

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій,  
обліку та фінансів  
Кафедра комп'ютерних технологій  
і моделювання систем

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

Шакура Іван Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача освіти)

УДК 004:543.3

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Інформаційна система контролю якості води

(тема роботи)

122 «Комп'ютерні науки»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Маєвський Олександр Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

К.Т.Н, ДОЦЕНТ

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2023

**Висновок кафедри** \_\_\_\_\_  
за результатами попереднього захисту: \_\_\_\_\_

Протокол засідання кафедри \_\_\_\_\_  
№ \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р.

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

### **Результати захисту кваліфікаційної роботи**

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ захистив (ла)  
(прізвище ,ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою \_\_\_\_\_

за шкалою ECTS \_\_\_\_\_

за національною шкалою \_\_\_\_\_

**Секретар ЕК**

\_\_\_\_\_

(науковий ступінь, вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

## АНОТАЦІЯ

Шакура І.Ю. Інформаційна система контролю якості води. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня Бакалавра за спеціальністю 122 – Комп’ютерні науки. – Поліський національний університет, Житомир, 2023. У кваліфікаційній роботі було створено інформаційну систему у вигляді навченої повнозв’язної нейронної мережі. Метою роботи була розробка інструментарію для оцінки якості води. Дана тема є дуже актуальною, оглядаючись на стан навколишнього середовища у світі.

Кваліфікаційна робота:

Ключові слова: База даних, нейронна мережа, аналіз якості води, сайт, Django, Python.

## SUMMARY

Shakura I.Yu. Information system of water quality control. - Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a Bachelor's degree in specialty 122 - Computer Science. – Polish National University, Zhytomyr, 2023. In the qualifying work, an information system was created in the form of a trained fully connected neural network. The purpose of the work was the development of tools for water quality assessment. This topic is very relevant, looking at the state of the environment in the world.

Qualification work:

Keywords: Database, neural network, water quality analysis, site, Django, Python.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>Розділ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ВОДИ</b> .....	8
<b>1.1 Аналіз інформаційних потреб і визначення аналізу якості води</b> .....	8
<b>1.2 Функціональні вимоги</b> .....	9
<b>Висновки до першого розділу</b> .....	10
<b>Розділ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ТА АРХІТЕКТУРИ МЕРЕЖІ</b> .....	11
<b>2.1 Моделювання інформаційної системи</b> .....	11
<b>2.2 Проектування структури бази даних інформаційної системи</b> .....	12
<b>2.3 Використаний математичний апарат для побудови нейронної мережі</b> ..	12
<b>2.4 Архітектура мережі</b> .....	13
<b>Висновки до другого розділу</b> .....	13
<b>Розділ 3 ОПИС ІНТЕРФЕЙСУ ТЕХНОЛОГІЇ</b> .....	15
<b>3.1 Проектування інтерфейсу інформаційної системи</b> .....	15
<b>3.2 Інструкція користувачу інформаційної системи</b> .....	17
<b>Висновки до третього розділу</b> .....	18
<b>ВИСНОВОК</b> .....	19
<b>ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	20

**СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ**

БД	база даних.
АСКЯВ	Автоматична станція контролю якості води
ПГХЛ	Пересувні гідрохімічні лабораторії
СГХЛ	Стаціонарна гідрохімічна лабораторія
АСЯНС-ВГ	автоматизовані спостереження якості навколишнього середовища – водний горизонт

## ВСТУП

**Актуальність теми.** В наш час питання якості питної води є вкрай актуальним, особливо з огляду на зростаючі проблеми з навколишнім середовищем, що спостерігаються по всьому світу. З цією метою в роботі було розроблено інформаційну підсистему, яка забезпечує оцінку якості води різноманітних водних об'єктів.

«Як відомо, стан організму людини залежить від повітря, способу життя, якості продуктів харчування, а також питної води. Вода це найважливіший природний ресурс нашої планети. Без неї неможливий розвиток живої природи. Вона є найпростішим хімічним компонентом живої матерії, яка об'єднує усі організми, які населяють нашу планету. Вже давно вчені довели, що вода впливає на тривалість життя людини. Це не дивно, коли врахувати, що, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, близько 90% людських хвороб спричинені вживанням неякісної води. В наш час питання якості питної води не втратило актуальності»[1].

