

ВІДГУК**офіційного опонента на дисертаційну роботу
БІНКЕВИЧА ТАРАСА ВОЛОДИМИРОВИЧА
«НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ ГРОЗОЗАХИСТУ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ
ЕЛЕКТРОПЕРЕСИЛАННЯ З ВРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ВИПАДКОВИХ
ФАКТОРІВ »,**

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи.

Актуальність теми дослідження. Аналіз досвіду експлуатації розподільних електричних мереж показує, що однією з основних причин аварій та пошкоджень повітряних ліній електропересилання (ЛЕП) є грозові перенапруги, що спричиняють імпульсні перенапруги із відповідними пошкодженнями обладнання та відімкненням ліній. Під час ураження блискавкою елементів ЛЕП грозові перенапруги складаються з індукованої перенапруги та потенціалу на ураженому елементі. Величина перенапруг, що утворюються, та їхній вплив на ізоляцію залежать від амплітудно – часових характеристик розряду блискавки та конструктивних особливостей ЛЕП. Проведений аналіз нових зарубіжних і вітчизняних систем та засобів грозозахисту ЛЕП показує, що наявні засоби грозозахисту, як правило, забезпечують певну грозостійкість об'єктів, але проблема аналізу та удосконалення існуючих засобів захисту залишається актуальною. Дослідження, що проведені в дисертаційній роботі, спрямовані на підвищення надійності та ефективності систем грозозахисту та, відповідно, підвищення надійності роботи електроенергетичних систем і зменшення збитків від пошкоджень об'єктів електроенергетики та недовідпуску електричної енергії, що має істотне значення для електроенергетичної галузі та відповідає науково-технічній політиці України, тому актуальність роботи п. Т.В. Бінкевича не викликає сумнівів.

Наукова новизна, оцінка обґрунтованості наукових положень дисертації та їх достовірності

Слід зазначити, що наукові результати, методи розрахунку, дослідження що проводилися під час виконання дисертації корисні не тільки у вигляді наукових результатів, що сформульовані в результаті роботи, а й корисні для наступних дослідників: інженерів, студентів і викладачів, та можуть бути використані при продовженні вивчення проблем надійності грозозахисту ЛЕП з врахуванням впливу випадкових факторів.

В результаті теоретичного аналізу автор вперше запропонував та обґрунтував необхідність врахування розширеної сукупності випадкових факторів в розрахунках надійності грозозахисту повітряних ліній електропересилання, що дасть змогу адекватніше оцінити грозостійкість

повітряної лінії електропересилання.

На основі статистичного аналізу випадків перекриття ізоляції окремих фаз повітряних ліній електропересилання під час удару блискавки в ЛЕП обґрунтовано та розроблено математичну модель оцінки впливу миттєвого значення робочої напруги на ймовірність виникнення небезпечних перенапруг. Розроблена математична модель дозволить виконувати пофазний розрахунок показників надійності та забезпечить адекватну відповідність природнім процесам.

Розроблено математичну модель для визначення області небезпечних параметрів з урахуванням розширеної сукупності випадкових факторів, що дає змогу окреслити небезпечні для ізоляції лінії поєднання параметрів імпульсу струму блискавки.

Запропоновано математичну модель для оцінки надійності систем грозозахисту повітряних ліній електропересилання, з врахуванням розширеної сукупності випадкових факторів, що дає змогу проводити аналіз існуючих систем грозозахисту та розробляти рекомендації щодо їх вдосконалення.

Значення результатів роботи для науки і практики

У дисертаційній роботі вирішено науково-технічна задача оцінки надійності систем грозозахисту повітряних ліній електропересилання з врахуванням впливу випадкових факторів, що має важливе значення для підвищення надійності функціонування електричних систем. Проведені дослідження створюють науковий фундамент для подальших досліджень у цьому напрямку.

Практична цінність

Практичне значення результатів роботи полягає у використанні розроблених математичних моделей та цифрового комплексу під час оцінки надійності та діагностиці систем грозозахисту ЛЕП.

На основі розроблених математичних моделей створений та реалізований новий цифровий комплекс для розрахунку та оцінки надійності систем грозозахисту ЛЕП з врахуванням впливу випадкових факторів, що дасть змогу якісно та ефективно проводити розрахунки та розробляти конкретні рекомендації щодо підвищення надійності та ефективності діючих і проєктованих систем грозозахисту, що в свою чергу зменшить збитки від пошкоджень об'єктів електроенергетики та недовідпуску електричної енергії.

