УДК 621.391

**Марченко Надія Борисівна,**

**кандидат технічних наук, доцент,**

**доцент кафедри комп’ютеризованих**

**систем управління**

**Національний авіаційний університет**

nadiiamar4@gmail.com

[https://orcid.org/0000-0001-8685-4864](https://orcid.org/0000-0002-0953-8769)

**Щербак Леонід Миколайович,**

**доктор технічних наук, професор,**

**лауреат державної премії в галузі науки і техніки,**

**провідний науковий співробітник відділу**

**моніторингу і діагностики об’єктів енергетики**

**Інституту загальної енергетики НАН України**

[prof\_Scherbak@ukr.net](https://org.i.ua/js/compose/?id=4492621)

https://orcid.org/0000-0002-1536-4806

**МОНІТОРИНГ ТА ДІАГНОСТИКА СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В ПОСТВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ**

Широкомасштабна війна на території України залишала енергетичний сектор у стані очікування, невизначеності та руйнації, який поглибився за рахунок активних бойових дій, пошкодження та окупації енергетичних об’єктів. З перших же годин після вторгнення, російські війська масовано обстрілюють не лише українські міста і селища, але й намагаються знищити критичні об’єкти енергетичної інфраструктури: високовольтні мережі, трансформаторні підстанції, диспетчерські пункти, а також ТЕС, ГЕС і навіть АЕС. З огляду на військовий стан актуальна і точна інформація про пошкодження складних технічних об’єктів у енергетичній сфері не публікується, але втрати є величезними. Наприклад, переважна більшість встановлених наразі в країні об’єктів відновлюваної енергетики, зосереджені у південних та південно-східних областях України, де протягом останніх місяців безупинно точаться активні бойові дії. За різними оцінками експертів, станом на серпень 2022 року вже так чи інакше постраждало 30–40% відновлювальних джерел енергетики електростанцій у цих регіонах або близько 1120–1500 МВт встановленої потужності.

За даними НЕК «Укренерго», станом на кінець 2021 року, загальна встановлена потужність ОЕС України складала 56,169 ГВт, з яких 49,7% припадала на теплові електростанції (ТЕС, ТЕЦ, блок-станції), 24,6% — на атомні електростанції (АЕС), 11,2% — на гідроелектростанції та гідроакумулюючі електростанції, а 14,3% — на електростанції, що працюють на відновлювальних джерелах енергетики. Атомна генерація, яка забезпечує базове виробництво електроенергії в країні, представлена 4 атомними електростанціями загальною потужністю 13,835 ГВт, які складаються з 15 енергоблоків. Станом на кінець 2021 року 12 енергоблоків вже відпрацювали свій нормований 30-річний термін експлуатації, тому час їх роботи вже було продовжено на наступні 10–20 років. Проте, до 2030 року дія вже «подовжених» ліцензій на експлуатацію 10 енергоблоків загальною потужністю 9420 МВт закінчиться. Таким чином, доведеться повторно продовжити термін експлуатації діючих енергоблоків після вичерпання призначеного терміну їх служби, що буде мати відповідні техногенні загрози. Необхідно зазначити, що в зимовий період 2021-2022 року, вперше в історії України, працювали одночасно всі 15 енергоблоків АЕС.

У зв’язку з тим, що українська енергосистема переобтяжена базовими потужностями, зазнає регулярних обстрілів, відчуває дефіцит маневрових потужностей, для балансування енергосистеми також використовуються спроєктовані для роботи в базових режимах енергоблоки ТЕС загальною встановленою потужністю 21,8 ГВт. Однак, через те, що частина ТЕС розташована на тимчасово окупованих територіях, деякі блоки зняті з експлуатації чи законсервовані, знаходяться в плановому або аварійному ремонті, реально доступними є лише 5–6 ГВт теплової генерації. За таких умов основними потужностями регулювання графіка навантаження є вугільні блоки 150–200–300 МВт ТЕС. Проте, через надмірне використання ТЕС для балансування енергосистеми, відбувається додаткове спрацювання ресурсу устаткування, підвищення аварійності та перевитрати палива. При цьому середня кількість годин, яку напрацювали всі енергоблоки ТЕС, вже перевищила 270 тис годин (при граничному парковому ресурсі до 200 тис годин), що призводить до роботи енергосистеми на межі доступних резервів потужності.

