

## АНАЛІЗ АЛЬТЕРНАТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАХСТУ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Запропоновано деякі з сучасних рішень для захисту підстанцій та організації систем передачі та розподілу електроенергії.*

**Ключові слова:** електроенергія, електрична підстанція, розподільна електромережа, мобільні підстанції.

### **Abstract**

This paper describes some of the modern solutions for building substations and organizing power transmission and distribution systems.

**Keywords:** electricity, electrical substation, distribution grid, mobile substations.

### **Вступ**

Повномасштабне вторгнення Росії на територію України стало справжньою трагедією для всієї нашої держави. А масовані повітряні атаки на критичну інфраструктуру, що почались в жовтні 2022 року, кинули важкий виклик електроенергетичній системі України. Вони показали неочікувані недоліки організації систем передачі та розподілу електроенергії на основі відкритих розподільчих пристроїв. Захист ВРП від даного типу загроз, як виявилось, важко організувати. Звісно повна відмова від ВРП є недоцільним кроком, але запропоновано розглянути деякі альтернативні варіанти виконання електричних підстанцій.

### **Результати дослідження**

Очевидною стала потреба у визначенні найслабших місць енергосистеми та напрацюванні підходів для забезпечення їх захисту. Необхідно розділити засоби та заходи у реалізації поставленої задачі, відокремити питання реорганізації структури мережі та захисту окремих елементів. Питання оцінки вартості завжди було і лишається визначальним в процесі проектування та порівняння запропонованих варіантів, але збереження працездатності об'єднаної енергосистеми України є максимально пріоритетним.

Зосередимо увагу на постійному та тимчасовому захисті об'єктів критичної інфраструктури. Мова йде про як окремі елементи (трансформатори, комірки) так і про великі об'єкти (відкриті розподільні пристрої, електричні станції). З різних причин у світовій практиці вже застосовувались рішення, які можуть бути використані також в Україні в умовах постійних атак

на знищення таких об'єктів. Розглянемо тривалий захист об'єктів у вигляді укриття або використання мобільності для зменшення ймовірності як виявлення так і знищення.

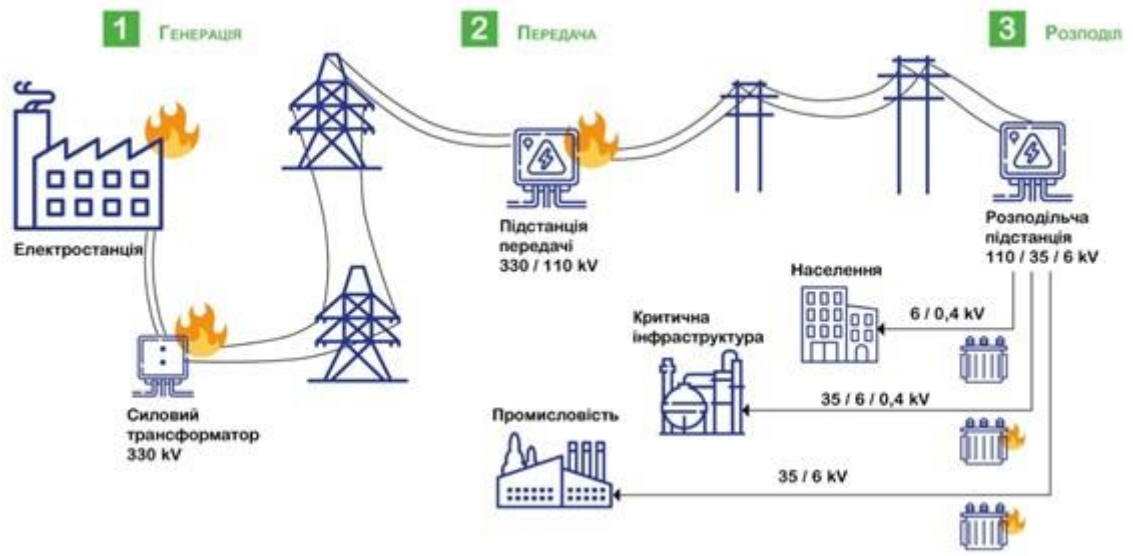


Рис.1 Основні критичні точки в енергосистемі, що є предметом атак

У багатьох розвинених країнах світу набирають популярності підземні підстанції. Звісно причина виникнення такого рішення в них відрізняється від нашої, але це не заважає розглядати таке рішення. Як приклад розглянемо підземну підстанцію у місті Анахайм, США.

