

ДОДАТОК А
Графічний матеріал

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра КІТС

**Презентація до кваліфікаційної
роботи на тему:**

**«Короткострокове прогнозування часових рядів із
застосуванням штучних нейронних мереж»**

Виконала:
ст. гр. КІТМ-21-1
Пасічник К. Ю.

Керівник:
проф. Руденко О. Г.

Харків 2022

Мета роботи:

- аналіз методів прогнозування часових рядів та штучних нейронних мереж на прикладі набору даних про рівень вуглекислого газу в атмосфері;
- побудова, ідентифікація, налаштування та перевірка готової моделі часових рядів та застосування ШНМ для порівняльного аналізу;
- вирішення прикладної задачі короткострокового прогнозування рівня CO₂ в атмосфері за допомогою найкращого з досліджених методів, що дозволить передбачити поведінку різних факторів в обраній сфері дослідження.

Актуальність роботи:

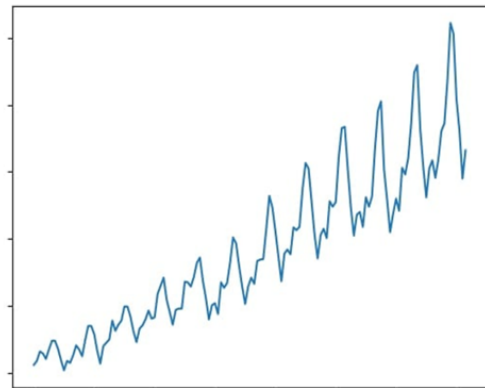
- використання обраних в роботі моделей прогнозування на основі часових рядів разом з методами ШНМ раніше не здійснювалося для передбачення рівня CO₂ в атмосфері;
- результати прогнозування можуть використовуватися для запобігання та боротьби з глобальною проблемою зміни клімату;
- отримані результати порівняльного аналізу також можуть допомогти спеціалістам в області глибокого навчання ефективніше застосовувати використані моделі та методи для вирішення схожих задач прогнозування

Для досягнення поставленої мети даної роботи, потрібно вирішити наступний перелік задач:

- дослідити існуючі методи прогнозування і моделі, які лежать в їх основі;
- дослідити існуючі перетворення вхідних даних, що подаються на вхід обраним моделям, вивчити доцільність їх застосування;
- дослідити існуючі критерії порівняння точності вибраних моделей і отриманих ними оцінок прогнозу;
- описати алгоритм застосування моделей ШНМ для прогнозування часових рядів;
- провести дослідження різних способів і методів вибору конкретних параметрів моделі, як графічних, так і візуальних;
- реалізувати алгоритм прогнозування обраної задачі на основі найкращої з обраних моделей за результатами дослідження

Поняття часового ряду

Часовим рядом називається послідовність упорядкованих у часі числових показників, що характеризують рівень стану і зміни досліджуваного явища, яке протікає в умовах невизначеності протягом певної кількості періодів.



Моделі на основі часових рядів, застосовані у кваліфікаційній роботі

1

Наївна модель прогнозування

Для оцінки якості прогнозу використовується результуючий параметр з останнього обчислення, а всі решта попередніх значень не враховуються

2

Модель лінійної регресії

Взаємозв'язок між даними моделюється за допомогою лінійних функцій, а невідомі параметри моделі оцінюються за вхідними даними

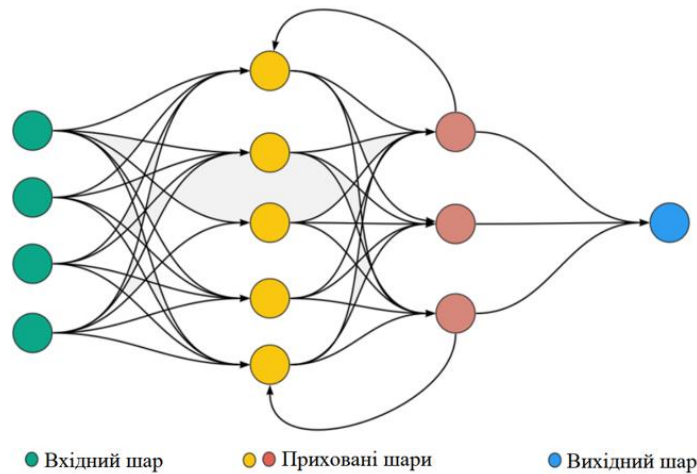
3

Модель експоненціального згладжування

Значення прогнозованого показника визначається шляхом усереднення значень за кілька попередніх моментів часу, яким присвоюються вагові коефіцієнти

