

ПІДХІД ДО ЗБІЛЬШЕННЯ РОЗМІРНОСТІ ВХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ ПОКАЗНИКІВ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Мазурець Олександр Вікторович

к.т.н., доцент

Овчарук Олександр Миколайович

аспірант

Хмельницький національний університет, Україна

Вступ. Нові інфекційні захворювання становлять дедалі більшу загрозу для населення. Швидка глобалізація суспільства спричинила підвищення мобільності населення та активізацію світової торгівлі. В таких умовах сплески інфекційних захворювань, що виникають в самих віддалених частинах світу, можуть швидко поширюватися на міста та регіони, наражаючи на ризик зараження великі групи населення. У тандемі зі змінами клімату та розширенням сфери господарської діяльності людини, підвищуються ризики поширення збудників захворювань у суміжні регіони. Отож, важливе значення має моніторинг та прогнозування епідемій у режимі реального часу, що надає можливість передбачити географічне поширення хвороби та кількість нових випадків, а також дозволяє превентивно вводити відповідні заходи для подолання епідемій. Прогнозування дозволяє визначити ймовірність виникнення захворювання, його масштаби та наслідки [1].

Метою роботи є розробка та програмна реалізація підходу до збільшення розмірності вхідних даних для нейромережевого прогнозування значень показників епідеміологічної небезпеки.

Матеріали та методи. Автоматизоване прогнозування рівня епідеміологічної небезпеки засобами нейромережевого моделювання дозволяє за вхідними даними вибірок актуальних параметрів протягом досліджуваного періоду одержувати вихідні дані у вигляді результуючого експертного висновку, який містить прогнозовані варіанти рівня епідеміологічної небезпеки й оцінки кожного із них. При цьому, вибірка актуальних параметрів може бути

розширена шляхом збільшення розмірності вхідних даних показників епідеміологічної небезпеки у часі. Для цього можна використати рекурентну темпоральну нейронну мережу із згортковим шаром. Вона дозволяє здійснювати прогнозування значень параметрів за їх часовими рядами рекурентною темпоральною нейронною мережею із згортковим шаром для формування додаткових вхідних даних у вигляді додаткової вибірки із прогнозованими значеннями параметрів для підвищення точності визначення рівня епідеміологічної небезпеки.

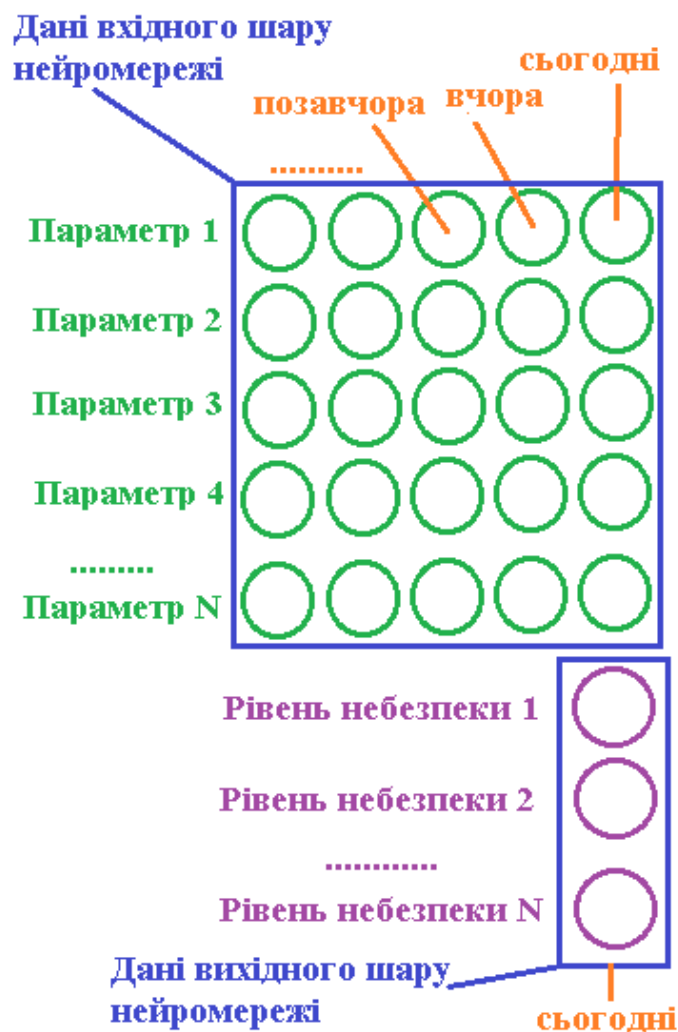


Рис. 1. Схема прогнозування епідеміологічної ситуації нейромережею

Дані вхідного шару нейронної мережі персептрон включають перелік параметрів зібраних за певний часовий проміжок [2]. Кожний набір вхідних даних співвідноситься з відповідних рівнем епідеміологічної небезпеки, котрі

формують вихідний шар нейронної мережі. Після проведення навчання на основі вхідних даних нейронна мережа виконує прогнозування епідеміологічної ситуації на поточний день (рисунок 1).