Гідроенергетика, загальна встановлена потужність якої становить 6,3 ГВт, у довоєнний час відігравала ключову роль у балансуванні об'єднаної енергетичної системи України. Саме за рахунок ГЕС і ГАЕС покривається піковий попит на електричну енергію та згладжуються нічні «провали» споживання. Проте ці потужності значною мірою залежать від сезонних та погодних умов, у зв’язку з чим їх частка в загальному обсязі електрогенерації суттєво варіюється. Після підриву Каховської ГЕС потужності значно зменшилися, відбулася жахлива трагедія з масштабними і довготривалими наслідками для всієї енергосистеми.

З огляду на вищесказане, зрозуміло, що сучасна енергетична система України характеризується значною часткою базових потужностей, які не призначені для частих і швидких змін режимів роботи, натомість потужності, які спроможні це здійснювати задля балансування системи (на даний час це, в основному ТЕС), **вже відпрацювали свій парковий ресурс.**

Таким чином, одним з основних завдань в галузі енергетики у повоєнний період буде розробка методів та технічних засобів моніторингу та діагностування, що мають здійснювати розширену діагностику стану окремих пристроїв енергетичних об’єктів в реальному масштабі часу. Тому розробка і дослідження інтелектуальних систем моніторингу та діагностики, які поєднують в собі здатність надійно працювати в жорстких умовах експлуатації з технологічністю виготовлення, гнучкістю застосування і конкурентною вартістю, являє собою серйозну наукову проблему, вирішення якої має велике значення для відновлення у повоєнний період.

Основними проблемами є формування та вибір моделі досліджуваного об’єкту; вибір методів вимірювання та контролю; вибір параметрів вимірювання, оцінка ефективності системи. В якості стратегії прийняття рішень розглядався перебір існуючих методів, метод логічного виводу на основі застосування теорії нечітких множин, а також розв’язання оптимізаційної задачі.

Важливим питанням інтелектуалізації є розробка моделі прийняття рішень, яка враховує наступні чинники:

* структуру, зовнішні параметри та алгоритми функціонування складних технічних систем;
* наявність елементів структур, їх параметри і алгоритми функціонування;
* механізм взаємодії елементів та вузлів структури між собою та з оточуючим середовищем;
* методи багаторівневого моніторингу та оцінки адекватності роботи складної технічної системи з точки зору заявленої мети.

Модель прийняття рішень представлена наступним чином:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

де - методи прийняття рішень, - алгоритм виділення з великого масиву даних тієї інформації, що є критичною для об’єкту, - зовнішні параметри, - внутрішні параметри, - алгоритм оптимізації функції перетворення багаторівневих сигналів, - дестабілізуючи фактори, - критерій оцінки адекватності роботи системи.

Значення функції гіпотези довіри визначається на основі даних двох (або більше) незалежних джерел вимірювання по формулі:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

де – міри довіри до результатів вимірювань, визначені на сукупності простору гіпотез.

Отже, в роботі обґрунтовано необхідність вимірювання та контролю параметрів складних технічних об'єктів та аналізу отриманих даних у режимі реального часу. Також в роботі було розглянуто питання інтелектуальної обробки інформації в складних технічних об’єктах. Використання результатів роботи підвищує безпечність експлуатації енергетичних об’єктів, що є суттєвим внеском в розвиток економіки країни у повоєнний період.

Список літератури

Martyniuk H., Marchenko N., Monchenko O., Chubko L., Scherbak T. Information software of multi-level systems of monitoring and diagnostics of complex technical objects.  Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP-2022). 22-24 November 2022. Ternopil. Ukraine. P.381-386. https://ittap.tntu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/program\_ITTAP-2022-\_24.pdf (дата звернення: 10.11.2023).

Інноваційні основи відновлення та розвитку країн після збройних конфліктів: інноваційний вимір: колективна монографія / за ред. Омельяненка В. А. Суми: Інститут стратегій інноваційного розвитку і трансферу знань. 2022. 280 с. URL: <https://iidskt.org.ua/wp-content/uploads/Monografiya_Vidnovlennya_2022.pdf> (дата звернення: 10.11.2023).

Креативна Україна. URL: <http://creativeukraine.org.ua/> (дата звернення: 10.11.2023).

Міністерство культури та інформаційної політики України: веб-сайт. URL: <http://mincult.kmu.gov.ua/control> (дата звернення: 10.11.2023).

Післявоєнний світ: люди, проблеми, цінності: зб. матеріалів міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Київ. 15 квітня 2022 р. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/38236/Pisliavoiennyi%20svit.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення: 10.11.2023).