**Причиною вибору** цієї теми став стан води в Житомирській області. Суттєве забруднення поверхневих вод ,та надмірне використання підземних вод, що може привести до значних проблем в майбутньому.

**Метою кваліфікаційної роботи** є розробка інструментарію для оцінки якості питної води з використанням навченої нейронної мережі.

Задачі поставлені в кваліфікаційній роботі:

- 1) Аналіз науково-технічної літератури з проблемами дослідження
- 2) Виокремлення функціональних вимог до нейронної мережі.
- 3) Проектування архітектури.
- 4) Визначення математичних закономірностей навчання нейронної мережі
- 5) Розробка інтерфейсу користувача, з використанням фреймворку Django.

**Об'єктом дослідження** є процес визначення якості води, природних та технічних водних об'єктів.

**Предметом дослідження** є нейродинаміка мереж.

За темою кваліфікаційної роботи було опубліковано наукові публікації, а саме:

- Шакура І.Ю., Застосунок аналізу якості води. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Інформаційні технології та моделювання систем», Житомир, березень 30, 2023. с.118;

- Шакура І.Ю., Нейронна мережа класифікації якості води. Матеріали Міжнародної наукової-практичної конференції «Теоретико-практичні аспекти розвитку науки, освіти та суспільства», Рівне, квітень 28, 2023. с.76;

**Структура та обсяг роботи.** Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів основної частини, висновків та списку використаних джерел.

## **Розділ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ВОДИ**

### **1.1 Аналіз інформаційних потреб і визначення аналізу якості води**

Дана інформаційна система починає свою роботу з моменту отримання хімічних показників складу води.

«Вода характеризується складом та властивостями, які визначають її придатність для водокористування. Оцінка якості води дається за ознаками, котрі вибираються та нормуються в залежності від виду водокористування» [3].

Джерелами інформації про якість води в основному служать інтернет сайти, державні стандарти або тренувальні набори даних для нейронних мереж.

Існують такі схожі системи аналізу якості води:

«Автоматична станція контролю якості води. Це комплексний багатофункціональний пристрій, що дає змогу без участі людини швидко отримувати, опрацьовувати, зберігати і передавати в центр інформацію про фізичні властивості і хімічний склад поверхневих вод» [3]. Недоліками цієї системи є потреба в ручній установці та переміщенні.

«Аналізатори. До них відносять прилади, що дають змогу отримувати дані про хімічний склад води в умовах лабораторій або безпосередньо на місці біля водного об'єкта автоматичним або напівавтоматичним способом» [3].

«Пересувні гідрохімічні лабораторії. Вони забезпечують оперативне контролювання якості води, яке неможливо здійснити за допомогою АСКЯВ, одержують інформацію безпосередньо на водному об'єкті й одночасно доставляють проби для детального аналізу в стаціонарних лабораторіях» [3]. Недоліком цієї системи є велика собівартість.

«Стаціонарна гідрохімічна лабораторія .У постійній, непересувній гідрохімічній лабораторії можна робити хімічний аналіз води, визначати багато компонентів її хімічного складу, отримувати ту інформацію про якість води, яку неспроможні надати АСКЯВ і ПГХЛ.» [3]. Недоліком цієї системи є велика собівартість та не мобільність.



«Центр оброблення гідрохімічної інформації. Завданням центру є опрацювання, систематизація і інтерпретація інформації, одержаної від АСКЯВ, ПГХЛ, СГХЛ; організація зв'язку з усіма ланками АСЯНС-ВГ і споживачами інформації; технічне обслуговування засобів; збирання, перевірка на достовірність, опрацювання, збереження і надання користувачам різноманітних видів інформації, зокрема оперативних короткострокових прогнозів стану водного об'єкта» [3]. Недоліком цієї системи є потреба в великій кількості кваліфікованого персоналу, а також вище названого обладнання для роботи.

## **1.2 Функціональні вимоги**

Дана система може виконувати наступні дії:

1. Додавати нових користувачів.
2. Авторизувати користувачів.
3. Змінювати дані користувачів, такі як пароль або логін.
4. Проводити аналіз на основі хімічних показників.
5. Відображати результати аналізу у кабінеті користувача.

Взаємодія з користувачем в даній системі відбувається за допомогою графічного інтерфейсу сайту, розробленого за допомогою мов HTML та CSS (Рис. 3.1).

На вході розроблена інформаційна система очікує отримати хімічні показники від лабораторії, які потім будуть нормуватися та оброблятися нейронною мережею для отримання результату класифікації у вигляді тексту (Рис. 3.4).