Такий підхід до прогнозування епідеміологічної ситуації дозволяє передбачити рівень епідеміологічної ситуації на поточний день, однак не дозволяє спрогнозувати рівень епідеміологічної небезпеки на майбутнє [3]. Для вирішення даного недоліку потрібно виконати збільшення розмірності вхідних даних показників епідеміологічної небезпеки у часі. Для цього використовуватиметься рекурентна темпоральна нейронна мережа, вхідними даними якої будуть дані вхідного шару нейронної мережі перцептрон, а вихідними даними будуть прогнозовані значення кожного з параметрів на наступний день (рисунок 2).

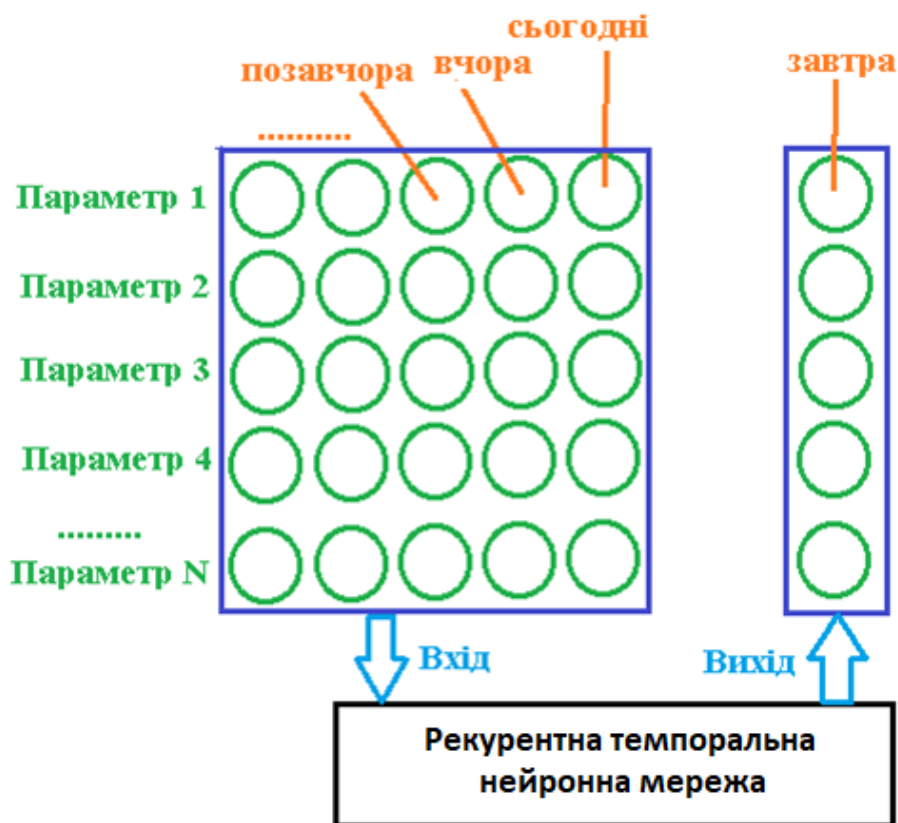


Рис. 2. Схема розширення вхідних даних з допомогою рекурентної темпоральної нейронної мережі

В результаті застосування рекурентної темпоральної нейронної мережі для збільшення розмірності вхідних даних показників епідеміологічної

небезпеки виконається розширення вхідного шару нейронної мережі персептрон, що дозволить під час її навчання враховувати майбутні значення параметрів (рисунок 3)

