. Яцишин СТРУКТУРА СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	72
В.В. Станиціна ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ВИКИДІВ НА ВУГІЛЬНИХ ТЕС.....	76
О.О. Попов, В.О. Ковач РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕРОЗТАШУВАННЯ ТЕРОРИСТИЧНОГО ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДАНИХ НАТУРНИХ ВИМІРЮВАНЬ.....	79
І.С. Зінов'єва ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ЕНЕРГЕТИЦІ НА ОСНОВІ ДАНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	81
В.О. Дерій, О.В. Згуровець ДОСЛІДЖЕННЯ «НІЧНОГО ПРОВАЛУ» ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ОЕС УКРАЇНИ.....	83
В.В. Алексєєнко, О.О. Васечко, О.Б. Сезоненко, К. Самокатов ДОСВІД ПОВОДЖЕННЯ ІЗ ВІДПРАЦЬОВАНИМИ МАСТИЛАМИ.....	87

А.В. Зупко, инвестор, эксперт рынка криптовалют, основатель ряда инновационных компаний в Украине и США

КРИПТОВАЛЮТЫ И ICO: НОВАЯ ПАРАДИГМА ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Пreamбула. Рынок энергетики заявил о своем интересе к технологиям блокчейн, в частности к использованию криптовалют для расчетов в микро-гридах.

Так, платформа *Grid+* привлекла 29 млн. Долларов [1] на первичном размещении криптомонет (ICO). Платформа *Grid+* предназначена для мониторинга потребления и увеличения экономии при потреблении электроэнергии.

Как дополнение, система *Power Ledger*, распределенная сеть по продаже/покупке возобновляемой энергии, привлекла 17 млн. \$ на ICO. [2]

Целью доклада является познакомить молодых ученых, работающих в сфере электроэнергетики, с современными подходами финансирования инновационных проектов через первичное размещение криптомонет.

История и причины возникновения крипто валют. Интернет предоставил людям свободу доступа к информации. Однако, новая свобода принесла новые вызовы для человечества. И в случае с Интернетом это вопрос доверия (trustless network). Проблема оказалась гораздо масштабнее, чем вопрос доверять или нет той или иной информации в сети. Системы электронной коммерции стали частью нашей жизни, в том числе проникнув в сферу энергетики.

Следует отметить, что электронная коммерция развивается только в условиях государственно-частного партнерства, когда у государства исчезает функция монопольного влияния на рынки, а остается функция их регулирования через законодательные инициативы. Такой подход приводит к прозрачности рыночных отношений и искореняет коррупционную составляющую.

Под эту же парадигму попадет и вопрос использования финансовых инструментов на свободных рынках. Логично, что вопрос об альтернативных платежных средствах имеет невероятное значение для свободных рынков, так как является инструментом диверсификации рисков, связанных с монетарной политикой государств. Именно поэтому мы наблюдаем противостояние со стороны многих государств такому явлению как криптографические валюты. И это понятно, т.к. технология блокчейн и криптовалюты изначально были созданы для устранения монополии на передачу ценности.

Криптовалюты, блокчейн. Блокчейн это одноранговая распределенная система хранения данных, которая обладает несколькими полезными

свойствами [3]:

1. Блокчейн нельзя изменить, можно только дополнить новыми записями, что искореняет возможность изменения исторических записей.

2. Блокчейн хранилище распределено между множеством компьютеров, которые хранят полную копию хранилища. Такой подход позволяет избежать потери данных, т.к. Организовать атаку на все ноды сети практически не возможно.

3. Хранилище криптографически защищено. Т.е. стоимость взлома будет крайне высока, что сводит к нулю возможность взлома просто ради интереса.

4. Запись в хранилище производится только в результате соглашения (консенсуса) о текущем и будущем состоянии данных, что искореняет возможность махинаций со стороны отдельно взятой ноды.

Распределенная одноранговая система имеет один существенный недостаток - отсутствие доверия. Эта проблема была сформулирована еще в 1982 г. под названием “Проблема византийских генералов” [4]. Решение этой проблемы как раз и предлагается технологией блокчейн.

И в зависимости от того, каким способом решается эта проблема блокчейны делятся на различные виды (Proof of work, Proof of Stake и другие). Proof of work блокчейн требует выполнения дорогостоящих математических вычислений для создания новой записи. Proof of Stake же выбирает создателя новой записи на основании распределения долей участников в блокчейне. Чем больше монет у пользователя блокчейна, тем выше вероятность быть создателем новых записей и получать вознаграждение.

Криптовалюты - это криптографически защищенные цифровые деньги, внутренняя расчетная единица любого сообщества, декларирующего доверие данной расчетной единице. Эмиссия криптовалют осуществляется в ходе майнинга.

Одной особенностью криптовалют является анонимность отправителя и получателя, что часто критикуется чиновниками как содействие отмыванию средств, полученных преступным путем. Однако следует помнить, что анонимность заканчивается в тот момент, когда держатель криптовалюты пытается перевести ее в фиатные деньги, т.е. деньги, которые эмиссируются центральными банками стран или их объединений, например, доллар (USD), евро (EURO). Способность криптовалюты быть сконвертированной в фиатные деньги позволяет использовать криптовалюту в качестве инструмента финансирования новых проектов. И делается через проведение процедуры начального размещения монет криптовалюты (ICO).

ICO. ICO (Initial Coin Offering) - форма привлечения инвестиций в виде продажи инвесторам фиксированного количества новых единиц криптовалют, полученных разовой или ускоренной эмиссией. [5]

Успех ICO определяется процессом подготовки. Для успешного выпуска

своей криптовалюты необходимы:

- а) идея, частью которой является использование криптовалюты;
- б) команда профессионалов, занимающихся ICO;
- в) время.

Обычно весь процесс ICO занимает 6-8 мес. Основные активности включают рекламу в интернете и социальных сетях, выступление на конференциях и подготовка юридической базы проекта.

В отличие от привлечения средств венчурных фондов при проведении ICO инвесторы не учитывают наличие прототипа или клиентской базы, т.е. данный механизм может быть с успехом использован на сверх ранних стадиях проекта.

Главными факторами, влияющими на стоимость криптовалюты и успешность привлечения денег являются:

- Команда, потенциал рынка, динамичность рынка, бизнес модель;
- Операционная прозрачность со стороны команды;
- Особенности выпуска и распределения токенов/валюты.

После проведения ICO в большинстве случаев криптовалюту включают в листинги на биржах, где инвесторы могут продавать/покупать новую криптовалюту за другие криптовалюты или фиатные деньги.

Финансирование научных проектов с помощью ICO. Не каждый научный проект может быть профинансирован с помощью процедуры ICO. Ниже приведу ожидания от проекта, который может стать предметом для последующего выпуска криптовалюты:

- научный проект должен иметь практическое применение, позволяющее результаты исследований монетизировать;
- монетизация результатов может быть осуществлена в рамках электронной коммерции.

Особым внимание пользуются проекты, стоимость результатов которых может носить спекулятивную стоимость.

1. Grid+ Raises \$29 Million as Blockchain Fever Grows, Jason Deign, greentech media, Sep. 22, 2017 <https://www.greentechmedia.com/articles/read/grid-raises-40-million-as-blockchain-fever-grows#gs.zd2DOPg>

2. Blockchain Energy Trading Startup Power Ledger Raises \$17M in Cryptocurrency 'ICO', Jeff st. John, greentech media, Sep. 06, 2017 <https://www.greentechmedia.com/articles/read/power-ledger-blockchain-energy-trading-startup-raises-17-cryptocurrency#gs.6G6CYYI>

3. Imran Bashir. Mastering Blockchain, Distributed ledgers, decentralization and smart contracts explained. 18 p.

4. Gadi Taubenfeld. Synchronization Algorithms and Concurrent Programming // Prentice Hall; 1 edition. - 440 p.

5. "Initial Coin Offering (ICO)", Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/i/initial-coin-offering-ico.asp>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА КЛАССИФИКАЦИЯХ НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОДБОРА ЭКСПЕРТОВ

Пreamбула. Завершая работу над разработкой основ новой математической теории, посвященной вычислениям на классификациях, таксономиях и онтологиях [1-5], логично показать применимость последней для решения актуальных задач в различных сферах деятельности человека. Немногим ранее уже были представлены варианты применения теории вычислений на классификациях для построения систем контекстозависимой аналитики [6], оценки рисков информационной безопасности [7] и для решения проблемы выбора эксперта [8-9]. Сегодня мы поговорим о реальном программном продукте NaomiHire [10] и его преимуществах перед аналогами. Преимущества, о которых мы поговорим ниже, стали возможны только благодаря использованию теории вычислений на классификациях.

Задачи, решаемые NaomiHire. Перед разрабатываемой системой стоят две основные задачи:

- помочь компаниям нанимать наиболее эффективных кандидатов исходя из требований вакансии, при условии возможности представления требований вакансии в терминах минимаксных оптимизационных функций;
- помочь специалистам в области информационных технологий (ИТ) в построении карьеры, основываясь на объективных показателях рынка труда в области ИТ.

Роль и место таксономий. Решение столь амбициозных задач было бы невозможно без построения таксономий предметных навыков и знаний (hard skills) в области ИТ и таксономии компетенций (soft skills), т. к. теория позволяет рассматривать таксономии как метрические пространства. В процессе работы над докторской диссертацией было идентифицировано и систематизировано более 8200 предметных навыков и знаний, а также более 300 компетенций. Значительное время потребовала работа по сбору синонимов и акронимов к классам таксономий. На рис. 1 показана работа поисковой машины по предметным навыкам.

Как видно на рис.1 каждый класс таксономии «знает» о контексте (о положении в иерархии), содержит теги, акронимы и синонимы, по которым специалисты отдела кадров могут однозначно понимать, какая технология включается в требования по подбору персонала.

Внедряемая уже сегодня система позволяет представить кандидата и вакансию в виде точки в метрическом пространстве таксономии, что делается с помощью конструкторов (рис.2 и рис.3):

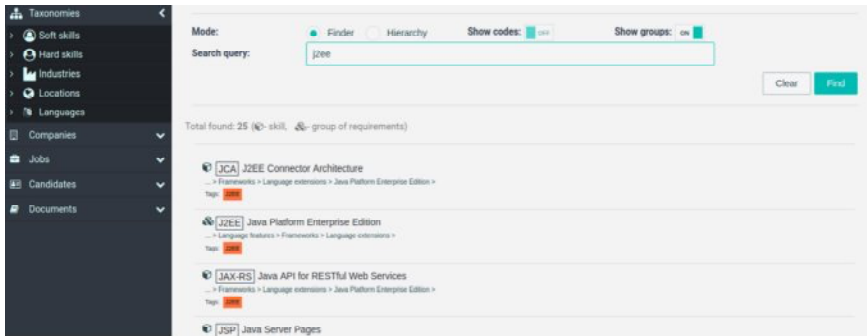


Рис. 1. Поисковый движок системы NaomiHire

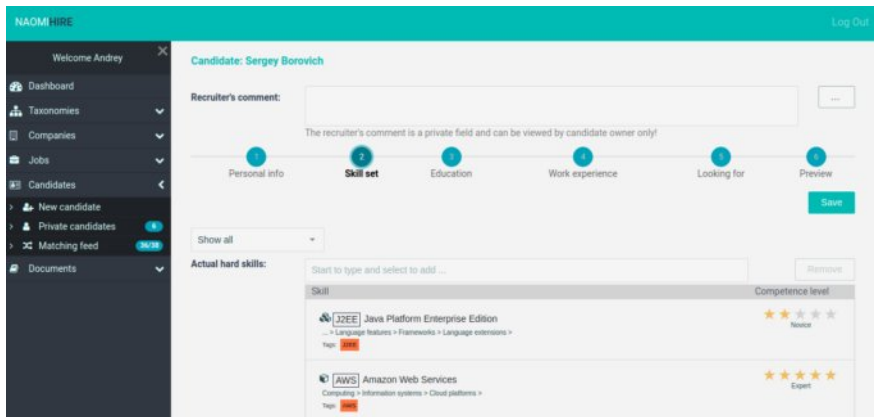


Рис. 2. Представление набора знаний кандидата классами таксономий с уровнями экспертизы

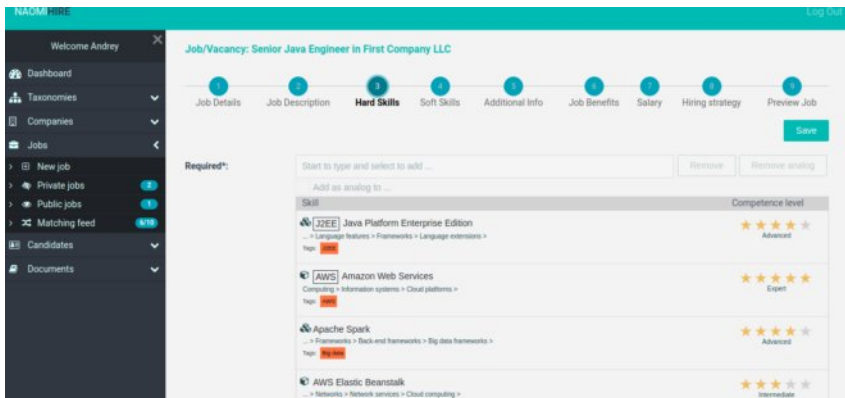


Рис.3. Представление требований вакансии классами таксономий с уровнями требуемой экспертизы

Как было показано в [8], модель вычислений на классификациях позволяет оценить не только степень соответствия кандидата вакансии, но и рассчитать экономическую целесообразность привлечения того или иного кандидата, представив результаты в удобном для пользователя виде (рис.4):

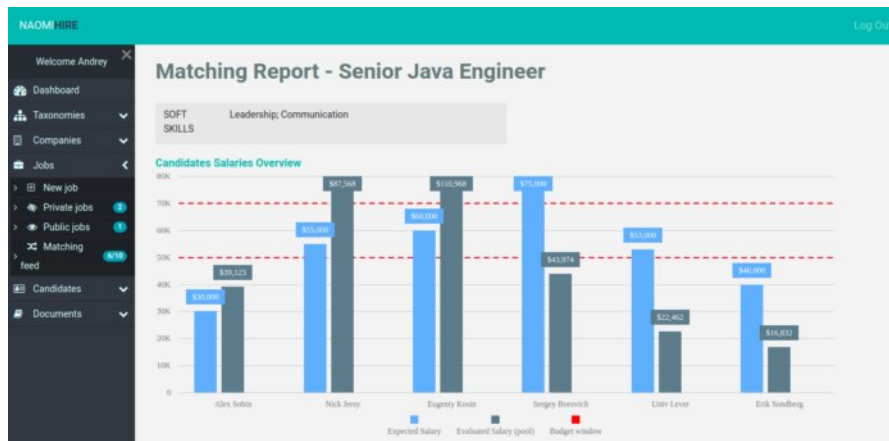


Рис.4. - Результаты анализа соответствия потенциальных кандидатов на выбранную вакансию

Теория вычислений на классификациях как основа инновационности. Использование авторской математической теории позволило создать продукт, который обладает функциональностью, недостижимой аналогами, в частности:

- сверхточный поисковый движок, позволяющий оперировать мерой отличия на многомерной таксономии при поиске кандидатов с уникальными знаниями и в соответствии с требованиями вакансии, которые содержат редкие (новые) знания;

- численная оценка соответствия кандидата выбранной вакансии с учетом стратегии найма;

- устранение необходимости просмотра профилей кандидатов рекрутером, т.к. с этой ролью лучше всего справляется искусственный интеллект, который использует модель перцептрона на мерах отличия и способен обучаться на основании обратной связи;

- оценка экономической эффективности кандидатов, базирующаяся на способности системы рассчитывать стоимость определенного знания в определенной локации и для конкретного уровня позиции (от начинающего разработчика до руководителя компании);

- отслеживание динамики стоимости навыков на локальных рынках, что позволяет делать прогнозы развития технологий на ближайшие 5 лет.

1. Кравцов Г.А. Модель вычислений на классификациях // Электрон.моделирование. - 2016.- 38, №1. - С. 73 – 87.
2. Кравцов Г.А. Дуальная мера на классификациях// Сборник трудов конференции “Моделирование-2016”. - 2016. - С.272 – 287.
3. Кравцов Г.А. Мера отличия классификаций // Электрон.моделирование. - 2016.- 38, №4. - С. 81 – 99.
4. Кравцов Г.А. Вычисления на классификациях. Оценка классификаторов // Электрон.моделирование. - 2016.- 38, №6. - С. 15 – 24.
5. Кравцов Г.А. Вычисления на классификациях. Корректность классификации / Кравцов Г.А., Кошель В.И. // Электрон.моделирование. - 2017.- 39, №5. - С. 59 – 69.
6. H.Kravtsov. Semantic interoperability as a basis of meaningful analytics / H.Kravtsov// Information Technology and Security. - 2017. - vol.5, No.1. - P. 63 – 70.
7. Мохор В.В. Використання теорії класифікації для оцінювання ризику безпеки інформації // В.В. Мохор, Г.О. Кравцов, В.В. Цуркан // Захист інформації і безпека інформаційних систем 2017 (м. Львів, 01-02 червня 2017 р.). – 21-22 с.
8. Кравцов Г.А. Вычисления на классификациях. Подбор сотрудников как интерпретация проблемы подбора экспертов // Электрон.моделирование. - 2017.- 39, №3. - С. 77 – 87.
9. Кравцов Г.А. Вычисления на классификациях. Подтверждение квалификации в социальных сетях // Электрон.моделирование. - 2017.- 39, №2. - С. 3 – 13.
10. NaomiHire - AI Shortlisting tool and Recruitment Marketplace on Blockchain [Електронний ресурс]. - Режим доступа: naomihire.net. - Дата доступа: май 2018.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЦІНО- ТА ТАРИФООУТВОРЕННЯ В НОВОМУ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Функціональна схема роботи розробленої Імітаційної моделі ціноутворення на новому ринку електричної енергії (далі – Імітаційна модель) наведена на рис. 1.

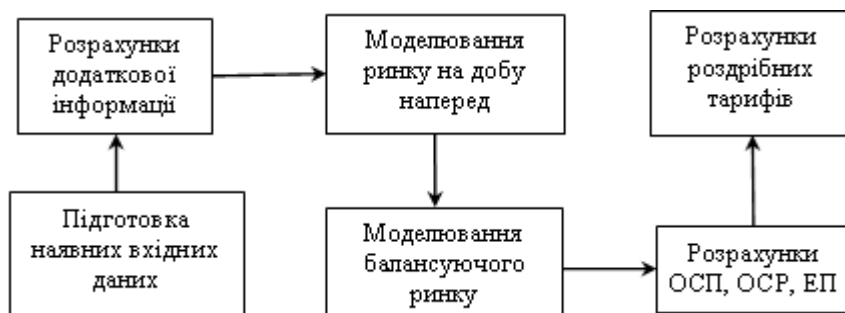


Рис.1. Функціональна схема Імітаційної моделі

Функціональний модуль "Підготовка наявних вхідних даних" здійснює попередню обробку та структурування вхідних даних. Модуль "Розрахунки додаткової інформації" використовує для формування масиву вхідних даних, які необхідні для процесу імітаційного моделювання, але наразі відсутні в діючій оптовій моделі ринку електричної енергії. Наприклад, в діючій моделі оптового ринку відсутні фактичні та прогнозні погодинні обсяги споживання електричної енергії окремо побутовими споживачами, промисловими споживачами, які приєднані до мереж другого класу напруги та промисловими споживачами, які приєднані до мереж першого класу напруги.

Імітаційна модель враховує основні принципи роботи ринку "на добу наперед" та балансуючому ринку, що застосовуються на європейських ринках електричної енергії [2]. Блок імітаційного моделювання ринку "на добу наперед" визначає погодинні ринкові ціни в цьому сегменті. Математична модель РДН подається як група не зв'язаних між собою погодинних торгів і детально описана в [2].

Модуль "Моделювання балансуючого ринку" (БР) здійснює розрахунки, які мають на меті розв'язати дві задачі: визначити вартість врегулювання системних обмежень системним оператором та визначити погодинні ціни за небаланси, які купує або продає сторони за баланс. Таким чином, блок "БР" включає в себе два різних математичних апарата,

особливості яких наведені в [3]. На першому етапі роботи балансуючого ринку, задля мінімізації витрат системного оператора на врегулювання системних обмежень, системний оператор (СО) відбирає пропозиції учасників балансування на завантаження та розвантаження. На другому етапі роботи балансуючого ринку, задля підтримання балансу виробітку та споживання електричної енергії в об'єднаній системі України, СО купує та продає електричну енергію у постачальників послуг з балансування і таким чином, має фінансові зобов'язання, які перекладає на сторони відповідальні за баланс (учасники ринку). Головною задачею цього етапу є визначення в кожній годині доби ціни на купівлю та ціни на продаж небалансу сторонами відповідальними за баланс.

Результати порівняльного аналізу показали, що Імітаційна модель дозволяє здійснити аналіз результатів аукціону щодо купівлі-продажу електроенергії на ринку "на добу наперед" та балансуючому ринку. Математична похибка при цьому не перевищує 0,7 %, що дозволяє адекватно оцінити результати впровадження цих сегментів ринку електроенергії при їх впровадженні в Україні. Такі результати свідчать про адекватність розробленої моделі.

Модуль "Розрахунки ОСП, ОСР та ЕП" [4] визначає відповідні надбавки до вартості електроенергії, які вносяться учасниками ринку, відповідальними за передачу, розподіл та постачання електричної енергії. На відміну від діючої моделі оптового ринку в Україні з системою тарифоутворення за принципами витрати "+", в новій моделі тарифи монополій з надання послуг включатимуть в себе і ринкову складову: витрати на купівлю електричної енергії для покриття втрат при передачі та розподілу мережами, небаланси електричної енергії, які виникають в наслідок відхилення погодинних обсягів фактичного споживання та купівлі на ринку електричної енергії.

Модуль розрахунків роздрібних тарифів визначає остаточну вартість електроенергії для кінцевого споживача. Зокрема, ціна електричної енергії для кінцевого споживача визначається сума всіх витрат електропостачальника при здійсненні постачання електричної енергії відповідному споживачу.

Проведені дослідження показали, що розроблена Імітаційна модель дозволяє комплексно та структуровано оцінити можливий рівень цін та тарифів, який може скластися в новій моделі ринку електричної енергії та окремих його сегментах, зокрема і перехідний період. Покладений в основу Імітаційної моделі математичний апарат надає практичний інструментарій визначення ризиків та стратегії учасників ринку, який окрім розрахунків в стандартних сегментах лібералізованого ринку дозволяє виконати моделювання особливих для України тарифів. Імітаційна модель забезпечує розрахунок мінімально можливих рівнів цін та тарифів шляхом послідовного складання витрат учасників ринку, зокрема і у порядку їх формування, який очікується в кінцевій моделі лібералізованого ринку, а саме: ціни на ринку

двосторонніх договорів; на ринку "на добу наперед"; внутрішньодобовому ринку; балансуєчому ринку; тариф на диспетчерське (оперативно-технологічне) управління; тариф на послуги з передачі та розподілу електричної енергії; ціна послуги електропостачальника; ціни постачання електричної енергії кінцевим споживачам. Методи та закладені математичні моделі в Імітаційній моделі є актуальними, як на різних етапах запровадження складових нового ринку в Україні, так і в умовах його функціонування.

1. Закон України № № 2019 «Про ринок електричної енергії» //Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2017. - № 26-27. - С. 312

2. Блінов І.В., Парус Є.В., Іванов Г.А. Імітаційне моделювання функціонування балансуєчого ринку електроенергії з урахування системних обмежень на параметри ОЕС України // Технічна електродинаміка. – 2017. - №6. – С.72–79.

3. Блінов І.В., Парус Є.В., Іванов Г.А. Комплексна розрахункова модель ринку на добу наперед та балансуєчого ринку електроенергії України //Промелектро – 2016. - № 4-5. – С.8-12.

4. Теоретичні та прикладні основи економічного, екологічного та технологічного функціонування об'єктів енергетики / [В.О. Артемчук, Т.Р. Білан, І.В. Блінов та ін.; за ред. А.О. Запорожця, Т.Р. Білан]. – Київ, 2017. – 312 с.