До умов використання можна віднести необхідність у створеному акаунті, в якому буде зберігатись дані про проведений аналіз клієнта. Також слід зазначити що тільки адміністратори мають спеціальні можливості, такі як видалення користувачів, або внесення показників у кабінети інших користувачів.

До прикладів функціонування можна віднести Рисунок 3.4, на якому для тесту системи відображаються показники та їх оцінка придатності.

### **Висновки до першого розділу**

В першому розділі кваліфікаційної роботи було виконано аналіз предметної області, наведено приклади подібних систем, та виокремлено функціональні вимоги до нейронної мережі. Розроблено двошарову нейронну мережу для класифікації води на основі хімічних показників.

## Розділ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ТА АРХІТЕКТУРИ МЕРЕЖІ

### 2.1 Моделювання інформаційної системи

UML – це уніфікована мова моделювання. UML також описує об'єкт у єдиному зумовленому синтаксисі, тому де б ви не малювали схему, її правила будуть зрозумілі всім, хто знає цю графічну мову навіть у іншій країні.

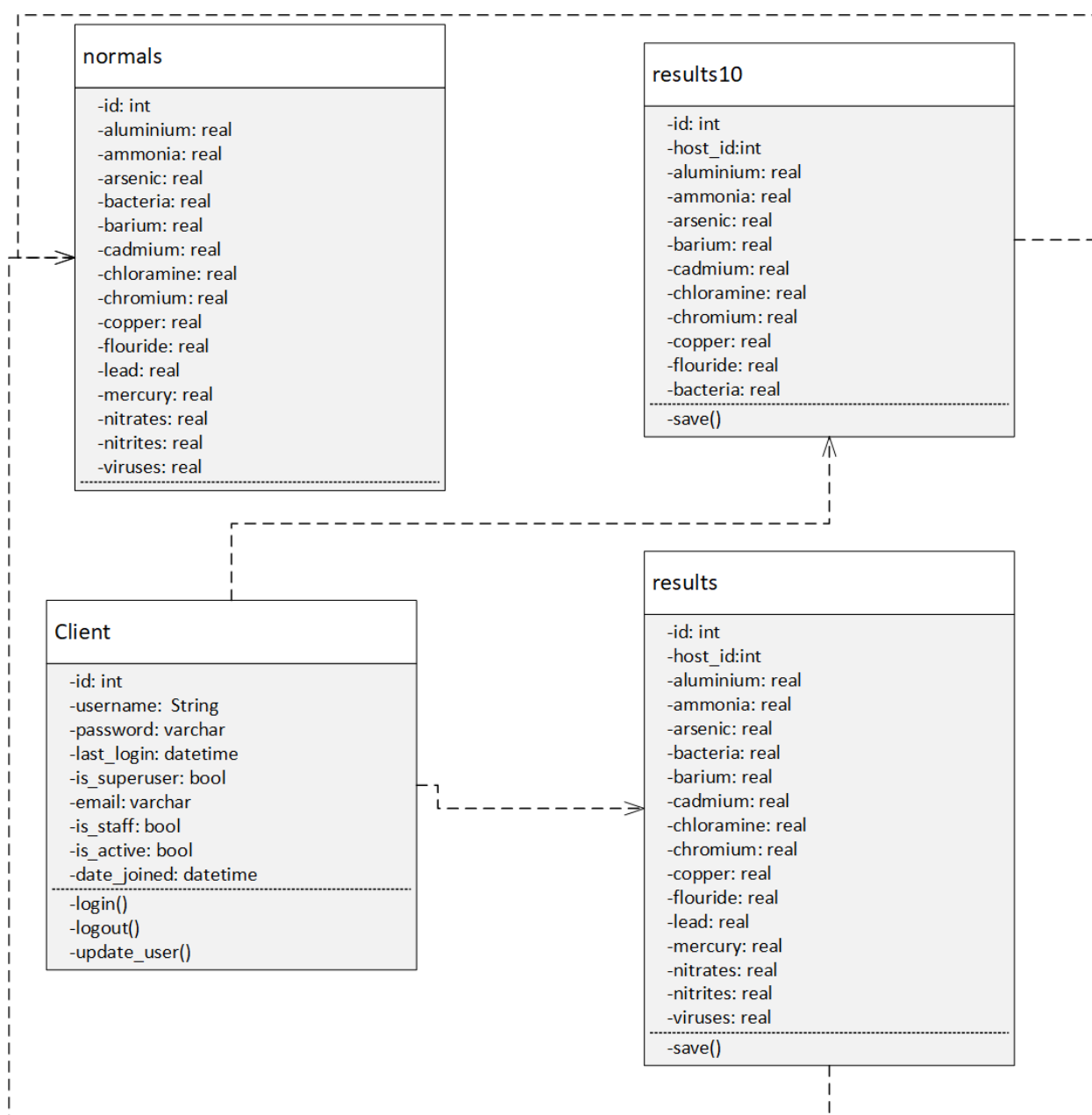


Рисунок 2.1 – UML - діаграма класів

## 2.2 Проектування структури бази даних інформаційної системи

Структура БД інформаційної системи контролю якості води (рис. 2.2).

Структура БД відображає кількість таблиць, які знаходяться в БД, їх зв'язки між собою та дані, що зберігаються в таблицях.

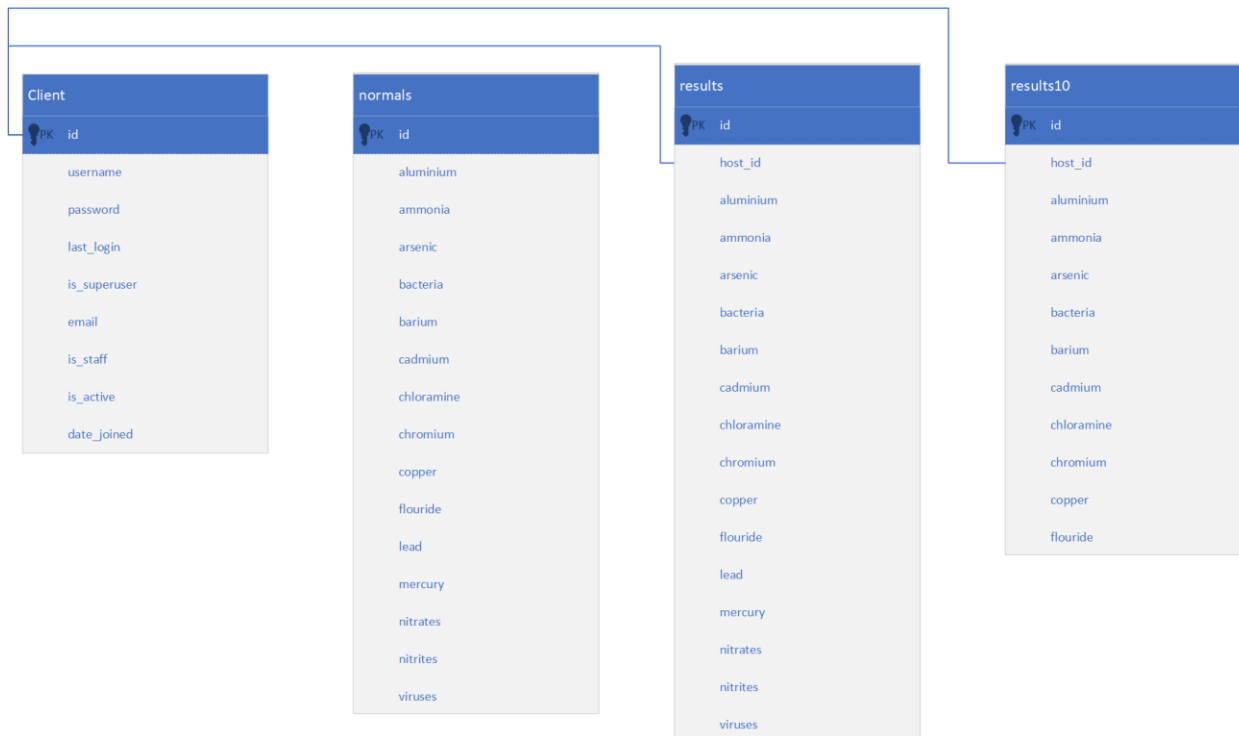


Рисунок 2.2 – структура БД

В нашій БД присутні 4 таблиці.

