

УДК 519.2

Лавренюк Б. В., здобувач вищої освіти;

*Ніколюк П. К., д-р фіз.-мат. наук, професор кафедри інформаційних технологій,
Донецький національний університет імені Василя Стуса*

**РОЗРОБКА ІМОВІРНІСНИХ МОДЕЛЕЙ
ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОГОДИ**

Ключові слова: прогноз погоди, імовірнісні моделі, розподіл Вейбулла.

Вступ. В умовах сучасної нестабільної кліматичної ситуації точні та передбачувані прогнози погоди стають критичними для різних галузей, від сільського господарства до публічної безпеки. Однак враховуючи велику складність природних процесів, розробка ефективних прогностичних моделей виходить за межі класичних підходів. У цьому контексті використання імовірнісних моделей, базованих на статистичному навчанні, може виявитися необхідним етапом для поліпшення точності та достовірності погодних прогнозів.

Імовірнісні моделі – це математичні моделі, які використовують теорію ймовірностей для вираження невизначеності чи випадковості у вивченні систем, які змінюються з часом. Ці моделі дають змогу враховувати ймовірність виникнення різних подій та їх взаємозв'язки.

Для побудови таких моделей використовують імовірнісні розподіли, які дають змогу адаптувати прогнози до можливих варіацій, у цьому випадку, погодних умов.

Цей підхід передбачає врахування ймовірнісних розподілів для кожного погодного параметра, як-от температура, вологість, атмосферний тиск тощо. Серед найбільш вживаних розподілів у контексті погоди – нормальний розподіл, що дає змогу описувати різноманітність погодних явищ.

Використання цього розподілу може мати такі важливі аспекти:

1. Моделювання середніх значень: Нормальний розподіл дає змогу точно моделювати середні значення погодних параметрів. Це важливо для отримання узагальнених прогнозів та для розуміння типових погодних умов.

2. Центральна гранична теорема: центральна гранична теорема стверджує, що сума великої кількості незалежних, випадкових величин, навіть якщо вони не є нормально розподіленими, має розподіл, який наближається до нормального. У випадку погоди, де вплив різноманітних факторів може бути складним, це може полегшити математичне моделювання та прогнозування.

3. Статистичні методи: багато статистичних методів та алгоритмів, що використовуються для прогнозування погоди, базуються на припущенні, що деякі погодні параметри розподілені нормально. Це полегшує застосування традиційних методів статистичного аналізу.

Звісно, процес моделювання може бути ускладнений використанням не одного, а кількох розподілів для кожного параметра, щоб врахувати можливі зміни у природних закономірностях з різними часовими та просторовими

характеристиками. Тож крім нормального розподілу, використання інших розподілів, як-от розподіл Вейбулла чи Гамма, може бути виправданим залежно від конкретного кліматичного регіону чи характеристик погодних явищ. Наприклад, розподіл Вейбулла (рис. 1) добре описує екстремальні погодні умови.

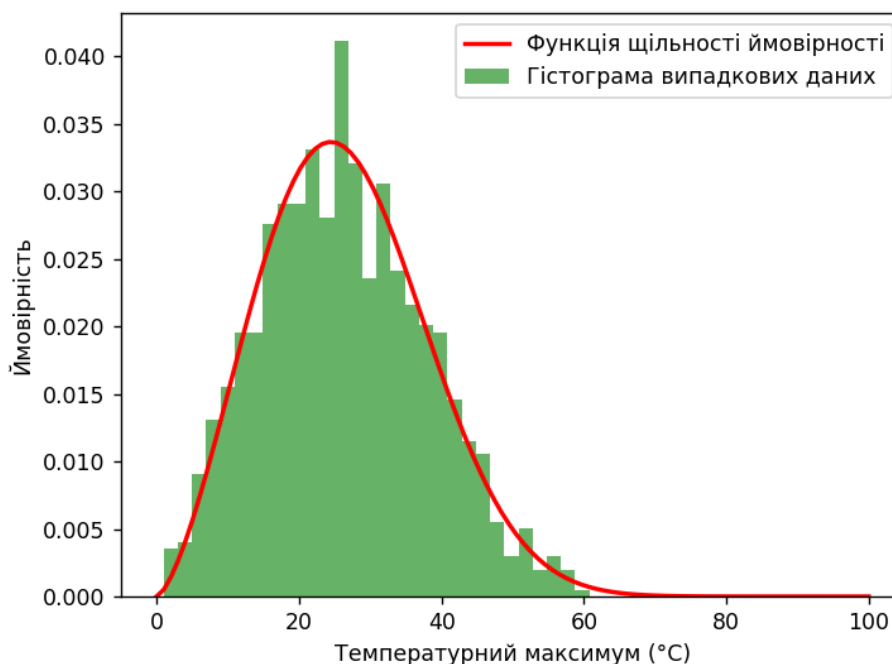


Рисунок 1 – Розподіл Вейбулла для температурних максимумів

Графік (рис. 1) цього розподілу демонструє таке:

1. Гістограма випадкових даних (зелений стовпчиковий графік): це візуальне подання розподілу температурних максимумів, які були згенеровані на основі розподілу Вейбулла. Вона показує, як часто виникають ті чи інші значення температур.

2. Функція щільності ймовірності (червона лінія): це теоретичний розподіл Вейбулла, який визначає ймовірність отримання певного значення температурного максимуму. Ця лінія показує очікувану форму розподілу в теоретичному випадку.

Інакше кажучи, графік відображає, як може розподілятися температурний максимум за умов використання розподілу Вейбулла. Він допомагає уявити, які температурні умови можливі в регіоні та наскільки ймовірно можуть виникати екстремальні значення.

Можна сказати, що розподіл Вейбулла є теоретичною основою прогнозу погоди. Загалом прогноз погоди може бути представлений як для значної частини планети Земля, так і для невеликого регіону. Зрозуміло, що для жителів сіл і міст в основному цікавим є прогноз погоди місцевого характеру: люди ставлять прості запитання – чи буде дощ або сніг і коли? Яка буде температура повітря? Буде хмарна чи вітряна погода? Відповіді на поставлені запитання дає регіональний прогноз погоди, який використовує дані, отримані від метеоцентру країни чи регіону. Строго кажучи, те, що ми описали вище, є симуляцією. Різниця між симуляцією та моделлю полягає в тому, що в симуляції намагаються

максимально точно врахувати всі деталі, щоб висновки були якомога точнішими. Використовуючи симуляції, можна, наприклад, заздалегідь визначити, яка буде погода в наступному місяці, або якою буде зима – теплою чи холодною.

Щодо розподілу Гамма, то він відомий своєю гнучкістю та можливістю моделювання різноманітних форм розподілу. Використовується для апроксимації сумарних ефектів декількох незалежних подій, що може бути корисним під час прогнозування погоди, де кілька факторів можуть впливати на кінцевий результат, як-от температура, вологість, тиск тощо.

Отже, інтеграція цих розподілів у моделі дає змогу збагатити аналіз та прогноз, забезпечуючи більшу гнучкість і точність врахування різноманітних погодних умов та їх взаємодії.

Проте для досягнення найбільш точних прогнозів використовуються формули, які базуються на ймовірнісних розподілах. Наприклад, для оцінки ймовірності температурного діапазону можна використовувати функцію щільності ймовірності для нормального розподілу:

$$P(a \leq x \leq b) = \int_a^b \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx,$$

де x – випадкова величина (температура), μ – середнє значення (математичне сподівання), σ – стандартне відхилення.

Використання таких формул у контексті ймовірнісних моделей дає змогу детальніше враховувати можливі ризики та варіації погодних умов. Це особливо важливо, оскільки такі моделі допомагають усунути невизначеність, надаючи більш конкретних оцінок ймовірності для різних погодних сценаріїв.

Підсумовуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що розробка ймовірнісних моделей для прогнозування погоди є вагомим напрямом у галузі статистичного навчання. Використання ймовірнісних розподілів дає змогу краще враховувати недоліки та забезпечити більш точні та надійні прогнози погоди, які мають головне значення для різних галузей, зокрема сільське господарство, транспорт і загальну безпеку.

Список використаних джерел

1. Ймовірнісно-статистичні методи моделювання і прогнозування: монографія / П. І. Бідюк, О. П. Гожий. Миколаїв: Чорноморський державний університет ім. Петра Могили, 2014. 440 с.
2. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб. / О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Поліщук, Б. П. Орел, П. І. Штабальюк. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 212 с.
3. Довгострокові прогнози погоди: конспект лекцій / Г. П. Івус, С. М. Іванова. Одеса: Екологія, 2010. 113 с.