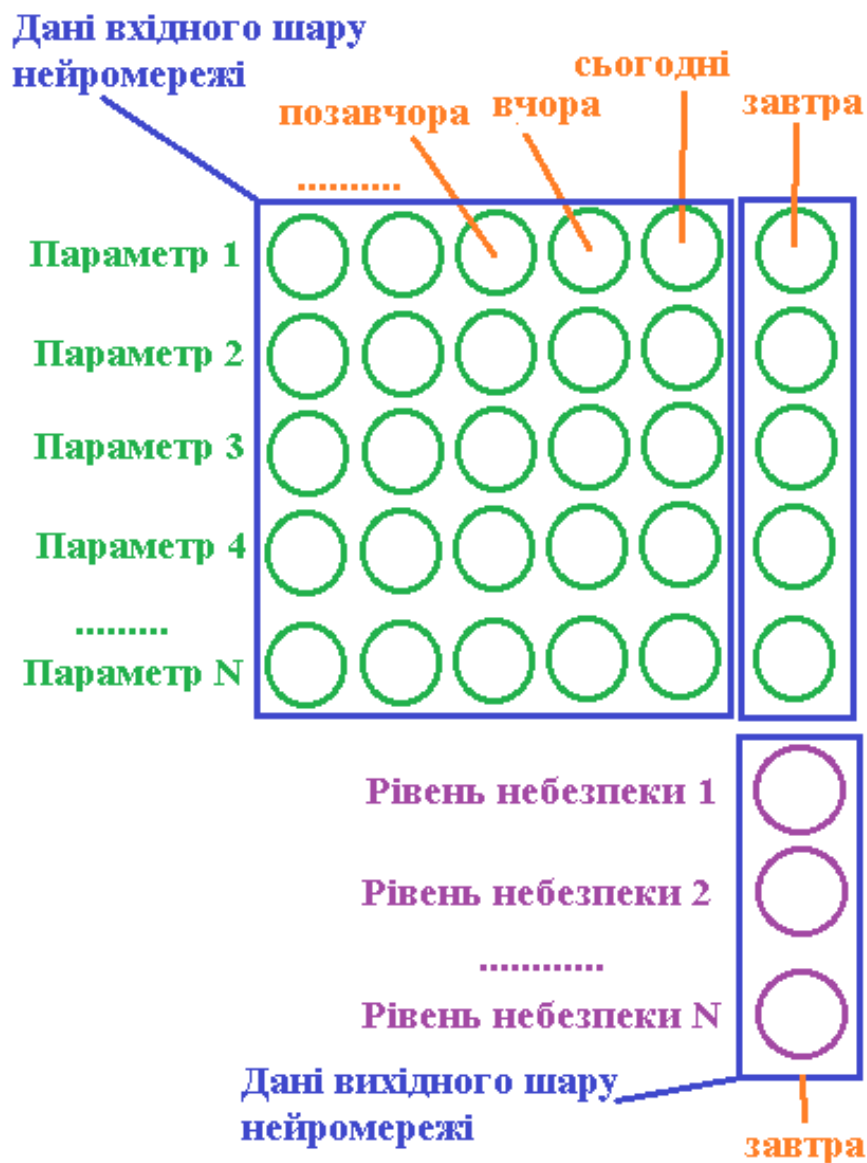


Рис. 3. Схема розширеної розмірності вхідних даних показників епідеміологічної небезпеки

Було розроблено інформаційну систему автоматизованого прогнозування рівнів епідеміологічної небезпеки, яка є прикладною реалізацією наведеного підходу до прогнозування значень параметрів за їх часовими рядами рекурентною темпоральною нейронною мережею із згортковим шаром, яка складається з модуля побудови вхідних матриць даних для ініціації визначення

рівня епідеміологічної небезпеки, модуля прогнозування значень актуальних параметрів часовою згортковою нейронною мережею, модуля навчання нейронної мережі перцептрон, модуля генерації експертних висновків та бази даних інформаційної системи. Було розроблено необхідні компоненти модулів інформаційної системи автоматизованого прогнозування рівнів епідеміологічної небезпеки, необхідні для реалізації модулів побудови вхідних матриць даних для ініціації визначення рівня епідеміологічної небезпеки, прогнозування значень актуальних параметрів часовою згортковою нейронною мережею, навчання нейронної мережі перцептрон та генерації експертних висновків щодо рівнів епідеміологічної небезпеки.

Для прогнозування значень параметрів за їх часовими рядами рекурентною темпоральною нейронною мережею із згортковим шаром було використане спеціалізоване програмне розширення, а саме бібліотека Darts для Python, що дозволить проводити перетворення часових рядів та їхнє прогнозування.

Результати та обговорення Для оцінки ефективності автоматизованого прогнозування рівня епідеміологічної небезпеки засобами нейромережевого моделювання було проведено дослідження точності прогнозування епідеміологічних параметрів відносно різної кількості епох навчання нейронної мережі на основі реальних даних.

Для проведення дослідження було використано датасет поширення коронавірусної хвороби, в який входять дані про випадки зараження та смертності зібрані з усього світу від початку пандемії, даний дата сет знаходиться у відкритому доступі в інформаційній панелі ВООЗ.

Дослідження полягало в порівнянні точності прогнозів епідеміологічних параметрів при різних кількості навчальних епох. Проаналізувавши результати отриманні у ході проведення дослідження точності прогнозування кількості нових випадків захворювання можна відмітити пропорційну залежність між кількістю навчальних епох та точністю прогнозування, чим більша кількість епох навчання тим краща точність прогнозу (рисунок 4).