Р.В. Беженар, В.С. Мадерич, ІПММС НАН України, м. Київ

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ^{137}Cs В МОРЬСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ В РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЙ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС ТА АЕС ФУКУСИМА: АНАЛІЗ СПІЛЬНИХ ТА ВІДМІННИХ РИС

В результаті аварії на АЕС Фукусіма (ФАЕС) в 2011 році значну увагу було приділено забрудненню морського середовища, оскільки близько 85% від загальної кількості радіоактивних ^{134}Cs і ^{137}Cs , що потрапили в навколишнє середовище, опинилися в океані [1]. Менше уваги до забруднення морського середовища викликала аварія на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) 1986 року, незважаючи на значно більше радіаційне забруднення навколишнього середовища, яке вона спричинила. Це пов'язано з тим, що більшість радіонуклідів, викинутих в результаті аварії на ЧАЕС, осіло на навколишні території, а максимальні концентрації в морських середовищах Чорного і Балтійського морів були значно меншими, порівняно з прибережною областю навколо ФАЕС. Хоча, завдяки особливій геометрії Чорного і Балтійського морів, підвищена концентрація радіоактивності в них залишається значно довше, ніж у відкритій частині Тихого океану. Основною причиною цього є те, що Чорне і Балтійське моря є напів-закритими водоймами, з'єднаними з океаном мілкими і вузькими протоками. Дані моря характеризуються незначними вітровими течіями. Їхньою особливістю є суттєва кількість прісної води, що приноситься річками і знижує рівень солоності, впливаючи на біохімічні реакції. В свою чергу, узбережжя Японії відкрите до океану, який біля берегів Японії характеризується інтенсивними течіями, що приводить до швидкого розчинення забруднення.

В даній роботі представлена оцінка довготермінової динаміки розповсюдження ^{137}Cs в Чорному та Балтійському морях, а також в прибережній області навколо АЕС Фукусіма. З цією метою здійснені розрахунки з використанням камерної моделі POSEIDON-R [2, 3], поєднаної з динамічною моделлю переносу радіонуклідів через ланцюжки живлення морських організмів [4]. Проведено аналіз спільних та відмінних рис розповсюдження ^{137}Cs в трьох різних морських середовищах з врахуванням особливостей в їхній геометрії, течіях, солоності та джерелах радіоактивності.

Модель POSEIDON-R описує морське середовище як систему камер, що включають товщу води, донні відкладення і морські організми [2]. Кожна з камер у моделі може містити будь-яку кількість шарів води, забезпечуючи, таким чином, тривимірність системи. Також камери містять зважені намули, що рівномірно осідають на дно. Вважається, що в моделі радіонукліди, адсорбовані зваженими частинками, знаходяться в рівновазі з розчиненими

радіонуклідами. Перенос розчинених радіонуклідів між камерами описується процесами адвекції і дифузії. Переміщення осаджених радіонуклідів у дні описується за допомогою трьохшарової системи, в якій верхній шар взаємодіє з водою, між верхнім і середнім шаром відбувається дифузія радіонуклідів, а все, що потрапило в нижній шар в результаті осідання, вже ніколи не повертається наверх. Схематично дані процеси зображені на рис. 1, а основні рівняння моделі представлені в роботах [3, 4]. Для опису накопичення радіонуклідів в морських організмах використовується динамічна модель, яка складається з різних ланцюжків живлення для пелагічних і донних організмів. Пелагічний ланцюжок живлення включає фітопланктон, зоопланктон, нехижу і хижу рибу. Донний ланцюжок живлення включає водорості, донні безхребетні організми, придонну рибу і донних хижаків. Донні безхребетні організми харчуються органікою з донних відкладень, забрудненою радіоактивними елементами, які потім мігрують по ланцюжку живлення. Таким чином враховується додаткове джерело забруднення морських організмів. Також в моделі описуються молюски, ракоподібні і прибережні хижакі, які харчуються як поверхневими, так і придонними організмами. Всі описані 11 типів морських організмів засвоюють радіонукліди не тільки з їжі, але і з води. В моделі враховується залежність інтенсивності засвоєння радіоактивних цезію і стронцію від концентрації конкуруючих іонів калію і кальцію, відповідно. Це означає, що в розпрісненій воді, де низька концентрація іонів калію і кальцію, засвоєння радіоактивних цезію і стронцію буде інтенсивнішим, ніж в океані.

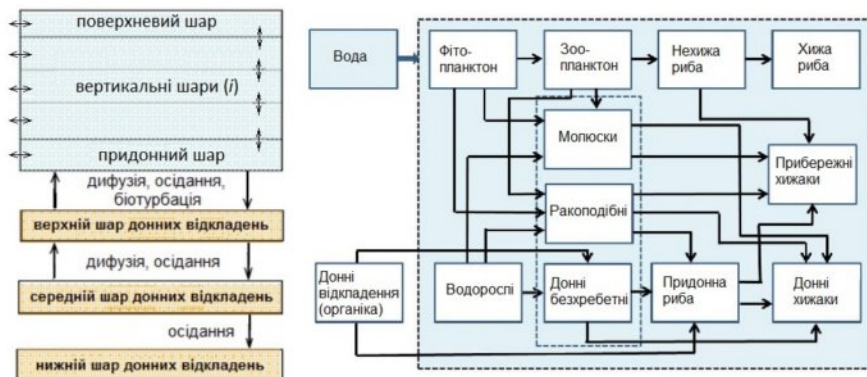


Рис. 1. Загальна схема переносу радіонуклідів в морському середовищі, реалізована в камерній моделі POSEIDON-R

В моделі розглядалися системи камер для Чорного і Балтійського морів та для північно-західної частини Тихого океану. Адвективні і дифузійні потоки води між камерами для кожної області були розраховані усередненням за 10-річний період тривимірних течій, отриманих чисельними моделями циркуляції. Для оцінки впливу радіоактивного ^{137}Cs , що потрапив в

морське середовище в результаті аварій на ЧАЕС і ФАЕС, була розрахована фоновая концентрація активності у воді, донних відкладеннях і морських організмах за рахунок інших джерел. Через це розрахунки здійснювалися для періоду з 1945 до 2020 років. Основним джерелом ^{137}Cs в доаварійні періоди було глобальне випадіння в результаті випробувань атомної зброї. В моделі задавалося щорічне випадіння радіонукліду на поверхню кожної камери. Також розглядалося кілька джерел забруднення морського середовища в результаті аварій. Основним джерелом було атмосферне випадіння радіонуклідів на морську поверхню. У випадку аварії на ФАЕС важливим джерелом був прямий витік активності в океан. Стоки активності з річковою водою, змив з берега та перенос за рахунок ґрунтових вод грали другорядну роль. Результати моделювання узгоджуються з вимірами концентрації ^{137}Cs в воді, донних відкладеннях і різних видах риби, що свідчить про відтворення за допомогою моделювання динаміки розповсюдження радіонукліду в кожному з розглянутих морських середовищах у доаварійний та післяаварійний періоди.

В результаті дослідження були виявлені як спільні так і відмінні риси розповсюдження ^{137}Cs в порівняно невеликих та напів-закритих Чорному і Балтійському морях і в області вздовж узбережжя Японії, яка є частиною Тихого океану, що характеризується інтенсивними течіями. Показано, що концентрація радіонукліду в пелагічній рибі в кожному випадку змінюється слідом за концентрацією у воді з певною затримкою. Тоді як концентрація у донній рибі пов'язана з концентрацією у верхньому шарі донних відкладень, що підтверджує гіпотезу про існування переносу радіоактивності з забрудненого дна до морських організмів. Швидкість очищення поверхневої риби в прибережній області Японії після аварії на ФАЕС на два порядки вища, а швидкість очищення донної риби на порядок вища, ніж у Чорному та Балтійському морях після аварії на ЧАЕС. Це пов'язано з швидким розведенням активності течіями в Тихому океані у порівнянні з повільним затуханням в напів-закритих Чорному і Балтійському морях.

1. Fukushima Daiichi-derived radionuclides in the Ocean: transport, fate, and impacts / K. Buesseler, M. Dai, M. Aoyama [et al.] // *Annual Reviews of Marine Sciences*. – 2017. – Vol. 9. – P. 173–203.

2. Lepicard S. POSEIDON-R/RODOS models for radiological assessment of marine environment after accidental releases: application to coastal areas of the Baltic, Black and North Seas / S. Lepicard, R. Heling, V. Maderich // *Journal of Environmental Radioactivity*. – 2004. – Vol. 72. – P. 153 – 161.

3. Regional long-term model of radioactivity dispersion and fate in the Northwestern Pacific and adjacent seas: application to the Fukushima Dai-ichi accident / V. Maderich, R. Bezhenar, R. Heling [et al.] // *Journal of Environmental Radioactivity*. – 2014. – Vol. 131. – P. 4 – 18.

4. Transfer of radiocaesium from contaminated bottom sediments to marine organisms through benthic food chain in post-Fukushima and post-Chernobyl periods / R. Bezhenar, K.T. Jung, V. Maderich [et al.] // *Biogeosciences*. – 2016. – Vol. 13. – P. 3021 – 3034.

УДК 551.326.7 (292.3)

В.С. Мадерич, К.В. Терлецька, І.О. Бровченко, ІПММС НАН України, Київ

РІЗНОМАСШТАБНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ ПРИДОННИХ І ШЕЛЬФОВИХ ВОД У ПІВДЕННІЙ ЧАСТИНІ МОРЯ ВЕДДЕЛЛА

Механізми розповсюдження льодовикової водної маси на шельфі та на континентальному схилі Антарктиди все ще недостатньо вивчені, незважаючи на ряд натурних [2] та лабораторних [4] та чисельних [1],[3] досліджень останніх років.

У даній роботі наведені результати чисельного дослідження впливу топографії на гравітаційні течії які викликані льодовою водною масою у західній частині моря Ведделла на масштабі у декілька років. Метою її є аналіз процесів переносу льодової водної маси на шельфі і континентальному схилі. Для моделювання використовується модель SCHISM [5] з неструктурованою сіткою та узагальненою системою координат, які дозволяють моделювати різномасштабні процеси в морському басейні з локально великими кутами нахилу континентального схилу. Неструктурована сітка дозволяє опис течій та полів температури і солоності з високою роздільною здатністю (до 2 км) у областях важливих для подальшого транспорту вод.

З огляду на складність процесів трансформації вод в роботі виділено і проаналізовано чисто гравітаційний механізм переносу водної маси, тоді як внесок конвекції на шельфі в процеси формування вод на шельфі не розглядався.

На рис. 1 наведені результати розрахунків придонної потенційної температури, солоності та потенційної густини через 100, 400 та 1000 діб після початку витікання придонної води з під льодовика Фільхнера. Як видно на малюнку, потік трансформованої під льодовиком Фільхнера-Ронне більш щільної води поширюється в улоговині Фільхнера під дією сил плавучості, досягаючи материкового схилу, на якому він під впливом сили Коріоліса та донного тертя розділяється на три частини. Одна частина потоку стікає в глибоку частину моря Ведделла за рахунок сил плавучості та під впливом підводних хребтів та каньйонів, інша частина слідує вздовж краю шельфу таким чином, що плавучість врівноважується силою Коріоліса, тертям та нахилом топографії дна. Нарешті, третя частина потоку повертає на шельф південно-західної частини моря Ведделла під дією сили Коріоліса і з часом заповнює шельф у південній частині моря.

Результати моделювання показали, що під дією плавучості, сили Коріоліса та тертя у бароклінному океані потік вод з-під льодовика Фільхнера на краю шельфа і материковому схилі розділяється на три: один

потік стікає у абісаль моря Ведделла, інший тече вздовж континентального схилу, тоді як третя, найбільша частина потоку повертає на шельф і заповнює улоговину Ронне, повертаючись під льодовик Ронне. Зроблено висновок, що рециркуляція льодовикових вод може суттєво вплинути на оцінки продукції придонних вод у морі Ведделла.

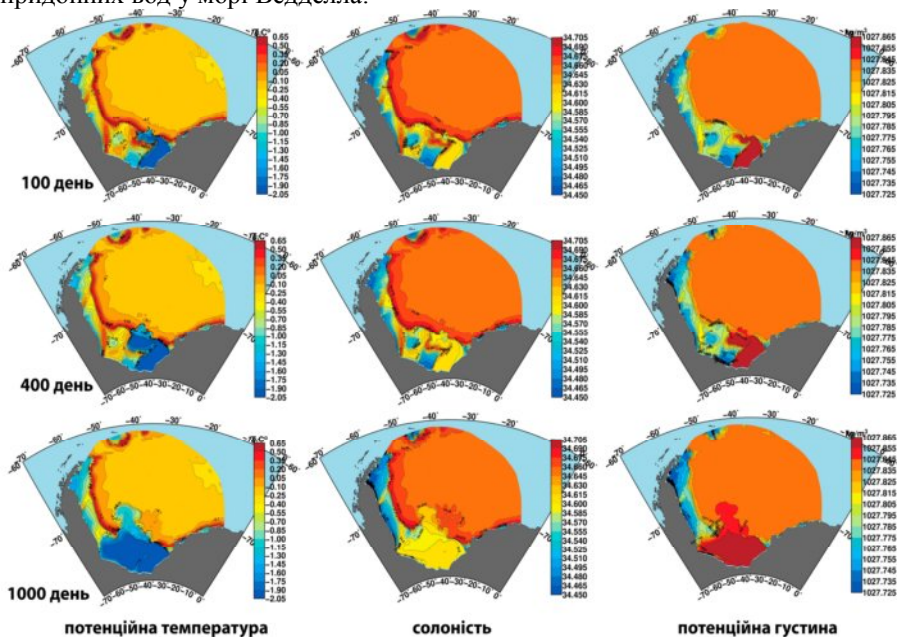


Рис.1. Розподіл придонної потенційної температури, солоності та потенційної густини в західній частині моря Ведделла через 100, 400, 1000 діб

1.Мадерич В.С., Терleckая Е.В., Бровченко И.А., Структура и динамика гравитационных течений на склоне: поток трансформированных под ледником Ронне-Фильхнера вод в море Уэдделла. *Украинский Антарктический Журнал*. 2010. № 9. С.263-270.

[URL:http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/uaj9/uaj9/Uaj_N_9_263-270.pdf](http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/uaj9/uaj9/Uaj_N_9_263-270.pdf)

2.Foldvik, A., Gammelsrød, T., Østerhus, S., Fahrbach, E., Rohardt, M., Schröder, G., Nicholls, K. W., Padman, L., Woodgate R. A. 2004. Ice shelf water overflow and bottom water formation in the southern Weddell Sea. *J. Geophys. Res.*, 109, C02015, doi:10.1029/2003JC002008.

3.Wilchinsky, A. V., Feltham, D. L. 2009. Numerical simulation of the Filchner overflow. *J. Geophys. Res.* 114, C12012, doi:10.1029/2008JC005013.

4.Wählin, A.K., Darelius, E., Cenedese, C., Lane-Serff, G.F., 2008. Laboratory observations of enhanced entrainment in dense overflows in the presence of submarine canyons and ridges. *Deep-Sea Research Part I* 55, 737–750.

5. Zhang, Y. J., Stanev, E.V., Grashorn, S. 2016. Seamless cross-scale modelling with SCHISM. *Ocean Modelling*, 102, 64-81

КІБЕРАТАКИ НА ГЛОБАЛЬНУ МАРШРУТИЗАЦІЮ В ІНТЕРНЕТІ: ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВИХ МАСШТАБІВ ТА НАСЛІДКІВ

Попри різноманіття сучасних кібератак, найбільш небезпечними поки що вважаються найбільш поширені – це атаки, спрямовані на відмову (Denial Of Service) і атаки, спрямовані на здирництво (RansomWare) [1]. Ці атаки є комплексними, бо мають принаймні дві фази: фазу інфікування та активну фазу. Фаза інфікування є відносно довгою, в деяких випадках вона триває декілька діб, а в деяких – місяці, в залежності від вибірковості зараження. У випадку атак класу DDoS інфіковані елементи однієї підмережі (так звані боти) часто використовуються для атак на іншу мережу. У випадку атак класу Ransomware активна фаза атаки спрямована безпосередньо на користувачів тієї мережі, де ці боти «оселилися». За даними Cybersecurity Ventures, втрати від ransomware в 2017 році сягнули 5 мільярдів доларів США [2].

Але в останні роки все частіше спостерігаються інциденти з глобальною маршрутизацією в Інтернеті, які перетворюються на нову масштабну кіберзагрозу. Поки що жодного разу офіційно не заявлено, що ці інциденти були атаками. Втім, масштаб цих інцидентів на кілька порядків перевершує широко відомі атаки класу DDoS і Ransomware. Таким же може бути і масштаб збитку, оскільки атака на глобальну маршрутизацію здатна забезпечити шкідливий вплив на мільйони мережевих пристроїв (а також і користувачів) значно меншими зусиллями, ніж згадані вище популярні атаки.

Глобальна маршрутизація забезпечується десятками тисяч інтернет-провайдерів. Протокол маршрутизації BGP4 забезпечує поширення інформації про зв'язності і доступності мереж серед всіх вузлів Інтернету. За допомогою BGP кожна мережа повідомляє своїм сусідам, або реє-ам, інформацію про підключених до неї сусідніх мережах, а також про тих мережах, які опосередковано доступні через сусідів. Ця інформація постійно оновлюється в процесі обміну між автономними системами і формує для кожного вузла так звану глобальну таблицю маршрутизації. В результаті кожна мережа знає (з тим чи іншим ступенем деталізації) як досягти будь-якої ділянки глобальної мережі.

Незважаючи на свою фундаментальну значимість, протокол BGP заснований на довірі між з'єднаними мережами, приймаючи отриману від них інформацію за чисту монету. Більш того, довіра це має транзитивним властивістю - реє-и довіряють своїм сусідам, ті, в свою чергу, - своїм, і в підсумку все довіряють всім. На рівні протоколу BGP4 немає перевірок достовірності, авторства анонсів, повноважень робити певний анонс. Також

немає механізмів перевірки автентичності атрибутів шляху, які можуть вплинути на перевагу маршруту. Тобто, вузол мережі (на рівні глобальної маршрутизації він називається автономною системою - AS) може оголосити про те, що знає маршрут до префікса, до якого не має відношення; що маршрут через нього - коротше, отже - краще; що певна підмережа підключена безпосередньо до нього. Це вже неодноразово приводило і продовжує призводити до випадків так званого перехоплення маршрутів (route hijacking, prefix hijacking, bgp hijacking). Колись ці перехоплення носили характер випадкової помилки конфігурації. Щоб уникнути таких помилок були введені в експлуатацію кілька баз даних інтернет-маршрутів, за якими "доглядають" п'ять авторизованих регіональних реєстрів, що видають IP-адреси і номери автономних систем. Але можна впевнено сказати, що протягом 5 років зросла частка ворожих дій, тобто - атак, для реалізації яких використовувався перехоплення маршрутів.

Атака класу BGP-hijacking має кілька варіантів:

1. Захоплення маршруту, коли мережа анонсує у якості джерела адресний простір що не належить їй. При виборі маршруту BGP віддасть перевагу більш короткий, вимірюваний числом мереж між джерелом і одержувачем, маршрут. Таким чином захоплений маршрут буде конкурувати з істинним.

2. Захоплення підмереж, коли анонсуються більш специфічні префікси. При виборі маршруту BGP воліє той, який вказується більш специфічним префіксом, і таким чином атакуючий виграве незважаючи на топологічну віддаленість. За відсутності конкуруючих префіксів такого ж розміру, захоплення має глобальний ефект.

3. Захоплення нерозподіленого або невикористаного адресного простору. В цьому випадку анонсований префікс не зустрічає конкуренції і має високі шанси поширення по всьому Інтернету.

4. Перенаправлення трафіку. В цьому випадку трафік доставляється коректному одержувачу, але передається по шляху, відмінному від нормального вибору BGP.

Наслідки цих атак можуть бути різними. Захоплення маршруту призводить до перетягування трафіку, призначеного «захопленої» мережі, який, як правило, потім відкидається. Тобто відбувається DoS-атака на всі сервіси мережі. У цю категорію потрапляє більшість помилок конфігурації. Якщо атака анонсує фрагмент нерозподіленого адресного простору («нічий» мережі), вона може бути використана для короткострокової генерації не просто трафіку, а доставки шкідливого контенту, в елементарному випадку - для розсилки спаму. У більш витонченому вигляді захоплення маршруту може бути спрямований на захоплення деякого інформаційного ресурсу, наприклад веб-сайту, з наданням користувачам підробленого сайту.

Ефект від цих атак був колосальним, для багатьох мереж Інтернет на кілька годин просто перестав існувати. Але ці події трапляються нечасто,

вони майже моментально детектуються і завдяки координації між операторам досить швидко ліквідуються [3],[4]. У той же час, інформація про менш відомі і, можливо, більш умисні інциденти, що відбуваються на периферії Інтернету, практично відсутня. Дослідження, проведене в групі NIST, показує, що підозріла активність не припиняється, особливо в нерозподіленому адресному просторі. Відомі випадки успішної атаки на сектор криптовалют [5] та підозри на атаку на фінансовий сектор [6].

Поліпшення стану з впровадженням IPv6 збільшує можливості атак на глобальну маршрутизацію за участю адресного простору IPv6.

Масштаб загроз, пов'язаних з атаками на Інтернет-маршрутизацію, призводить до висновку, що необхідний всебічний аналіз даної проблемної області та пошук методів моніторингу та оперативного виявлення не тільки поодиноких, але і групових відхилень в глобальній маршрутизації. Ці методи матимуть важливе значення з точки зору кіберзахисту як на корпоративному рівні, так і на рівні критичної інфраструктури держав.

1 Internet Security Threat Report 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.symantec.com/security-center/threat-report>. Дата звернення: Тра.10, 2018.

2 Global Ransomware Damages. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://cybersecurityventures.com/ransomware-damage-report-2017-5-billion/> Дата звернення: Тра.05, 2018.

3 The AS7007 Incident. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://lists.ucc.gu.uwa.edu.au/pipermail/lore/2006-August/000040.html>. Дата звернення: Кві.20, 2018.

4 Google made a tiny error and it broke half the internet in Japan <https://thenextweb.com/google/2017/08/28/google-japan-internet-blackout/>

5 Hijacking Bitcoin: routing attacks on cryptocurrencies. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://blog.acolyer.org/2017/06/27/hijacking-bitcoin-routing-attacks-on-cryptocurrencies/>. Дата звернення: Гру.1, 2017.

6 Russian-Controlled Telecom Hijacks Traffic For Mastercard, Visa, And 22 Other Services. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://tech.slashdot.org/story/17/04/29/0540233/russian-controlled-telecom-hijacks-traffic-for-mastercard-visa-and-22-other-services>. Дата звернення: Гру.1, 2017.

ОСОБЛИВОСТІ РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ ПРИ АВАРІЯХ ІЗ РОЗЛИВОМ РІДКИХ РАДІОАКТИВНИХ СЕРЕДОВИЩ

З метою підвищення безпеки підприємств атомної галузі необхідно вдосконалити методологічну та інструментальну базу щодо аналізу та оцінки безпеки енергоблоків АЕС, які на даний момент знаходяться в експлуатації, а також енергоблоків, будівництво яких планується. Розробка нових комп'ютерних засобів та математичних моделей оцінки радіаційних наслідків викидів спрямована на вирішення ряду задач у даному напрямку, в першу чергу, таких як: мінімізація радіаційного впливу на населення, персонал та навколишнє середовище з урахуванням соціальних та економічних факторів (принцип ALARA) відповідно до норм радіаційної безпеки НРБУ-97 [3], аналіз аварій на АЕС в рамках проектних обґрунтувань експлуатуючої організації та оцінок впливу на оточуюче середовище, розробка імовірного аналізу безпеки 3-го рівня з урахуванням положень МАГАТЕ [8], аварійне реагування на радіаційні аварії у реальному часі.

У рамках проведення імовірного аналізу безпеки для енергоблоків АЕС України та введення вимог НРБУ-97/Д-2000 [4] щодо потенційного опромінення населення наприкінці 2000-их з'явилась потреба у більш реалістичному та прецизійному моделюванні таких подій на АЕС як порушення нормальної експлуатації (події, частота реалізації яких може перевищити 10^{-2} 1/рік). До таких подій віднесено аварії із розливом рідких радіоактивних середовищ (РРС).



