

Розроблення інформаційної системи для спектрофотометричного аналізу

<https://doi.org/10.31713/MCIT.2021.44>

Андрій Сафоник
 Національний університет водного господарства та природокористування
 Навчально-науковий інститут автоматичної, кібернетики та обчислювальної техніки
 Рівне, Україна
a.p.safonyk@nuwm.edu.ua

Іванна Грицюк
 Національний університет водного господарства та природокористування
 Навчально-науковий інститут автоматичної, кібернетики та обчислювальної техніки
 Рівне, Україна
i.m.hrytsiuk@nuwm.edu.ua

Анотація — Проаналізовано основні види архітектури нейронних мереж та обрано оптимальну архітектуру для процесу визначення іонів заліза спектрофотометричним методом, розроблено схему нейронної мережі, проаналізовано точність навчання та обрано аналізатор даних нейронної мережі. Для тестування роботи та отримання даних досліджень було розроблено веб-інтерфейс з використанням JavaScript фреймворк Vue.js.

Ключові слова — нейронна мережа; інформаційна система; коагулянт; веб-інтерфейс.

I. ВСТУП

Забруднення води – одна із основних проблем людства, яка з кожним роком стає все більш актуальною та значущою по всьому світу. На даний час очисні споруди, які проводять очищення стічних вод застарілі, використовують реагенти та не виконують свої функції на достатньому рівні, а отже розробка та дослідження нових механізмів та методів очистки є актуальною задачею сьогодення.

Дослідження методів очистки є складним, затратним та тривалим в часі. Одним з лабораторних методів дослідження є спектрофотометричний метод, що дає змогу за допомогою дослідження колірності речовини отримати показники з економією ресурсів використаних на дослідження [1–3].

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Відомо, що у воді зі зміною концентрації заліза змінюється інтенсивність забарвлення отриманого

розчину. Тому, було вирішено доповнити до раніше нами розробленої установки визначення концентрації заліза за зміною колірності автоматизованою інформаційною системою, що в реальному часі буде забезпечувати безперервне отримання даних в реальному масштабі часу. Для цього потрібно: обрати підходящу архітектуру нейронної мережі для даної системи, спроектувати структуру функціонування нейронної мережі, провести аналіз отриманих даних та точності навчання нейронної мережі, створити веб-ресурс для використання розробленої нейронної мережі автоматизованої системи електрокоагуляційної очистки вод.

III. ВИРІШЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

Нами було розроблено нейронну мережу, що складається з вхідних і вихідних та прихованих шарів між ними (Рис. 1). Для вхідного шару використано 5 нейронів з функцією активізації – гіперболічний тангенс. Приховані шари складаються з 10 нейронів кожен з функціями активації SeLU та ReLU відповідно. Вихідний шар має 1 нейрон з експоненційною функцією активізації.

Для формування начального набору нейронної мережі було проведено дослідження різних зразків коагулянту, де отримали значення концентрації заліза в коагулянті та параметри RGB для кожного з зразків відповідно (Табл. 1).

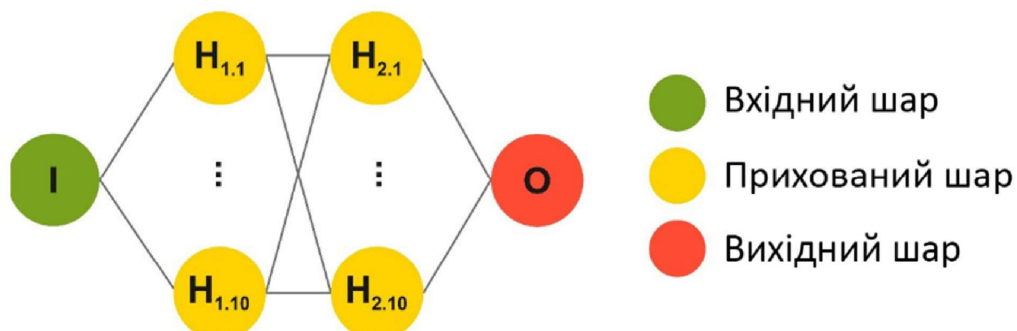


Рисунок 1. Схема розробленої нейронної мережі

ТАБЛИЦЯ 1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ

№	Час (хв)	Концентрація (мг / дц ³)	R	G	B
1	6	0.8	204	207	200
2	12	1.1	214	215	193
3	18	3.7	211	194	75
4	24	4.5	220	173	54
5	30	6.3	210	155	49
6	36	6.9	215	147	41
7	42	9.1	193	116	38
8	48	9.6	189	111	33
9	54	11.8	188	100	27
10	60	12.6	178	74	11

Значення параметрів RGB були конвертовані в параметри HSL, а для отримання концентрації речовини було обрано параметр hue.