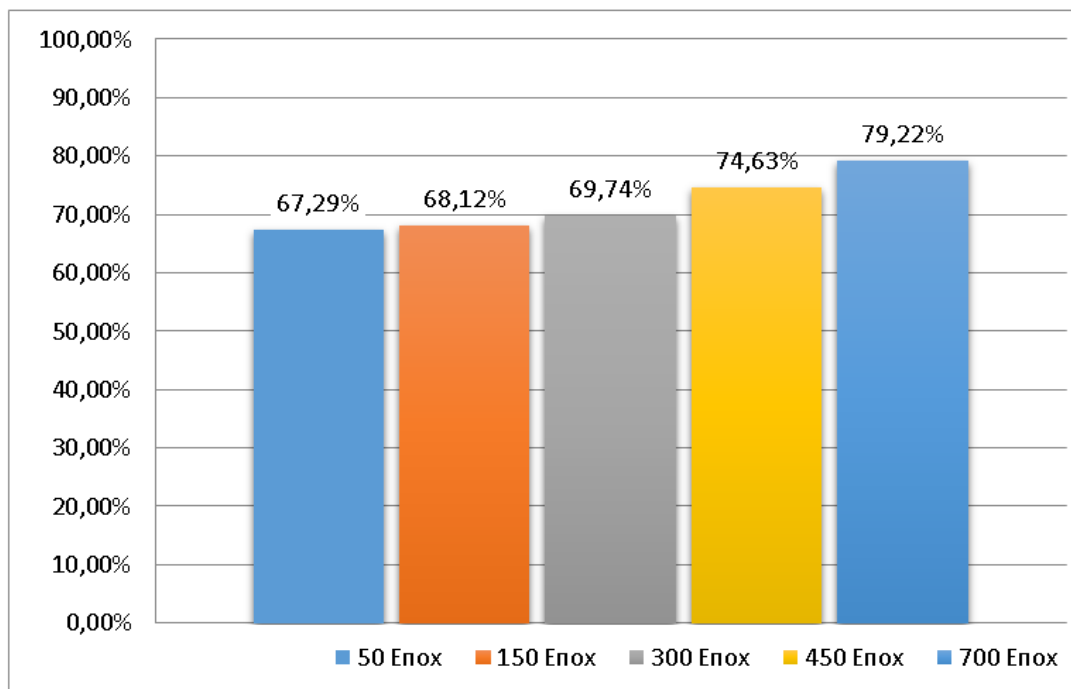


Рис. 4. Діаграма порівняння точності прогнозування рівня епідеміологічної небезпеки відповідно до кількості навчальних епох, %

Висновки Таким чином, для оцінки ефективності прогнозування значень параметрів за їх часовими рядами рекурентною темпоральною нейронною мережею із згортковим шаром було проведено дослідження точності прогнозування епідеміологічних параметрів відносно різної кількості епох навчання нейронної мережі на основі реальних даних та проведено порівняння точності прогнозу між методом прогнозування значень параметрів за їх часовими рядами рекурентною темпоральною нейронною мережею із згортковим шаром та методом лінійної регресії. Проведені дослідження встановили, що збільшення кількості досліджуваних епох у вигляді вибірок параметрів за максимально можливий попередній діапазон призводить до відповідного підвищення точності прогнозування рівня епідеміологічної небезпеки. Так, за охоплення аналізом 50 вибірок актуальних параметрів протягом досліджуваного періоду точність прогнозування склала 67.29%, а за охоплення аналізом 700 вибірок актуальних параметрів протягом досліджуваного періоду точність прогнозування збільшилась до 79.22%.

Наведене доводить, що використання підходу до збільшення розмірності вхідних даних показників епідеміологічної небезпеки у часі шляхом використання прогнозованих параметрів рекурентної темпоральної нейронної мережі дозволить за вхідними даними вибірок актуальних параметрів протягом досліджуваного періоду одержати вихідні дані у вигляді результуючого експертного висновку, який містить прогнозовані варіанти рівня епідеміологічної небезпеки й оцінки кожного із них.

ПОСИЛАННЯ

1. Овчарук О. М., Мазурець О. В., Молчанова М. О., Собко О. В., Віт Р. В. Експертна система нейромережевого визначення рівня епідеміологічної небезпеки за часовими показниками. Збірник наукових праць за матеріалами XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2022». Хмельницький. с. 217-222.

2. Mazurets O. V., Ovcharuk O. M., Tyschenko O. O., Zalutska O. O. Effectiveness Research of Method for Values Forecasting of Epidemiological Danger Indicators by Means of Neural Network Modeling. Science and society: modern trends in a changing world. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Vienna, Austria. 2024. Pp. 136-142.

3. Овчарук О. М., Мазурець О. В., Собко О. В., Молчанова М. О., Кліменко В. І. Інформаційна технологія прогнозування рівня епідеміологічної небезпеки з використанням нейромережевого моделювання. Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2023. №4 (323). С. 224-230.