

Біомоніторинг якості води за допомогою Python і мідій на прикладі річки Вісла у Варшаві

Нікіта Горковський,

здобувач вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація: у роботі розглядається біомоніторинг води у Варшаві за допомогою мідій та Python. Мідії реагують на забруднення, а цифрові технології автоматизують аналіз даних. Використовуються машинне навчання, IoT та геоаналіз для точного моніторингу. Поєднання біологічних і цифрових методів підвищує ефективність екологічного контролю.

Ключові слова: біомоніторинг, мідії, якість води, Python, екологічний контроль, машинне навчання, IoT, геоаналіз, забруднення, водні екосистеми.

Біомоніторинг за допомогою мідій у Варшаві є одним із сучасних методів оцінки якості води, який базується на природних механізмах реакції живих організмів на зміни довкілля. Мідії, як біофільтратори, здатні накопичувати у своїх тканинах забруднюючі речовини, що дозволяє фахівцям аналізувати стан водних ресурсів безпосередньо за їхнім фізіологічним станом та поведінковими змінами. У Варшаві цей метод застосовується для моніторингу річки Вісла, а також для оцінки якості води в міських резервуарах, що є важливим елементом екологічного контролю.

Одним із ключових аспектів біомоніторингу є використання сучасних технологій для збору та аналізу даних. Серед таких інструментів важливу роль відіграє мова програмування Python, яка активно використовується в екологічних дослідженнях. Python дозволяє автоматизувати процес обробки даних, отриманих з датчиків, які відстежують реакцію мідій на зміни хімічного складу води. Наприклад, спеціальні алгоритми можуть аналізувати частоту відкриття і закриття стулок мідій, що є індикатором наявності токсичних речовин. Завдяки бібліотекам, таким як NumPy, Pandas та Matplotlib, науковці можуть ефективно обробляти великі обсяги екологічних даних, виявляти закономірності та створювати прогнози щодо змін у водних екосистемах. Це дає можливість оперативно реагувати на забруднення, зменшуючи їхній вплив на навколишнє середовище та здоров'я населення.

Python забезпечує інтеграцію з іншими сучасними технологіями, такими як машинне навчання та штучний інтелект, що дозволяє створювати складні моделі прогнозування змін у стані води. Завдяки використанню бібліотек, зокрема Scikit-learn, TensorFlow та Keras, можна реалізовувати алгоритми глибокого навчання для аналізу великих масивів даних, отриманих із сенсорів. Наприклад, нейронні мережі дозволяють розпізнавати закономірності в концентраціях

шкідливих речовин, що дає змогу виявляти потенційні джерела забруднення ще до того, як вони спричинять серйозні екологічні проблеми.

Використання алгоритмів кластеризації, таких як K-means або DBSCAN, дозволяє групувати отримані дані за певними характеристиками, наприклад, за рівнем концентрації забрудників або за місцем їхньої появи. Це допомагає точно визначати точки витоку забруднень у річку Вісла, що є критично важливим для розробки ефективних екологічних заходів. Наприклад, якщо система виявляє аномально високий рівень важких металів у певній ділянці річки, екологи можуть швидко провести додаткові дослідження та знайти джерело забруднення – чи то промислове підприємство, чи то неправильне скидання відходів.

Аналіз отриманих даних у реальному часі дає змогу не лише контролювати якість води, а й впроваджувати довгострокові стратегії збереження водних ресурсів. Наприклад, на основі історичних даних можна виявити сезонні зміни у складі води, що дозволяє передбачати пікові періоди забруднення та розробляти заходи з їхньої мінімізації. У Варшаві такі технології можуть використовуватися для моніторингу впливу міських стоків на річку Вісла та оцінки ефективності систем очищення води.

Ще одним перспективним напрямом є використання Python у розробці автоматизованих систем моніторингу, які працюють у режимі реального часу. Завдяки взаємодії з інтернетом речей (IoT), можна встановлювати спеціальні датчики у водоймах, які надсилатимуть дані про рівень забруднення, температуру, рН води та інші параметри на центральний сервер для подальшого аналізу. Наприклад, такі сенсори можуть бути прикріплені до штучно розміщених колоній мідій, які реагують на зміни у хімічному складі води та можуть слугувати біоіндикаторами її чистоти.

