

Балансування потужності наразі один з найшвидших напрямків розвитку в світовій енергетиці. В США вже експлуатується акумуляторні сховища з сумарною потужністю понад 750 МВт, а в Великобританії – понад 900 МВт [3]. В планах НЕК «Укренерго» в Україні також заплановано спорудження систем накопичення енергії. Існуючі темпи розвитку ВДЕ вказують на те, що до 2023 року необхідні потужності систем накопичення енергії в Україні повинні становити 1,5 ГВт:

- первинного регулювання – потужністю 200 МВт (ємність 300 МВт-годин);
- вторинного регулювання – потужністю в 500 МВт (ємністю 1000 МВт-годин);
- регулювання пікових навантажень – потужністю в 800 МВт (ємністю 3200 МВт-годин) [4].

З вищезазначеного видно, що в даний час світова енергетика зазнає корінних змін за структурою генеруючих потужностей та засобів балансування. Не виключенням із цього є ОЕС України, яка є складним високотехнологічним комплексом із вже приєднаною значною кількістю ВДЕ. Реалізація вищезазначених заходів із запровадження акумуляторних сховищ тільки частково дозволить вирішити проблему забезпечення балансу потужності в ОЕС України.

#### **Список використаних джерел**

1. Частина та графік виробництва електроенергії [Електронний ресурс] // НЕК «Укренерго» [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://ua.energy/>
2. Подальший розвиток ВДЕ та систем накопичення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/mjir>
3. Розвиток акумуляторних сховищ в інших країнах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/mxlj>
4. Розвиток Energy storage в Україні [Електронний ресурс] // SPN Group [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://energystorage.com.ua/>

---

УДК 621.311

### **ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ SIMULINK ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДУГОВИХ ПЕРЕНАПРУГ ПРИ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАННЯХ НА ЗЕМЛЮ В МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 6-35КВ.**

**Веселов М. О.**, здобувач вищої освіти групи МЕМп-201

**Діхтярук І. В.**, к.т.н., доцент каф. ЕІ та ІВТ

*Національний університет чернігівська політехніка*

Замикання на землю струмопровідних частин в електричних установках є одним з найбільш поширених видів ушкоджень в електричних мережах. В розподільних мережах 6-35 кВ ці ушкодження складають не менше 75% від загального числа ушкоджень.[1] Однофазні замикання в мережі, особливо при малих струмах рідко переходять в стійкі однофазні пошкодження. Дуговий процес замикання, як правило, набуває нестійкий характер, при якому мають місце багаторазові гасіння і запалення заземлюючої дуги (поведінка дуги набуває перемежовуючий характер). Крім того, цей процес супроводжується виникненням значних перенапруг, які самі по собі або при їх накладенні на перехідні процеси іншого виду (наприклад, комутаційні перенапруги при включенні) можуть бути небезпечними для ізоляції обладнання мережі[3].

Небезпека дугових перенапруг визначається не стільки їх величиною, скільки тривалістю їх існування і тим, що вони охоплюють всю мережу (внаслідок відносно низької частоти протікання), створюючи можливість пробойів ослаблених місць ізоляції

непошкоджених фаз в інших точках мережі. Пробій ізоляції на неушкодженій фазі веде до виникнення подвійного замикання через землю. Подвійне замикання означає, що фаза, пошкоджена на одному з приєднань, має зв'язок через опір ґрунту з пошкодженою на іншому приєднанні. Така ситуація часто веде до протікання по петлі замикання значних струмів, величина яких може бути менше уставки дії релейного захисту, але більше номінального струму обладнання. Ці струми, які тривалий час не відключаються захистом (або відключаються з великою витримкою часу), викликають термічне руйнування розподільних пристроїв і вигорання кабелів на яких існує замикання, викликаючи тим самим міжфазні короткі замикання[4].

Метою даної роботи є вивчення дугових перенапруг та способів протидії їм. Для вивчення дугових перенапруг будемо використовувати програму MATLAB у якій створимо модель мережі 10 кВ. Приклад моделі зображено на рисунку 1.

