

УДК 621.31

Яндутьський О.С., д-р. техн. Наук, проф., **Буханенко О.І.**, аспірант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МЕТОДИ ПОШУКУ АНОМАЛІЙ В ДАНИХ ВИМІРЮВАНЬ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Вступ. Задачі оцінки стану та моніторингу режимних параметрів мережі передачі розподілу електроенергії в даний час набувають особливе значення, оскільки це одна з умов функціонування інтелектуальних мереж, але об'єм і якість інформації про об'єкт, яка передається на рівень управління електроенергетичних систем (ЕЕС) дуже часто обмежені. На сучасному етапі розвитку ЕЕС, частка розподільних електричних мереж (РЕМ) із джерелами розосередженої генерації (ДРГ) з відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ) постійно зростає. Це обумовлює ряд проблем, такі як накопичення енергії, зниження інерційності і стійкості ЕЕС в цілому. Тому дане питання потрібно вирішувати в короткостроковій перспективі для забезпечення надійного електропостачання споживачів. Виникає необхідність створення методів і засобів комплексного моніторингу електричних мереж та оцінки її стану і гнучкого інтелектуального управління. Дані моніторингу (частота, напруги, струми, стан комутаційного обладнання та ін.) режиму роботи ЕЕС є ключовим джерелом інформації для оцінки її поточного стану, функціонування систем керування та релейного захисту силового обладнання, тому висувуються нові вимоги до побудови інформаційно-технологічних систем управління ЕЕС [1, 2].

Аномалії при аналізі даних синхронізованих векторних вимірювань. Збільшення кількості пристроїв синхронізованих векторних вимірювань (ПСВВ), інтелектуальних лічильників, аналізаторів якості електричної енергії різко збільшують об'єми даних, які обробляються при управлінні ЕЕС. Ця інформація часто неструктурована, не синхронізована в часі, розосереджується та зберігається на різних серверах і базах даних з різною архітектурою і протоколами для комунікації. Тому всі ці фактори ускладнюють її обробку і аналіз. Оскільки отримані дані містять в собі інформацію про стан енергосистеми і динаміку зміни її режимних параметрів, дослідження цих даних може допомогти детально проаналізувати процеси в енергосистемі, виявити загальносистемні чи локальні аномалії (такі як зниження частоти та напруги), а також виявляти та прогнозувати вихід з ладу обладнання [3]. Швидке виявлення збоїв і аномалій – один із важливих процесів для підтримки безвідмовної роботи та ефективного керування ЕЕС.

Задача пошуку і виявлення аномалій в даних синхронізованих вимірювань – важлива проблема, яка досліджувалась в різних галузях. Багато методів виявлення аномалій були спеціально розроблені для конкретних задач, в той час як інші мають загальний характер.

На даному етапі досліджень відсутня загальноприйнята класифікація аномалій, але в зарубіжних виданнях найчастіше зустрічаються наступні [4]:

- Точкові аномалії – статичні викиди у вибірці даних, найпростіший і найпоширеніший вид аномалій (рис.1, а)
- Контекстні – умовні аномалії, оскільки ознаки аномальності проявляються в рамках визначеного контексту. Мають місце при аналізі для сезонних даних -застосовується як порівняння вибірок даних за певні однотипні періоди вимірювань, чи системних повідомлень [5] (рис.1, б);
- Колективні аномалії – сукупність даних, які взаємопов'язані, але є аномальними по відношенню до всього набору даних (рис. 1, в).