Для переведення параметрів RGB в HSL використано наступне співвідношення:

$$H = \begin{cases} \text{undefined} & \text{if } MAX = MIN \\ 60^\circ \times \frac{G-B}{MAX-MIN} + 0^\circ, & \text{if } MAX = R \text{ and } G \geq B \\ 60^\circ \times \frac{G-B}{MAX-MIN} + 360^\circ, & \text{if } MAX = R \text{ and } G < B \\ 60^\circ \times \frac{B-R}{MAX-MIN} + 120^\circ, & \text{if } MAX = G \\ 60^\circ \times \frac{R-G}{MAX-MIN} + 240^\circ, & \text{if } MAX = B \end{cases} \quad (1)$$

$$S = \frac{MAX-MIN}{1-|1-(MAX+MIN)|} \quad (2)$$

$$L = \frac{1}{2}(MAX + MIN), \quad (3)$$

де R, G, B – колір в колірній RGB моделі;

MAX і MIN – мінімум і максимум параметру R, G, B.

H – тон;

S – насиченість;

L – яскравість.

На основі отриманих експериментальних значень було згенеровано 3600 точок параметру hue та концентрації заліза (Табл. 2). З отриманої вибірки точок було відібрано 3240 і 360 точок для навчання та тестування відповідно.

ТАБЛИЦЯ 2. ПРИКЛАД ВХІДНИХ ТА ВИХІДНИХ ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

№	Hue	Концентрація
1	0.2110	0.4009
2	0.1969	0.7229
3	0.1073	4.8701
4	0.0649	9.5388

В бібліотеці TensorFlow було досліджено 8 оптимізаторів для навчання нейронної мережі. Провівши дослідження даних оптимізаторів було встановлено, що оптимізатор SGD в тестовому датасеті показав найнижчу похибку, а саме 6,91%, його і було обрано.

IV. АЛГОРИТМ РОБОТИ

Була розроблена інформаційна система для спектрофотометричного аналізу, яка в реальному режимі часу, знімає покази з об'єкта вимірювань, проводить розрахунок, з використанням нейронної

мережі, і отримані результати виводить на веб-додаток (Рис. 2), серверна ж частина розробленої системи функціонує на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 4.

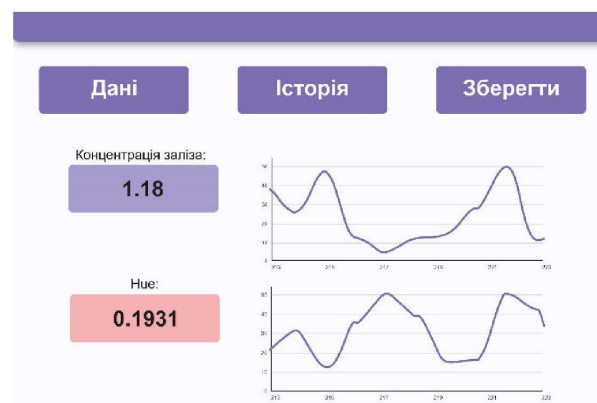


Рисунок 2. Інтерфейс програми

Даний інтерфейс розроблений за допомогою JavaScript фреймворк Vue.js та дає змогу розпочати вимірювання, відобразити історію та значення вимірювань.

Для комунікації з сервером використано 2 бібліотеки: axios та socket.io.

ВИСНОВКИ

Проаналізовано основні види архітектури нейронних мереж та обрано оптимальну архітектуру для процесу визначення іонів заліза спектрофотометричним методом, розроблено схему нейронної мережі, проаналізовано точність навчання та обрано аналізатор даних нейронної мережі. Для тестування роботи та отримання даних досліджень було розроблено веб-інтерфейс з використанням JavaScript фреймворк Vue.js. Використавши експериментальні дані колірності речовини, розроблено математичне співвідношення переведу значень RGB в HSL для визначення концентрації заліза за допомогою параметра hue. Розроблено веб-інтерфейс, що дав змогу в реальному часі працювати з отриманими даними та проводити розрахунки.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] A. Safonyk, M. Mishchanchuk and V. Lytvynenko, "Intelligent information system for the determination of iron in coagulants based on a neural network" IntelITSIS'2021, 2021.
- [2] A. Safonyk and ets, "Dynamic Optimization of the Technological Water Treatment Process Automatic Control System" ACIT, 2021.
- [3] A. Safonyk, I. Targoniy and I. Hrytsiuk, "Development and research of the electromagnetic installation for purification of process water from ferromagnetic impurities as an object of automation," Elektron. model. 2020, 42(4), pp. 87–102.