

## ПРОГНОЗУВАННЯ ПОГОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ

*Тимошук С. В., к.х.н., доц. (кафедра безпеки життєдіяльності, ЛНУ ім. Івана Франка, м. Львів, Україна);*

*Щурко Т. Б., студ. (гр. ПМа-41, ЛНУ ім. Івана Франка, м. Львів, Україна)*

**Анотація.** Розглянуто проблеми забезпечення задовільних умов праці, що пов'язані з врахуванням погодних умов, розробкою і використанням програм та алгоритмів прогнозування погоди за допомогою чисельних методів математики, розвитку, впровадження й нормативно-правового забезпечення фінансування принципів та розробок з прогнозування погоди за допомогою машинного навчання в діяльність Українського гідрометеорологічного центру; використання новітніх розробок аналізу і прогнозування погодних умов та кліматичних режимів для вдосконалення системи охорони праці працівників усіх категорій та галузей.

**Ключові слова:** машинне навчання, чисельні методи математики, методи прогнозування погоди, охорона праці.

**Abstract.** The problems of providing satisfactory working conditions related to weather conditions, development and use of programs and algorithms for weather forecasting using numerical methods of mathematics, development, implementation and regulatory support of financing principles and developments for weather forecasting through machine learning in activity of the Ukrainian Hydrometeorological Center; use of the latest developments in the analysis and forecasting of weather conditions and climatic regimes to improve the system of labor protection of workers of all categories and industries.

**Keywords:** machine learning, numerical methods of mathematics, methods of weather forecasting, labor protection.

**Вступ.** Погодні умови суттєво впливають на життєдіяльність людей. З розвитком суспільства важливість аналізу кліматичних умов для людства продовжує зростати. До 1960-х років прогнози були засновані на спостереженнях та пошуку закономірностей в записах спостережень. У сучасних умовах удосконалення якості прогностики відбувається в двох напрямках: поліпшення справджуваності прогнозу і збільшення його завчасності.

**Аналіз стану питання.** Для працедавців, організацій й установ, важливим аспектом діяльності залишається забезпечення відповідності процесу праці (трудової діяльності) нормам та вимогам керівних документів щодо охорони праці. Зокрема, Конституція України [1] гарантує громадянам не тільки право на працю, а ще й на безпечні та комфортні умови праці. Закон України «Про охорону праці» [2] містить основні принципи державного регулювання виробничо-трудових відносин в галузі охорони праці. Одним із найважливіших базових документів, які є необхідними для забезпечення

комфортних умов праці, визначення ступенів шкідливості, на нашу думку, є «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджений Наказом МОЗ України від 08.04.2014 № 248 [3]. У ньому зазначені основні граничні та допустимі температурні режими та норми праці, дотримуючись яких, роботодавці зобов'язані організовувати медогляди працівників, надавати додаткові перерви для відпочинку чи припиняти за певних несприятливих погодних умов роботу. Варто зауважити, що погодні умови впливають не лише на працівників, а й на засоби виробництва, механізми та технічні засоби, позначаючись на їх ККД. Тому важливим є вироблення системи попередження проблем, що пов'язані з температурними режимами праці.

**Мета роботи:** актуалізувати у цьому контексті, зростання значимості використання сучасних досягнень науки, що можуть бути пов'язані не з ліквідацією наслідків дій несприятливих температур чи погодних умов, а з їх передбаченням, що уможливить заздалегідь підготувати працівників, обладнання та устаткування, зекономити кошти, здоров'я та життя працівників й достатній рівень охорони праці, що відповідатиме найкращим світовим зразкам.

**Методики, матеріали і результати досліджень.** Короткостроковий прогноз визначається головним чином початковим станом атмосфери. Для середньострокових прогнозів потрібне як детальне знання початкових полів метеорологічних величин, так і вміння описати впливи зовнішніх чинників, які призводять до нового стану рівноваги системи, що прогнозується.

Збільшення завчасності прогнозів веде до необхідності розширення області інтегрування аж до охоплення всієї поверхні земної кулі, що спричиняє необхідність використання потужних мультипроцесорних комп'ютерів. Комп'ютерна реалізація методів для таких складних задач, як моделювання метеорологічних процесів, наразі вже неможлива без використання методів високопродуктивних обчислень, адже прогнозування погоди завжди пов'язане з жорсткими часовими обмеженнями.