Запропоновано використовувати спеціальні хімічні домішки з гелеутворюючими добавками, як метод нетрадиційного зменшення опору заземлення.

При розрахунку надійності ЛЕП Західного регіону України цифровим комплексом сформовано ефективні комбінації поєднань засобів грозозахисту, а саме: поєднання заземлювального пристрою, збільшення довжини гірлянди ізоляторів та встановлення обмежувачів перенапруг тощо.

Працездатність та ефективність запропонованих у роботі математичних моделей та цифрового комплексу перевірена шляхом проведення розрахунків та натурних експериментів під час виконання господарчого договору № 738 від 29.09.2017 р.

Оцінка змісту дисертації

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та 6 додатків. Повний обсяг дисертації складає 218 сторінок, із них: 102 рисунків по тексту, 15 таблиць, 6 додатків на 45 сторінках, 139 назв використаної літератури на 16 сторінках.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету та завдання дослідження, на основі яких визначено предмет, об'єкт та методи дослідження, наведено відомості про наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, дані про зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, апробацію результатів дисертації, кількість публікацій за матеріалами дисертації, особистий внесок здобувача в опублікованих у співавторстві роботах, структуру та об'єм дисертації.

У **першому розділі** розглянуто публікації з результатами досліджень зарубіжних і вітчизняних систем грозозахисту ЛЕП, а також розглянуто відомі конструкції, технічні характеристики та особливості роботи пристроїв грозозахисту

Відмічено, що наявні засоби грозозахисту, як правило, забезпечують певну грозостійкість, але проблема аналізу та удосконалення існуючих систем захисту залишається актуальною.

Критично проаналізовані моделі та засоби грозозахисту ЛЕП 6-35 кВ. Зазначено, що основними недоліками відомих засобів грозозахисту є: відносна складність конструкції РДІ та мультикамерних розрядників; застосування в якості ізоляції силіконової гуми в мультикамерних розрядниках; недосконалість мультикамерної системи, яка допускає об'єднання окремих розрядів, що відбуваються між суміжними електродами, в єдиний канал; ненадійність захисту ізоляції на сусідніх опорах при встановленні РДІ - П.

Критично розглянуто моделі та засоби грозозахисту ЛЕП 110-755 кВ. Відмічено, що основними недоліками відомих засобів грозозахисту є: випадки прориву блискавки на проводи є визначальними в сумарному числі небезпечних уражень ЛЕП 330 кВ, тому необхідно вдосконалювати конфігурацію тросового захисту; забезпечення нормованого опору заземлення традиційними методами не завжди є можливим (особливо в гірських умовах); застосування АПВ, як методу грозозахисту ускладнює експлуатацію вимикачів, які вимагають при цьому позачергової ревізії.

У **другому розділі** проведено аналіз та систематизацію випадкових факторів, які впливають на надійність та ефективність грозозахисту ЛЕП, а саме: параметри хвилі струму блискавки, миттєве значення робочої напруги, імпульсний опір заземлення, відстань від місця удару блискавки до осі лінії,

метеорологічні умови, стан ізоляції, перерахунок вольт – секундних характеристик.

Для забезпечення адекватної відповідності природнім процесам, під час врахування робочої напруги розроблено математичну модель оцінки впливу миттєвого значення робочої напруги на ймовірність виникнення небезпечних перенапруг з врахуванням розширеної сукупності випадкових факторів. Аналізуючи досвід експлуатації пропонується проводити розрахунок не лише для верхньої (геометрично) фази, а й для інших фаз (середньої та нижньої).

Проаналізовано вплив величин імпульсних опорів заземлення на ймовірність появи небезпечних для ізоляції ЛЕП атмосферних перенапруг. Проведений аналіз існуючих методик врахування метеорологічних умов та наведено метод врахування метеорологічних умов із використанням поправочних коефіцієнтів та визначено числові характеристики метеорологічних умов та виразів для їх визначення.

Критично розглянуто методи перерахунку вольт-секундних характеристик нестандартних імпульсів, а також описано вплив стану зовнішньої ізоляції на імпульсну міцність ізоляції та грозостійкість.