## 2.3 Використаний математичний апарат для побудови нейронної мережі

### 2.3.1 Алгоритм оновлення вагів зв'язків та зміщень

$$\Delta W_{jk} = +l \cdot E_k \cdot O_k(1 - O_k) \times O_j^T \quad (1)$$

$O_j$  – вихід попереднього шар

$l$  – коефіцієнт навчання

$$\Delta bias_{ok} = -l \cdot E_k \cdot O_k(1 - O_k) \quad (2)$$

$$O_k = \sigma(\sum_j W_{jk} \cdot O_j + W_{ok}) \quad (3)$$

$O_k$  – загальний вихід мережі

$$E_k = t_n - O_k \quad (4)$$

$t_n$  – еталонні значення

$$x = \sum_j W_{jk} \cdot O_j + W_{ok} \quad (5)$$

$$\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (6)$$

$\sigma(x)$  – сігмоїдальна функція активації

$$\begin{cases} W_{jk}^{now} = W_{jk}^{old} - l \frac{\partial E}{\partial W_{jk}} \\ bias_{ok}^{now} = bias_{ok}^{old} + l \frac{\partial E}{\partial W_{ok}} \end{cases} \quad (7)$$

$W_{jk}^{now}$  – оновлене значення ваги зв'язку

$W_{jk}^{old}$  – попереднє значення зв'язку

$bias_{ok}^{now}$  – оновлене значення зміщення

$bias_{ok}^{old}$  – попереднє значення зміщення

## 2.4 Архітектура мережі

Архітектура нейронної мережі являє собою повнозв'язну нейронну мережу з 10, або 15 вхідними нейронами, 76 нейронами прихованого шару та 2 нейронами вихідного шару.

### Висновки до другого розділу

Було спроектовано базу даних та модель інформаційної системи.

Описано математичний апарат для створення та навчання нейронної мережі.

Було розроблено архітектуру нейронної мережі.

Зокрема отримано результати моделювання інформаційної системи у вигляді UML-діаграм:

- Діаграма класів.
- ERD-діаграма.
- IDEF0-діаграма.

UML-діаграма класів – представляє статичні елементи, такі як класи, типи даних, їхній вміст і зв'язки. Також в цьому розділі було описано структуру та таблиці БД розробленої за темою курсової роботи (рис. 2.1).

ERD-діаграма – показує структуру бази даних із зв'язками полів.

IDEF0-діаграма це контекстна діаграма бізнес процесу.

## Розділ 3 ОПИС ІНТЕРФЕЙСУ ТЕХНОЛОГІЇ

### 3.1 Проектування інтерфейсу інформаційної системи

Сайт для замовлення аналізу води спочатку зустрічає користувачів головною сторінкою сайту на якій розміщено: назва, 5 кнопок(Головна сторінка, Реєстрація, Вхід, Елементи, Кабінет), номер для замовлення та адресу лабораторії (рис. 3.1).

