

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ФІКСАЦІЇ ВОЄННИХ ЗЛОЧИНІВ ЧЕРЕЗ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЗБУРЕННЯ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Папайка Юрій Анатолійович

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри електроенергетики

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

судовий експерт

Дніпропетровський науково-дослідний інститут судових експертиз

м. Дніпро, Україна

Ципленков Дмитро Володимирович

кандидат технічних наук, доцент,

завідувач кафедри електротехніки

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

судовий експерт

Дніпропетровський науково-дослідний інститут судових експертиз

м. Дніпро, Україна

Сьогодні Україна переживає найважчий і найтрагічніший період своєї історії. Щодня народ України отримує складні виклики, пов'язані з військовою агресією росії та знищенням значної частини житлового фонду, промислових та енергетичних об'єктів. Електроенергетичний ринок України нині працює в надзвичайно складних реаліях з необхідністю прогнозування споживання електроенергії, системи почергових відключень електроенергії та визначення пріоритетів підтримки військово-промислового комплексу для забезпечення обороноздатності та економічної безпеки [1]. Зв'язок з європейською системою ENTSO-E дозволяє Об'єднаній енергетичній системі забезпечити стійкість режиму та надійності електропостачання.

Дана доповідь розкриває особливості аварійних перехідних процесів у електроенергетичних системах під час воєнних дій. Оскільки значна частка енергетики України зруйнована, система працює у нетипових режимах [2]. Розглянуто методи забезпечення статичної та динамічної стійкості енергосистеми при наявності розподіленої генерації. Досвід України у стабілізації режиму енергосистеми дозволяє розробити методики та протоколи забезпечення енергетичної безпеки усій Європейській енергосистемі. Авторами запропоновано алгоритм дій для фіксації та дослідження аварійних електромагнітних перехідних

процесів дистанційними методами під час скоєння воєнних злочинів на електроенергетичні об'єкти.

Росія продовжує планомірно руйнувати об'єкти енергетики України. У ході першої хвилі масштабних ракетних обстрілів росіяни пошкодили майже половину енергосистеми. В результаті другої хвилі ударів, яка почалася у 2022 році і триває досі (вже було вісім масованих атак), пошкоджено або знищено близько 70% генерації електроенергії. Зокрема, знищено 80% генерації ДТЕК, вся генерація Центренерго, виведено з ладу дві гідроелектростанції (рис. 1). Такі руйнування вимагатимуть стратегічних змін у структурі енергосистеми [3–4].

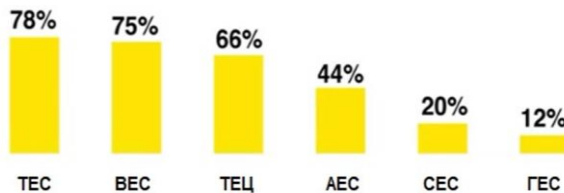
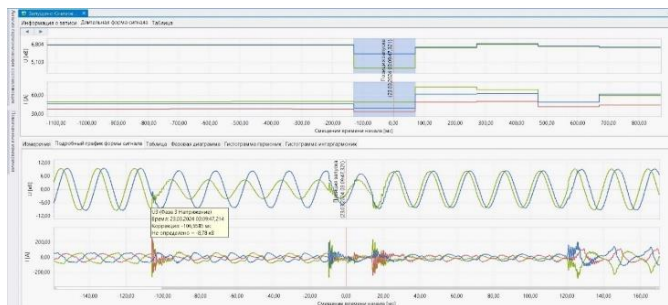


Рис. 1. Частка пошкодженої та зруйнованої генерації ДТЕК

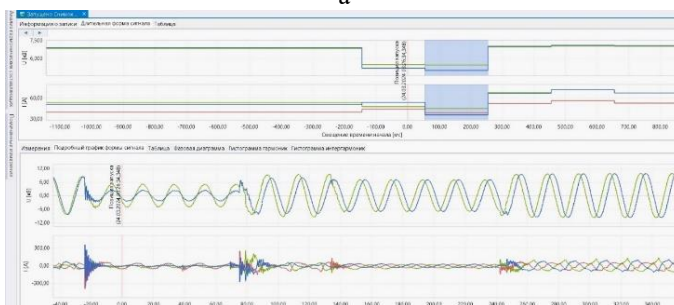
Вперше у світовій історії країна з атомною енергетикою, потужним промисловим комплексом та розвинутою енергетичною інфраструктурою з максимальною напругою 750 кВ була атакована сусідньою країною. У перші дні війни відбулись масовані ракетні атаки на генеруючі потужності теплової генерації та підстанції енергосистеми 330–750 кВ. Це змусило енергосистему України перейти до нехарактерних режимів роботи з обмеженнями генерації та транзиту. Режими роботи енергосистеми у обмеженому варіанті дозволили науковцям досліджувати аварійні режими, викликані військовими діями та сформувати базу даних характерних пошкоджень для розробки протоколів швидкого реагування та відновлення електропостачання об'єктам критичної інфраструктури.

Наукову гіпотезу щодо індивідуальних «електромагнітних слідів» споживачів електроенергії з вентиляними перетворювачами висунули науковці Дніпровської політехніки та Приазовського технічного університету на основі багаторічних досліджень несинусоїдальних струмів і показників електромагнітної сумісності на потужних гірничо-металургійних комбінатах [5].