Також класифікація методів прогнозування розробляється для забезпечення вивчення та аналізу методів прогнозування, а також для полегшення вибору відповідного методу під час розроблення прогнозів. Виділення класів і підкласів, видів і груп методів важливе не тільки для оцінки окремого методу, але і для наступного їх синтезу, аналізу, комплексування.

Століттями людство вивчало зміни кліматичних умов та погоди, проте її прогнозування було абсолютно ненадійним і короткотривалим. До того ж цей процес залишався більше мистецтвом, ніж наукою, тому що даних для цього не було та не існувало певних методів для їх аналізу.

До XIX століття вивчення кліматичних змін відбувалось за допомогою нанесення на спеціальні карти точок із зазначенням тисків і з'єднування лінією точки з однаковим тиском. Таким чином створювалися шаблони циклонів та антициклонів. У результаті для прогнозу були отримані часткові дані, однак і

тут людський фактор відігравав важливу роль. Початок історії чисельного прогнозу погоди датується 1920-им роком. Л. Річардсон створював прогноз для стану атмосфери над двома точками в центральній Європі на шість годин, проте йому необхідно було аж шість тижнів на це. Тільки з появою моделювання час обчислень став менший, ніж період самого прогнозу.

У міру того, як комп'ютери ставали все більш потужнішими, розмір вихідних наборів даних збільшувався, і були розроблені більш нові моделі атмосфери, щоб користуватися перевагами доданої доступною обчислювальною потужністю. Ці нові моделі включають більше фізичних процесів в спрощення рівнянь руху при чисельному моделюванні атмосфери. У 1956 році Норман А. Філіпс розробив математичну модель, яка реалістично відображала місячні і сезонні закономірності в тропосфері, вона стала першою успішною кліматичною моделлю. Згодом Німеччина і Сполучені Штати почали складати оперативні прогнози на основі примітивних рівнянь. Розробка моделей певного району сприяла прогресу в прогнозуванні траєкторії тропічних циклонів, а також якості повітря.

В 1970-х і 1980-х роках був розроблений статистичний взаємозв'язок між вихідними даними моделі погоди і відповідними умовами на землі, відомий як статистика вихідних даних моделі (MOS). Починаючи з 1990-х років, модельні ансамблеві прогнози використовувалися, щоб допомогти визначити погоду і навчитись робити більш довготривалі прогнози, ніж це було можливо.

**Висновки.** Існує множина різноманітних методів прогнозування даних за допомогою використання сучасних технологій та штучного інтелекту. Значна їх частина відноситься до прогнозування часових рядів, тобто аналізуються лише дані спостережень без додаткової інформації, без аналізу впливу зовнішніх сил. Метою прикладного статистичного аналізу часових рядів є побудова математичної моделі ряду, за допомогою якої можна пояснити поведінку ряду і здійснити прогноз на майбутні періоди [4]. Звичайно, такий аналіз виглядає досить неповним, але прогнози часових рядів є більш точними, тому їх варто використовувати для побудови моделей прогнозування погоди, враховуючи невелику похибку, ймовірну тотожність та утилітарну значимість одержаних результатів в системі охорони праці.

Варто також розглядати *модель регресії*, яка моделює вихідне значення на основі лінійної комбінації вхідних значень, уможливорює прогнозування значення для наступного часового кроку, враховуючи спостереження на останніх кроках: знаючи параметри моделі і відповідні значення часового ряду, ми можемо передбачити його майбутні значення. Тому основне призначення моделі авторегресії – прогнозування.

Погода – це те, що не просто нам близьке, а важливе для нашого виживання. Вкрай важливо її прогнозувати точно і своєчасно, щоб можна було вжити необхідних запобіжних заходів в системі охорони праці України для мінімізації ризиків, пов'язаних з погодою.

Підсумовуючи вище наведене, найбільш продуктивним для прогнозування погоди, на нашу думку, варто вважати метод прогнозування

часових рядів та моделі регресії для отримання практично корисних утилітарних результатів.

### Література

1. Конституція України. Електронний ресурс. – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80>.
2. Закон України. «Про охорону праці». Електронний ресурс. – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.
3. Наказ МОЗ України «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Електронний ресурс. – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>.
4. Долгіх А., Байбуз Г. Аналіз методів, моделей та програмних засобів прогнозування часових рядів. Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии, 2018. Вип. 79. С. 74-87.