а)



б)

Рис. 1. Фотоматеріали інциденту з розливом радіоактивного дезактиваційного розчину на Ігналінській АЕС (Литва), жовтень 2010: вид на трубопровід, що зазнав розриву (а), загальний вид на частину розливу (б) [6]

Аналіз близько 30 зарубіжних та вітчизняних аварій та інцидентів на підприємствах атомної галузі за останні 65 років (фотоматеріали одного з інцидентів представлено на рис. 1) показав, що більшість подій, пов'язаних із розливом рідких радіоактивних середовищ, класифіковано відносно

невисокими рівнями за шкалою ядерних та радіологічних подій INES [9] (рівні від «0» до «3»). Переважними джерелами викидів є теплоносії перших контурів реакторних установок, рідкі радіоактивні відходи, дезактиваційні розчини, високоактивні розчини урану та плутонію, рідкий сповільнювач на важководних реакторах.

У ході аналізу радіаційних наслідків інцидентів та аварій із розливом РРС було визначено критичну групу опромінення – персонал аварійних об'єктів, та критичні шляхи опромінення: зовнішнє від розливу та внутрішнє за рахунок інгаляційного надходження радіонуклідів. Зокрема, для аварій із розливом важкої води також характерним є β -опромінення поверхневого шару шкіри. У переважній кількості подій спостерігається опромінення персоналу на етапі проведення заходів по відновленню обладнання, локалізації розливу та ліквідації радіаційних наслідків. Під час деяких подій зареєстровано переопромінення персоналу вище лімітів доз, встановлених нормами МАГАТЕ [12] та відповідними національними нормативними документами.

Хоча в більшості розглянутих випадків інформація щодо забруднення навколишнього середовища не надається, наразі вимоги сучасної нормативної бази багатьох країн (включно з Україною) потребують обґрунтування щодо не перевищення встановлених лімітів доз опромінення представників всіх референтних груп населення в результаті порушень нормальної експлуатації, під класифікацію яких підпадають аварії із розливами РРС.

Сучасні галузеві інтегральні коди (MELCOR, RELAP, CONTAIN та інші [5]) успішно використовуються для оцінювання радіоактивного викиду в атмосферу для більшості проектних та запроектованих аварій на АЕС, але не мають засобів для моделювання процесів, характерних для аварій із розливом РРС. До основних недоліків цих кодів можна віднести: відсутність засобів для врахування процесу радіоактивного розпаду дозоутворюючих радіонуклідів; неадекватність та невизначеність при моделюванні середніх та пізніх фаз аварії (в умовах квазістаціонарного термодинамічного балансу) або при розливі РРС із температурами, що є близькими до температур повітряної фази; відсутність опису динаміки випаровування радіоактивних речовин з вільних поверхонь рідин, нехтування термо- та гідродинамічними процесами у прикордонному шарі як рідкої так і повітряної фази (наслідок відсутності деталізованої просторової сітки).

CFD-моделювання (Computational fluid dynamics) з використанням загальногалузевих програмних пакетів таких як ANSYS (модулі FLUENT та CFX), OpenFOAM, SolidWorks (Fluid Simulation) та інших [10], широко застосовується в різних країнах для моделювання тепло-гідравлічних процесів, що пов'язані із елементами активної зони реакторів та технологічними контурами АЕС. Однак, у зв'язку із відсутністю моделей, що описують транспорт багатокомпонентних радіоактивних повітряних сумішей

даний пакет засобів може лише опосередковано застосовуватись в рамках оцінки радіаційних наслідків. Хоча, на сьогодні FLUENT та CFX не використовуються для кількісного та якісного моделювання аеродинамічних параметрів повітря технологічних приміщень АЕС України, слід зазначити, що вони можуть бути застосовними для визначення полів швидкості повітря, концентрацій та вологості як у замкнених приміщеннях так і на локальних рельєфах ближніх зон навколишнього середовища.

Існуючі програмні засоби щодо оцінки доз для персоналу MicroShield, MCNP, PENELOPE, GEANT, EasyQAD, короткий опис яких представлено в [13], дозволяють частково оцінити параметри радіаційного впливу на персонал та можуть бути застосованими для опису динамічних задач лише з метою розрахунку дози зовнішнього опромінення. Їх використання обмежується визначенням похідних радіаційної обстановки відповідно до геометрії аварійного приміщення, миттєвих значень концентрацій у розливі та повітрі. Інгаляційний шлях опромінення на сьогодні описується лише наявною методологічною базою, відповідно до методик МАГАТЕ, Міжнародної комісії з радіаційного захисту, які наразі не адаптовано для вирішення динамічних задач.

Серед провідних програмних засобів оцінки радіаційного впливу на населення та навколишнє середовище виділяють наступні: європейські системи підтримки прийняття рішень RODOS та ARGOS, система COSYMA, американські програми експрес-оцінки HotSpot, InterRAS та інструмент імовірного аналізу MACCS [11]. Дані комп'ютерні засоби використовуються з метою прогнозування радіаційного впливу як у реальному часі так і на етапі аварійного планування. В системах підтримки прийняття рішень RODOS та ARGOS інтегровані гаусові, лагранжіві та ейлерові моделі атмосферного переносу, що покривають розрахункові відстані від одиниць до тисяч кілометрів. Суттєвим недоліком вищенаведених засобів при застосуванні в рамках моделювання аварій із розливом РРС є неможливість проведення комплексного CFD-моделювання та аналізу радіаційного впливу у ближній зоні навколишнього середовища (десять/сотні метрів). Дане обмеження не дозволяє врахувати ефект аеродинамічного затінення джерела викиду та ефектів атмосферної дисперсії, що характерні для умов нерівномірної висоти рельєфу.

Отже, аналіз зарубіжних та вітчизняних аварій та інцидентів із розливом рідких радіоактивних середовищ показує, що проблеми оцінки радіаційного впливу викидів при подібних аваріях залишаються актуальними та потребують подальших досліджень. Існуючі комп'ютерні засоби оцінки радіаційного впливу мають ряд недоліків стосовно моделювання протікання аварій із розливом рідких радіоактивних середовищ. Для врахування особливостей моделювання аварій такого типу запропоновано:

- на прикладі зарубіжного та вітчизняного досвіду, актуальних результатів імовірного аналізу безпеки для АЕС України виділити

можливі сценарії перебігу аварійних процесів;

- визначити загальні умови та характеристики атмосферного викиду, особливості стратегій ліквідації наслідків, та зменшення шкідливого впливу при подібних аваріях;

- з метою оцінки рівнів радіоактивного забруднення на об'єкті та кількісних характеристик викиду в оточуюче середовище розробити цілісну математичну модель транспорту радіоактивних речовин у аварійних приміщеннях;

- адаптувати розроблену модель до існуючого програмного інструментарію щодо оцінки доз опромінення персоналу та населення;

- на прикладі ряду демонстраційних розрахунків за репрезентативними аварійними сценаріями описати межі та умови застосування отриманого комплексу комп'ютерних засобів.

1. Енергетична стратегія України до 2030 року. Схвалена розпорядженням КМУ від 24 липня 2013 р. № 1071-р.

2. Комплексна зведена програма підвищення безпеки енергоблоків атомних електростанцій України. Постанова КМУ №1270 від 07.12.2011 р.

3. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Затверджено МОЗ Наказом №208 від 14 липня 1997р.

4. Норми радіаційної безпеки України, доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000). Затверджено МОЗ Наказом №116 від 12 липня 2000 р.

5. Accident analysis for nuclear power plants. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2002 – 129 pp.

6. Accidents and incidents. Article published on November 10, 2010 by Andrey Ozharovsky, source is available: <http://bellona.org/>

7. IAEA-TECDOC-1200 Applications of probabilistic safety assessment (PSA) for nuclear power plants, IAEA, Vienna, 2006 -104 pp.

8. IAEA-TECDOC-1511 Determining the quality of probabilistic safety assessment (PSA) for applications in nuclear power plants, IAEA, Vienna, 2006 – 178 pp.

9. INES-2008 Международная шкала ядерных и радиологических событий. МАГАТЭ, Вена, 2010 – 250 с.

10. King M., Gough H., et al. Investigating the influence of neighbouring structures on natural ventilation potential of a full-scale cubical building using time-dependent CFD Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics 169 (2017), pp. 265–279

11. Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities. Safety guide DS427 – Vienna: International Atomic Energy Agency, Draft Version 8.5, Nov. 2016 – 70 pp.

12. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. GSR Part 3 – Interim edition. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2014 – 471 pp.

13. Morat? S., Bernal A., Querol A. Training in external dosimetry calculations with computational codes. ETRAP Conference Proceedings 30 May - 2nd June 2017 Valencia, Spain, 2017 – 408 pp.

14. Benchmarking of fast-running software tools used to model releases during nuclear accidents NEA/CSNI/R(2015)19, Nuclear Energy Agency 2016 – 134 pp.

УДК 621.3; 543.7.4; 543.8

О.О. Огір, ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ОБРОБЦІ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Актуальність даної тематики показана в [1,2].

Говорячи про різні методи підвищення інформативності медичних зображень, слід розрізняти два різних підходи до даної проблеми. Перший підхід ставить собі за мету покращення зорових характеристик зображення (підвищення глобального і локального контрасту, різкості і т.д.) без істотних втрат вмістимої інформації. При такому підході зведені до мінімуму спотворення, які викликані неточністю апаратури. Другий підхід до цієї проблеми заснований на методах обробки зображень з метою виділення наних деяких необхідних зон деталей або неоднорідностей, при цьому не суттєва інформація пригнічується. В результаті виходить зображення зручне для візуального аналізу або інтерпретації. Але в даному процесі отримання зображень також є різні спотворюючі чинники, які впливають на їх якість. Методи підвищення інформативності, такі наприклад як фільтрація, включають в себе: збільшення контрасту, підвищення різкості, просторову і частотну фільтрацію, сегментацію зображень.

Спосіб ідентифікації характеристик гістограм, отриманих при скануванні краєутворюючої дуги на зображенні, заснований на застосуванні спеціалізованих нейронних мереж. Зокрема, розглянуто такі області застосування цього підходу в обробці цифрових зображень, як використання багатoshарових перцептронів для вирішення завдань інтерпретації даних і конструювання спеціалізованих нейронних мереж.

Зміст даної нейронно-мережевої концепції стосовно до задачі візуалізації визначається загальними принципами функціонування багатoshарових перцептронів і включає в себе три етапи.

а) збір і підготовку даних; б) навчання; в) розпізнавання.

Застосування багатoshарового перцептрону дозволяє розглядати завдання ідентифікації неоднорідності, характеристики якої найбільш точним чином відповідають вихідному набору даних вимірювань. У стандартній постановці завдання вирішується мінімізацією квадратичного функціоналу ψ різниці обчисленого $h_{k\theta}(p_1), h(p_1)$ –гістограми-зразка і гістограми реалізації відповідно.

Безпосередньо для оцінки стану даної сцени запропонований квадратичний критерій близькості гістограм, який має вигляд:

$$\arg \min \Phi_k(hp) = \sum_{l=1}^{N(Q)-1} (h(p_1) - h_{k\theta}(p_1))^2 \quad (1)$$

де $h(p_1)$ - гістограма реалізації аналізованого сигналу; $N(Q)$ число рівнів квантування аналізованого сигналу.

Результатом нейронно-мережевого синтезу є знаходження параметрів оптимального відображення $\{u_k \rightarrow u_{k1}\}$, а не визначення компонент вектора $\overrightarrow{u_{k1}}$ оптимально відповідного даними одиничного вимірювання $\overrightarrow{u_k}$



Рис. 1. Схема нейронно-мережевої ідентифікації

Реалізація даної концепції представлена в роботі на прикладі задачі ідентифікації та інтерпретації неоднорідностей на томографічних зображеннях. Параметрами ідентифікованої неоднорідності обрані геометричні параметри, що визначають конфігурацію і характеристики розподілу яскравості «зони інтересу».

Отже, проведені дослідження показали, що завдання, яке вирішується на основі навчання багатоваріантного перцептронного, зводиться до знаходження архітектури нейронної мережі і відповідної цій архітектурі набору вагових коефіцієнтів синоптичних зв'язків і величин зміщень, при яких відображення «характеристики розподілу – параметри неоднорідності» виконується в межах допустимої помилки для кожної пари, використовуваної в процесі навчання.

Схема нейронно-мережевої ідентифікації, сформульованої вище, представлена на рис. 1

1. Алгоритмы искусственного интеллекта. / [И. Братко.] - М.: Вильямс, 2004. - 640 с.
2. Нейронные сети для обработки информации / [С. Осовский, пер. с польского под ред. И.Д. Рудинского.] - М.: Финансы и статистика, 2004. - 344 с.

ПРИСКОРЕННЯ МЕТОДУ КВАДРАТИЧНОГО РЕШЕТА НА ОСНОВІ РІШЕННЯ МАТРИЦІ НА ХОДУ

Проблема факторизації цілих чисел одна з найстаріших проблем в математиці. Можна сказати, що якщо факторизація вирішена ефективно, тоді крипто система RSA стане надзвичайно незахищеною.

Алгоритм квадратичного решета (QS) був винайдений Карлом Померансем і був популярний в 1980-х та 1990-х роках.

Метод квадратичного решета (QS) поступається методу решета числового поля. Проте для чисел розміром до 110 десяткових знаків і досі є найкращим [1].

Модифікація алгоритму квадратичного решета дасть змогу зменшити час роботи, складність алгоритму та розширити множину чисел де цей алгоритм є найкращим.

Тому дослідження нових способів зниження його обчислювальної складності є актуальним.

Алгоритм методу QS працює в два етапи: етап збору даних, де він збирає інформацію, яка може привести до рівності квадратів по модулю N , та етап обробки даних, де він розміщує всю зібрану інформацію у матрицю та оброблює її для отримання рішення.

На першому етапі вибирається інтервал просіювання L^b , будується факторна база L^a та реалізується процедура просіювання [2].

Найбільш затратною за часом частиною алгоритму квадратичного решета є процес просіювання.

Ідея досліджень, результати яких подаються в даному виступі, полягає у розв'язанні матриці B -гладких чисел на ходу, під час пошуку B -гладких чисел. Це дозволить у випадку наявності векторів які у сумі дають нульовий вектор виявити такі вектори одразу, не чекаючи появи векторів у кількості L^a .

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

1. Побудова алгоритму для вирішення матриці на ходу у методі квадратичного решета.
2. Аналіз впливу вирішення матриці на ходу на швидкість та результат факторизації.
3. Порівняльна оцінка складності та часу виконання модифікованого методу квадратичного решета з стандартним методом квадратичного решета та решета числового поля.

На основі проведених чисельних експериментів показано, що вирішення матриці на ходу дозволяє факторизувати число у деяких випадках, коли

базовий алгоритм квадратичного решета (при стандартному інтервалі просіювання та розміру факторної бази) не зміг сформувати матрицю для отримання рішення.

Показано що для обраних 10000 чисел розміром 10^{13} модифікований алгоритм зміг зменшити кількість невдалих факторизацій з 686 випадків до 503, відносно базового алгоритму квадратичного решета.

Згідно отриманих даних для модифікованого QS – методу на основі вирішення матриці на ходу забезпечується прискорення приблизно 5.76 відсотків, для чисел розміром 10^{100} . Це означає, що даний модифікований метод дозволив знизити обчислювальну складність базового методу QS в 1.0611 разів.

1. Pomerance C. Smooth numbers and the quadratic sieve / Carl Pomerance. // Algorithmic Number Theory. – 2008. – С. 69–81.

2. Song Y. Primality Testing and Integer Factorization in Public-Key Cryptography / Yong Song. – New York: Springer, 2009. – 371 с. – (Second Edition). – (ISBN-13: 978-0-387-77267-7).

Д.В. Савельєв, ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, Київ

МОДЕЛЬ ЗАГРОЗ КІБЕРБЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У СФЕРІ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Міжнародні організації, такі як Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ), Міжнародна електротехнічна комісія (МЕК), а також національні органи регулювання ядерної та радіаційної безпеки різних країн працюють над питанням вивчення та регулювання інформаційної безпеки АЕС, що викликано трьома основними факторами – масовою тенденцією переходу від аналогових до цифрових інформаційних та керуючих систем АЕС, вразливістю таких систем до кіберзагроз та підвищенням кількості випадків зловмисних дій щодо інформаційних систем з серйозними наслідками[1].

Забезпечення інформаційної безпеки є важливим завданням, адже кібератаки на об'єкти критичної інформаційної інфраструктури сфери ядерної енергетики можуть негативно вплинути на фізичну безпеку, і в наслідок – ядерну та радіаційну безпеку АЕС та інших ядерних установок.

Однією з основних задач забезпечення інформаційної безпеки є визначення переліку загроз та оцінка ризиків їх впливу, що дозволяє визначити склад системи захисту інформації.

Модель загроз містить систематизований перелік загроз безпеки даних при їх обробці в інформаційних системах. Ці загрози зумовлені умисними чи ненавмисними діями зловмисників, обслуговуючого персоналу та користувачів системи, які можуть мати серйозні негативні наслідки.

Модель загроз кібербезпеки об'єктів критичної інформаційної інфраструктури у сфері ядерної енергетики (далі – Об'єкти) містить єдині початкові дані по загрозам безпеки даних, які обробляються на Об'єктах, пов'язані з:

- перехопленням даних по технічним каналам з метою їх копіювання чи неправомірного розповсюдження;
- несанкціонованим, в тому числі випадковим, доступом до Об'єкта з метою змінення, копіювання, розповсюдження або деструкційного впливу на його елементи та оброблювані дані з використанням програмних та програмно-апаратних засобів з метою знищення або блокування.

Модель загроз є методичним документом, із застосуванням якого вирішуються наступні задачі:

- аналіз захищеності Об'єкта від загроз кібербезпеки в ході організації та виконання робіт по забезпеченню його безпеки;

- розробка системи захисту даних, яка забезпечує нейтралізацію можливих загроз з використанням методів та засобів захисту даних, передбачених для відповідного типу Об'єкта;

- проведення заходів, націлених на запобігання несанкціонованого доступу до даних, впливу на технічні засоби Об'єкта, який призведе до порушення їх функціонування;

- контроль забезпечення рівня захищеності Об'єкта.

Первинний перелік загроз формується комбінаціями можливих факторів, впливаючих на інформацію, що потребує захисту, категоріями засобів захисту та рівнями впливу порушників.

Виявлення та врахування факторів, що впливають або можуть впливати на інформацію в конкретних умовах, формують основу для планування та проведення ефективних заходів, що забезпечують захист інформації об'єктів критичної інформаційної інфраструктури. Повнота та достовірність виявлення факторів досягається розглядом повного переліку факторів, які впливають на усі елементи об'єкта критичної інфраструктури на усіх етапах обробки інформації. У матеріалі [2], де описується методика побудови моделі загроз безпеки інформації для автоматизованих систем, також описується та наводиться ER-модель бази даних моделі загроз.

Формування вторинного переліку загроз відбувається завдяки доповненню на основі статистики про інциденти та виходячи з умов ступеня їхнього деструктивного впливу, який може визначатись:

- імовірністю виникнення загрози;
- втратами внаслідок реалізації загрози;
- часом на відновлення системи.

Деструктивний вплив може призвести до:

- порушення конфіденційності інформації;
- несанкціонованого впливу на вміст інформації, її модифікації чи руйнування;

- несанкціонованого впливу на програмні елементи інформаційної системи з подальшим блокуванням інформації;

- втрати автентичності даних;
- втрати достовірності систем.

Міра ризику, яка дозволяє проаналізувати та структурувати загрози за пріоритетністю, може бути визначена як загальні збитки від кожного виду проблем.

Результатом оцінки ризику виникнення кожної загрози повинні бути:

- комплексне застосування відповідних засобів захисту інформації;
- прийняття ризиків, яке забезпечує цілковите заохочення вимог політик інформаційної інфраструктури та їх критеріїв прийняття ризиків;
- максимально можлива відмова від ризиків виникнення загроз.

Методики побудови моделі загроз, у тому числі розглянута методика у публікації [2], можуть стати основою для розробки універсальних

алгоритмічних та математичних моделей безпеки, які ефективно поєднують у собі вимоги нормативно-методичних документів, методологію побудови моделі загроз, моделей порушення і т.д.

Висновки

Забезпечення кібербезпеки об'єктів критичної інформаційної інфраструктури у сфері ядерної енергетики актуальні в багатьох країнах. Побудова моделі загроз інформаційної безпеки є однією з основних задач при визначенні складу системи захисту інформації.

Проведено опис моделі загроз, як методичного документа, із застосуванням якого вирішуються задачі аналізу захищеності Об'єктів, розробки системи захисту інформації, проведення заходів щодо запобігання несанкціонованого доступу до даних та впливу на технічні засоби, контролю забезпечення рівня захищеності Об'єктів. Визначено порядок формування переліку загроз кібербезпеки, мір ризику для аналізу та структурування загроз за пріоритетністю для формування результату оцінки ризику виникнення кожної загрози.

1. *Клевцов А. Л.* Компьютерная безопасность информационных и управляющих систем АЭС: кибернетические угрозы / А. Л. Клевцов, С. А. Трубочанинов // Ядерная радиационная безопасность. – 2015. – № 1 (65). – С. 54-58.

2. *Бондарь И. В.* Методика построения модели угроз безопасности информации для автоматизированных систем / И. В. Бондарь // Сибирский журнал науки и технологий. – 2012. – № 3 (43). – С. 7-10.

ВПЛИВ РОЗМІРІВ БЛОКІВ РОЗБИТТЯ НА ЧАС ВИКОНАННЯ ПРОГРАМ

Оптимізація програмного забезпечення є актуальною задачею наукових досліджень та практичної розробки програмного забезпечення. Під оптимізацією розуміється така зміна програмного коду, що виконує ті самі дії, що і не оптимізована версія програми, проте споживає менше ресурсів, а саме: пам'яті програм, пам'яті даних, зменшення часу виконання програм, зменшення споживання електричної енергії для обчислень. Останні два оптимізаційні параметри намагаються зменшити найбільш часто.

Оптимізацію програмного забезпечення з точки зору математичного опису можна представити у вигляді формули (1)

$$F = f(\vec{M}, \vec{P}) \rightarrow \min \quad (1)$$

Де F – оцінний параметр оптимізації,

$\vec{M}$ – вектор методів оптимізації,

$\vec{P}$ – вектор параметрів методів оптимізації.

Формула відображує невелику автономну ділянку коду. Різні ділянки коду однієї програми для найкращої оптимізації в контексті всієї програми можуть використовувати різні методи з різними параметрами.

Серед методів оптимізації циклів варто виділити декілька найбільш універсальних та ефективних. Перший з них – метод розбиття на блоки, який досліджується в [1]. Цей метод забезпечує кращу локальність даних порівняно з неоптимізованим кодом.

Інший метод оптимізації – паралелізація, що дозволяє використовувати для обчислень всі ядра замість одного.

Для підтвердження ефективності методу розбиття на блоки та паралелізації у [2] та [3] були проведені експерименти щодо оцінки часу виконання та енергоефективності оптимізованих програм на вибірці тестових додатків, що обчислюють розповсюджені задачі лінійної алгебри, моделювання та інші. Використовувались дві платформи – персональний чотирьохядерний комп'ютер x64 та плата для вбудованих систем Raspberry Pi 3. Результати вимірів засвідчили, що метод розбиття на блоки та паралелізація по-різному впливають на час виконання програм та енергоефективність.

Для перевірки впливу розміру блоку на час виконання використовувалася та сама конфігурація, що і в [2]. В якості обчислювальної системи використовувався чотирьохядерний персональний комп'ютер з процесором Intel Core i5-4670K, в якості програми-оптимізатора

використовувався Pluto 11.4 [1], а також 17 тестових додатків з набору PolyBench/C 4.1 [4].

В результаті експериментів загалом отримано 34 набори даних для різних тестових програм і опцій оптимізації. На рисунках 1-2 зображені приклади отриманих даних.

