

ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ ДРОНІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ СТАНУ РІЧОК

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Водні дрони є новим інструментом для контролю стану річок і водних екосистем. Вони можуть бути оснащені різними датчиками, що дозволяє збирати дані про водні об'єкти, такі як температура води, рівень забруднення, кількість риби та інші важливі параметри.

У роботі розглянуто та описано використання водних дронів для контролю стану річок. Особливо приділена увага видам водних дронів, їх будові та датчикам якими вони оснащені. Також розглянуто переваги використання водних дронів над іншими методами контролю стану річок.

Ключові слова: водні дрони, контроль стану річок.

Abstract

Water drones are a new tool for monitoring the state of rivers and aquatic ecosystems. They can be equipped with various sensors, which allows collecting data on water bodies, such as water temperature, water pollution level, fish numbers, and other important parameters.

This work reviews and describes the use of water drones to monitor the state of rivers. Particular attention is paid to the types of water drones, their structure, and the sensors they are equipped with. The advantages of using water drones over other methods of river monitoring are also considered.

Keywords: water drones, monitoring the state of rivers.

Вступ

Адекватне використання, управління та збереження водних ресурсів мають вирішальне значення для виживання людини та навколишнього середовища. Моніторинг якості води та екології є важливим для розуміння, моделювання та прогнозування гідрологічних процесів, а також для забезпечення адекватного управління навколишнім середовищем та прийняття рішень, щоб протистояти різним викликам і проблемам у кожному регіоні. Щоб забезпечити збереження водних ресурсів та екологічних середовищ існування, європейські нормативні акти (наприклад, водна рамкова директива) вимагають широкого моніторингу та класифікації водних об'єктів на основі екологічних показників, а також встановлюють високі стандарти для дотримання. Доступність даних і готовність до використання є вирішальними для забезпечення управління водними ресурсами в реальному часі. Існує зростаючий попит на інноваційні та ефективні методи та підходи, які можуть використовувати переваги високого потенціалу нових технологій, які стають все більш доступними для професіоналів з різних областей [1].

Водні дрони стають доступними та інтуїтивно зрозумілими інструментами, які можуть зіграти важливу роль в управлінні водними ресурсами. Було помічено, що в багатьох ситуаціях, використання водних дронів дозволяє отримувати інформацію, яку було б дорого або навіть неможливо отримати іншими методами, і забезпечує унікальну комбінацію тривимірних даних і підводних кадрів/зображень [1].

Метою роботи є дослідження використання водних дронів для контролю стану річок.

Результати дослідження

В даний час моніторинг якості води в основному проводиться шляхом збору проб для аналізу в лабораторіях, які іноді доповнюються статичними безперервними датчиками для певних параметрів. Ці методи є трудомісткими, дорогими та дають результати лише через кілька днів або тижнів, і тому нездатні відобразити швидкі зміни в навколишньому середовищі. Статичні датчики якості води можуть забезпечити цінні часові ряди сезонних коливань параметрів, але вимагають частого

обслуговування, мають високу вартість і короткий термін служби. З цих причин лише кілька блоків встановлюються в певних місцях водних об'єктів (наприклад, поблизу входів водопостачання), що призводить до високих витрат і неефективності моніторингу великих територій. Екологічні дослідження та перевірка підводних об'єктів та інфраструктури часто виконуються водолазами або шляхом візуальних спостережень та ручного збору проб [1].

Збір даних за допомогою датчиків, пристроїв для відбору проб та обладнання для обробки зображень у поєднанні з мобільними платформами поступово стає все більш поширеним, оціненим і доступним, з новими застосуваннями та використанням у водному секторі, що вивчаються щодня.

Останніми роками безпілотні водні транспортні засоби стають все більш доступними для водохозяйств. Це результат швидкого розвитку та зниження цін на компоненти, що підживлюється розробками IoT (Інтернет речей), пов'язаними з ринком дронів і розумних датчиків. Однак, незважаючи на всі переваги, агентства та органи влади з управління водними ресурсами все ще віддають пріоритет традиційним методам (наприклад, точковому відбору проб), хоча безпілотні інструменти вже здатні надавати важливу інформацію про неоднорідність параметрів якості води в різних масштабах.