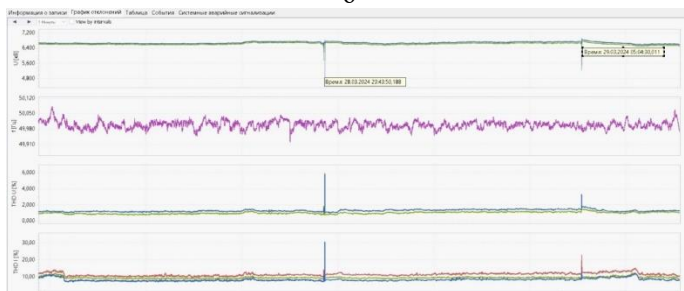
Атаки безпілотних літальних апаратів призводять до виникнення аварійних перехідних процесів і спрацьовування системи аварійної автоматики. Приклад перехідного процесу при попаданні ударного дрону в мережу 330 кВ показано на рис 2,а.



а



б



в

Рис. 2. Характер аварійного перехідного процесу при влучанні дрона у мережу 330 кВ (а) та 150 кВ (б), а також при ракетній атаці на об'єкт електроенергетики (в)

Влучання дронів у мережі **150 кВ** мають інший профіль електромагнітних збурень та можуть бути ідентифіковані особливим характером несинусоїдальності. Зареєстрований при цьому спектр вищих гармонік та інтергармонік дозволяє ідентифікувати місце влучання. Автоматичне повторне вмикання у даному випадку було вдалим та дозволило втримати стійкість режиму енергосистеми.

Ракетна атака на об'єкт електроенергетики була зафіксована стрибкоподібним імпульсом *К-фактора*. Робота мережевої автоматики при цьому була успішною, що видно на графіку зміни частоти (рис. 2).

Проблема динамічної стійкості енергосистеми виникає при сильних збуреннях в електроенергетичних системах та коротких замиканнях, які призводять до незворотнього випадання з синхронізму генераторів електростанцій [6].

Алгоритм дій при фіксації воєнних злочинів через «електромагнітні сліди» може бути представлений наступним чином:

- усі системоутворюючі підстанції України напругою 110–750 кВ мають бути обладнані високоточними реєстраторами параметрів електричної енергії, налаштовані на постійний on-line моніторинг;

- при фіксації аварійного перехідного процесу будь-яка подія записується до відповідної бази даних;

- маючи накопичену з початку повномасштабного вторгнення базу даних аварійних перехідних процесів можливо розробити систему «маркерів» для діагностики саме воєнного втручання в об'єкт електроенергетики;

- порівнюючи поточну аварійну ситуацію за комплексом показників фіксується місце ураження та наслідки для енергосистеми даного воєнного злочину.

Накопичена інформація про аварійні перехідні процеси під час воєнних дій дає можливість створити новітні методики фіксації воєнних злочинів через електромагнітні сліди в електричних мережах. Дієві методи захисту інфраструктури та забезпечення стійкості режиму енергосистеми полягають у швидкому реагуванні на повітряні тривоги, розвантаження системних підстанцій, багаторівневе резервування споживачів критичної інфраструктури відмова від повітряних ліній електропередач, максимальне використання підземних кабельних комунікацій, створенні бетонних саркофагів навколо силових трансформаторів та розподільчих пристроїв.

Література:

1. Стійкість режиму енергосистеми з розподіленою генерацією: навчальний посібник / О. В. Кириленко, Г. Г. Півняк, О. О. Азюковський, Ю. А. Папаїка, І. М. Луценко ; за ред. Г. Г. Півняка ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро : Грані, 2024. 243 с.

2. Трансформація енергетики України в «інтелектуальну» ресурсно незалежну систему : навч. посіб. / О. В. Кириленко, Г. Г. Півняк, Ю. А. Папаїка, І. М. Луценко, О. Г. Лисенко ; Нац. акад. наук України,

М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро : НТУ «ДП», 2023. 56 с.

3. Papaika Y., Lysenko O., Koshelenko Y., Olishevskiy I. (2021). Mathematical modeling of power supply reliability at low voltage quality. *Nauk. Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2, 97–103. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-2/097>

4. Pivniak H., Aziukovskyi O., Papaika Yu., Lutsenko I., Neuberger N. (2022). Problems of development of innovative power supply systems of Ukraine in the context of European integration. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (5), 89–103. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/089>

5. Pivnyak, G. G., Zhezhelenko, I. V., Papaika, Yu. A., Lysenko, O. H. (2017). Interharmonics in power supply systems. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu* (6), pp. 109–114. ISSN 20712227.

6. Pivnyak G., Azukovskiy O., Papaika Yu., Careres Cabana E., Olczak P., Dyczko A. (2021). Assessment of power supply energy efficiency by voltage quality criterion. *Rynek Energii*, № 4(155). 75–84. ISSN 14255960.

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-452-1-95>

ОСОБЛИВОСТІ ВИЛУЧЕННЯ ТА УПАКУВАННЯ НАРКОВМІСНИХ РОСЛИН

Рощина Денис Сергійович

*студент факультету права, гуманітарних і соціальних наук
Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського
м. Кременчук, Україна*

У кінці ХХ та на початку ХХІ століття зловживання наркотичними засобами у світі перевершило всі критичні межі. Сьогодні в усіх країнах світу, зокрема й Україні, відбувається неухильне «омолодження» наркоманії. В останнє десятиліття й для України вживання неповнолітніми та молоддю алкоголю, наркотичних й інших психоактивних речовин перетворилося на проблему, що представляє серйозну загрозу здоров'ю населення, економіці країни, соціальній сфері і правопорядку.

Уживання повністю зрозумілих термінів «наркотичні засоби» та «психотропні речовини», виходячи тільки з фармакологічної точки