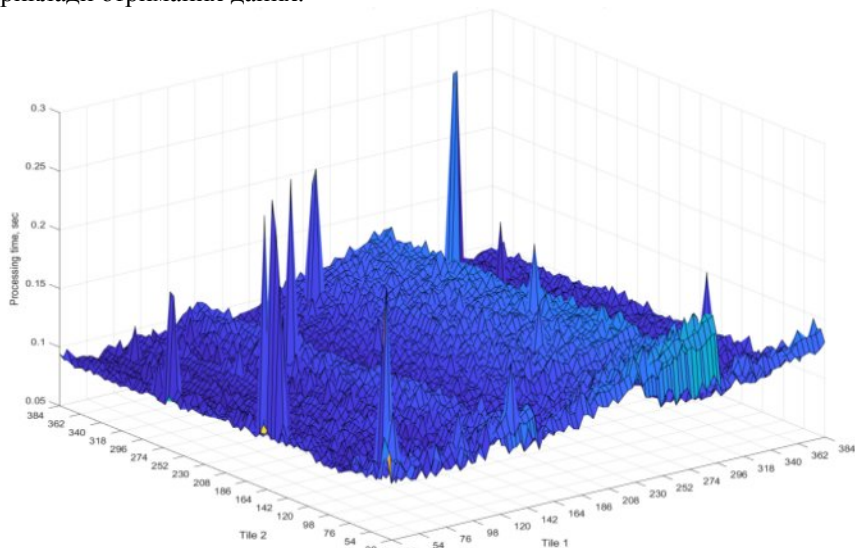


Рис. 1. Час виконання програми correlation для опцій tile та parallel

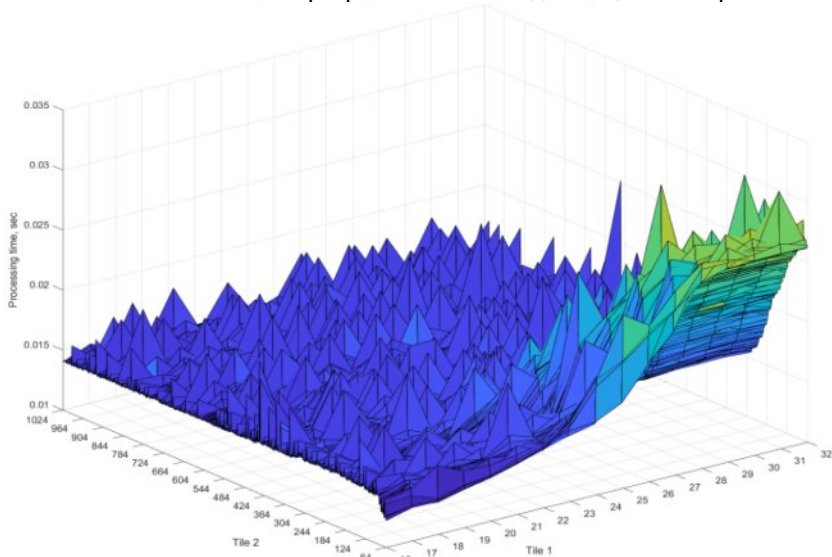


Рис. 2. Час виконання програми gesummv для опції tile

Результатом проведених експериментів є отримані складні нелінійні залежності часу виконання програм від розміру блоку в методі розбиття на блоки.

Попередні експерименти та отримані результати засвідчують, що метод розбиття на блоки та розпаралелювання позитивно впливають на швидкодію. Результати даного дослідження демонструють значний додатковий ресурс у правильному виборі розмірів блоків для подальшого прискорення виконання програм.

1. Uday Bondhugula. Effective Automatic Parallelization and Locality Optimization Using The Polyhedral model: дис. канд. / Uday Bondhugula. – The Ohio State University, 2010. – 193 с.

2. Чемерис А. А. Исследование быстродействия и энергопотребления при автоматической оптимизации методами разбиения на блоки и распараллеливания для вычислений на платформе x64 / А. А. Чемерис, С. В. Сушко. // Моделирование та інформаційні технології. – 2017. – №80. – С. 52–60.

3. Chemeris A. Influence of Software Optimization on Energy Consumption of Embedded Systems / A. Chemeris, D. Lazorenko, S. Sushko // Green IT Engineering: Components, Networks and Systems Implementation / A. Chemeris, D. Lazorenko, S. Sushko., 2017.

4. Pouchet L. The polyhedral benchmark suite. [Електронний ресурс] / Louis-Noël Pouchet. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://web.cs.ucla.edu/~pouchet/software/polybench/>.

Голомолзін Ігор Валерійович, ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
аспірант, «Виявлення потайних сигналів в каналах зв'язку методами
динамічного кепстрального аналізу»

**ВИЯВЛЕННЯ ПОТАЙНИХ СИГНАЛІВ В КАНАЛАХ ЗВ'ЯЗКУ
МЕТОДАМИ ДИНАМІЧНОГО КЕПСТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ**

Іванько Олег Олександрович, ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України,
аспірант, «Цифрова ідентифікація спектрів сигналів в реальному часі»

ЦИФРОВА ІДЕНТИФІКАЦІЯ СПЕКТРІВ СИГНАЛІВ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

В.С. Подгуренко, В.Е. Терехов, ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАН Украины, Киев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕТРОВОГО ПОТОКА ЗА ВЕТРОКОЛЕСОМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЕТРЯНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Современные промышленные ветряные электрические установки (ВЭУ) имеют собственные анемометры, данные от которых можно использовать для оценки производительности, расчетов потерь, моделировании работы ветряной электрической станции (ВЭС). Традиционно они расположены на крыше гондолы, поэтому подвержены влиянию турбулентности вращающегося ротора, а также потоков, огибающих плоскости гондолы. Чтобы сгладить отклонения показаний анемометра от реальной скорости ветра, применяются передаточные функции гондолы (ПФГ) (*nacelle transfer functions – NTFs*). Данные отклонения давно являются предметом пристального изучения. С 29.11.2012 по 14.02.2013 в Национальном центре ветряных технологий департамента энергетики США была проведена кампания по оценке отклонений значений скорости ветра анемометра ВЭУ GE 1.5/77sle от значений, полученных от датчиков расположенной поблизости метеомачты. Результаты данной кампании [1] приведены на рис.1а.

Совершенно иначе ПФГ выглядит для ВЭУ ELKRAFT 1 MW. Данная турбина номинальной мощностью 1 МВт имеет постоянную скорость вращения ротора 23,1 об/мин и постоянный угол атаки лопасти. Измерения проводились Riso National Laboratory в период с 1994 по 1997 год. Результаты проведения эксперимента [2] представлены на рис.1б.

Полученные данные являются результатом проведения дорогостоящего эксперимента для конкретной модели ВЭУ и, по логике, вряд ли будут корректны для других моделей. Повторение же подобных экспериментов для других моделей ВЭУ вряд ли будет целесообразно из-за больших финансовых затрат.

В поисках альтернативного пути решения данного вопроса авторами была выдвинута гипотеза относительно того, что на ВЭС, укомплектованной несколькими однотипными ВЭУ, в качестве метеомачты можно использовать ветряные турбины в режиме останова. Данное решение имеет несколько недостатков:

1. Остановленное ветроколесо ВЭУ может оказывать влияние на показания анемометра.

2. Невозможно определить влияние турбулентности при обгibanии плоскости гондолы, кроме того, если у работающей ВЭУ гондола всегда ориентирована ветроколесом на ветер, то у остановленной ВЭУ ориентация гондолы имеет случайный характер.

3. Каждая ВЭУ в составе ВЭС может иметь собственный коэффициент затенения от соседних ВЭУ. Однако при размещении ветряных турбин на расстоянии пяти диаметров ветроколеса и более друг от друга, влияние затенения будет незначительно.

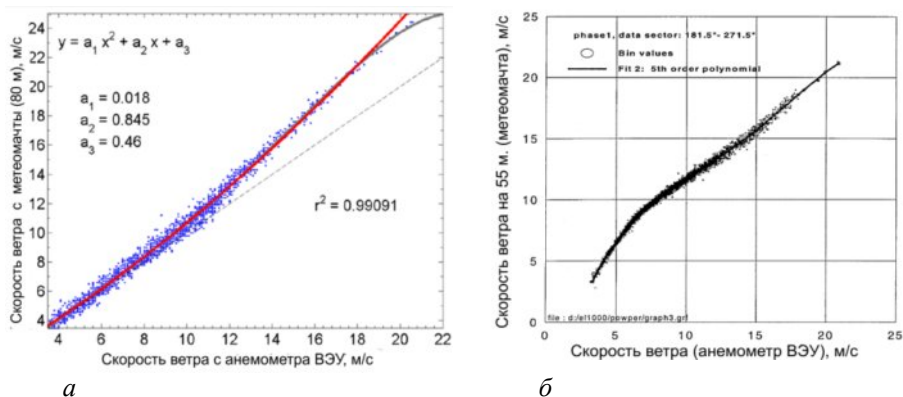


Рис.1. Отношение данных скорости ветра с анемометров метеомачты к данным анемометра ВЭУ GE 1.5/77sle (а), и ВЭУ ELKRAFT 1 MW (б)

Положительной стороной данного решения является отсутствие финансовых затрат, так как данные собираются с системы управления ВЭУ непосредственно в процессе эксплуатации.

Для проверки данной гипотезы были использованы параметрические данные скорости ветра 1-й очереди «Ветряного парка Очаковский», укомплектованной десятью ВЭУ FL 2500-100 за период 01.09.17 – 31.12.17. Результаты сопоставления значений скорости ветра с остановленных ВЭУ и значений скорости ветра с работающими, а также вычисленная по полученным данным ПФГ в виде полинома второй степени представлены на рис.2.

Как видно из рис.2, в диапазоне скоростей ветра от 0 до 12 м/с значения данных с анемометров метеомачты и ВЭУ практически совпадают, далее разница возрастает, и при скорости ветра 14,5 м/с на остановленной ВЭУ данные с работающей ВЭУ будут занижены на 2 м/с, а при 17 м/с – на 3 м/с.

Недостаточное количество имеющихся параметрических данных не дают оснований утверждать, что полученные результаты являются полностью достоверными, однако сходство с результатами [1] возможно является подтверждением верности предложенной гипотезы. Авторы намерены продолжать данное исследование, имеющее важное значение в ветроэнергетике.

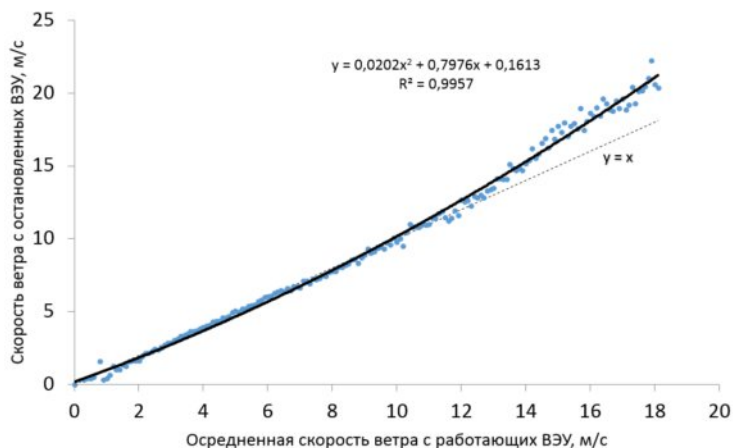


Рис.2. Отношение полученных значений скорости ветра с остановленных ВЭУ к значениям с работающих ВЭУ FL 2500-100

Выводы

1. Впервые была получена ПФГ для ВЭУ FL 2500-100 на основании имеющихся эксплуатационных данных промышленной ВЭС.
2. ПФГ могут существенно отличаться в зависимости от модели ВЭУ.
3. Опираясь на полученные экспериментальные данные, а также [1] можно предположить, что для ВЭУ с переменной частотой вращения ротора, оснащенной системой регулирования угла атаки лопастей, на скоростях до 9 - 12 м/с данные с анемометра ВЭУ не требуют корректировки.
4. Аналитическое представление ПФГ ВЭУ FL 2500-100 в виде полинома второй степени имеет стандартную ошибку аппроксимации $\sigma = 0,26$ м/с что, учитывая довольно короткий период исследования, неравномерную выборку данных с турбин ВЭС, можно считать неплохим результатом.

1. St. Martin, C. M., Lundquist, J. K., Clifton, A., Poulos, G. S., and Schreck, S. J.: Atmospheric turbulence affects wind turbine nacelle transfer functions, Wind Energ. Sci., 2, 295-306, <https://doi.org/10.5194/wes-2-295-2017>, 2017.

2. Antoniou, I. and Pedersen, T. F.: Nacelle Anemometry on a 1MW Wind Turbine, Ris? National Laboratory, Roskilde, Denmark, 37 pp., 1997

АНАЛІЗ УРАЗЛИВОСТЕЙ МОБІЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСТОСУНКІВ НА ОСНОВІ OWASP MOBILE TOP 10

В роботах [1 – 3] обґрунтовано актуальність проведення аналізу на уразливості мобільних програмних застосунків. Найбільш розповсюдженою та найбільш зручним є підхід на основі OWASP Mobile TOP 10. Однак, під час вивчення даної літератури не було повної проведено практичної демонстрації процесу використання методології OWASP Mobile TOP 10.

Метою роботи є аналізування мобільних програмних застосунків на основі OWASP Mobile TOP 10. OWASP Mobile TOP 10 є одним з основних методології проведення оцінки захищеності мобільних програмних застосунків. Він описує десять загальних критеріїв [2,7]. За цими критеріями проведено тестування мобільних програмних застосунків на прикладі програмного застосунку - PasswordManager-1.3-release.apk. Для цього використано програмне забезпечення: Apktool, Adb, dex2jar, Drozer, VCG scanner, JD-GUI, Genymotion, Pidcat[7]. Як наслідок, отримано такі результати:

M1. Обходження архітектурних обмежень (Improper Platform Usage).

Доступ до файлу AndroidManifest.xml дозволив отримати базову інформацію про функціональні компоненти мобільного програмного застосунку.

M2. Небезпечне зберігання даних (Insecure Data Storage).

В досліджуваному програмному застосунку частина службової інформації залишилась загальною доступною.

M3. Небезпечне передавання даних (Insecure Communication).

Мінімальна версія OS Android, яка визначена у програмному застосунку не дозволяє використовувати Proxу. Ця особливість операційної системи дозволяє забезпечити захист від дешифрування трафіку на Proxу-сервері, шляхом підміни сертифікату.

M4. Небезпечне аутентифікування (Insecure Authentication).

Відсутність функціоналу (вимог щодо перевірки ідентифікації користувача, перевірки контролю сеансу, керування сеансами) в програмному коді для забезпечення аутентифікування на віддаленому сервері.

M5. Слабка крипостійкість (Insufficient Cryptography).

Використовується алгоритм MD5 без модифікатору для хешування інформації. Паролі у локальній базі даних мобільного програмного застосунку зберігаються у хеш-формі. За допомогою Drozer отримано доступ до бази даних та знайдено паролі. Після цього, використавши онлайн сервіс MD5 Decrypter підібрано пароль. Використання java.util.Random для генерації ключів.

M6. Небезпечне авторизування (Insecure Authorization).

У програмі відсутній функціонал авторизації, але він повинен бути передбаченим.

M7. Контроль вмісту клієнтських застосунків (Client Code Quality).

Уразливості знайдено за допомогою VCG scanner, а саме:

1) контроль за введенням імен файлів та використання контролю за помилками;

2) контроль за об'єктом Intent.

M8. Модифікування даних (Code Tampering).

За допомогою фреймворку Drozer виявлено наявність SQL injection.

M9. Аналізування вихідного коду (Reverse Engineering).

Вихідний код не захищено засобами обфускації. Це дає можливість аналізувати програмний застосунок на наявні уразливості.

M10. Сторонній функціонал (Extraneous Functionality).

У процесі тестування прихований функціонал не знайдено.

За результатами аналізування уразливостей програмного застосунку PasswordManager-1.3-release.apk на основі OWASP Mobile TOP 10, зроблено такі висновки:

1. Дозволяє якісно та кількісно проаналізувати потенційні уразливості.
2. Деякі уразливості можна одночасно віднести до різних категорій.
3. Проведено наочне демонстрування використання OWASP Mobile

TOP 10.

1. Sreenivasa Rao Basavala, Narendra Kumar, Alok Agarrwal. Mobile Applications -Vulnerability Assessment. Through the Static and Dynamic Analysis. - Conference on Advances in Communication and Control Systems 2013.

2. Vulnerability Testing: A Security Health Check-Up for Mobile Apps. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.wired.com/insights/2013/04/vulnerability-testing-a-security-health-check-up-for-mobile-apps/> - Назва з екрану

3. Alejandro Argudo, Gabriel L?pez, Franklin S?nchez. Privacy vulnerability analysis for Android Applications: A practical approach (2017). Електронна бібліотека IEEE Xplore Digital Library. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7962545/>

4. Ricky M., Monique L. Magalhaes. Assessing the Security of Mobile Applications – Part 1. Planning. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://techgenix.com/assessing-security-mobile-applications-part1/> - Назва з екрану

5. Ricky M., Monique L. Magalhaes. Assessing the Security of Mobile Applications – Part 2. Testing the application. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://techgenix.com/assessing-security-mobile-applications-part2/> - Назва з екрану

6. Mobile Security Wiki. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mobilesecuritywiki.com> – Назва з екрану

7. DefconRU. Mobile security. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://defcon.ru/category/mobile-security/> - Назва з екрану.

ОЦІНКА СТАТИЧНИХ АНАЛІЗАТОРІВ КОДУ ДЛЯ ПОШУКУ УРАЗЛИВОСТЕЙ ВЕБ ЗАСТОСУНКІВ

В роботах [1 – 4] обґрунтовано актуальність проведення аналізу на уразливості коду застосунків. При цьому статичний аналіз коду розглядається як етап перевірки у циклі безпечного розроблення веб застосунків.

Метою роботи є аналізування якості роботи статичних аналізаторів коду на основі. Для тестування був вибраний уразливий застосунок розроблений за допомогою мови програмування PHP. Застосунок має великий перелік уразливостей, які входять до списку OWASP top 10.

OWASP - відкритий проект захисту веб-додатків. Метою проекту Top 10 є підвищення обізнаності щодо безпеки додатків шляхом визначення ряду найбільш критичних ризиків, що постають перед організаціями. На проект Top 10 посилаються багато стандартів, книжок, інструментів та організацій, включаючи MITRE, PCI DSS, DISA, FTC та багато інших.

Перелік уразливостей OWASP top 10 [5]:

- Вставка інструкцій
- Некоректна аутентифікація
- Міжсайтове виконання сценаріїв (XSS)
- Небезпечні прямі посилання на об'єкти
- Небезпечна конфігурація оточення
- Витік критичних даних
- Відсутність контролю доступу до функціонального рівня
- Підробка міжсайтових запитів (CSRF)
- Використання компонентів з відомими уразливостями
- Небезпечні переадресування

Статичний аналіз коду — аналіз програмного забезпечення, який здійснюють (на відміну від динамічного аналізу) без реального виконання програм, що досліджуються. Зазвичай аналізу піддають початковий код, хоча іноді аналізу піддається об'єктний код. Термін зазвичай застосовують до аналізу, який проводить спеціальне програмне забезпечення (ПЗ). Також OWASP на своєму ресурсі має перелік статичних аналізаторів коду [6]. В даному списку знаходяться, як продукти з відкритим кодом, а також і комерційні статичні сканери коду. Так, як для тестування був вибраний уразливий застосунок розроблений за допомогою мови програмування PHP, то перелік суттєво зменшився.

Перелік статичних сканерів коду які проходять тестування:

- RIPS

- Checkmarx
- Kiuwan
- Wap
- Parse
- SensioLabs
- Sourceclear
- Codefactor
- Bithound
- Codacy

Висновки:

1. Результатом даного експерименту є порівняльна таблиця результатів роботи різних статичних аналізаторів коду.

2. Експериментальним шляхом перевірена якість роботи статичних аналізаторів коду.

3. Виділено найкращі технічні рішення серед відомих статичних аналізаторів коду.

1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОИСКА УЯЗВИМОСТЕЙ И КРИТИЧЕСКИХ ОШИБОК В ИСХОДНОМ КОДЕ ПРОГРАММ [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-staticheskogo-analiza-dlya-poiska-uyazvimostey-i-kriticheskikh-oshibok-v-ishodnom-kode-programm> - Назва з екрану.

2. ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММ [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-staticheskogo-analiza-pri-razrabotke-programm> - Назва з екрану.

3. СТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИНАРНОГО КОДА В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/staticheskij-analiz-binarnogo-koda-v-sfere-informatsionnoy-bezopasnosti> - Назва з екрану.

4. ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ДЛЯ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИСХОДНОГО ПРОГРАММНОГО КОДА [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-universalnyh-promezhutochnyh-predstavleniy-dlya-staticheskogo-analiza-ishodnogo-programmnogo-koda> - Назва з екрану.

5. OWASP Top 10 – 2013 [електронний ресурс] – Режим доступу: https://cert.gov.ua/files/pdf/OWASP_Top_10_-_2013_Final_Ukrainian.pdf - Назва з екрану.

6. Source Code Analysis Tools. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.owasp.org/index.php/Source_Code_Analysis_Tools – Назва з екрану

МЕТОДИ СИНТЕЗУ СТАТИЧНИХ І ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ МОДЕЛЮВАННЯ В ТРЕНАЖЕРНИХ СИСТЕМАХ

Вступ. Нині найбільш ефективним засобом навчання, контролю знань і тренажерної підготовки персоналу в енергетичному секторі являються повнофункціональні тренажерні системи, що є багатокomпонентними інтерактивними засобами. Важливою підсистемою будь-якого тренажерного засобу є система моделювання режимів роботи різних об'єктів електроенергетичних систем (ЕЕС) і енергооб'єднань (ЕО) [1,2]. Актуальність теми визначається необхідністю створення спеціальних алгоритмів синтезу статичних і динамічних параметрів результатів моделювання, що забезпечують ефективну обробку великих об'ємів даних на усіх етапах розрахунку параметрів різних режимів роботи великих енергосистем. Моделювання режимів роботи енергосистем виконується на великому числі процесорів із застосуванням реальних і віртуальних баз даних, у тому числі, в режимі видаленого доступу.

Опис постановки завдання і результатів. Сьогодні в енергетичній галузі зосереджено багато обчислювальних ресурсів, які не завжди використовуються повноцінно. Ці комп'ютери знаходяться в різних місцях, виконують різні задачі, використовують різні засоби зберігання інформації і системи доступу. З іншого боку, є ряд актуальних завдань моделювання режимів роботи великих ЕЕС або ЕО в тренажерних системах, для вирішення яких потрібно різноманітні комп'ютерні ресурси і великі обчислювальні потужності. Багато в чому саме з цієї причини з'явилася технологія Grid Computing [3,4] - технологія розподіленої роботи в мережах обчислювальних ресурсів.

Як правило, інформація про результати розрахунку синтезується за допомогою статичних і динамічних елементів. До числа статичних відносяться принципові схеми електричних мереж і підстанцій, диспетчерські щити, панелі релейного захисту і автоматики і багато що інше. Ці елементи рідко коригуються, але мають бути легко доступні в процесах графічного редагування і синтезу статичних і динамічних об'єктів.

Динамічними називаються параметри, які обчислюються в результаті інтерактивної взаємодії навчаного диспетчера і обчислювальної моделі ЕЭС або ЭО. Будь-які збурення, пов'язані зі зміною комутаційної моделі електричної мережі або змінами навантаження споживачів або видаваної електростанціями генерації, автоматично призводять до запуску моделюючої програми, розрахунку параметрів переходних або усталених процесів і запису результатів моделювання у видалені бази даних.

У роботі запропонована заснована на моделі клієнт-сервер структура системи редагування (синтезу) розподіленої візуалізації, можливість інтерактивного вивчення аварійних або усталених режимів роботи великих ЕЕС і ЕО.

До завдань, що не виникали раніше, належать питання доступу і зберігання даних великого об'єму, введення-виведення в браузерах користувачів результатів розрахунку нормальних і аварійних режимів роботи великих ЕЕС, питання обробки і візуалізації великих об'ємів даних для ухвалення правильних рішень диспетчерами, у тому числі при використанні розрахунків територіально видалених або розподілених систем [3,4].

У роботі запропоновані ефективні алгоритми і програми розподіленої візуалізації великих об'ємів даних, у тому числі що зберігаються на безлічі розподілених фізичних і віртуальних баз даних і серверах додатків тренажерної системи.

На Рис. 1 приведені фрагменти розробленого автором редактора і візуалізатора статичних і динамічних об'єктів, що функціонують у складі повнофункціонального режимного тренажеру для оперативно-диспетчерського персоналу об'єднаної електроенергетичної системи України.