Розроблено математичну модель для визначення області небезпечних параметрів з урахуванням розширеної сукупності випадкових факторів, що дає змогу окреслити небезпечні для ізоляції лінії поєднання параметрів імпульсу струму блискавки.

У третьому розділі критично розглянуто існуючі моделі ймовірнісної оцінки інтенсивності вимкнень повітряних ліній електропередавання, спричинених розрядами блискавки та встановлено, що істотним недоліком існуючих моделей є те, що вони можуть враховувати лише обмежену кількість випадкових факторів, які визначають грозостійкість об'єктів, а це впливає на недосконалість показників надійності.

Проаналізовано вплив конструктивних параметрів ЛЕП і природо – кліматичних умов та особливостей траси на показники її грозостійкості, отримані з доступних джерел та нормативних документів.

Розглянуто створену математичну модель для аналізу та оцінки надійності систем грозозахисту ЛЕП з врахуванням випадкових факторів. Математична модель містить наступні блоки розрахунків: розрахунок параметрів блискавки та ураженості лінії залежно від географічного розташування ЛЕП (в якому враховується випадковий фактор – параметри хвилі струму блискавки); розрахунок параметрів ЛЕП (в якому враховується випадковий фактор – імпульсний та стаціонарний опір заземлення); розрахунок складових перенапруг на ізоляції ЛЕП (в якому враховуються такі випадкові фактори: миттєве значення робочої напруги, метеорологічні умови, стан ізоляції, розрахунок та перерахунок ВСХ); розрахунок кривих небезпечних параметрів та показників надійності грозозахисту ЛЕП.

Отримано, із застосуванням чисельного інтегрування, вираз для розрахунку ймовірності перекриття ізоляції з урахуванням впливу розширеної сукупності випадкових факторів.

Пропонується залежно від конструкції опори (наявність чи відсутність тросового захисту) та розрахункових випадків грозових уражень на ізоляції ЛЕП формувати перенапругу, що складається з різної кількості складових відповідно, до конструкції ЛЕП.

Описано цифровий комплекс для розрахунків та оцінки надійності систем грозозахисту повітряних ліній електропередавання («ГЛЕП») з врахуванням впливу випадкових факторів, який написано в середовищі розробки Visual Studio 2017 мовою C#. Зазначено, що вхідними даними для розрахунку служить паспорт ЛЕП, а саме: загальна інформація про ЛЕП, конструкція та геометрія опори, характеристика лінійної ізоляції, а також характеристика географічного розташування лінії та метеорологічні дані по її трасі на час грозової активності. Результатами розрахунку «ГЛЕП» є: розрахункові напруги на ізоляції, КНП в абсолютних та ймовірнісних координатах для розрахункових випадків, а також показники надійності грозозахисту ЛЕП.

У четвертому розділі наведено результати розрахунків надійності грозозахисту ЛЕП 110 – 330 кВ електромереж Західного регіону України (Львівська, Івано-Франківська, Закарпатська, Рівненська і Волинська області). Розрахунки виконувались здобувачем із застосуванням розробленого ним цифрового комплексу, описаного в Розділі 3. Надійність систем грозозахисту ЛЕП розрахована з врахуванням впливу випадкових факторів, врахованих в запропонованій математичній моделі (Розділи 2, 3) Деякі параметри, наприклад, опори заземлення діючих опор ЛЕП електромереж Західного регіону та питомі опори ґрунту в зоні проходження ЛЕП, брались автором за результатами натурних вимірювань.

Також проведено розрахунки параметрів надійності за застосування різних засобів грозозахисту (зменшення опору заземлення опор; зміна конфігурації тросового захисту (зміна кількості тросів, кута захисту, висоти підвісу тросу, відстані від осі лінії до тросу); підвищення імпульсної міцності ізоляції (зміна типу ізолятора, довжини гірлянди, довжини повітряних проміжків на опорі та проміжку трос – провід); встановлення пристроїв захисту) на прикладі ЛЕП 220 кВ Стрий – Мукачево.

Аналізуючи результати розрахунків можна зробити висновок, що найефективнішим є поєднання засобів захисту, оскільки окремі засоби захисту ефективні лише за удару блискавки в опору, трос чи провід. Сформовано ефективні комбінації поєднань засобів грозозахисту, а саме: поєднання заземлювального пристрою, збільшення довжини гірлянди ізоляторів та встановлення обмежувачів перенапруг тощо.

