

**Прохоров О.В.**, д.т.н, професор

`o.prokhorov@khai.edu`

**Алексєєв В.О.**, аспірант

`v.o.aleksieiev@khai.edu`

**Демченко А.В.**, аспірант

`a.v.demchenko@khai.edu`

## **ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНІ ЕНЕРГОМЕРЕЖІ МАЛОЇ ГЕНЕРАЦІЇ НА ОСНОВІ «РОЗУМНИХ» ТЕХНОЛОГІЙ, ЯК НАПРЯМ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ**

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Для післявоєнного відновлення та розвитку енергосистеми країни Кабінет Міністрів України визначив основні напрямки як її відновлення, децентралізація, подальша інтеграція з енергосистемою ЄС, а також розвиток «зеленої» енергетики [1].

Йдеться про масштабну кампанію з будівництва, реконструкції та захисту енергосистеми України, яка, у тому числі, передбачає, що на базі таких споживачів, як будинки, школи, лікарні, торгові центри тощо, розташованих в одному місці, може бути сформовано власну енергосистему «розумної» мікромережі із засобами самостійного виробництва та управління розподілом електроенергії. Мікромережі включають розподілені енергетичні ресурси (можливо від різних джерел відновлюваної енергії), системи зберігання енергії і навантаження, які повинні працювати узгоджено і можуть бути або підключеними до основної мережі на рівні розподілу через точку загального з'єднання або в ізольованому (острівному) режимі.

Ця величезна трансформація є надскладним завданням, що потребує науково-обґрунтованих методів та засобів моделювання та управління процесами формування та обслуговування таких децентралізованих енергомереж малої генерації та розподілу на основі «розумних» технологій, що включає останні досягнення в інформаційних і комунікаційних технологіях Індустрії 4.0, Інтернету речей, великих даних, машинного навчання та штучного інтелекту.

Спираючись на ці технології, цифрові близнюки набирають обертів як багатообіцяючий інструмент для реалізації та дослідження подібних інтелектуальних енергосистем.

Наші дослідження спрямовані на розроблення: методів створення інтелектуальної енергетичної системи мікромереж (рисунок 1) на базі технологій Інтернету речей та енергоефективних бездротових мереж LPWAN та моделей цифрових двійників мікромереж; методів мультиагентного моделювання процесів генерації та споживання електроенергії в децентралізованих енергомережах з урахуванням балансування навантаження; методів предиктивної аналітики енергоспоживання в мікромережах в умовах дерегульованого маркетингу, ризиків та надзвичайних ситуацій; моделювання логістики формування та обслуговування децентралізованих енергомереж тощо.

Дані збираються за допомогою польових вимірювань, пристроїв Інтернету речей та інтелектуальних лічильників із різних компонентів енергосистеми: ліній, шин, комутаторів, трансформаторів, навантажень, метрологічна інформація тощо. На основі потоку даних у реальному часі, який збирається за допомогою систем моніторингу та обробляється методами аналізу даних, моделі цифрових двійників оновлюються та адаптуються.

Підхід на основі цифрових двійників розумних мікромереж надає потужний інструмент для ефективного й безпечного аналізу та керування великими історичними даними і потоком даних у реальному часі та буде підтримувати роботу мікромереж, допомагаючи в їх проектуванні, управлінні та обслуговуванні [2].

За допомогою таких цифрових двійників, що є віртуальним клоном фізичної інфраструктури децентралізованої енергосистеми та процесів генерації, розподілу та споживання енергії, можливо виконувати інтелектуальний аналіз даних, імітаційне моделювання та використовувати машинне навчання, щоб підвищити ефективність вирішення завдань планування, прогнозування та прийняття рішень. Це дозволить готувати управлінські рішення тоді, коли вже з'являються відповідні значення індикаторів та сигнали, за якими можна помітити ранні ознаки настання важливих подій в енергетичній ситуації та для прийняття попереджувального управління енергоспоживанням.