Рис. 1. Фрагменти розробленого редактора

1. Построение обучающего дистанционного тренажера для подготовки персонала энергетической отрасли / В. А. Гуреев, О. В. Сангинова. // Праці Інституту електродинаміки НАНУ. – 2017. – С. 52–58.

2. Принципы организации национальной системы обучения и тренажа персонала объединенной электроэнергетической системы Украины / В. А. Гуреев, В. Д. Самойлов, О. В. Сангинова. // Электронное моделирование. – 2016. – №4. – С. 109–121.

3. Абалакин И.В., Бабакулов А.Б., Музафаров Х.А., Якобовский М.В. Моделирование течений умеренно-разреженного газа на транспьютерных системах. // Математическое моделирование, 1992. Т.4. №11. С.3-18.

4. B.N. Chetverushkin. Solution of gasdynamic problems on massively parallel computer systems // Proceedings of the II European Computational Fluid Dynamic Conference. Stuttgart, Wiley-Addison, 1994. pp.397-401.

В.А. Статиев, ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАН Украины, Киев

ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДА ПАРАМЕТРОВ МНЕМОСХЕМЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ В МОДЕЛЬ КОММУТАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ (КС) ТРЕНАЖЕРА

Разработка методов автоматизации ввода коммутационной структуры и параметров компонентов мнемосхем в модель тренажера, является важной частью большого проекта по созданию тренажеров для диспетчерского персонала распределительной сети. Далее пойдет речь о работе с мнемосхемами с помощью пакета Adobe Flash [5]. Будет рассмотрено два алгоритма по созданию и обработке мнемосхем, их недостатки, а также изменения, которые были приняты для повышения эффективности процесса создания мнемосхем и дальнейшей работе с ними. Необходимость данного решения обусловлена необходимостью получения исходных данных для решения СЛАУ, а именно параметров элементов мнемосхемы и списка смежности на основе мнемосхемы.

Мнемосхема [2] — совокупность сигнальных устройств и сигнальных изображений оборудования и внутренних связей контролируемого объекта, размещаемых на диспетчерских пультах, операторских панелях или выполненных на персональном компьютере. Информация, которая выводится на мнемосхему, может быть представлена в виде аналогового, дискретного и релейного сигнала, а также графически.

Спецификация BPMN задает графическую нотацию для отображения бизнес-процессов в виде диаграмм. BPMN ориентирована как на технических специалистов, так и на бизнес-пользователей. Для этого язык использует базовый набор интуитивно понятных элементов, которые позволяют определять сложные семантические конструкции.

Согласно определению бизнес-процесса, это логическая последовательность действий человека (или нескольких человек) в коллективе, поэтому здесь и далее в рамках данной тематики предлагается использовать термин, рабочий процесс, который обладает более широкими рамками использования и при этом не противоречит изначальной терминологии стандарта описания.

Ниже представлены рабочие процессы создания МС которые выполнены по стандарту BPMN 2.0[4].

На Рис. 1 представлен процесс работы по созданию и обработке МС с помощью приложения разработанного на платформе Adobe Flash Pro. На представленном рисунке изображены две диаграммы процессов одна с ручной индексацией элементов, а вторая с автоматической.

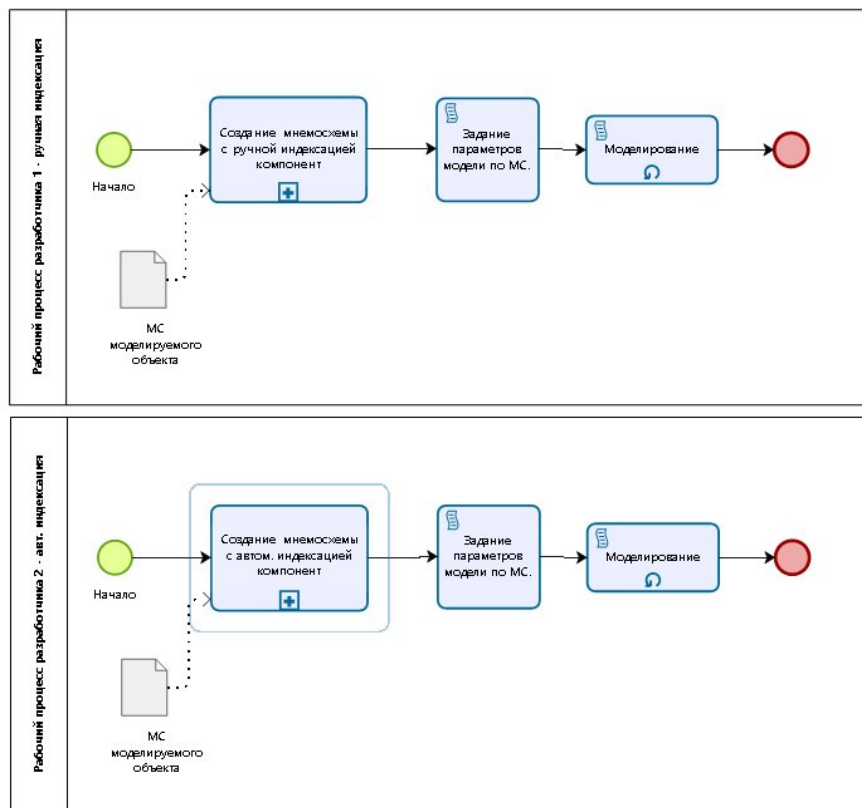


Рис. 1. Рабочий процесс по созданию и обработке мнемосхемы (МС)

Основным отличием двух рабочих процессов заключается в их первых блоках, в первом процессе индексация выполняется вручную пользователем, а во втором она уже автоматизирована с помощью специально разработанного для этих целей программного обработчика

На Рис. 2 представлена детализация процесса создания МС.

Рассмотрим значение блоков:

1. Сначала выполняется прорисовка графической структуры МС, а также разметка узлов.
2. Библиотека элементов. Это набор возможных элементов МС которые пользователь может использовать при создании ее создания.
3. Далее используя графическую структуру с размеченными узлами и библиотеку компонентов, пользователь размещает элементы на ветвях графа.
4. Задание параметров элементов. После построения структуры мнемосхемы необходимо задать исходные параметры элементов в число которых входят также индексы элементов.

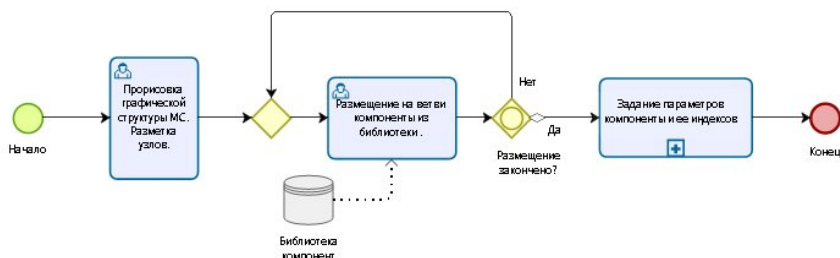


Рис. 2. Процесс создания МС

Подробнее стоит остановиться на внесении индексов элементов так как дальнейшие улучшения будут касаться именно этого процесса. Создание связей происходит путем присвоения элементам индексов в специальном поле в их свойствах в виде $-(u_v)$, где u – начало ветви, а v – конец ветви, на которой расположен компонент (3,1).

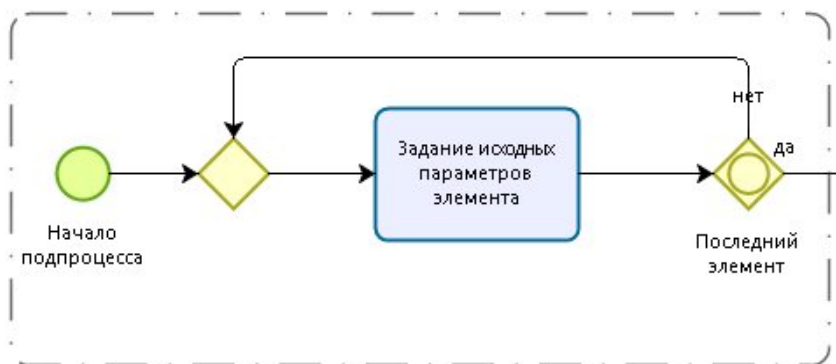
Однако такой подход к реализации индексации элементов и установки их структурных связей приводит к увеличению времени создания МС, а также усложняет процесс использования программы в целом. Кроме того, это повышает влияния человеческого фактора на появление ошибок при создании МС. Логичным решением этой проблемы является создание программного обработчика, который бы автоматически индексировал элементы вместо пользователя, как было упомянуто ранее исключая при этом возможность ошибки со стороны пользователя.

Также стоит отметить что структуры рабочих процессов ручной и автоматической индексации различаются только в последнем блоке с заданием параметров компонент и их индексов поэтому для процесса автоматической индексации будет приведена только расшифровка последнего блока, при выполнении которого и запускается подпроцесс который отвечает за автоматическую индексацию компонентов МС.

В Рис. 3 (а, б) представлен процесс внесения параметров элементов МС, а также автоматизированная часть процесса.

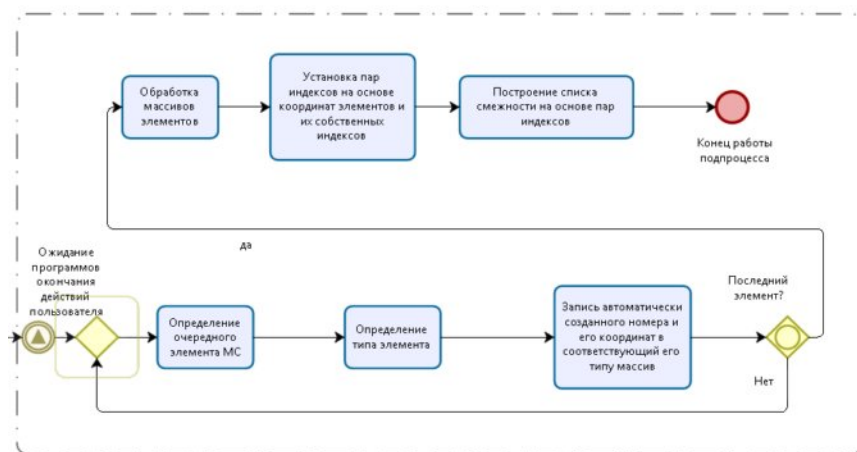
В начале процесса следует задание параметров элементов, которые пользователь выполняет вручную. После чего идет автоматизированная часть процесса.

Данный процесс представляет цикл по всем элементам МС, в котором сначала идентифицируется текущий элемент мнемосхемы ему присваивается номер после чего происходит сохранение параметров элемента в массив элементов соответствующего типа включая данные о координатах, элемента которые далее будут использованы для создания индексов.



Пользовательская часть
процесса

а)



Программная часть процесса

б)

Рис. 3. а) пользовательская часть процесса; б) программная часть процесса.

Создание связей происходит по такому же пути, как и в ручном методе ввода, однако сейчас же этот процесс автоматизирован. После обработки полученных значений индексов мы переносим эти данные в список смежности после чего обработку мнемосхемы на текущем этапе можно считать оконченной.

Далее согласно рабочему процессу, представленному на Рис. 1 далее следует задание исходных параметров модели согласно МС, после чего

начинается процесс моделирования. Оба этих процесса будут рассмотрены в будущих работах.

В результате проведенных исследований был разработан и реализован алгоритм для автоматизации построения МС. Что позволило уменьшить время создания мнемосхемы, а также уменьшить вероятность ошибки при создании МС за счет уменьшения количества действий, которые пользователь производит вручную, переложив определенный круг задач на автоматический программный обработчик.

1. Метод подъема токов нагрузок к узлу ввода для расчета энергетических распределительных сетей Электронное моделирование / [В.Д. Самойлов, С. Д. Винничук, Р.П. Абрамович]. 2015 – т. 37 - № 6

2. Мнемосхема [Электронный ресурс] //Бесплатная интернет энциклопедия [сайт] URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Мнемосхема>

3. Определение токовых ребер графов коммутационных структур на основе анализа фундаментальной системы циклов. Электронное моделирование. / [С. Д. Винничук, В.Д. Самойлов 2014] – т. 36 - № 4, С. 89-99

4. Стандарт BPMN 2.0 [Электронный ресурс] //Бесплатная интернет энциклопедия [сайт] URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/BPMN>

5. Adobe Flash Pro [Электронный ресурс] //Официальный сайт Adobe [сайт] URL: <http://www.adobe.com/ru/>

O.A. Nasteka, Pukhov Institute for Modelling in Energy Engineering, Kyiv

USE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR ENSURING CYBERSECURITY IN CRITICAL INFORMATION INFRASTRUCTURE PROTECTION

Today there is a problem of ensuring cybersecurity in critical information infrastructure protection (CIIP).

Security techniques for cybersecurity is considered by European documents - in the ISMS family of standards.

International Standards for management systems provide a model to follow in setting up and operating a management system. This model incorporates the features on which experts in the field have reached a consensus as being the international state of the art. ISO/IEC JTC 1/SC 27 maintains an expert committee dedicated to the development of international management systems standards for information security, otherwise known as the Information Security Management System (ISMS) family of standards.

ISO/IEC 27032:2012 provides guidance for improving the state of Cybersecurity, drawing out the unique aspects of that activity and its dependencies on other security domains, in particular:

Information security, Network security, Internet security, Critical Information Infrastructure protection (CIIP).

Cybersecurity - ensuring confidentiality, integrity and accessibility of information in Cyberspace. The Cyberspace is a complex environment resulting from the interaction of people, software and services on the Internet, supported by worldwide distributed physical information and communications technology devices and connected networks.

One of the prospective ways to reduce losses is the improvement of electricity consumption accounting systems by organizing accounting based on the principles of Blockchain technology.

Blockchain technology is a decentralized distributed data register that does not allow unauthorized changes to the data, including backdating. It also guarantees full transparency of records, authentication of their authors, and storage of data simultaneously on multiple media.

The main risks of Cybersecurity for the CIIP that can be solved by using the Blockchain technology are:

1. losses due to incorrect accounting of consumed electricity.
2. Losses due to corrupt schemes when the accounting data of electricity consumed by enterprises change.

Л.В. Вигівська, Інститут математики НАН України, м. Київ

ОЦІНКИ ВНУТРІШНІХ РАДІУСІВ СИМЕТРИЧНИХ ВЗАЄМНО НЕПЕРЕТИННИХ ОБЛАСТЕЙ

Дана робота присвячена одному з класичних розділів геометричної теорії функцій комплексної змінної, а саме екстремальним задачам про неперетинні області.

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. На розширеній комплексній площині розглянемо систему взаємно неперетинних областей B_k , $k = \overline{0, n}$, тобто $B_k \cap B_p = \emptyset$, $k \neq p$, $k, p = \overline{0, n}$, причому області B_k , $k = \overline{1, n}$ симетричні відносно одиничного кола.

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)

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

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

Для довільного набору різних точок одиничного кола a_k , $k = \overline{1, n}$, $a_1 = 1$ введемо позначення (3)

$$\alpha_k := \frac{1}{\pi} \arg \frac{a_{k+1}}{a_k}, \quad \alpha_{n+1} := \alpha_1, \quad k = \overline{1, n}, \quad \sum_{k=1}^n \alpha_k = 2. \quad (3)$$

Розглянемо наступну проблему.

Проблема. 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. В 1994 році при $\gamma = 1, n \geq 2$ ця задача була поставлена в якості відкритої проблеми в роботі [2]. Розв'язок даної задачі в деяких часткових випадках отримано у роботах [1, 3, 4, 5, 6]. В даній роботі наведений наступний результат.

Теорема. Нехай $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 14$, $\gamma \in (1, \sqrt[n]{n}]$. Тоді для довільних різних точок одиничного кола a_k та довільного набору взаємно неперетинних областей B_k , $a_k \in B_k \subset \overline{\mathbb{C}}$, $k = \overline{0, n}$, $a_0 = 0$, причому області B_k , $k = \overline{1, n}$, симетричні відносно одиничного кола, справедлива нерівність (5)

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

Знак рівності в нерівності (5) досягається, коли a_k та B_k , $k = \overline{0, n}$, є, відповідно, полюсами та 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.

5. 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.

СТРУКТУРА АВТОНОМНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

В наш час в Україні існує проблема електрифікації в сільській місцевості, гірських районах, а також навіть у великих містах, де мережа централізованого електропостачання видалена, ненадійна або її прокладка дорога. Також електричні мережі не можуть скрізь забезпечити стабільність енергопостачання, та якість параметрів електричної енергії, що призводить до значних економічних втрат. Для енергозабезпечення таких споживачів доцільне створення власних систем енергозабезпечення з використанням відновлювальних джерел енергії.

До таких джерел відносять: енергію сонячного випромінювання, вітру, річок, морів, термальних підземних вод, біомаси, та ін.

Використання енергії сонця має найбільший потенціал для досліджень та створення автономних систем. Її можна використовувати для різних цілей: освітлення, обігрів, вироблення електроенергії. Системи на основі фотоелектричних перетворювачів (ФЕП) прості в експлуатації, довговічні, а їх ефективність невпинно зростає.

Приклад автономної системи енергопостачання на основі ФЕП представлений на Рис.1.

Акумуляторні батареї використовуються для накопичення енергії у період коли величина вироблення електроенергії більша за величину споживання, і потім живлення у період коли величина споживання електроенергії більша за величину вироблення.

Система управління, у вигляді контролера, забезпечує збір інформації про систему, її обробку та виконання керування.

Інвертор перетворює постійний струм у змінний.

Головними недоліками використання таких джерел енергії є: залежність кількості вироблення електроенергії від клімату та погодних умов, необхідність використання пристроїв накопичення енергії, не високий ККД, дороговизна.

Графік вироблення сонячної енергії не може збігатися з часом розподілу попиту на неї. Крім того при використанні обмеженої ємності АКБ, даний комплекс є нелінійною динамічною системою. Для впровадження комплексних систем автономного енергозабезпечення на базі відновлювальних джерел енергії необхідне проведення розрахунків, що враховують природно-кліматичні характеристики регіону, місце розташування системи, прогнозування енергоспоживання встановленого обладнання, та ін. Для більш високої надійності можливе поєднання кількох різних джерел енергії в одній системі, наприклад вітрогенератора, дизельного

генератора, або навіть центральних ліній електропередач, у якості резерву. Однак використання двох різних ресурсів, робить аналіз систем складнішим.



Рис.1. Приклад автономної системи енергопостачання

1. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К., СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.И.Виссарионова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. -317 с.

2. Четошникова Л.М., Морозова Е.А. Оптимизация энергетических потоков в автономной системе электроснабжения с использованием нетрадиционных источников энергии. Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика» 2013, том 13, № 2. С.41-43

3. Електронний ресурс. Режим доступу: www.atmosfera.ua/winds/sxemy-organizacii-ves/

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ 20 кВ

У переважній більшості районів нашої країни для сільської електрифікації застосовується в даний час система напруги 110/35/10 кВ, а в міських кабельних мережах - найчастіше система 110/35/6 кВ. Тим часом численні дослідження показали, що для сучасних щільності навантаження ці дві системи (особливо остання) аж ніяк не оптимальні: в повітряних мережах значно менших витрат грошей, кольорового металу і особливо трансформаторної потужності вимагає в широкому діапазоні щільності навантаження система 110/20 кВ з безпосередньою трансформацією 20/0,4 кВ, в кабельних мережах - на найближчий час - система 110/10 кВ[4]. В обох системах виключається проміжна ступінь напруги 35 кВ і збільшується кількість глибоких вводів 110 кВ(рис.1).

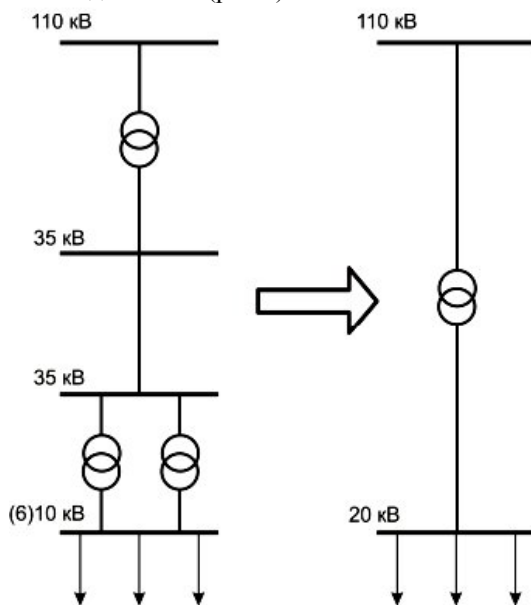


Рис.1. Перехід системи розподілу електричної енергії з триступеневої 110/35/10(6) кВ на двоступеневу 110/20 кВ

Система 110/20 кВ отримала широке використання країнах Європи. На початок двадцятого століття розподільчі мережі (РМ) Європи були - за винятком кількох великих міст - майже повністю переведені на 20 кВ. За

розрахунками EES EAEC (статистика енергоекономічних Євро-Атлантичного економічного співтовариства) система 110/20 кВ дає в цілому порівняно зі звичайною системою 110/35/10 кВ економію коштів в 20%. До того ж вона значно прискорила приєднання дрібних міст і сільськогосподарських районів Європи до мереж енергосистеми.

Широкий розвиток мереж 110/35/10 кВ в нашій країні було, зрозуміло, не технічною помилкою, а цілком закономірним етапом розвитку, через який в тій чи іншій формі пройшли і зарубіжні країни. На ранній стадії електрифікації країни, коли кількість опорних точок 110 кВ було дуже мало, додаткова ступінь трансформації була необхідна для створення мережі додаткових недорогих опорних точок 35/10 або 35/6 кВ. Однак у міру електрифікації країни кількість підстанцій 110 кВ швидко зростала і продовжує швидко зростати, а система 110/35/10 кВ з її додатковою ступеню трансформації починає застарівати.

За кордоном з кожним роком все ясніше вимальовується тенденція до підвищення напруги РМ значно вище 10 кВ та одночасно ліквідації мереж проміжного напруги 30-60 кВ.

Основною особливістю електричних мереж є велика протяжність при порівняно малій потужності, що передається. Споживання споживачів здійснюється на напрузі 10-35 кВ. При використанні напруги 10 кВ виникають великі втрати потужності і напруги. Недоліком використання 35 кВ виникають великі витрати на обладнання.

Оцінка доцільності використання напруги 20 кВ проводилася на прикладі фрагмента сільських електричних мереж. Перехід на напругу 20 кВ дозволить зменшити обсяг використання кольорового металу, зменшити втрати електроенергії, збільшити дальність передачі електроенергії по повітряним лініям в порівнянні з мережами 10 кВ.

Фрагмент сільській мережі (рис. 2) включає в себе 30 ділянок, в вузлах підключені трансформатори потужністю від 40 до 250 кВА, довжина ділянки ліній від 0,05 до 4,4 км, кількістю опор на ділянках від 1 до 78 шт.

Для повітряних ліній приймається реальна кількість опор (для спрощення вони все приймаються однаковими) і вибираються проміжні залізобетонні опори по [1,3], підвісні полімерні ізолятори [3], неізольовані сталеві алюмінієві дроти. Вибір перетину дроту проводиться з економічної щільності струму, при цьому враховується обмеження по механічній міцності згідно [1]. Для підстанції враховується трансформатор і підстанція щоголового типу [1,2].

Вибір економічно доцільного напруги для фрагмента сільській мережі проводиться шляхом порівняння дисконтованих витрат.

Критерієм економічності є мінімум дисконтованих витрат, за допомогою якого визначається найбільш ефективне капіталовкладення для створення мережі. Вартість електроенергії була взята згідно постанови № 220

від 26.02.2015 Національної комісія з державного регулювання у сфері енергетики і комунальних послуг за 2017 рік.