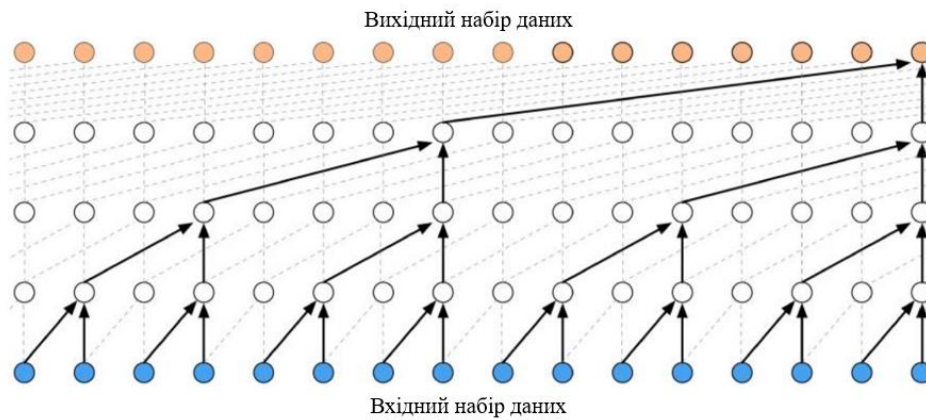
1

Рекурентна нейронна мережа



2

Темпоральна згорткова нейронна мережа

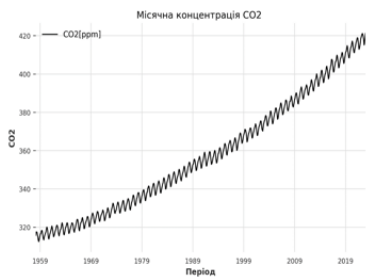


ШНМ у задачах прогнозування на основі часових рядів

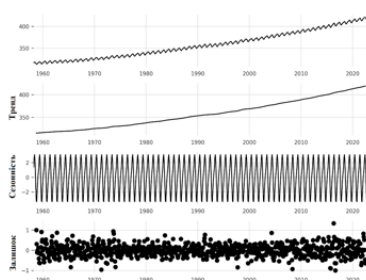
Здатність нейронної мережі до прогнозування часових рядів безпосередньо впливають з її здатності узагальнювати та виділяти приховані залежності між вхідними та вихідними даними. Після навчання мережа здатна передбачити майбутнє значення рівня часового ряду на основі кількох попередніх значень. Моделювання часових рядів у рамках нейромережевого підходу зводиться до завдання найкращої апроксимації нелінійної функції від багатьох змінних за набором прикладів, заданих історією часового ряду.

Програмна реалізація поставленої задачі прогнозування

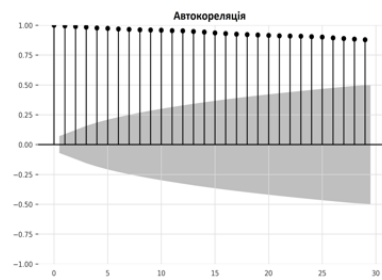
Набір даних для прогнозування було взято з відкритого джерела обсерваторії Мауна-Лоа, океанографічного інституту Стріппса. Обрані моделі навчалися на вибірці даних про рівень CO2 з 1958 року до 2022 року.



Графік концентрації CO2 в атмосфері за період з 1958 р



Графік для визначення тренду, сезонності та залишків завантажених даних



Графік функції автокореляції

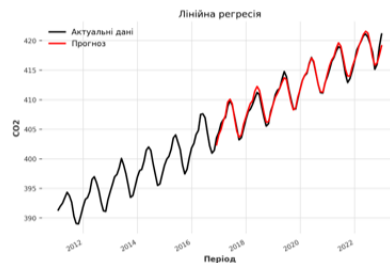
Результати дослідження обраних моделей на основі часових рядів



MAE	RMSE	MAPE	SMAPE	R ²
2.53	2.63	0.61	0.61	-0.07

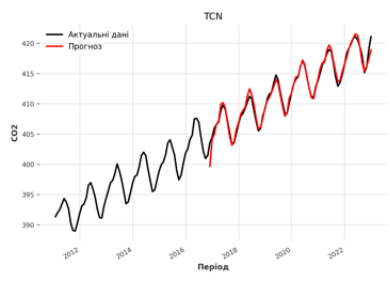


MAE	RMSE	MAPE	SMAPE	R ²
2.53	2.63	0.61	0.61	-0.07

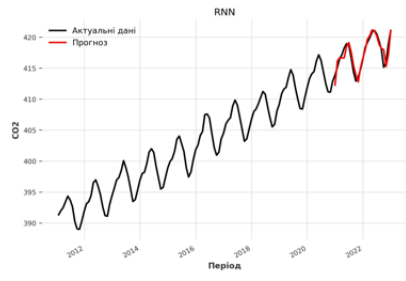


MAE	RMSE	MAPE	SMAPE	R ²
0.55	0.69	0.13	0.13	0.93

Результати дослідження обраних методів на основі ШНМ



MAE	RMSE	MAPE	SMAPE	R ²
0.41	0.63	0.1	0.1	0.96



MAE	RMSE	MAPE	SMAPE	R ²
0.72	0.96	0.17	0.17	0.84

Створення прогнозу рівня вуглекислого газу на 2023 рік



Результат прогнозу рівня CO2 в атмосфері на 2023 рік

Дата у форматі рік-місяць-день	Рівень CO2, (ppm)
2023-01-31	421.836774
2023-02-28	422.576312
2023-03-31	423.262611
2023-04-30	424.778723
2023-05-31	425.581957
2023-06-30	424.922701
2023-07-31	423.185616
2023-08-31	421.267827
2023-09-30	419.635597
2023-10-31	420.052928
2023-11-30	421.851032
2023-12-31	423.111864

Таблиця отриманих значень прогнозу

ВИСНОВКИ

- Прогнозування часових рядів є областю досліджень, яка швидко набирає темпи розвитку і забезпечує багато можливостей для майбутніх робіт не лише в області прогнозування, але і в багатьох інших сферах життя.
- Перевага методів ШНМ, запропонованих в цій роботі, полягає в тому, що вони забезпечують методологію для наближення до реальних даних, тобто оцінка вагового вектора не залежить від будь-якої моделі.
- Варто відзначити, що ідеальний прогноз неможливий через наявність великої кількості факторів, які важко оцінити з високим відсотком точності. Через те, що прогноз залежить від минулих даних, його надійність і точність будуть знижуватися в міру того, наскільки далеко на майбутнє поставлена задача його обрахувати.
- Дана робота може бути корисною в перспективі для вирішення проблем надмірної кількості вуглекислого газу в атмосфері навколишнього середовища, а модель прогнозу на основі TCN може бути оптимізована, за рахунок кращого налаштування параметрів, що подаються на вхід у процесі навчання.