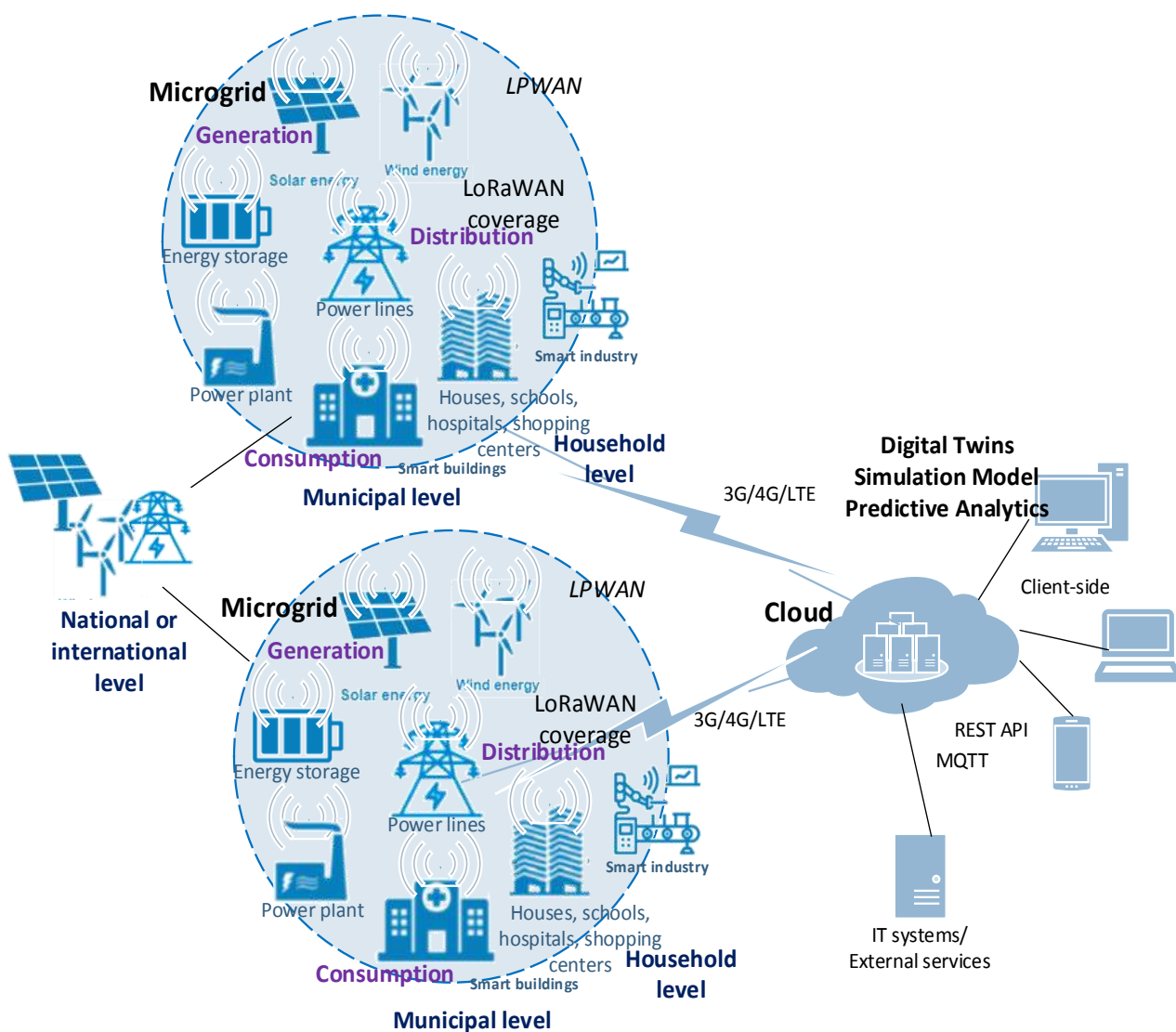


Рисунок 1 – Концепція інтелектуальної енергетичної системи мікромереж

### Список використаних джерел

1. Крижний А. У Кабміні назвали ключові напрямки у розвитку енергосистеми [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unian.ua/economics/energetics/u-kabmini-nazvali-klyuchovi-napryamki-u-rozvitku-energosissemi-12228363.html>. – Назва з екрану.
2. Pronchakov Y, Prokhorov O, Fedorovich O. Concept of High-Tech Enterprise Development Management in the Context of Digital Transformation. Computation. 2022; 10(7):118. <https://doi.org/10.3390/computation10070118>