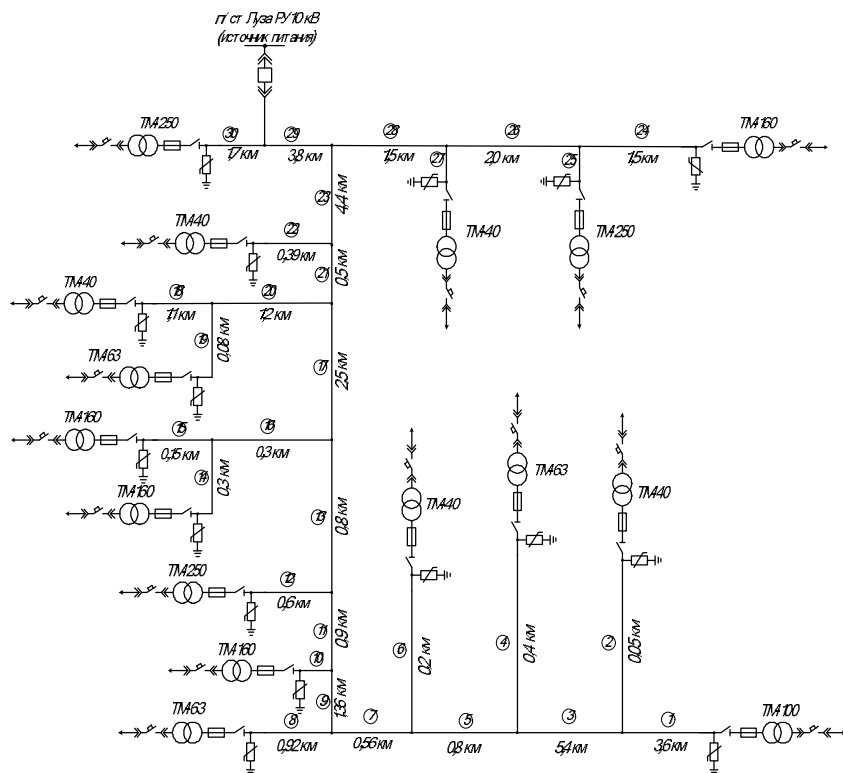


Рис.2. Фрагмент сільській електричній мережі

В ході розрахунків було визначено втрата напруги до самої віддаленої точки для напруги 10 і 20 кВ. Втрата напруги ΔU для 10 кВ склала 11,284%.

Це не дозволяє відрегулювати напругу на шинах 0,4 кВ всіх підстанцій відповідно до вимог ГОСТ 13109-97[2]. Для зменшення втрат напруги було прийнято рішення збільшити перетину проводів на магістральних ділянках сільської мережі. В результаті втрата напруги до найвіддаленішої точки на напрузі 10 кВ склала 9,653%. При напрузі 20 кВ $\Delta U = 3,751\%$.

Розрахунки фрагмента сільській мережі показали, що дисконтовані витрати варіанта на напрузі 20 кВ вище, ніж дисконтовані витрати варіанта на напрузі 10 кВ на 8,36%. Різниця дисконтованих витрат невелика і варіанти можна вважати рівно затратними.

Капітальні витрати на лінії 20 кВ менше, ніж витрати на 10 кВ на 5,09%. Це обумовлено меншим перетином проведення на магістральних ділянках.

Капітальні витрати на підстанції 20 / 0,4 більше, ніж витрати на підстанції 10 / 0,4 на 57,9%[6]. Це пов'язано з великою вартістю силових трансформаторів 20 кВ. При кількості пропозицій на ринку обладнання даного класу напруги і його серійне виробництво ця складова повинна знизитися з часом. Для варіанту на напрузі 20 кВ на 30,08% менше витрати кольорового металу.

Таким чином, загальні капітальні витрати для напруги 20 кВ вище, ніж для 10 кВ на 9,42%. Однак для варіанта 20 кВ, будуть менше втрати електроенергії в повітряних лініях на 48,05%. Також можливе збільшення зони обслуговування споживача за рахунок більшої допустимої довжини лінії 20 кВ.

1. Гордон С.В. Довідник по будівництву електромереж 0,38 - 35 кВ / С.В.Гордон, П.І. Єрохін, Е.С.Кіркоров і ін .; Під ред. Д.Т.Комарова. М .: Вища школа, 1982.

2. ГОСТ 13109-97 Електрична енергія. Сумісність технічних засобів електромагнітна. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення.

3. Макаров Е.Ф. Довідник по електричних мережах 0,4 - 35 кВ. Том I - IV. М .: АТ ПАПІРУС ПРО, 2005.

4. Могільницький Н. А., Шулов Б. С., Застосування напруги 20 кВ, 1963.

5. Суворова, І.А. Підвищення напруги в районних розподільних мережах - як спосіб економії електричної енергії: Збірник матеріалів X міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «енерго і Ресурсозбереження - XXI століття »01 березня - 30 Червня / І.А.Суворова; під ред. В.А.Голенкова, А.Н.Качанова, Ю. С. Степанова. - Орел: Госуніверситет-ННВК, 2012. - 3 117-119.

6. Черепанов В.В., Суворова І.А «Дослідження техніко-економічної доцільності застосування напруги 20 кВ в сільських електричних мережах» Журнал «Електрика» № 11, 2011. 17 - 22 с.

Yu.O. Furtat, Pukhov Institute for Modelling in Energy Engineering, Kyiv

PLANNING A DIAGNOSTIC EXPERIMENT IN A SYSTEM WITH POTENTIALLY FAULTY SUBSYSTEMS

To diagnose a complex system S , even in the case of known parametric faults in subsystems, it is necessary first of all not to get the parameters' estimation, but to determine the faulty subsystem. For this it is necessary to ensure the best discernibility of the subsystems.

Let's assume that in one of the subsystems only parametric faults are possible. In this case, the description of the faulty subsystem S_i has the form $Z_i = \phi_i^*(V_i, \rho_i)$, where $\rho_i = \rho_i^* + \Delta\rho_i$, $\rho_{ip} \in D_{\rho}$, D_{ρ} - range of the subsystem's parameters S_i , ρ^* is the vector of nominal values of the dimension parameters r_i .

Subsystem S_i is parametrically identifiable if, with known parameters of the other subsystems, its parameters can be determined from the input and output signals of the system.

Let's consider the subsystem S_i , for which the relationship between the parameters and the output signals of the system is linear. In this case, a description of the system with a faulty subsystem S_i can be represented as follows:

$$y = F^*(u) + \frac{\partial F^*(u)}{\partial \rho_i^T} \Delta \rho_i, \quad (1)$$

where y - output signals' vector, u - input signals' vector, F^* - vector-function.

Denoting $\frac{\partial F^*(u)}{\partial \rho_i^T} = q_i(u)$, we rewrite (1) in the form

$$\Delta y = y - F^*(u) = q_i(u) \Delta \rho_i \quad (2)$$

If such a value exists $u \in D_u$, that the rank $q_i(u) = r_i$, then from (2) we can obtain the estimate $\Delta \hat{\rho}_i$ for parameters $\Delta \rho_i$. In this case, the identification problem is solved with one set of input signals of the system. If the rank $q_i(u) < r_i$, the identification task can be solved only if the system being diagnosed can be fed with sets of input signals $U^k = (u^1, \dots, u^k)^T$, with which

$$\text{rank } Q_i(U^k) = \text{rank} \begin{bmatrix} q_i(u^1) \\ \vdots \\ q_i(u^k) \end{bmatrix} = r_i.$$

Subsystem's S_i parameters' estimate is determined from equation

$\Delta Y(U^k) = Q_i(U^k) \Delta \rho_i$, where $\Delta Y(U^k) = [\Delta y(u^1), \dots, \Delta y(u^k)]^T$.

The problem of diagnosing will be solved by testing hypotheses $H_{\rho_i}, i = \overline{1, N}$. Hypothesis H_{ρ_i} is the assumption that the parameters of the subsystem S_i have changed, and the description of the system has the form (2). Hypothesis H_{ρ_i} is checked by checking the compatibility of equation (3), whose matrix $Q(U^k)$ must be rectangular.

Subsystems S_i, S_j are indistinguishable under the hypothesis H_{ρ_i} , if at a given value $\Delta \rho_j$ there is such a value $\Delta \rho_{ip} \in D$, that

$$q_i(u) \Delta \rho_i = q_j(u) \Delta \rho_j, \quad u \in D_u. \quad (3)$$

Criteria of distinguishability of parameters of subsystems S_i, S_j are determined from the conditions under which (3) does not hold.

Subsystem parameters S_i, S_j are distinguishable under the hypothesis H_{ρ_i} if and only if there is such a value U^k , that $\text{rank} \left[Q_i(U^k) \middle| Q_j(U^k) \right] = r_i + \text{rank} Q_j(U^k)$.

In this case, the parameters of the subsystem S_j can be unidentifiable due to the fact that $\text{rank} Q_j(U^k) < r_j$.

We write down the necessary condition for distinguishing the parameters of the subsystems S_i, S_j under the hypothesis H_{ρ_i} :

$$\text{rank} \left[Q_i(U^k) \middle| Q_{j,s}(U^k) \right] = r_i + 1, \quad S = \overline{1, r_j}, \quad (4)$$

where $Q_{j,s}(U^k) - S^{th}$ column of matrix Q_j

If only one parameter in the system is allowed to change, then condition (4) with respect to the distinguishability of all the parameters of the system is reduced to the existence of input signals of the system that ensure pairwise linear independence of the columns of the matrix $[Q_1(U^k), \dots, Q_N(U^k)]$, where N is the total number of parameters tested. And linear independence of different columns can be achieved with different input signals of the system.

This significantly simplifies the process of testing potentially faulty subsystems while planning a diagnostic experiment in a complex system.

С.В. Лятушинський, Е.О.Аристархова, ЖНАЕУ, м. Житомир.

ВИЖИВАННЯ ЧЕРЕВОНОГИХ МОЛЮСКІВ У ВОДІ З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ

Молюски займають домінуюче положення в прісноводних екосистемах за показниками чисельності і біомаси, часто виконують провідну роль у трофічних ланцюгах та процесах кругообігу органічних речовин і окремих елементів. Фауна молюсків прісних водойм та водотоків України характеризується порівняно невеликим видовим різноманіттям. Молюски утворюють щільні поселення у бентосі так і перифітоні водойм. З поселеннями молюсків тісно пов'язані угруповання інших гідробіонтів [2]. Молюски також є важливим кормовим об'єктом для різних видів хребетних тварин, в тому числі промислових.

В природних водних екосистемах постійно відбуваються процеси, завдяки яким система підтримує якість води і відновлює її під час невеликих відхилень від нормального стану [1]. Самоочищення води – це комплекс процесів, що включає фізичні, хімічні та біологічні складові, включаючи і фільтрацію води гідробіонтами. Одними з найбільш активних фільтраторів є молюски. Вони відфільтровують з води значну кількість зависів, що містять вуглець, фосфор, азот, і осаджують їх у складі пелет на дно водойм. Таким чином прискорюється вертикальний транспорт цих важливих елементів через водні екосистеми [3]. Разом з тим прісноводні червоногі молюски у цьому напрямку майже не досліджені.

Ефективним методом оцінки можливої небезпеки тих чи інших джерел забруднення для водної флори та фауни є біотестування – експериментальне визначення токсичності води для гідробіонтів, заснованого на реєстрації реакцій стандартних тест-об'єктів. В останні десятиріччя у провідних країнах світу біотестування стало загальновизнаним прийомом в системі контролю забруднення водного середовища токсичними речовинами. Зокрема в Європі біотестування вже стало обов'язковим елементом системи контролю екологічного стану водних об'єктів різного господарського призначення. На основі вивчення особливостей реакцій гідробіонтів різних екологічних і систематичних груп на вплив токсичних компонентів промислових, міських і сільськогосподарських стічних вод розроблена велика кількість методів біотестування та їх модифікацій. Як тест-об'єкти для водного середовища використовують такі організми: бактерії, гриби, водорості, найпростіші, безхребетні, риби[2].

З метою розширення набору тест-об'єктів нами були проведені дослідження виживання червоногих молюсків у воді з різним ступенем забруднення. Дослідження проводились на трьох видах червоногих

моллюсків ампулярії, хелени, меланії. Проби води відбиралися з річки Очеретянка с.м.т Черняхів Житомирської області.

СХЕМА ДОСЛІДУ

- *контрольна група Д1*: проби річкової води до греблі;
- *дослідна група Д-2*: проби води з водоймі для вирощування риби;
- *дослідна група Д-3*: проби річкової води після греблі.

Тест-об'єкти: червононогі моллюски (ампулярії, хелени, меланії).

Тест-ознаки: рухова активність та виживання моллюсків (на 1 і 8 добу).

Експонування: 1 доба — для визначення гострої токсичності; 8 діб — для визначення хронічної токсичності.

- *Біотестування*: моллюски досліджувались у трикратній повторності при температурі води $+20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ та інших ідентичних умовах.

Отримані дані порівнювали з контролем:

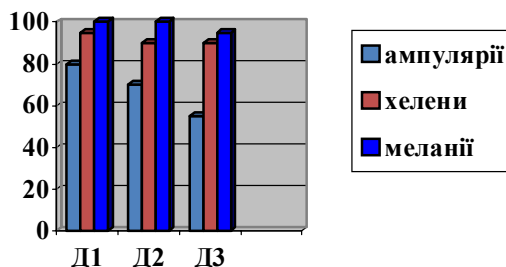


Рис. 1. Виживання моллюсків у воді з різним ступенем забруднення протягом 1 доби, % $n=20$. Д1 - річкова вода до греблі; Д2 - водойма для рибокористування; Д3 - води після греблі.

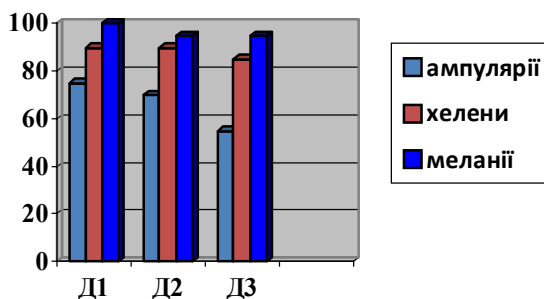


Рис. 2. Виживання моллюсків у воді з різним ступенем забруднення протягом 8 діб $n=20$. Д1 - річкова вода до греблі; Д2 - водойма для рибокористування; Д3 - води після греблі.

Отже, було досліджено та проаналізовано рівень чутливості різних видів червононогих моллюсків, щодо ступеня забруднення води. Найбільш чутливими відповідно до результатів виявились ампулярії. Відмічено також зменшення рухової активності всіх видів організмів із збільшенням ступеня забруднення води.

1. Метелев В. В. Водная токсикология / В. В. Метелев, А. И. Канаев, Н. Г. Дзасохова. – М. : Колос, 1971. – 247 с.
2. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно- токсикологического эксперимента / В. А. Алексеев // Гидробиологический журнал. – 1981. – Т. 17, № 3. – С. 92–100.
3. Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двусторчатых моллюсков / А. Ф. Алимов. – Л. : Наука, 1981. – 248 с.
4. Кубланов С.Х., Шпаківський Р.В. Моніторинг довкілля. – К.: ДПЕК Мінекобезпеки України, 1998. – 92 с.
5. Шайдлер Д. ISO–14001. Понимание и внедрение системы экологического управления. – Женева: Фьючекаст, 2000. – 115 с.
6. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу. – Л.: Простір М, 1998. – 356 с.
7. КНД 211.1.4.057–97. Методика визначення гострої токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg.
8. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ воды рыбохозяйственных водоемов. – М. : Мединф, 1995. – 220 с.

ВРАХУВАННЯ СТАНУ СИСТЕМИ ВУГЛЕПОСТАЧАННЯ У ЗАГАЛЬНІЙ ОЦІНЦІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ КРАЇНИ

Наявна система індикаторів, прийнятих для визначення субіндексу «Енергетична безпека» у загальному інтегральному показнику економічної безпеки, не відповідає наявній деталізації статистичної інформації та не враховує диференціацію видів палива. Прийнята методика [1] визначення рівня економічної безпеки країни містить 10 індикаторів, що визначають стан енергетичної безпеки. Частина з них характеризує стан паливно-енергетичного комплексу в цілому. Окремі індикатори визначають стан добувної промисловості взагалі, але при існуючій системі статистичної інформації виокремити вплив стану вугільної галузі на величину цих показників не видається можливим. Індикаторами, на значення яких чинять вплив обсяги видобутку та споживання вугілля, є такі:

- «3.1. Частка власних джерел у балансів ПЕР держави, %»;
- «3.3. Частка імпорту палива з однієї країни (компанії) у загальному обсязі його імпорту, %»;
- «3.2. Рівень імпортової залежності за домінуючим ресурсом у ЗППЕ, %».

Вага індикатора «3.8. Запаси кам'яного вугілля, місяців споживання» у загальному значенні рівня енергетичної безпеки є незначною.

Для врахування впливу поточного стану вугільної промисловості на рівень енергетичної безпеки держави, автором пропонуються наступні зміни:

а) диференціювати постачання енергетичного вугілля за групами/марками (табл. 1)

б) значення вагового коефіцієнту визначати із врахуванням частки вугілля певного виду у загальному обсязі постачання енергетичного вугілля (табл. 2). При цьому, сумарні величини вагових коефіцієнтів мають залишитись без змін, оскільки її визначено експертно і вони є адекватними.

Вплив на значення рівня енергетичної безпеки країни в частині забезпечення її економіки вугільним паливом чинять не лише обсяги видобутку та імпортування вугілля, але й структура його споживання. Пропоновані зміни у визначенні вагового коефіцієнта окремих індикаторів енергетичної безпеки покажуть зміни у значенні інтегрального показника енергетичної безпеки, що будуть викликані змінами у структурі вуглезабезпечення економіки країни.

Пропоновані зміни у визначення окремих індикаторів енергетичної безпеки

Номер та назва індикатора	Визначення індикатора, рекомендоване методикою	Визначення індикатора із врахуванням пропонованих змін
3.1. Частка власних джерел у балансів ПЕР держави, %	$ЧВД = \frac{ЗПРЕ - I}{ЗПРЕ} \cdot 100$ де $ЗПРЕ$ – загальне постачання первинної енергії; I – імпорт	$ЧВД_m^B = \frac{ЗПРЕ_m^B - I_m^B}{ЗПРЕ_m^B} \cdot 100$ де $ЧВД_m^B$ – частка власних джерел з видобутку вугілля марки m у загальному постачанні вугілля марки m $ЗПРЕ_m^B$; I_m^B – імпорт вугілля марки m.
3.2. Рівень імпортової залежності за домінуючим ресурсом у ЗПРЕ, %	$РІЗ^Д = \frac{I^Д}{ЗПРЕ^Д} \cdot 100$ де $ЗПРЕ^Д$ – загальне первинне постачання за домінуючим ресурсом у ЗПРЕ.	$РІЗ_m^B = \frac{I_m^B}{ЗПРЕ_\Sigma^B} \cdot 100$ де $РІЗ_m^B$ – рівень імпортової залежності вугілля марки m у загальному постачанні вугілля $ЗПРЕ_\Sigma^B$.
3.3. Частка імпорту палива з однієї країни (компанії) у загальному обсязі його імпорту, %	$ЧІД = \frac{I^{ДК(27)}}{I^\Sigma(27)} \cdot 100$ де $I^{ДК(27)}$ – обсяг імпорту за домінуючою країною за групою 27; $I^\Sigma(27)$ – загальний обсяг імпорту за групою 27.	$ЧІД_m^B = \frac{I_m^{B(1)}}{I_\Sigma^B} \cdot 100$ де $I_m^{B(1)}$ – обсяг імпорту вугілля марки m за домінуючою (за обсягом) країною у загальному обсязі імпортування вугілля I_Σ^B.

Пропоновані зміни у визначення вагових коефіцієнтів окремих
індикаторів енергетичної безпеки

Номер та назва індикатора	Пропоновані зміни у визначенні вагового коефіцієнта індикатора
3.1. Частка власних джерел у балансів ПЕР держави, %	$k'_{3.1} = \frac{3ПВ_m^6}{3ППЕ}$
3.2. Рівень імпортової залежності за домінуючим ресурсом у ЗППЕ, %	$k'_{3.2} = \frac{I_m^6}{3ПВ_\Sigma^B}$
3.3. Частка імпорту палива з однієї країни (компанії) у загальному обсязі його імпорту, %	$k'_{3.3} = \frac{I_m^6}{I^{\Sigma(27)}}$

Пропоновані зміни можуть бути враховані із різною ступінню деталізації: для кожної марки вугілля, груп, спільних за своїми споживчими ознаками (антрацитова та газова), типу вугілля (енергетичне, коксівне).

1.Методичні рекомендації щодо розрахунку рівня економічної безпеки України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://cct.com.ua/2013/29.10.2013_1277.htm

А.О. Запорожець, А.Д. Сverdлова, ІТТФ НАН України, м. Київ

РОЗРОБЛЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ МОДУЛІВ ІЄРАРХІЧНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА БАЗІ SMART GRID ТЕХНОЛОГІЙ

При експлуатації теплоенергетичних систем повинні забезпечуватися надійність, довговічність і безпека як системи в загальному, так і окремих функціональних вузлів. Одними з найбезпечнішими факторами, що впливають на довговічність елементів теплоенергетичного устаткування, є температурні коливання. Вони можуть призвести до короточасних і тривалих перегрівів металу та є причиною зміни властивостей і структури, збільшення швидкості повзучості, зниження тривалої міцності й тривалої пластичності, прискорення корозійних процесів, і, як наслідок, виникнення аварійних ситуацій [1]. Таким чином, розроблення системи діагностування технічного стану теплоенергетичного обладнання є актуальною задачею, вирішення якої дозволить значно зменшити кількість нештатних ситуацій та підвищити ефективність використання обладнання в цілому.

В роботі [2] розглянуто можливість інтерпретації теплоенергетичної системи великого підприємства як ієрархічної структури. Виходячи з ієрархії теплоенергетичного обладнання, можна побудувати структуру системи технічної діагностики на базі технології Smart Grid. Дана система повинна вимірювати діагностичні сигнали, які несуть інформацію про фактичний стан вузлів діагностованого обладнання. Таким чином, до складу системи можуть бути включені сенсори тих фізичних величин, які використовуються для діагностування конкретно заданої системи. Залежно від об'єкта діагностування до складу системи можуть входити:

- термопари або терморезистори – для вимірювання температури;
- акселерометри – для вимірювання параметрів вібрацій;
- вимірювальні мікрофони – для визначення рівня акустичних шумів;
- сенсори електричних величин – для вимірювання параметрів функціонування трансформаторів;
- сенсори тиску – для контролю за розрідженням в топці;
- сенсори газів – для визначення концентрації шкідливих речовин в димовому тракті;
- лічильники теплової енергії – для визначення поточного режиму роботи теплотехнічного обладнання та ін.

На рис. 1 наведена функціональна схема ієрархічної системи діагностування теплоенергетичного обладнання, що складається з персонального комп'ютера та вимірювальних модулів, що взаємодіють на архітектурі Master (MA)/Slave (SA).

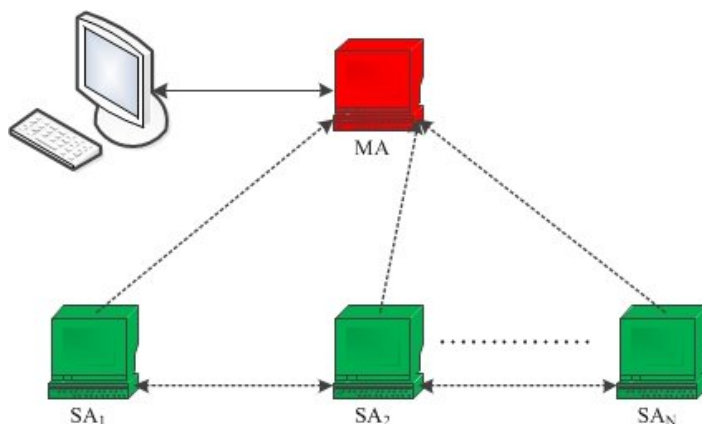


Рис. 1. Функціональна схема ієрархічної системи діагностування енергетичного обладнання на базі бездротових вимірювальних модулів

Модулі типу SA призначені для реєстрації даних з сенсорів та обміну інформацією між собою та модулями типу MA. Модулі MA-типу призначенні для реєстрації даних з сенсорів; обробки й аналізу даних; зберігання, імпорту та експорту даних.

Дані вимірювальні модулі складаються з корпусу, акумулятора, друкованої плати, мікроконтролера, сенсора та бездротового засобу зв'язку.

Застосування таких вимірювальних модулів на базі акселерометричних сенсорів та методів первинного оброблення інформаційних сигналів дасть змогу виявити дефекти поверхонь нагрівання в короткі часові проміжки та запобігти надзвичайній ситуації.