Для обробки цих даних можна використовувати Python-бібліотеки, такі як Pandas і NumPy, що дозволяють ефективно обробляти великі масиви інформації. Використовуючи Flask або FastAPI, можна створювати веб-інтерфейси для візуалізації отриманих даних у вигляді графіків, інтерактивних панелей управління та карт, що значно полегшує їхню інтерпретацію та сприяє оперативному прийняттю рішень. Наприклад, на інтерактивній карті можна в реальному часі відображати рівень забруднення різних ділянок Вісли та оперативно повідомляти про критичні відхилення екологічним службам.

Також Python застосовується для геопросторового аналізу, який дозволяє визначати райони з підвищеним рівнем забруднення та оцінювати вплив міських і промислових зон на екологічний стан водойм. За допомогою бібліотек, таких як GeoPandas, Folium та Rasterio, можна створювати інтерактивні карти, які відображатимуть поширення забруднень залежно від гідрологічних умов і розташування джерел забруднення. Наприклад, у випадку річки Вісла у Варшаві можна використовувати супутникові знімки та дані з дронів, оброблені за допомогою OpenCV і GDAL у Python, щоб виявляти ділянки, де концентрація забрудників найвища. Це дозволяє екологам оперативно реагувати на загрози та пропонувати ефективні рішення для очищення водойм.

Таким чином, поєднання Python, сучасних алгоритмів машинного навчання, IoT-технологій і біомоніторингу на основі мідій створює потужний інструмент для оцінки та покращення якості води у річці Вісла.

Застосування біомоніторингу за допомогою мідій у Варшаві є прикладом успішного поєднання біологічних методів і сучасних цифрових технологій. Це дозволяє не лише оцінювати екологічний стан водойм, але й своєчасно вживати заходи для покращення якості води. Використання Python у цьому контексті сприяє підвищенню точності аналізу, оптимізації процесів збору та інтерпретації даних, що робить біомоніторинг більш ефективним та доступним інструментом для екологічного контролю у великих містах. Таким чином, поєднання природних методів моніторингу та інноваційних технологій дозволяє зменшити негативний вплив забруднення, забезпечуючи довготривале збереження екологічної рівноваги у водних екосистемах.

Список використаних джерел:

1. Мідії як тест для аналізу води у Варшаві: У Варшаві молюсків використовують для аналізу якості водопровідної води, застосовуючи метод біомоніторингу. Facebook. URL: https://www.facebook.com/aquatechnicalsystems/posts/730514585213325/?utm_source=chatgpt.com.
2. Кітова Т. Люди експлуатують крихітних молюсків для перевірки якості води: що відбувається (відео). ФОКУС. URL: https://focus.ua/uk/technologies/675240-lyudi-ekspluatuyut-krihitnih-molyuskiv-dlya-perevirki-yakosti-vodi-shcho-vidbuvayetsya-video?utm_source=chatgpt.com.
3. Мідії на варті питної води: досвід Польщі. Joy-Pup. URL: https://joy-pup.com/ua/science-ua/midiji-na-varti-pitnoji-vodi-dosvid-pol/?utm_source=chatgpt.com.

Abstract: *The paper examines water biomonitoring in Warsaw using mussels and Python. Mussels react to pollution, while digital technologies automate data analysis. Machine learning, IoT, and geospatial analysis are used for precise monitoring. The combination of biological and digital methods enhances the efficiency of environmental control.*

Keywords: *biomonitoring, mussels, water quality, Python, environmental control, machine learning, IoT, geospatial analysis, pollution, aquatic ecosystems.*

Науковий керівник:

Пархоменко О. Ю.,

*к. ф.-м. н., доцент кафедри економічної кібернетики,
комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
Миколаївський національний аграрний університет*