

## ПІДХОДИ ДО ОПЕРАТИВНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

<sup>1</sup> Національний університет «Львівська політехніка»

### *Анотація*

*Запропоновано підходи до оперативного оцінювання параметрів забруднення водного середовища на основі використання технології Інтернету Речей.*

**Ключові слова:** оперативне оцінювання, водне середовище, забруднення, ультразвук, сенсори, технологія IoT, багаторазово відбиті акустичні сигнали.

### *Abstract:*

*Approaches to operative estimation of parameters of pollution of water environment on the basis of use of technology of the Internet of Things are offered.*

**Keywords:** operational assessment, aquatic environment, pollution, ultrasound, sensors, IoT technology, repeatedly reflected acoustic signals.

### **Вступ**

Важко переоцінити потребу у створенні пристрою, який здійснюватиме достовірне оцінювання параметрів водного середовища [1–3]. Такий пристрій дасть можливість оперативно визначити параметри та місце дислокації джерела забруднення навколишнього середовища. Це дасть можливість розробити шляхи їх ліквідації.

**Метою роботи** є формування підходів до створення пристрою для оперативного оцінювання параметрів забруднення водного середовища.

### **Результати дослідження**

Використання більшої кількості сенсорів призводить до збільшення достовірності результату оцінювання забруднення водного середовища та зменшення екологічної небезпеки акваторії. Нині визначення параметрів середовища є достовірними при їх проведенні в лабораторних умовах. Тому, навпаки, використання результатів вимірювання в натурних умовах може надавати не зовсім правдиву, а також деколи і суперечливу інформацію. Тому виникає необхідність у розробленні вимірювального каналу, особливостями якого є найбільша інваріантність отриманих результатів до умов експерименту.

На думку авторів, підвищення достовірності результатів вимірювання кожного із використовуваних сенсорів може дати метод вимірювання, який проводить аналіз властивостей середовища, опираючись на взаємодію ультразвукової хвилі із середовищем. Ультразвукова хвиля, проходячи через середовище, є носієм «портрету» цього середовища. Особливостями такого методу із таким каналом вимірювання є складна його апаратна реалізація та незалежність від умов його використання. На точність вимірювання параметрів таким пристроєм можуть мати вплив зміни геометрії самого пристрою, зовнішні умови, значення тиску досліджуваного середовища та його температура у діапазоні 0–40 °С. Значення тиску та температури середовища добре вимірюють первинними перетворювачами та вносяться як параметр корекції до результатів вимірювання, отриманих ультразвуковим каналом.

Комплексний аналіз параметрів водного середовища, здійснюють з допомогою вагового опрацювання результатів вимірювання. Вихідний параметр можна представити таким виразом:

$$Z = [f_1 \times P_1] \times y_1 + [f_2 \times P_2] \times y_2 + \dots \dots [f_n \times P_n] \times y_n,$$

де:  $Z$  – рівень екологічної небезпеки для водного середовища;  
 $f_1, f_2, \dots, f_n$  – функції, які описують імовірнісне знаходження вимірювальних параметрів у очікуваному діапазоні, виходячи із результатів вимірювання ультразвуковим каналом;  
 $P_1, P_2, \dots, P_n$  – результати вимірювання іншими електричними сенсорами;  
 $y_1, y_2, \dots, y_n$  – функція, яка описує рівень екологічної небезпеки вимірюваного параметра, отриманого вимірювальним каналом.

Параметри функцій вибираються, виходячи із екологічних вимог, і можуть бути різними під час моніторингу тих чи інших ареалів забруднення.

Вимірювальний пристрій для визначення параметрів водного середовища побудовано на основі технології Інтернету речей, апаратно містить програмно-апаратні засоби керування процесами вимірювання та сенсорами, засоби попереднього опрацювання результатів вимірювання і передавання інформації та сервер, хмару, сховище даних [4].

Звернемо увагу, що використання апаратних засобів попередньої обробки результатів вимірювань призводить до деякого ускладнення та здорожчання вимірювального пристрою в цілому. Але і водночас надає певні переваги у випадку вимірювання параметрів водного середовища, коли воно зводиться до точного вимірювання часових параметрів сигналів, особливо під час зміни форми обвідної багаторазово відбитих акустичних сигналів [5].

### Висновки

Встановлено, що запропонований підхід дає змогу підвищити загальну точність визначення оперативного оцінювання параметрів забруднення водного середовища на основі використання методу Інтернету речей.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Погребенник В.Д. Оперативне вимірювання інтегральних параметрів водного середовища та донних відкладів: Монографія / В. Д. Погребенник. — Львів : СПОЛОМ, 2011. — 280 с.
2. Погребенник В. Д., Романюк А. В. Комп'ютерні вимірювально-інформаційні системи для оперативного екологічного моніторингу водного середовища: Монографія / В. Д. Погребенник, А. В. Романюк. — Львів, : Вид-во Львівської політехніки, 2013. — 160 с.
3. Pohrebennyk V. Improving the accuracy of operative control parameters of water environment. Monograph «WATER SECURITY» / V. Pohrebennyk. — Mukolaiiv: PMBSNU — Bristol: UWE, 2016. Editors: prof. Olena Mitryasova, prof. Chad Staddon. — P. 142-154.
4. Бондаренко Н. Побудова Системи Моніторингу та Керування Станом Навколишнього Середовища на Основі Технології ІоТ / Н.Бондаренко. — ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, матеріали міжнародної науково-практичної конференції 15–20 травня 2017 року. — Івано-Франківськ, Вид-во: п. Голіней О.М., 2019. — С. 65-68.
5. Патент України на винахід 116643, G01N 29/34, G01N 29/22, G01N 29/44, G01N 29/07, G01N 29/024. Спосіб вимірювання концентрації домішок у речовині та пристрій для його реалізації / Погребенник В. Д., Пташник В. В., Крайківський Р.С. — Заявл. 27.07.2015; опубл. 25.04.2018. — 8/2018.

**Погребенник Володимир Дмитрович** — докт. техн. наук, проф. кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: vpohreb@gmail.com

**Крайківський Ростислав Степанович** — провідний інженер кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка»,

**Pohrebennyk Volodymyr D.** — Department of Ecological Safety and Nature Protection Activity of Lviv Polytechnic National University, e-mail: vpohreb@gmail.com

**Kraikivskii Rostyslav S.** — Senior Engineer, Department of Ecological Safety and Nature Protection Activity of Lviv Polytechnic National University, email : ro\_gate@i.ua