На даний момент розглядається доцільність використання розроблених вимірювальних модулів в системах контролю якості навколишнього середовища (за допомогою сенсорів CO, NOx, SOx, O₃, PM_{2,5}, PM₁₀ [3]).

Результати експериментальних досліджень розробленої системи діагностування будуть представлені в наступних роботах.

1. Апаратно-програмне забезпечення моніторингу об'єктів генерування, транспортування та споживання теплової енергії / [В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Берегун та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака]. – К., Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2016. – 352 с.

2. Запорожец А. А. Особенности применения технологии Smart Grid в системах мониторинга и диагностирования теплоэнергетических объектов / А. А. Запорожец, А. Д. Свердлова // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2017. – №2. – С. 33-41.

3. Теоретичні та прикладні основи економічного, екологічного та технологічного функціонування об'єктів енергетики / [В.О. Артемчук, Т.Р. Білан, І.В. Блінов та ін.; за ред. А.О. Запорожця, Т.Р. Білан]. – Київ, 2017. – 312 с.

В.О. Артемчук, А.В. Яцишин, ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, Київ

СТРУКТУРА СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Аналіз світового досвіду свідчить про ефективність та перспективність сенсорних мереж як аналізаторів якості повітряного середовища. В умовах міст України така система моніторингу стану атмосферного повітря (МСАП) допоможе вирішити проблеми, що склалися у цій галузі, покращити технічне оснащення мережі та підвищити її оперативність в рамках зменшення техногенного впливу об'єктів енергетики на довкілля. Проте обов'язковою складовою моніторингу, окрім власне пунктів спостереження, є засоби аналізу даних, в т.ч. інтелектуального, на основі результатів яких відбувається управління екологічною безпекою. Не дивлячись на певне число робіт, в яких розглядаються питання інтелектуального аналізу даних мережі моніторингу стану атмосферного повітря, можна констатувати, що комплексно ці питання з врахуванням вимог та рекомендацій сучасного міжнародного та Українського законодавства досить докладно не розглядалися. Отже, розробка засобів інтелектуального аналізу даних мережі моніторингу стану атмосферного повітря в рамках зменшення техногенного впливу об'єктів енергетики на довкілля є актуальною науково-технічною проблемою, що потребує вирішення.

Основні задачі системи МСАП [8, 9]:

- оцінка та прогнозування рівня забруднення атмосфери (РЗА);
- вивчення впливу забруднення повітряного басейну на захворюваність населення;
- оцінка складу та обсягів викидів забруднюючих речовин;
- оцінка збитків, що наносяться сільському господарству, лісам, тваринництву, будівлям і спорудам;
- планування розміщення промислових підприємств та визначення санітарно-захисних зон (СЗЗ);
- уточнення і перевірка розрахункових методів розсіювання домішок від джерел забруднення АП;
- оцінка фонових забруднень атмосфери.

В сучасній інформаційній ері якісно вирішити ці задачі без засобів ефективного аналізу моніторингових даних неможливо, а саме вирішення цих задач дає більш надійну інформаційну основу для ухвалення, реалізації і контролю ефективності відповідних управлінських рішень в галузі екологічної безпеки.

Поняття інтелектуального аналізу даних. Взагалі з інтелектуальним аналізом даних тісно пов'язані два англомовних терміни: «Knowledge

Discovery in Databases» (KDD) і «Data Mining». В різних джерелах можна знайти багато визначень «інтелектуального аналізу даних». Наприклад таке, інтелектуальний аналіз даних (Data Mining) - це сучасна концепція аналізу даних, яка припускає, що дані можуть бути неточними, неповними (містити пропуски), суперечливими, різномірними, непрямими, і при цьому мати гігантські обсяги. Або, інтелектуальний аналіз даних - це обробка інформації та виявлення в ній моделей і тенденцій, які допомагають приймати рішення. Загалом в Україні, як правило, ототожнюють поняття «інтелектуального аналізу даних» та «Data Mining».

Засоби інтелектуального аналізу. На основі публікацій [1-4, 6, 7 та ін.] виявлено найбільш широко використовувані алгоритми інтелектуального аналізу даних – тобто алгоритмів виявлення прихованих закономірностей або взаємозв'язків між змінними у великих масивах необроблених даних.

C4.5 створює класифікатор у вигляді дерева рішень (ДР). Для цього C4.5 дається набір даних, який представляє собою вже класифіковані речі.

K-means створює k кількість груп з набору об'єктів таким чином, щоб члени цієї групи були якомога більше схожі. Це популярний метод кластерного аналізу для вивчення набору даних. Нагадаємо, що кластерний аналіз – це сімейство алгоритмів, призначених для формування груп, де члени цих груп схожі один на одного сильніше, ніж на тих, хто в цій групі не перебуває (в даному контексті кластери та групи є синонімами).

Метод опорних векторів (SVM) знаходить гіперплощину для класифікації даних в два класи. На відміну від C4.5 не використовує ДР.

Алгоритм Аргіогі шукає асоціативні правила і застосовує їх до бази даних, що містить велику кількість транзакцій. Нагадаємо, що пошук асоціативних правил – це метод отримання даних для вивчення кореляцій і взаємозв'язку між змінними в базі даних.

ЕМ у добуванні даних найчастіше використовується як алгоритм кластеризації (як k-means) для виявлення знань.

PageRank є алгоритмом посилального ранжирування для визначення відносної «важливості» будь-якого об'єкта в мережі об'єктів.

AdaBoost - алгоритм посилення класифікаторів.

kNN (k найближчих сусідів) - алгоритм для класифікації, що відрізняється від раніше описаних тим, що він є «лінивим учнем».

Наївний баєсів класифікатор є не єдиним алгоритмом, а сімейством алгоритмів класифікації, які поділяють одне спільне припущення.

CART означає дерево класифікації і регресії (Classification and Regression Tree). Це метод навчання способом побудови ДР, який видає або дерева класифікації, або регресії.

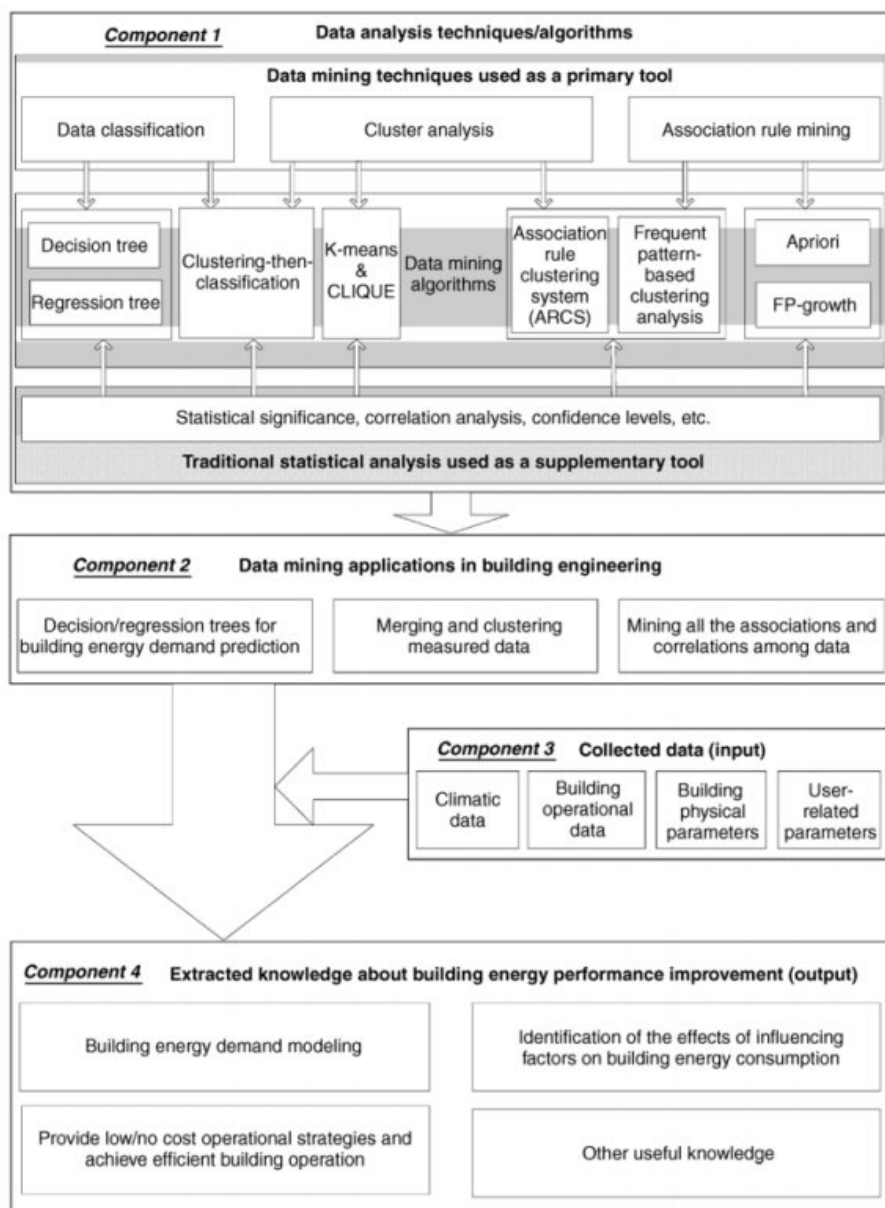


Рис. 1. Структура системи інтелектуального аналізу [5]

Структура системи інтелектуального аналізу. Розглянуті вище та ряд інших алгоритмів ввійдуть до системи, основу структури (див. рис. 1) якої взято з [5]. Розробка такої системи дозволить вирішити ряд задач управління екологічною безпекою, зокрема в контексті зменшення техногенного впливу об'єктів енергетики на довкілля.

Висновки. Дослідження існуючих засобів аналізу (в т.ч. інтелектуального) даних мережі моніторингу стану атмосферного повітря показало, що розробка засобів інтелектуального аналізу даних мережі моніторингу стану атмосферного повітря є актуальною науково-технічною проблемою, що потребує вирішення. Досліджено існуючі засоби інтелектуального аналізу даних мережі моніторингу стану атмосферного повітря, визначено їх основні переваги та недоліки. Зокрема проаналізовано наступні широко використовувані алгоритми інтелектуального аналізу даних: C4.5, K-means, метод опорних векторів (SVM), алгоритм Apriori, EM, PageRank, AdaBoost, kNN, наївний баєсів класифікатор, CART тощо.

1. Chen, Chia-Pang, Cheng-Long Chuang, and Joe-Air Jiang. "Ecological Monitoring Using Wireless Sensor Networks—Overview, Challenges, and Opportunities." *Advancement in Sensing Technology* (2013): 1-21.

2. Dias, Daniela, and Oxana Tchepel. "Modelling of human exposure to air pollution in the urban environment: a GPS-based approach." *Environmental Science and Pollution Research* 21.5 (2014): 3558-3571.

3. Meier, Fred, et al. "Challenges and benefits from crowdsourced atmospheric data for urban climate research using Berlin, Germany, as testbed." *Proceedings of the 9th International Conference on Urban Climate*. 2015.

4. Peters, Debra PC, et al. "Harnessing the power of big data: infusing the scientific method with machine learning to transform ecology." *Ecosphere* 5.6 (2014): 1-15.

5. Yu, Z., Fung, B.C.M. and Haghighat, F. 2013. Extracting knowledge from building-related data — A data mining framework. *BUILD SIMUL* 6: 207-222.

6. Алгоритмы интеллектуального анализа данных / — Дата доступу 20.03.2018. — Режим доступу: <https://tproger.ru/translations/top-10-data-mining-algorithms/>

7. 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.

8. Моніторинг довкілля : підручник / [Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. та ін.] ; під ред. В. М. Боголюбова. [2-е вид., перероб. і доп.]. — Вінниця : ВНТУ. — 2010. — 232 с.

9. Постанова КМУ «Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» від 9 березня 1999 р. N 343. — Київ.

В.В. Станиціна, Інститут загальної енергетики НАН України, м. Київ

ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ВИКИДІВ НА ВУГІЛЬНИХ ТЕС

Як відомо, енергетика є одним з найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів та одним з лідерів по обсягах викидів шкідливих речовин. ТЕС та ТЕЦ відповідальні за 80% загального обсягу викидів двоокису сірки в Україні та 25% оксидів азоту. На багатьох ТЕС України викиди твердих частинок золи, що утворюються при спалюванні вугілля, вище нормативів ЄС в 20–34 рази, рівень шкідливих викидів часто перевищує й діючі національні нормативи.

Газоочисне устаткування на ТЕС України представлено лише пиловловлюючими пристроями, введеними в експлуатацію 25–50 років тому з проектною ефективністю, що не відповідає сучасним екологічним вимогам, а установки для очищення димових газів від оксидів сірки та азоту на ТЕС України практично відсутні. Більше того, через знос встановленого очисного обладнання його ефективність часто є нижче проектної. Установки очищення димових газів від оксидів сірки та азоту відсутні на переважній більшості українських ТЕС [1].

Україна бере участь у міжнародному співробітництві в галузі охорони навколишнього середовища. Угода про асоціацію між Україною та ЄС передбачає імплементацію положень Директиви 2010/75/ЄС. Для досягнення європейських екологічних нормативів необхідно встановлення обладнання для очищення від сірки та оксидів азоту, а також на багатьох ТЕС – нового обладнання для очищення викидів від твердих речовин (оскільки старе обладнання часто працює з ефективністю, що не відповідає сучасним екологічним вимогам), що значно збільшить витрати ПЕР на власні потреби станцій, тому виникає питання визначення енергетичних витрат на природоохоронні заходи. І якщо для визначення економічної оцінки витрат на природоохоронні заходи від промислової діяльності запропоновано методики, то питанню визначення енергетичних витрат на природоохоронну діяльність на промислових об'єктах приділялось мало уваги.

Найбільш уживаним показником енергетичної ефективності є енергоємність виробництва продукції, яка є одним з основних факторів, що впливає на собівартість продукції і, зрештою, на конкурентоспроможність. На сьогоднішній день є методики визначення різних видів енергоємності виробництва продукції – повної, прямої, технологічної, цехової, повної цехової, заводської (наскрізної).

Показником, який дозволяє врахувати витрати по всіх ланках виробництва є повна енергоємність, методика визначення якої наведена в ДСТУ 3682-98. До складу повної енергоємності входять витрати енергії на

створення основних виробничих фондів, витрати енергії на технологічні процеси, на видобування та транспортування сировини і матеріалів, на відтворення робочої сили, а також охорону навколишнього середовища. При цьому розрахувати деякі з її складових (наприклад, енергоємність природоохоронних заходів, основних виробничих фондів, трудовитрат) за приведеними у стандарті формулами складно або й зовсім неможливо через відсутність даних чи алгоритмів розрахунку.

На основі аналізу існуючих систем очищення викидів (стаціонарні джерела), стічних вод від шкідливих речовин та поводження з твердими відходами, автором запропоновано розраховувати енергоємність природоохоронних заходів як суму трьох складових: енергоємності очищення викидів, стічних вод та знешкодження твердих відходів.

Енергоємність очищення викидів визначається за методикою, розробленою в роботі [2], використовуючи низку параметрів, які можна отримати в формах статистичної звітності, в паспортах очисного обладнання та з довідкових видань, враховуючи не лише прямі витрати на роботу обладнання, але й непрямі витрати, такі як енергоємність реагентів, що використовуються для очищення відхідних газів та енерговитрати на вивезення твердих відходів, що утворились в процесі очистки газів:

Енергоємність очищення викидів запропоновано визначати, використовуючи низку параметрів, які можна отримати в формах статистичної звітності, в паспортах очисного обладнання та з довідкових видань, враховуючи не лише прямі витрати на роботу обладнання, але й непрямі витрати, такі як енергоємність реагентів, що використовуються для очищення відхідних газів та енерговитрати на вивезення твердих відходів, що утворились в процесі очистки газів:

$$e^{вик} = \beta \sum_f a^{вик} W_f^{вик'} + \beta \sum_g a^{вик} b_g^{вик} W_g' + \sum_r a^{вик} g_{xp_r} e_{xp_r} + \sum_z a^{вик} c_{вик_z}^{відх} \left(\frac{\gamma B_{вик_z}^{відх}}{V_{вик_z}^{відх}} + e_z^{відх} \right), \quad (1)$$

де β – питома витрата палива на виробництво електричної енергії; f – індекс виду обладнання, використаного для очищення викидів; $a^{вик}$ – питомий вихід відхідних газів на одиницю продукції; $W_f^{вик'}$ – питома витрата електроенергії на роботу очисного обладнання виду f ; g – індекс виду рідини, що використовується під час мокрого очищення газів; $b_g^{вик}$ – питома витрата рідини виду g на очищення газів; W_g' – питома витрата електроенергії на підготовку та перекачування (відведення) рідини виду g ; r – вид хімічного

реагенту, використаного при очищенні газів; g_{xp_r} – витрата хімічного реагенту виду r під час очищення газів; e_{xp_r} – енергоємність хімічного реагенту виду r ; z – індекс виду твердих відходів, що утворилися в процесі очистки газів; $c_{вик_z}^{відх}$ – коефіцієнт утворення відходів виду z , що утворилися під час очищення газів; γ – коефіцієнт переведення моторного палива в умовне; $B_{вик_z}^{відх}$ – витрати палива на вивезення відходів виду z на полігон; $V_{вик_z}^{відх}$ – обсяг відходів виду z , що утворилися під час очищення газів; $e_z^{відх}$ – питома витрата енергоресурсів на підтримання полігону для відходів в належному стані, в т.ч. на рекультивацію (у випадку, якщо полігон знаходиться не на балансі підприємства, приймається рівною нулю).

З використанням розробленої методики обраховано енергоємність очищення викидів на вугільних ТЕС України на сьогоднішній день та в разі встановлення очисного обладнання, яке забезпечить європейські екологічні нормативи. На сьогоднішній день на більшості українських ТЕС встановлені лише сухі електрофільтри, на роботу яких витрачається 1-6 кВт·год/МВт·год. Дослідження показало, що робота сухого електрофільтру і обладнання для сірко- та азотоочистки, що забезпечать європейські екологічні нормативи, потребуватиме збільшення витрат енергії на власні потреби ТЕС на 0,7-4,1%. У разі встановлення обладнання для сірко- та азотоочистки на природоохоронні заходи буде витрачатись 7-41 кВт·год/МВт·год, тобто витрати збільшаться на 6-35 кВт·год/МВт·год.

1. Савицький О. Спадок ери динозаврів. Огляд теплової енергетики України. К., 2014. 32 с.

2. Станиціна В.В. Розвиток методу повної енергоємності для визначення показників енергетичної ефективності та потенціалів енергозбереження : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2016. 20 с.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕРОЗТАШУВАННЯ ТЕРОРИСТИЧНОГО ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДАНИХ НАТУРНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Одним із ймовірних етапів теракту проти критично важливого об'єкту (КВО) (АЕС, підприємства нафтопереробного комплексу, хімічної промисловості та ін.) є розпилення або вибух небезпечних хімічних речовин (НХР) на деякій відстані від об'єкту, які завдяки вітру та відповідним приладам розповсюджуються на територію підприємства і завдають значної шкоди здоров'ю його персоналу з можливим летальним наслідком. Цей факт свідчить про потребу використання сучасних методів та засобів для швидкого виявлення та знешкодження джерела НХР, що дозволить попередити розпочатий або запланований теракт на даному КВО [1-3].

Авторами розроблено новий інформаційно-технічний метод (ІТМ) попередження надзвичайних ситуацій терористичного характеру, пов'язаних із хімічним забрудненням атмосферного повітря на територіях розміщення КВО. Його використання дозволяє визначити територію, на якій розташовується терористичне джерело викиду НХР, що є основою для його швидкої ліквідації або відстеження його переміщення з подальшою затримкою або знешкодженням.

Використання даного методу для розв'язання оберненої задачі передбачає виконання дванадцяти інформаційно-обчислювальних процедур. Вони включають: виявлення ознак використання НХР; визначення характеру викиду; визначення концентрації НХР в декількох точках на території КВО; визначення ефективної висоти джерела викиду; визначення швидкості та напрямку вітру на ефективній висоті викиду; визначення коефіцієнтів турбулентної дифузії; визначення параметру шорсткості; визначення параметра, який характеризує вплив зовнішнього середовища на рівень концентрації НХР в повітрі; визначення координат джерела викиду, його потужності та часу розповсюдження; візуалізація можливого місця розташування джерела викиду; визначення відповідних географічних координат можливого місця розташування джерела викиду; прийняття рішень щодо фізичного виявлення даного джерела в зоні спостереження КВО та його ліквідації [4-6].

На рис. 1 показано приклад терористичної атаки проти Рівненської АЕС, пов'язаної з неперервним викидом бромметану в атмосферу з подальшим його розповсюдженням на територію станції і завданням загрози для її персоналу, та визначення території можливого знаходження даного

терористичного джерела на основі використання розробленого ІТМ.

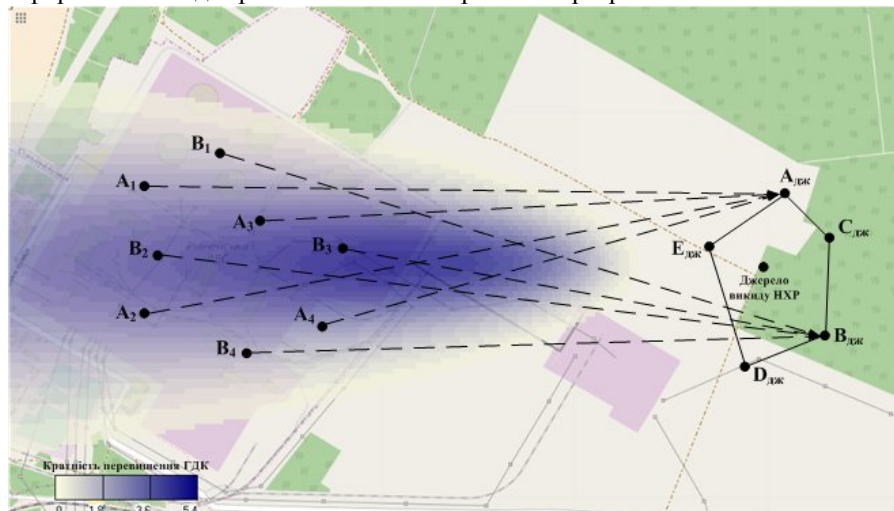


Рис. 1. Приклад терористичної атаки проти Рівненської АЕС шляхом неперервного викиду бромметану з її зони спостереження та визначення території знаходження терористичного джерела

Розроблений метод може бути використаний антитерористичними підрозділами Єдиної державної системи цивільного захисту України та іншими силовими структурами та відомствами для попередження терактів, спрямованих проти КВО, що дасть можливість значно підвищити рівень національної безпеки.

1. Требин М.П. Терроризм в XXI веке / М.П. Требин. – Минск : Харвест, 2013. – 816 с.
2. Химический терроризм: возрастающая угроза [Электронный ресурс] / Информационно-аналитический портал постсоветского пространства. – Режим доступа : http://observer.materik.ru/observer/N3_2004/3_09.htm. – Дата доступа 04.05.2018. – Загол. з екрану.
3. Основы противодействия терроризму / Под редакцией Вишнякова Я.Д. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 240 с.
4. Гончаренко Ю.Ю. Інформаційно-технічний метод попередження надзвичайних ситуацій терористичного характеру на критично важливих об'єктах / Ю.Ю. Гончаренко, О.О. Попов, О.М. Мірошник, С.О. Бурлака // Моделювання та інформаційні технології. – 2016. – Вип. 76. – С. 52–59.
5. Попов О.О. Нові методи моніторингу довкілля для попередження техногенних надзвичайних ситуацій / О.О. Попов, В.О. Ковач, А.В. Яцишин, С.О. Бурлака // Техногенна безпека та цивільний захист. – 2015. – № 9. – С. 116–123.
6. Попов О.О. Інформаційно-технічні методи попередження надзвичайних ситуацій на техногенних об'єктах / Ю.Ю. Гончаренко, О.О. Попов, В.О. Ковач, С.О. Бурлака // Защита информации. – 2016. – Вып. 22. – С. 122–134.