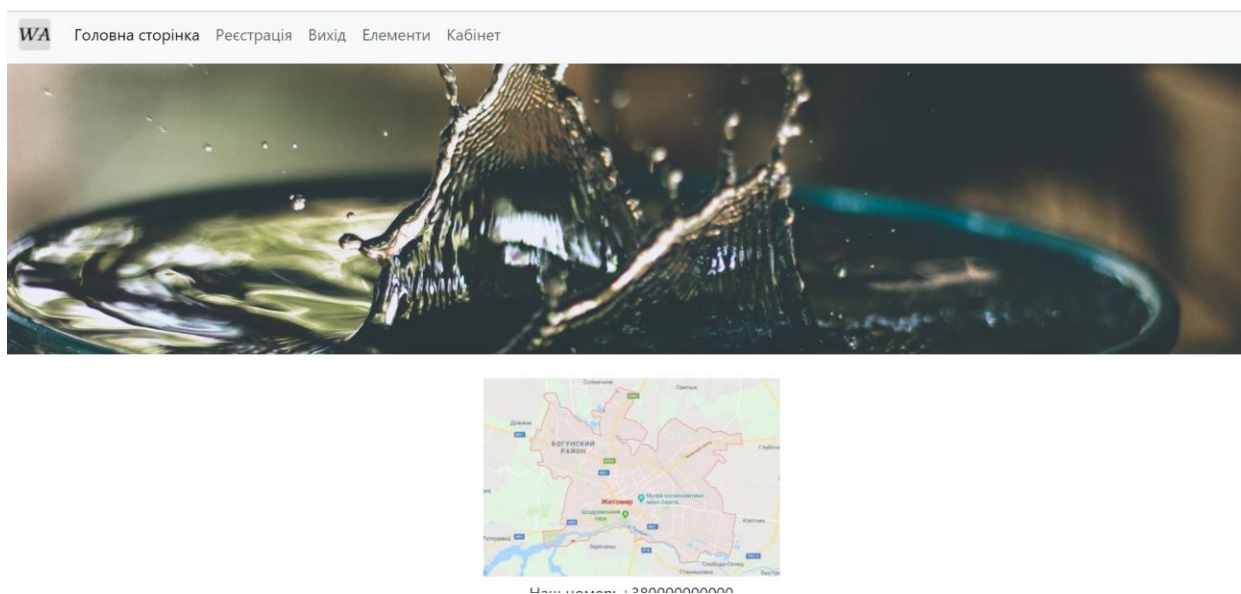
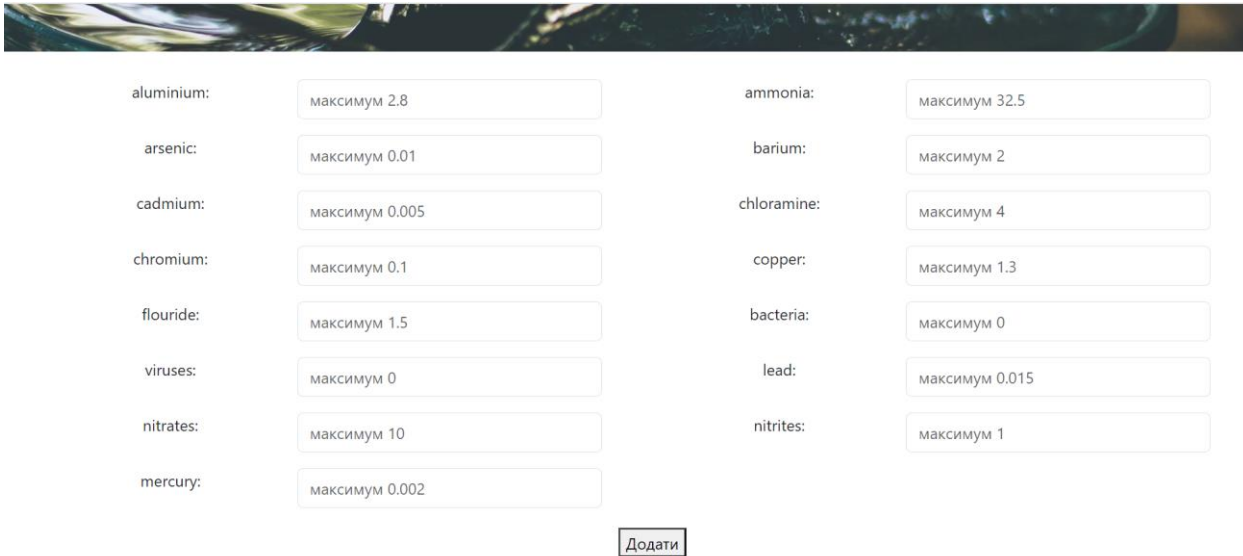


Рисунок 3.1 – Головна сторінка

Кнопка «Реєстрація» перенаправляє користувача на сторінку реєстрації для створення акаунту з особистим кабінетом(рис. 3.2).

Рисунок 3.2 – Реєстрація

Кнопка «Елементи» містить у собі поля для вводу показників користувачем з надписами максимальних значень показника (рис. 3.3).



aluminium:	максимум 2.8	ammonia:	максимум 32.5
arsenic:	максимум 0.01	barium:	максимум 2
cadmium:	максимум 0.005	chloramine:	максимум 4
chromium:	максимум 0.1	copper:	максимум 1.3
flouride:	максимум 1.5	bacteria:	максимум 0
viruses:	максимум 0	lead:	максимум 0.015
nitrates:	максимум 10	nitrites:	максимум 1
mercury:	максимум 0.002		

Рисунок 3.3 – Елементи



Кнопка «Кабінет» показує авторизованому користувачу звіт по аналізі води з кінцевою оцінкою, обрахованою нейронною мережею (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Особистий кабінет

### 3.2 Інструкція користувачу інформаційної системи

1) Першим кроком є вхід або реєстрація, які відбуваються за допомогою кнопок, для подальшої праці(рис. 3.5).