За результатами розрахунків встановлено, що основою надійного та ефективного грозозахисту є нормоване значення опору заземлення. Пропонується, як метод нетрадиційного зменшення опору заземлення -

хімічний вплив на ґрунт, а саме використовувати спеціальні хімічні речовини, які знижують опір в поєднанні з гідрогелем для тривалого ефекту.

Висновки по розділах та результати роботи в цілому добре продумані та вдало сформульовані і відповідають змісту дисертації. Висновки викладають найважливіші наукові та практичні результати, отримані в кожному розділі та дисертації в цілому. У висновках наведено рекомендації щодо наукового та практичного використання отриманих результатів.

Список використаних джерел включає 139 найменувань джерел вітчизняної та світової технічної літератури. Дисертація містить 6 додатків з допоміжним матеріалом.

Зміст дисертації відповідає обраній темі та спеціальності 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи, характеризується логічністю та послідовністю. Дисертація оформлена відповідно до вимог, встановлених для дисертаційних робіт ДАК МОН України.

Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертаційної роботи та достатньо розкриває внесок дисертанта в науковий напрям і практичну цінність роботи.

Повнота відображення змісту дисертації в опублікованих працях. За матеріалами дисертації опубліковано 19 наукових робіт, з них 7 статей у наукових фахових виданнях України; 1 стаття у науковому періодичному виданні, що входить до наукометричних баз даних (Scopus); 4 тез доповідей у збірниках наукових конференцій; 7 матеріалів міжнародних конференцій.

Зауваження та питання

1. На основі яких підстав (рекомендовані математичні співвідношення, досвід експлуатації, статистичні дані тощо) обирались відповідні поєднання випадкових факторів для розрахунків надійності систем грозозахисту повітряних ліній електропересилання.

2. Чи достатньо в цифровому комплексі (с. 128) значення розмірності масивів в 21 елемент для розрахунку та оцінки надійності систем грозозахисту повітряних ліній електропересилання з врахуванням значного числа випадкових факторів, враховуваних претендентом.

3. Як за допомогою розробленого цифрового комплексу провести дослідження впливу на показники надійності зміни того чи іншого випадкового фактора?

4. У дисертації докладно розглянуто засоби та заходи грозозахисту. Разом з тим у роботі не приведені статистичні дані аварійності на енергооб'єктах, які обумовлені недосконалістю або ушкодженнями систем грозозахисту.

5. В тексті відсутня інформація (посилання тощо) щодо нормативних матеріалів (вітчизняних, чи зарубіжних) стосовно значень імпульсного опору

заземлення. Такі дані доцільно було б навести в 2 Розділі поряд з результатами розрахунків ймовірностей появи небезпечних для ізоляції ЛЕП атмосферних перенапруг від величини імпульсного опору заземлення. опори.

Висновок

Висловлені окремі зауваження та рекомендації істотно не впливають на загальну позитивну оцінку досліджень п. Т.В. Бінкевича, тому що припущення та можливі неточності не впливають на отримані наукові результати та практичну цінність. П. Т.В. Бінкевич зробив значний внесок у розв'язання задачі підвищення надійності та ефективності систем грозозахисту повітряних ліній електропередавання. Дисертація п. Т.В. Бінкевича є самостійним завершеним науковим дослідженням, яке характеризується єдністю змісту, високим методичним рівнем, науковою новизною та практичною значимістю результатів. Дисертація містить раніше не захищені наукові положення, розв'язує конкретне наукове завдання – дослідження та оцінку надійності систем грозозахисту повітряних ліній електропередавання з врахуванням впливу випадкових факторів, що сприятиме підвищенню надійності функціонування електричних систем, діагностиці та вдосконаленню засобів грозозахисту та зменшенню експлуатаційних витрат, що має істотне значення для електроенергетичної галузі.

Вважаю, що дисертаційна робота п. Т.В. Бінкевича відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України, які ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема п.п. 9, 11, 12 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567 зі змінами від 19.08.2015 р. № 656, а її автор Бінкевич Тарас Володимирович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри електроенергетичних
комплексів та систем ДВНЗ «Приазовський
державний технічний університет»,
кандидат технічних наук



В.С. Саравас

Підпис Саравас В.С.

ЗАСВІДЧУЮ
НАЧ. ЗАГАЛЬНИЙ
ВІДДІЛУ

Завідувач
01.03.2019