У 2006 році Anaheim Public Utilities у партнерстві з міським департаментом комунальних послуг, а також деякими з провідних енергетичних підрядних та консалтингових фірм країни, створили Park Substation, першу підземну електричну підстанцію в Сполучених Штатах. Унікальності підстанції додає той факт, що вона розташована під парком Рузвельта, об'єктом площею 2 гектари, який обслуговує район Східного Анахайма.[2]



Рис.2 Підземна підстанція у місті Анахайм[1]

Отже можемо зробити висновок, що підземні підстанції:

- мають кращий захист обладнання підстанції від повітряних атак;
- дозволяють споруджувати будинки для проживання людей чи місця для дозвілля над підстанціями що є дуже гарним рішенням для підстанцій 110/10 кВ що споруджуються в містах.

Але дане рішення має й низку недоліків до найголовніших з яких можна віднести те, що вони несуть вищі початкові капітальні витрати на будівництво чи реконструкцію, пропускна

здатність підземних підстанцій є нижчою ніж у ВРП. Варто зазначити, що побудова нових підстанцій та відновлення пошкоджених може бути реалізоване не для всіх ВРП, а лише для ключових вузлів. Таке рішення не пропонується як базове для захисту всієї критичної інфраструктури.

Отже таке рішення може стати однією із складових майбутнього розвитку електросистеми України, але в даний час більш доцільним є збереження існуючих підстанцій шляхом захисту їх найбільш вразливих елементів.

Одним із рішень, що може використовуватись у мережах розподілу електроенергії є мобільні підстанції. Мобільні підстанції – це автономні системи, які пропонують максимальну мобільність і гнучкість [3]. Варто застосовувати на класах напруг 110-220 кВ з огляду на громіздкість, вагу, вартість та головну сутність підходу – максимальну мобільність.

Дане рішення допоможе швидко відновити живлення споживачів шляхом розгортання високовольтної підстанції. Вони побудовані на блочній основі і тому можна легко змінити потужність підстанції залежно від ситуації.

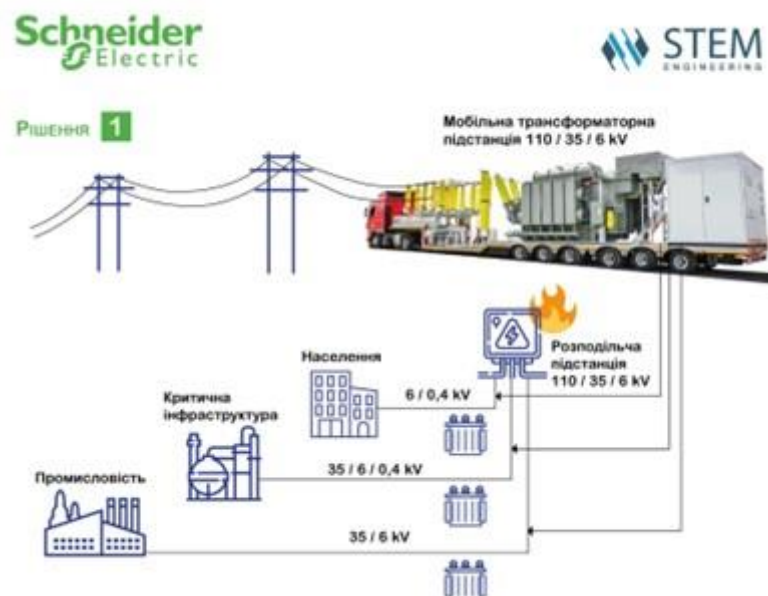


Рис. 3 Приклад застосування мобільної підстанції[1]

## Висновки

Розглянули деякі із сучасних рішень при побудові електричних підстанцій для мереж передачі та розподілу електричної енергії. Вони є перспективними для подальшого розвитку електромережі України. Їх використання підвищить надійність та захищеність об'єднаної електросистеми в умовах війни.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. [Підземні та мобільні підстанції електропередачі – рішення для захисту української енергосистеми | Schneider Electric Україна \(se.com\).](#)
2. [Park Substation | Anaheim, CA - Official Website.](#)
3. [Mobile Substations - General Energy Company Grid \(gegrid.com.ua\)](#)

**Лащенко Юрій Володимирович** — студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, група 2ЕЕ-206, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Вишневський Святослав Янович** — кандидат технічних наук, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vyshnevskyj.s.y@vntu.edu.ua](mailto:vyshnevskyj.s.y@vntu.edu.ua)

Науковий керівник: **Вишневський Святослав Янович** — кандидат технічних наук, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vyshnevskyj.s.y@vntu.edu.ua](mailto:vyshnevskyj.s.y@vntu.edu.ua)

**Lashchenko Y.** - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine;

**Supervisor: Vyshnevskii S.** – Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Assistant Prjfessor of power plants and systems, Vinnitsa National Technical University,; Vinnitsa, Ukraine; [vyshnevskyj.s.y@vntu.edu.ua](mailto:vyshnevskyj.s.y@vntu.edu.ua)