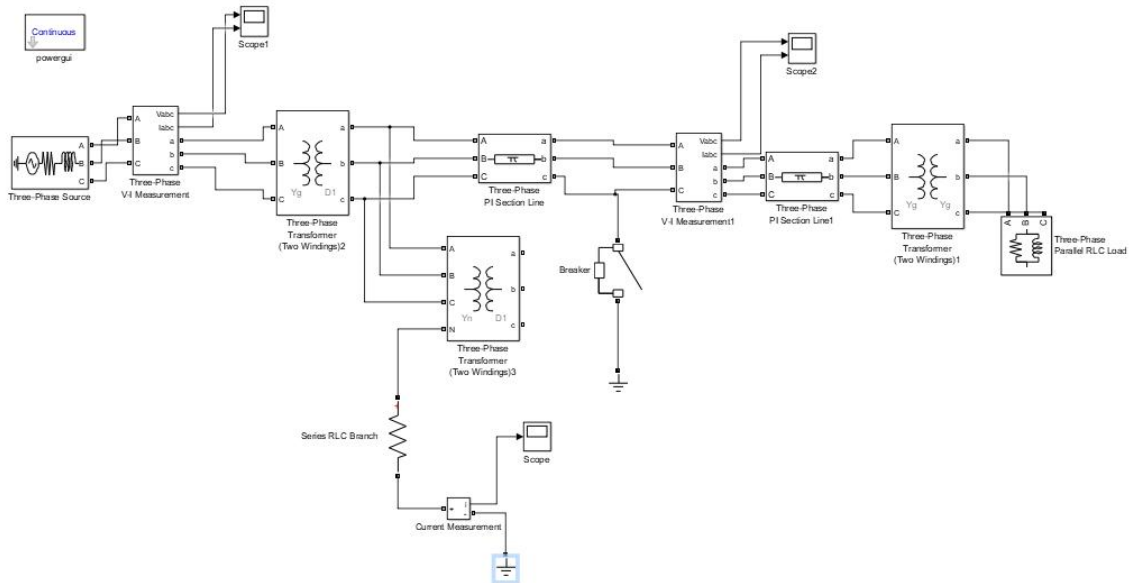


Рисунок 1 – Модель мережі 10 кВ

Модель на рисунку 1 представляє собою лінію 10кВ з замиканням на землю на одній із фаз та нейтралью заземленою через високоомний резистор або дугогасний реактор. Для моделювання замикання у даній моделі використовується блок “breaker”, що замикається на короткий час створюючи ділянку з дуже малим опором по якій протікає струм на землю, послідовно до цього блоку підключається ємнісний опір. Довжина лінії 7 км виконана проводом марки АС 35/6,2.

Основними способами зниження перенапруг в мережі є заземлення нейтралі через резистор та встановлення дугогасних реакторів (компенсація ємнісного струму). Численні теоретичні дослідження і досвід експлуатації показують, що зменшити величину дугових перенапруг і число замикань на землю без значного штучного збільшення струму замикання на землю, зберігши тим самим можливість роботи мережі без автоматичного відключення однофазних ушкоджень, можна за рахунок включення в нейтраль мережі високоомного резистора. Важливою особливістю застосування високоомного резистивного заземлення нейтралі є те, що при зниженні ємності мережі постійна часу стікання заряду нульової послідовності через обраний резистор зменшиться, і, отже, стікання заряду відбуватиметься ще швидше. У мережах 6, 10, 35 кВ з струмами замикання на землю більше 30, 20 і 10 А відповідно [5] застосовується їх компенсація шляхом установки дугогасильних реакторів. При резонансній налаштування, коли ємнісний опір на землю рівний індуктивному опору реактора, ми отримуємо ряд сприятливих умов протікання процесів при однофазних замиканнях: мінімальний струм промислової частоти в місці пошкодження, мінімальна швидкість

відновлення напруги на пошкодженій фазі після гасіння дуги, мінімальний рівень дугових перенапруг [2].

Висновки:

Дугові перенапруги є одними з найбільш поширених в електричних мережах та потребують ретельного вивчення. Оскільки ці перенапруги є дуже складними процесами, які складно розраховувати, доцільно використовувати для їх дослідження програми здатні достатньо точно моделювати електричні мережі. За допомогою створеної у даній роботі моделі можна промоделювати однофазні замикання у різних умовах та дослідити ефективність протидії дуговим перенапругам.

#### Список використаних джерел

1. Лихачев Ф. А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов / Федор Андреевич Лихачев. – Москва: "Энергия", 1971. – 152 с.
2. Студопедия [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://studopedia.ru/13\\_170277\\_dugovie-perenapryazheniya-v-setyah-s-neytralyu-zazemlennoy-cherez-visokoomniy-rezistor.html](https://studopedia.ru/13_170277_dugovie-perenapryazheniya-v-setyah-s-neytralyu-zazemlennoy-cherez-visokoomniy-rezistor.html).
3. Ткач, В. І. Вплив однофазних замикань на землю на експлуатаційні показники надійності повітряних ліній 6-10 кВ ПАТ «Чернігівобленерго» / В. І. Ткач, В. М. Безручко, Р. О. Буйний // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 1. – С. 120-126. – doi:10.20998/2413-4295.2019.01.14
4. Безручко В.М., Буйний Р.О., Ткач В.І. Відбір потужності від струму однофазного замикання на землю для живлення приладу ідентифікації замикання // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2020. – №4(151). – С.25-31. – doi: 10.31649/1997-9266-2020-151-4-25-31
5. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Форт, 2017. – 760с.

УДК 621.31

#### ОСОБЛИВОСТІ ЗНАХОДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ДЖЕРЕЛА СВІТЛА

**Литвиненко В. М.**, здобувач вищої освіти групи гр. ЕМ-181

Науковий керівник: **Бодунов В. М.**, к.т.н.

*Національний університет «Чернігівська політехніка»*

На сьогоднішній день для вивчення процесів перетворення сонячної енергії в електричну, а також проектування установок сонячної енергетики, в освітніх установах розроблено ряд лабораторних стендів, установок, а також комплексів для проведення лабораторних робіт. Більшість таких установок мають штучне джерело світла; з відкритою компоновкою для внутрішнього встановлення в лабораторіях, містять фотоелектричні панелі малої потужності з невеликими габаритними розмірами (наприклад [1,2]).

Однією з особливостей таких установок є безпосередня близькість джерела світла до поверхні фотоелектричного модуля (рисунок 1,а), що призводить до його нерівномірного освітлення а також додаткової методичної похибки  $\Delta$  (рисунок 1,б) при визначенні освітленості поверхні модуля внаслідок співрозмірних габаритів  $AI$  датчиків освітленості сучасних люксометрів та відстані до джерела  $L$ .