

Студентка Бовкун О.В.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

## МОДЕЛЬ КЛІМАТИЧНОЇ КАРТИ УКРАЇНИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІЗИЧНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ ЛЕП

### Abstract

*Alexandra V. Bowkun, student*

*Model of climatic maps of Ukraine for the prediction of physical states of PTL structures*

*The model of climatic maps of Ukraine for the prediction of physical states of structures transmission line is considered in the article. This model defines the basis of evaluation of climate impacts on items of electrical networks in any place of Ukraine on the base of data received from weather station or other specialized meteorostations.*

### Вступ

Згідно з нормативно-правовими документами [1] при побудові і реконструкції повітряних ліній необхідно враховувати такі кліматичні чинники як ожеледь, вітровий тиск, опади та інші. Для визначення кліматичного впливу на лінію, що будується, на всьому шляху цієї лінії використовуються кліматичні карти місцевості, які складаються для окремих регіонів, областей та України в цілому.

Збільшення часових рядів показників кліматичних впливів вимагає перегляду та доробки існуючих технологічних рішень. Так як цілеспрямоване спостереження та збирання даних почалося приблизно 1945 року, то на даний час маємо майже вдвоє подовжені числові ряди у порівнянні з 80-ми роками. Це дає змогу виконати корегування існуючих результатів, оскільки попередні дослідження проводилися над числовими рядами довжиною у 35 років, а на даний момент наявні числові ряди довжиною 65 років.

### Постановка задачі

Об'єкт дослідження – прогнозування фізичного стану конструкцій ліній електропередач, існуючі методи та рішення у даній області.

Предмет дослідження – моделі кліматичної карти України для прогнозування фізичного стану конструкцій ЛЕП.

Метою даної роботи є огляд та оцінка існуючої ситуації у області збору та обробки даних про вплив кліматичних факторів на конструкції повітряних ліній, а також розробка моделі кліматичної карти навантажень для прогнозування фізичного стану конструкцій ЛЕП.

### **Розробка моделі кліматичної карти України**

Процес прогнозування фізичного стану ліній електропередач фізично складається з двох основних етапів:

- процес виділення контрольних метеостанцій;
- процес обробки даних, отриманих з контрольних метеостанцій.

*Процес виділення контрольних метеостанцій.*

Полягає в наступному:

- на карті обирається область, у якій необхідно провести розрахунки стосовно стану конструкцій ЛЕП;
- на основі кореляційного аналізу відбувається вибір трьох метеостанцій, які «покривають» необхідну область (так як трикутник є фігурою, що має площу та описується мінімальною кількістю вершин).

*Процес обробки даних, отриманих з контрольних метеостанцій.*

Основним джерелом інформації про ожеледні явища є дані спостережень метеостанцій. Інструментальні спостереження на мережі метеостанцій розпочаті з 1945 року.

Оскільки відкладення на дротах ожеледного пристрою частіше мають неправильну геометричну форму, розміри ожеледних відкладень визначаються двома вимірами - великим і малим діаметрами [2]. Маса відкладення наводиться в грамах на погонний метр дроту.

При пошуку оптимального розподілу ожеледних відкладень для території України порівнювалися розподіл Гумбеля, розподіл Вейбулла і Гамма-розподіл (так як ці розподіли найчастіше використовуються у кліматологічних дослідженнях для апроксимації емпіричних функцій розподілу екстремальних значень метеорологічних величин). При порівнянні (наведене в [2]), що здійснювалося за допомогою критерія Пірсона, виявилось, що розподіл Вейбулла і Гамма-розподіл завищують та занижують відповідно кліматичні величини на 7–15%, тому найбільш прийнятним є розподіл Гумбеля.

Стандартизований формат розподілу Гумбеля виглядає наступним чином [3]:

$$F(x) = e^{-e^{-u}},$$

$$\text{де } u = \frac{x - p_1}{p_2};$$

$p_1, p_2$  – параметри, що характеризують тип розподілу;  
 $x$  – значення випадкової величини.

Тоді, щільність розподілу ймовірності визначається за формулою:

$$f(x) = e^{-u - e^{-u}}$$

Визначення навантаження із заданим періодом повторюваності виконується за формулою:

$$X(T) = p_1 - p_2 \cdot \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right],$$

де  $p_1, p_2$  – параметри розподілу, які характеризують тип розподілу, визначаються чисельно залежно від середнього значення вибірки та її середньоквадратичного відхилення,  $T$  – період повторюваності.

Для коректного визначення навантаження необхідно правильним чином обрати метеостанції, за яким проводитиметься розрахунок. Визначення відбувається за наступними критеріями.

1. Віддаленість від розрахункової точки. Метеостанції повинні бути розташовані від розрахункової точки на відстані, не більшій за 100 км.
2. Належність розрахункової точки та метеостанції до одного й того ж орографічного району (місцевості з однаковими формами та характеристиками рельєфу, не залежно від їх походження). Встановлюється згідно із таблицями переліку районів із відносно однорідним вертикальним поділенням рельєфу.
3. Однорідність режиму кліматичних умов місцеположення розрахункової точки і метеостанції. За наявності даних визначають однорідність рядів спостережень розрахункових метеостанцій.
4. Однорідність вихідних даних. Використовується метод опрацювання річних максимумів за допомогою взаємно кореляційної функції. Коефіцієнт кореляції двох випадкових величин визначають за формулами:

$$\rho_{X,Y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

$$Cov(X,Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - m_X) \cdot (Y_i - m_Y)$$

$$\sigma_X^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - m_X)^2$$

$$\sigma_Y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - m_Y)^2,$$

де  $Cov(X, Y)$  – коваріація двох наборів випадкових величин,  
 $\sigma_X^2, \sigma_Y^2$  – стандартні відхилення відповідних наборів випадкових величин,

$m_X, m_Y$  – середні арифметичні відповідних наборів випадкових величин.

За коефіцієнта кореляції, який дорівнює 0,2 і вище, ряди метеорологічних даних можна вважати добре корельованими (максимуми ожеледно-вітрових навантажень, що можуть призвести до відмов, на метеостанція однакові). За коефіцієнта кореляції, меншого за 0,2 – метеостанції слабо корельовані або їх дані не репрезентативні.

На основі розрахованих коефіцієнтів кореляції відбувається нанесення сили зв'язку між кожною метеостанцією. На основі розглянутих теоретичних рішень поставленої задачі для карти України [4] та відомих часових рядів для кожної метеостанції було проведено розрахунок взаємних кореляцій на двох сусідніх метеостанціях для визначення ожеледного навантаження та вітрового навантаження при ожеледі.

## **Висновки**

У роботі розглянуто існуючі способи визначення кліматичних навантажень на конструкції ЛЕП, визначено метод подальшого прогнозування кліматичного впливу, проведено аналіз існуючої системи розрахунку фізичного стану конструкцій ЛЕП. Запропонована модель дозволяє побудувати кліматичну карту України.

## **Література**

1. Правила улаштування електроустановок. Розділ 2. – 7-е вид. - М.: Изд-во НЦ ЕНАС, 2003. – 190 с.
2. СОУ-НЕС 20.579:2009. Кліматичні дані для визначення навантажень на повітряні лінії електропередавання. Методика опрацювання. – 89 с.
3. СОУ-НЕС 20.667:2007. Кліматичні навантаження на повітряні лінії електропередавання з урахуванням топографічних особливостей. – 36 с.
4. Режим гололедно-ветровых нагрузок редкой повторяемости в электрических сетях Минэнерго Украины, Заключительный отчет, институт «Укрсельэнергопроект», Киев, 1993. – 112 с.