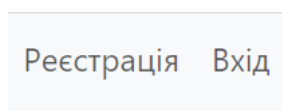


Рисунок 3.6 – Кнопки вхід та реєстрація

2) При реєстрації або вході потрібні лише ваш логін (наприклад: username), та пароль (111111).

3) Якщо ви натиснули на кнопку «кабінет» без попереднього входу вас перенаправить на сторінку входу. Після входу в акаунт у вас буде можливість переглянути в своєму кабінеті переглянути поточні результати, та побачити звіт з поточного аналізу води.

4) Для оформлення замовлення потрібно зв'язатися з спеціалістом за номером вказаним на головній сторінці (рис.3.7).

Наш номер: +380000000000

Наша пошта: gmail@gmail.com

### Рисунок 3.7 – Контакти спеціаліста

5) Після оформлення замовлення, клієнту потрібно віднести воду, яку він хоче проаналізувати, у відділення вказане на головній сторінці сайту (Рис 3.1), в чистій пластиковій пляшці.

6) Після проведення аналізу у лабораторії ви побачите уже внесені спеціалістом дані у ваш кабінет.

7) У вашому кабінеті з'являться результати замовленого аналізу та детальний звіт з аналізу.

### **Висновки до третього розділу**

У третьому розділі було спроектовано графічний інтерфейс користувача та описано створений функціонал. Розроблено інструкцію для користувачів.

Розділ містить у собі проект інтерфейсу сайту по аналізу води, який здатен: реєструвати, авторизувати користувачів, показувати їм результати аналізів у кабінеті, обраховувати придатність води та показувати місце розташування лабораторії.

Для нових клієнтів передбачена інструкція для користувачів описана в параграфі 3.2 кваліфікаційної роботи, з детально описаними кроками для роботи з компанією.

## ВИСНОВОК

В кваліфікаційній роботі розроблено інтелектуальну систему контролю якості води, яка представлена повнозв'язною двошаровою нейронною мережею.

Зокрема розроблено архітектуру нейронної мережі, яка забезпечує імовірність класифікації 0,88. Для можливості використання інтелектуальної системи розроблено інтерфейс користувача та забезпечено наступний функціонал:

- реєстрація користувача;
- авторизацію користувача;
- внесення даних в базу даних;
- браузерний вивід результатів обробки запиту якості води;

До переваг розробленої системи слід віднести високий рівень класифікації зашумлених вхідних даних.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) Значення якості питної води! Золочівська громада : веб-сайт. URL: <https://zolochivska.gromada.org.ua/news/1588139604/> (дата звернення: 15.11.2022).
- 2) Контроль якості води. Підручники : веб-сайт. URL: [https://pidru4niki.com/16790422/ekologiya/kontrol\\_yakosti\\_vodi](https://pidru4niki.com/16790422/ekologiya/kontrol_yakosti_vodi) (дата звернення: 15.11.2022).
- 3) Системи контролювання забруднення водного середовища. Студфайл : веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/9350265/page:9/> (дата звернення: 15.11.2022).
- 4) Якість води завжди під контролем. Водоканал : веб-сайт. URL: <http://surl.li/dremk> (дата звернення: 15.11.2022).
- 5) Діаграма послідовності. Флексбері : веб-сайт. URL: [https://flexberry.github.io/ru/fd\\_sequence-diagram.html](https://flexberry.github.io/ru/fd_sequence-diagram.html) (дата звернення: 15.11.2022).
- 6) Аналіз води основні показники. Хіманаліз : веб-сайт. URL: <http://surl.li/duhiv> (дата звернення 17.11.2022).
- 7) Діаграма класів. Вікіпедія : веб-сайт. URL: <http://surl.li/btufy> (дата звернення 17.11.2022).
- 8) UML для бізнес-моделювання. Евергрін : веб-сайт. URL: <https://evergreens.com.ua/ru/articles/uml-diagrams.html> (дата звернення 17.11.2022).
- 9) Шакура І.Ю., Застосунок аналізу якості води. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Інформаційні технології та моделювання систем», Житомир, березень 30, 2023. с.118.
- 10) Шакура І.Ю., Нейронна мережа класифікації якості води. Матеріали Міжнародної наукової-практичної конференції «Теоретико-практичні аспекти розвитку науки, освіти та суспільства», Рівне, квітень 28, 2023. с.76.