І.С. Зінов'єва, ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана», м. Київ

ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ЕНЕРГЕТИЦІ НА ОСНОВІ ДАНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Геоінформаційні системи (скорочено – ГІС) та технології, на базі яких вони реалізовані (зокрема GPS, 3D, Real-time Analytics, Web mapping, BigData та ін.), в своїй сукупності, є тими універсальними інструментами, які мають застосування практично у всіх енергетичних сферах, починаючи від переробки вуглеводів і до відновлюваної енергетики.

Зокрема, у працях А.А. Секніна та С. Ткачука [1,2] визначено пріоритетні сфери використання ГІС для підтримки рівня управління у сфері енергетики. До них віднесено: підтримка оперативного та операційного рівнів системи менеджменту; управління активами підприємства енергетичної сфери; планування та прогнозування розвитку енергосистем; реконструкція старих енергомереж та проектування нових; оцінювання параметрів працездатності, завантаженості та відмовостійкості енергомереж; управління банком земель, що відведені під об'єкти електроенергетики, зокрема зонами ЛЕП; підтримка процесів пошуку та відбору ділянок для будівництва нових енергетичних потужностей; моніторинг метеорологічних умов, стану атмосфери та інших явищ, що здатні зашкодити або вплинути на продуктивність та працездатність об'єктів енергетичної інфраструктури.

Від себе можна додати, що сферою застосування ГІС також можуть бути: підтримка реалізації енергетичних проєктів різних рівнів складності; оцінювання ефективності та доцільності використання джерел відновлюваної енергетики; дослідження просторових проєкцій енергосистем; довідково-аналітична підтримка різних рівнів управління; визначення рівня енергетичних ризиків та екологічних загроз і встановлення ступеню безпеки об'єктів енергетики. І це, далеко не повний перелік сфер застосування.

Основною метою використання в енергетиці ГІС, як системи апаратно-програмних засобів та алгоритмів, є обробка, аналіз, моделювання та візуалізація географічно координованих даних з метою звуження кола варіантів у процесі підтримки прийняття рішень. Безумовними перевагами ГІС, з точки зору системи менеджменту, є інтерактивність та візуалізація інформації, представлення її у графічному вигляді, оскільки, по своїй природі, ГІС є поєднанням технологій моделювання картографічних даних та систем управління базами геоданих.

Останнім часом у світі намітилась тенденція щодо інтеграції ГІС в існуючі системи: управління мережами (Advanced distribution management system), автоматичних лічильників (Automated metering infrastructure (AMI)),

так звані «розумні енергетичні мережі» (Smart power grid) [3]. Така інтеграція дозволяє генерувати більш повну картину загального стану функціонування енергосистем, що сприяє забезпеченню управління більш точною та якісною інформацією для підтримки прийняття рішень (наприклад, оцінювання попиту на той чи інший вид енергії, ефективність використання традиційних та/або альтернативних джерел енергії, аналіз навантаження на сформовану енергетичну інфраструктуру, окупність інвестицій та економічна рентабельність та ін.).

Під час вибору ГІС для підтримки прийняття рішень в енергетиці основними критеріями мають бути: крос-платформність; відповідність параметрів ГІС технічним та операційним можливостям ІТ-інфраструктури підприємства енергетичної сфери; функціональність та можливість вирішення конкретного (заданого наперед) кола питань; рівень захисту даних та режими їх відновлення; підтримка прийнятих в Україні стандартів еколого- та енергобезпеки, вітчизняного законодавства; використання технологій GPS, 3D, Real-time Analytics, Web mapping, BigData; фінансовий бік питання та ін.

Обираючи те чи інше програмне рішення та реалізацію ГІС для підтримки прийняття рішень в енергетиці необхідно звертати увагу на платформу ГІС, ступінь її адаптивності до існуючої ІТ-інфраструктури, наприклад ERP, EAM, CRM, OMS тощо. Окрім того, дана система повинна підтримувати ефективні алгоритми архівування даних, а також можливості відновлення даних після збоїв. Важливим аспектом, який повинен бути врахований під час вибору ГІС для потреб в енергетичній сфері – можливість моделювання аварійних ситуацій – відображення на 3D-моделях і / або технологічних схемах послідовності подій при аварії.

Отже, проведені дослідження показали, що ГІС можуть виступати в якості багатоаспектного інструмента підтримки системи менеджменту в енергетиці. З метою підвищення ефективності роботи ГІС та їх функціональності, необхідно забезпечити повну інтеграцію ГІС в існуючу ІТ-інфраструктуру підприємства енергетичної сфери.

1. Секнин А.А. ГИС в электроэнергетике: интеллектуальные энергосистемы / А.А. Секнин // ArcReview. – 2012. – №2 (61). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=7430&SECTION_ID=251

2. Ткачук С.М. ГІС як системи підтримки прийняття рішень в електроенергетиці / С. М. Ткачук // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – 2014. – Вип. 19. – С. 102-105

3. EPRI GIS Interest Group focuses on accurate geolocation representation of the power distribution system for smart grid [Electronic resource]. - Access mode: <http://geospatial.blogs.com/geospatial/2013/12/epri-gis-interest-group-focuses-on-data-quality-for-the-smart-grid.html>

УДК 621.31

В.О. Дерій, О.В. Згуровець, ІЗЕ НАН України, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ «НІЧНОГО ПРОВАЛУ» ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ОЕС УКРАЇНИ

Дане дослідження зумовлене необхідністю пошуку алгоритмів взаємодії диспетчерів енергосистем та систем централізованого тепlopостачання (СЦТ) при впровадженні в останніх електричних теплогенераторів (ЕТГ) для вирівнювання графіків електричних навантажень (ГЕН) під час «нічного провалу» в ОЕС України [1, 2]. При забезпеченні узгодженої та надійної роботи енергосистем разом із СЦТ виникнуть наступні питання: згідно з яким законом будуть змінювати свою потужність ЕТГ, яка величина та швидкість зміни їх потужності, а також які фактори впливають на даний процес.

На рис. 1 показано графік виробництва/споживання електроенергії в ОЕС України на проміжку часу з 23⁰⁰ – 7⁰⁰ 27-28 січня 2016 р. Як видно з рис. 1 період нічного провалу ГЕН добре апроксимується поліномом другого ступеня (параболою).

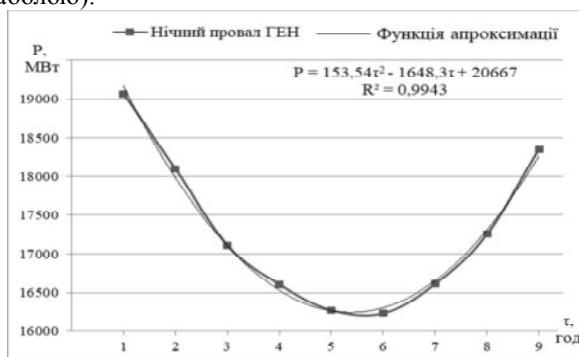


Рис. 1. Нічний провал ГЕН ОЕС України 27–28 січня 2016 р.

(Примітка. Вісь часу τ зміщена вправо на одну годину (за 0 взято 23⁰⁰ 27 січня))

З метою визначення коефіцієнтів достовірності апроксимації R^2 та коефіцієнтів парабoli (a , b , c) були проаналізовані нічні провали ГЕН для кожної доби протягом січня – грудня 2016 р. Встановлено, що середньомісячні коефіцієнти достовірності апроксимації та їх відносне середньоквадратичне відхилення σ_{R^2} близькі до одиниці, а їх відхилення від середньої величини не перевищують $\pm 1,17$ %. Відхилення коефіцієнтів функції апроксимації нічного провалу ГЕН незначні як протягом місяця, так і

протягом опалювального періоду. Максимальне відхилення протягом місяця в робочі дні не перевищувало $\pm 9,5\%$, а у вихідні – $\pm 13,4\%$.

Для визначення положення нічного провалу ГЕН в координатах (потужність P : час t) були визначені координати вершини параболи. Аналіз даних ГЕН показав, що мінімальна потужність в ОЕС України спостерігалася в період часу від 3^{00} до 5^{00} . Розподіл імовірності мінімальної потужності такий: 3-тя година – 0,27; 4-та година – 0,58; 5-та година – 0,15. Найбільша величина глибини нічного провалу ГЕН спостерігалася 19.06.2016 р. і становила 3825 МВт, найменша – 1759 МВт – спостерігалася 02.05.2016 р.

Вплив температури навколишнього повітря на нічний провал ГЕН досліджувався при мінімальній потужності в ОЕС України. На рис. 2 показано графік мінімальної потужності та температури навколишнього повітря протягом грудня 2015 р. – січня 2017 р. Для підтвердження зв'язку температури та мінімальної потужності був побудований графік кореляції множин значень температури та мінімальної потужності з ковзаючим інтервалом періодом 60 днів (рис. 3).

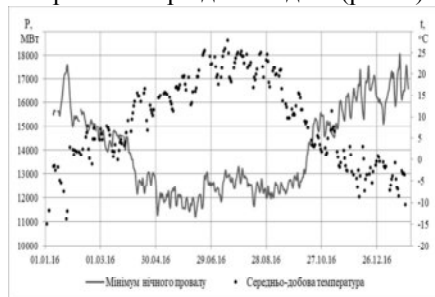


Рис. 2. Графіки температури навколишнього повітря та мінімальної потужності в ОЕС України

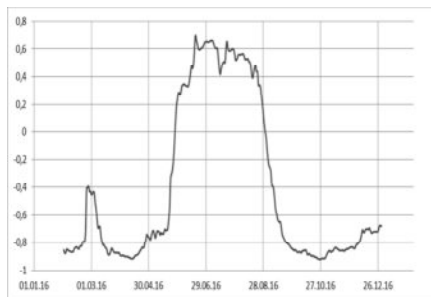


Рис. 3. Графік кореляції множин температури та мінімальної потужності

Із графіка на рис. 3 видно, що в місяці опалювального періоду коефіцієнт кореляції від'ємний та має досить велике значення (від 0,7 до 0,9). Така залежність пояснюється використанням електроенергії для опалення та теплопостачання. Зменшення коефіцієнта кореляції в період з 22.02.2016 р по 11.03.2016 р. пояснюється тим, що середні температури навколишнього повітря в ці дні були більше нуля ($5,6 - 7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$). В літні місяці коефіцієнт кореляції додатний.

Для визначення аналітичної залежності мінімальної потужності в ОЕС України від температури в опалювальний та неопалювальний періоди були побудовані графіки в координатах – температура: мінімальна потужність, які показані на рис. 4 а) та 4 б).

Функції лінійної апроксимації для опалювального та неопалювального сезонів мають вигляд:

$$P_{оп.мін} = -209,46 \cdot t + 15493, \quad (1)$$

$$P_{но.мін} = 92,026 \cdot t + 10351, \quad (2)$$

де $P_{оп.мін}$, $P_{но.мін}$ – мінімальна потужність під час нічного провалу в опалювальний та неопалювальний сезони, відповідно; t – температура навколишнього повітря.

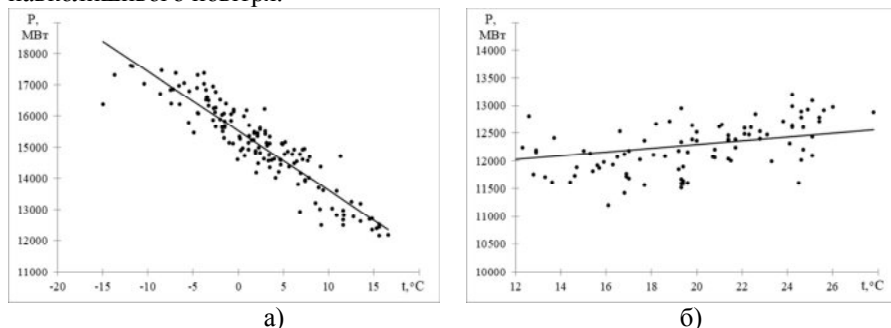


Рис. 4. Залежності мінімальної потужності в ОЕС України від температури повітря в опалювальний (а) та неопалювальний (б) сезони

Величина достовірності апроксимації графіка на рис. 4 а) лінійною функцією становить $R^2 = 0,8793$, графіка на рис. 4 б) – $R^2 = 0,3931$.

Вплив тривалості світлового дня на величину мінімальної потужності в ОЕС України під час нічного провалу ГЕН показано на рис. 5.

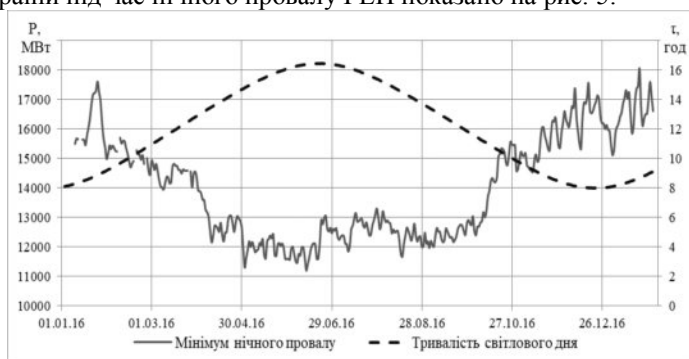


Рис. 5. Залежність мінімальної потужності в ОЕС України та тривалості світлового дня

Аналогічно були визначені аналітичні залежності мінімальної потужності від тривалості світлового дня для періодів її зростання та спаду. Залежність мінімальної потужності $P_{мін}$ від тривалості світлового дня у період його зростання від 8 годин до 16 годин можна записати як:

$$P_{мін} = -38,397 \cdot \tau + 17143, \quad (3)$$

де τ – тривалість світлового дня.

Величина достовірності апроксимації при цьому становить $R^2 = 0,8254$.

Аналогічно в період спадання тривалості світлового дня від 16 до 8 годин, $P_{\min}$ буде дорівнювати

$$P_{\min} = 30,354 \cdot \tau + 11458. \quad (4)$$

Величина достовірності апроксимації становить $R^2 = 0,7529$.

Досліджувалися також вплив температури навколишнього повітря і тривалості світлового дня на середню погодинну швидкість зміни потужності в ОЕС України під час нічного провалу. Максимальні значення зміни потужності будуть на кінцях інтервалу (нічного провалу ГЕН) – періоди $23^{00} - 24^{00}$ та $6^{00} - 7^{00}$. Вплив тривалості світлового дня та температури навколишнього повітря на зміну потужності показано на рис. 6, 7.

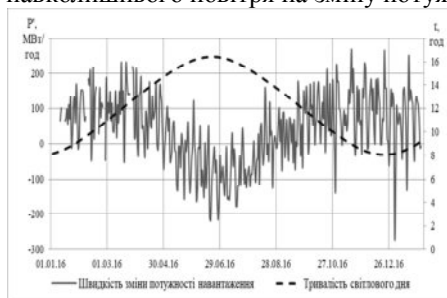


Рис. 6. Графік зміни потужності в ОЕС України та тривалості світлового дня

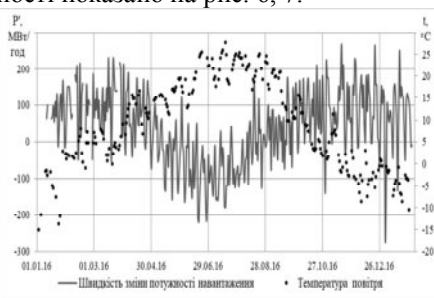


Рис. 7. Графіки зміни потужності в ОЕС України та температури повітря

Таким чином, дослідження показало, що нічний провал ГЕН можна апроксимувати параболічною функцією. Основними впливовими факторами на величину мінімальної потужності є температура повітря та тривалість світлового дня. Запропоновано аналітичні вирази, які дозволяють в першому наближенні враховувати цей вплив. Отримані результати дозволять диспетчерам енергосистеми спрогнозувати необхідні величини потужності електричних теплогенераторів під час нічних провалів електричних навантажень та швидкість їх змін, а диспетчерам систем централізованого теплопостачання зміну теплових потужностей котлів відповідно.

1. Кулик М.М. Співставний аналіз техніко-економічних характеристик Канівської ГАЕС та комплексу споживачів-регуляторів для покриття графіків електричних навантажень. М.М. Кулик. Проблеми загальної енергетики. 2014. Вип. 4(39). С.5–10.

2. Кулик М.М. Техніко-економічні аспекти використання споживачів-регуляторів у системах автоматичного регулювання частотою і потужністю. М.М. Кулик. Проблеми загальної енергетики. 2015. Вип. 1(40). С.20–28. <https://doi.org/10.15407/pge2015>.

В.В. Алексєєнко, О.О. Васечко, О.Б. Сезоненко, Інститут газу НАН України, м. Київ, К. Самокатов, ТОВ «Капітал - 2006»

ДОСВІД ПОВОДЖЕННЯ ІЗ ВІДПРАЦЬОВАНИМИ МАСТИЛАМИ

За даними [1] щороку у світі споживається близько 50 млн. тонн тільки моторних масел, і тільки четверта частина з них використовуються повторно, утилізуються або хоча б спалюються. Решта зливаються у водойми, ґрунти, каналізацію. Установлено, що 1 л відпрацьованого моторного мастила, вилитого в ґрунт, робить непридатним 100-1000 тон ґрунтових вод. Тому Поводження із відпрацьованими мастилами (ВМ) є одним з пріоритетних екологічних напрямків, оскільки останні є відходами, які несуть загрозу оточуючому середовищу.

Поводження із ВМ включає два етапи – збір та подальше знешкодження або утилізацію. У більшості країн відсутній централізований збір ВМ. За оцінками [1,2] найвищі збори ВМ у країнах Західної Європи – 50-57 % (до 1,6 млн. т/рік), при загальному споживанні нафтових мастил 5,2 млн. т/рік та утворенні із них відпрацьованих у кількості 2,8 млн. т/рік. Решта може потрапити в оточуюче середовище.

Збір ВМ може здійснюватися у вигляді сумішей мастил або окремо за певним критерієм – по маркам, по однорідності фракції або за іншими фізичними властивостями. Роздільний збір пов'язаний із складнощами, хоч саме цей підхід визнаний найбільш доцільним.

Утилізація ВМ на сьогодні здійснюється переважно за наступними напрямками:

1) регенерація ВМ окремо по маркам: потребує роздільного збору, тому запаси таких ВМ є вкрай обмеженими, й дає можливість отримати продукти високої якості із мінімальною кількістю відходів;

2) вторинна переробка суміші ВМ для отримання базових компонентів мастил різного складу та призначення, а також напівкокс, як показано на прикладі [3]: здійснюється тільки на крупних спеціалізованих підприємствах із застосуванням цілого комплексу таких процедур як вакуумна перегонка, екстракція, гідравлічна очистка та ряд інших фізичних та хімічних методів. Процес вимагає однорідності фізичних властивостей та якості суміші ВМ;

3) використання в якості низькоякісного палива або компонентів інших палив: Є найпоширенішим напрямком. За оцінками близько 70-90% від знешкоджених ВМ використовуються у якості палива.

В Інституті газу був реалізований проект із дообладнання двокамерної печі-інсинератора для знешкодження твердих побутових та медичних відходів пристроями для можливості окремого прямого спалювання у камерах печі й ВМ. Була розроблена форсунка для впорскування ВМ у

високонагріту камеру вентиляторним повітрям. Продуктивність по ВМ склала 15 кг/год. Загальний вигляд печі-інсинератору після конструктивних доповнень для можливості спалювання ВМ представлений на рис. 1.

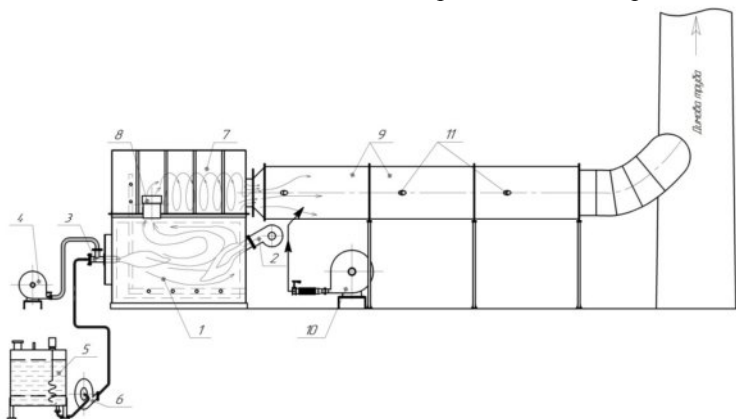


Рис. 1. Загальний вигляд інсинератору, дообладнаного для спалювання сумішей ВМ: 1 – камера спалювання, 2 – пальник, 3 – форсунка розпилювання ВМ, 4 – вентилятор розпилу, 5 – витратна ємність ВМ, 6 – насос, 7 – камера опалювання, 8 – пальник; 9 – секції газоходу; 10 – вентилятор допалювання; 11 – отвори для підсосу охолоджуючого повітря

Досить часто, унаслідок застосування різних методик збору, суміші ВМ надходять із значним умістом вологи та забруднені твердими негорючими частинками, що суттєво ускладнює спалювання суміші або взагалі унеможливорює цей процес.

4) переробка сумішей ВМ для отримання котельного, пічного палива: дозволяє перероблювати суміші ВМ різної якості й дає можливість отримати висококалорійне паливо для продажу або власних потреб.

Піролізні установки для виробництва різноманітної продукції, у тому числі й палив, досить поширені у світі. Так потужності піролізних установок із виробництва етилену складають 113 млн. т/рік, пропилену – 38,6 млн. т/рік. Так же активно піролізні установки використовують у світі і для виробництва палива із відпрацьованих нафтопродуктів [3]. У порівнянні із світовими тенденціями в цьому напрямку, рівень розвитку піролізу в Україні є досить низьким. Разом із тим розробки в цьому напрямку теж здійснюються.

В Україні реалізований проект установки розробки ТОВ «Капітал - 2006» у м. Дніпрорудний Запорізької області. Після ряду доробок проект був успішно реалізований в м. Астана, Республіки Казахстан, на території діючого сміттєпереробного заводу (рис. 2). Головною метою проекту було заміщення первинних енергоресурсів (електроенергії, пари, гарячої води, дизельного палива) на вторинні, вироблені з відходів. При цьому, крім

економічної вигоди, поліпшується екологічна ситуація регіону, із груп відходів, що підлягають депонуванню, виключаються ВМ та інші нафтовмістні відходи.

Процес утилізації здійснюється методом низькотемпературного піролізу (в реторті до 500 °С). На холодний реактор установлюється реторта, попередньо завантажена сировиною (відходами ВМ). Середнє розрахункове завантаження реторти (об'єм 1,5 м³) некондиційним маслом - до 1000 кг. Холодна завантажена реторта нагрівається разом із реактором. Після досягнення заданої температури відбувається піроліз із виділенням газу завантаженої в реторту сировини. Газ, що виділяється з реактора, під власним тиском (не більше 0,15 ати, регулюється автоматикою), надходить трубопроводом у трьохрівневу колону охолодження. На кожному із трьох рівнів охолоджувача конденсується й накопичується відповідна фракція палива: на нижньому рівні - важка фракція – «пічне» паливо, на другому й третьому рівнях - легкі фракції – «дизельне паливо». Рідина накопичується до певного рівня, при досягненні якого зливається в збірну ємність самопливом.

Після охолоджувача піролізний газ під власним тиском направляється в радіатор - повітряний охолоджувач, потім - у фільтри й масловіддільник, де відбувається вловлювання залишків рідких фракцій і з'єднань смоли. Збори з фільтрів і маслоуловлювача можуть бути об'єднані із фракцією «пічне» паливо. Після системи фільтрації, газ потрапляє в газгольдер лінії - накопичувальну ємність, об'ємом 10 м³. З газгольдера лінії, газ подається в газорозподільчу систему піролізної установки або до інших споживачів.



Рис. 2. – Установка з переробки ВМ у м. Астана, Казахстан

1. Основы химмотологии. Химмотология в нефтегазовом деле / [И.Г. Фукс, В.Г. Спиркин, Т.Н. Шабалина]. – М.: ФГУП Из-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – С. 217-218.

2. Смазочные материалы и проблемы экологии / [А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.П. Шабалина]. – М.: ГУП Из-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. – С. 282-289.

3. Комплексная переработка отработанных моторных масел / [Григоров А.Б.] // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. – №5(99). – С. 40-44.

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

Збірник тез конференції
16 травня 2018 р.

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

Зб. 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. – 90 с.