

**Виклюк Я. доктор технічних наук, професор;
Леко Т. аспірант**
навчальний заклад: ПВНЗ «Буковинський Університет», м. Чернівці, Україна;

Дослідження функціональної залежності між виникнення ураганів та сонячною активністю на основі ANFIS моделей методами DataMining.

Урагани становлять глобальну світову проблему. Для ефективного подолання наслідків таких кризових явищ, необхідно впроваджувати відповідні превентивні заходи, що базуються на науково-обґрунтованих математичних методах прогнозування. Розробка останніх є досі не вирішеною задачею, оскільки існує велика кількість ураганів з невстановленою причиною виникнення.

Робота присвячена перевірці «геліоцентричної» гіпотези методами DataMining, згідно якої зародження значної кількості ураганів може бути обумовлене спалахами на сонці [1 - 3]. В якості вхідних параметрів виступали характеристики сонячного вітру та високоенергетичних частинок. В якості вихідних параметрів – число ураганів в Атлантичному, західному та східному узбережжях Тихого океану та їх загальне число. В ході дослідження враховувалась часова затримка між вхідними та вихідними факторами (lag=0 – 3). Загальна кількість факторів складала: 36 вхідні та 4 вихідні.

На основі фрактального аналізу були встановлені ступені персистентності часових рядів та порівняні їх фрактальні характеристики.

Для встановлення ключових факторів був використаний метод «атаки грубої сили». Згідно нього був реалізований повний перебір всіх можливих комбінацій $m < n$ – вхідних факторів. Де m – кількість тестових факторів, n – загальна кількість факторів. Для кожної комбінації будувалась та навчалась ANFIS модель, та аналізувалась її точність за допомогою середньоквадратичного відхилення між вихідним полем та значеннями моделей. В якості «ключових факторів» вибирались ті, для яких точність ANFIS моделей була найвищою.

Як відомо з теорії імовірності, загальна кількість ANFIS моделей в цьому випадку визначається як:

$$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!} \quad (1).$$

За допомогою розробленої програми було проведено 2 комп'ютерні експерименти для пошуку ключових факторів. В експерименті 1 для кожного вихідного фактору будувались і навчались 7140 ANFIS моделей, як результат числа комбінацій із 36 по 3 вхідних факторів. Тривалість навчання становила близько 3 – 4 діб. В експерименті 2 для кожного вихідного фактору будувались і навчались 4845 ANFIS моделей, як результат числа комбінацій із 20 по 4 вхідних фактори.

Далі проводився аналіз чутливості. Для цього величини всіх вхідних факторів були представлені їхніми середніми значеннями, та аналізувалась залежність кількості ураганів від почергових змін кожного фактору. Так були встановлені ключові фактори, які стали основою для проведення двох експериментів при побудові 7140 та 4845 ANFIS моделей та дозволили встановити функціональну залежність між характеристиками сонячної активності та появою ураганів.

Як показав аналіз чутливості, розроблені моделі в рамках «геліоцентричної гіпотези» здатні передбачити від 22 до 26% від загальної кількості ураганів. Цей результат добре корелює з відсотком ураганів, що стались за непояснених причин. Хибні прогнози становлять лише 1%. Невелика кількість помилок вказує на точність моделі. Отже розроблені моделі можуть доповнити існуючі методи прогнозування цих кризових явищ, а отже підвищити їх ефективність.

Література:

1. Radovanović M, Pecelj M. 2012. *The Heliocentric Hypothesis on the Origin of Forest Fires. International Scientific Conference "Forestry Science and Practice for the Purpose of Sustainable Development of Forestry" 1-4th November, 2012, Banja Luka, Republic of Srpska/B&H, Abstract book, p. 10.*
2. Radovanovic, M. & Gomes, J.F.P. (2009). *Solar Activity and Forest Fires. Nova Science Publishers Inc.*
3. Francisco J. Tapiador. *Hurricane Footprints in Global Climate Models. 2008. Journal: "Entropy" ISSN 1099-4300, p. 613.*