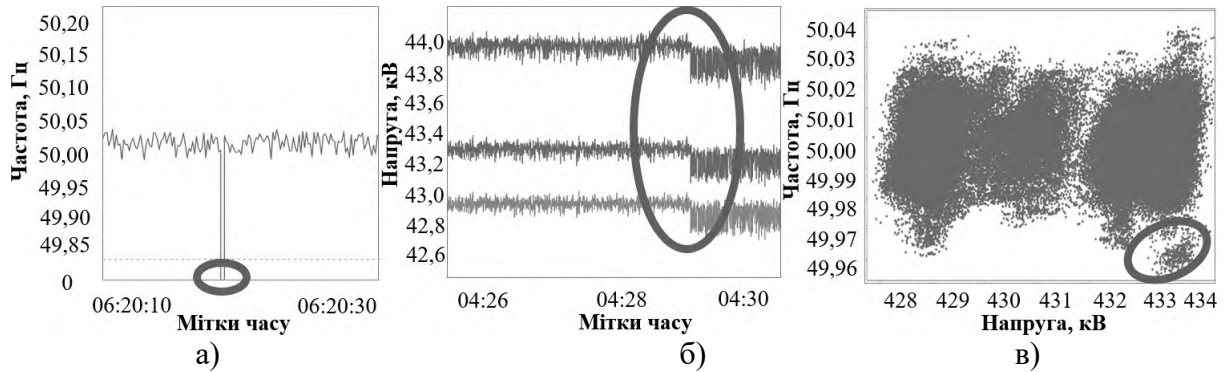


Рисунок 1 – Приклади аномалій: а – точкова, б – контекста, в – колективна.

Статистична оцінка даних дозволяє здійснювати прогнозування поведінки системи в майбутньому, опираючись на сукупність факторів, які привели до виникнення аномалії. Тому головною задачею аналізу режимних параметрів є застосування і адаптація алгоритмів для виявлення аномалій в роботі ЕЕС (коливання частоти, потужності, струмів) і в інформаційній мережі.

Висновки. Застосування інтелектуальних методів аналізу даних і виявлення аномальних режимів роботи може значно підвищити надійність їх функціонування, зводячи ризики прийняття хибних рішень системами керування до мінімуму, забезпечить можливість точного прогнозування режимів роботи. Кожен з розглянутих методів дозволяє вирішити конкретну задачу і має перспективи для подальших досліджень в майбутньому. Комплексне використання цих методів аналізу даних ПСВВ дозволить отримати повну інформацію про ЕЕС, що в свою чергу надасть можливість виявляти і досліджувати нові властивості.

Список використаних джерел:

1. Технічні вимоги до побудови інформаційно-технологічних систем диспетчерського управління ОЕС України [Електронний ресурс] / НЕК «Укренерго» - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2019/05/proekt-Tehnichnyh-vymog.pdf>
2. Укренерго розпочало впровадження системи WAMS для вдосконалення диспетчерського управління енергосистемою. [Електронний ресурс] / НЕК «Укренерго» - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://ua.energy/zagalni-novyny/ukrenergo-rozpochalo-vprovadzhennya-systemy-wams-dlya-vdoskonalennya-dyspetcherskogo-upravlinnya-energosystemoyu/>
3. Machine Learning for Synchrophasor Analysis. Final Project Report September 2020 // Huiying Ren Zhangshuan HouHeng Wang Pavel Etingov
4. Varun Chandola, Arindam Banerjee, and Vipin Kumar. 2009. Anomaly detection: A survey. ACM Comput. Surv. 41,3, Article 15 (July 2009), 58 pages.
5. Evan Miller. 2007. Aberrant Behavior Detection in Time Series for Monitoring Business-Critical Metrics

References

- [1] Technical requirements for the construction of information technology systems of dispatch management of the UES of Ukraine.. NPC “Ukrenergo” 05.2019: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2019/05/proekt-Tehnichnyh-vymog.pdf> / (accessed Feb. 10, 2021)
- [2] Ukrenergo has started implementing the WAMS system to improve the control system of the power system. NPC “Ukrenergo”, 26.11.2019. <https://ua.energy/zagalni-novyny/ukrenergo-rozpochalo-vprovadzhennya-systemy-wams-dlya-vdoskonalennya-dyspetcherskogo-upravlinnya-energosystemoyu/> (accessed Feb. 10, 2021)
- [3] Machine Learning for Synchrophasor Analysis. Final Project Report September 2020 // Huiying Ren Zhangshuan Hou Heng Wang Pavel Etingov
- [4] Varun Chandola, Arindam Banerjee, and Vipin Kumar. 2009. Anomaly detection: A survey. ACM Comput. Surv. 41, 3, Article 15 (July 2009), 58 pages.
- [5] Evan Miller. 2007. Aberrant Behavior Detection in Time Series for Monitoring Business-Critical Metrics