Водні дрони - це автономні засоби з гідродинамічною структурою, що дозволяють пересуватися в різних водах. Це інноваційна технологія, яка дозволяє отримати більш повну та точну інформацію про водні об'єкти та контролювати їхній стан з метою збереження та охорони навколишнього середовища. Застосування водних дронів може бути корисним для проведення різних досліджень, зокрема в галузі біології, геології, гідрології та інших наук. Вони обладнані датчиками, які забезпечують набір інформації про параметри води, такі як температура, рН, концентрація розчинених речовин і інші характеристики. Вони зазвичай мають подібну конструкцію до повітряних дронів, з тією лише відмінністю, що основним їх робочим середовищем є вода. Водні дрони використовуються для досліджень різних водойм, слідкування за станом річок, озер та інших водних об'єктів, а також для збирання різних даних про водойми. Завдяки своїй конструкції водні дрони можуть здійснювати роботу в важкодоступних місцях та ризикових умовах, куди людина не може безпечно потрапити.

Контроль стану річок, озер та інших водойм є дуже важливим завданням у зв'язку зі зміною клімату та забрудненням навколишнього середовища. Завдяки використанню водних дронів можна отримати більш повну та точну інформацію про стан водних об'єктів та забруднення в них, що дозволяє більш ефективно вести контроль та приймати рішення щодо їх очищення та відновлення екосистеми. Також водні дрони можуть бути корисні для попередження повеней та інших природних катастроф, які пов'язані з водними ресурсами.

Усі водні дрони відрзняються своєю формою та будовою, проте у кожного, зазвичай, основні елементи залишаються схожими:

1. Корпус водного дрона зазвичай виготовляється з легкої, але міцної матерії, такої як карбонові волокна, або пластику. Корпус має водонепроникність та здатність до плавання на поверхні води, що дозволяє водному дрону рухатись без потреби занурення.

2. Двигуни водного дрона забезпечують його рух по воді та контролюють його плавання. Вони можуть бути електричними або газовими, залежно від моделі водного дрона. Електричні двигуни зазвичай є більш екологічними та менш шумними, що робить їх ідеальним вибором для дронів, які використовуються для контролю стану річок.

3. Джерела живлення водних дронів можуть бути різними - від батарей до сонячних панелей. Для водних дронів, які використовуються для тривалої місії контролю стану річок, зазвичай використовуються батареї, які забезпечують довгий час автономної роботи.

4. Контролери водного дрона - це обчислювальні пристрої, які забезпечують його стабільність та можливість виконання різних маневрів. Вони підтримують зв'язок з датчиками та передають дані до бази даних.

Кожен водний дрон має свої певні технічні характеристики, що надають їм різні переваги і обмеження. Наприклад: конфігурації силової установки та занурення варіюються від використання одного гвинта, керма для керування та баластної цистерни для занурення до векторної конфігурації підрулювача, яка дозволяє рухатися в кількох напрямках. Безпілотники або прив'язані, з відео в режимі реального часу, або керуються бездротовим способом за допомогою радіосигналів. Деякі з моделей мають такі функції, як можливість установити фіксовану глибину та/або фіксований напрямок, який автоматично підтримується за допомогою саморегулювання швидкості двигунів на

основі обробки в реальному часі бортового датчика тиску і компасу [1].

Однак, на даний момент водні дрони для контролю стану річок мають свої обмеження. Зокрема, їх ефективність залежить від погодних умов та глибини води, до того ж вони потребують високої кваліфікації операторів. Також важливо враховувати аспекти безпеки та конфіденційності даних, що збираються в процесі моніторингу.

Водні дрони часто класифікують за такими параметрами:

1. Розмір: водні дрони можуть бути малими, середніми та великими в залежності від їхньої габаритної характеристики. Малі водні дрони зазвичай використовуються для моніторингу малих водних ділянок, тоді як великі дрони можуть використовуватися для охоплення великих річкових систем;

2. Тип підводного засобу передачі даних: цей параметр описує тип засобу передачі даних між водним дроном та земними станціями або замовником. Водні дрони можуть використовувати радіо-, звукову та оптичну передачу даних;

3. Тип харчування: водні дрони можуть працювати на акумуляторах або ж використовувати генератори дизельного палива або газу. Вибір типу харчування залежить від потреби у тривалості роботи водного дрона у воді;

4. Здатність до автономної роботи: цей параметр описує, наскільки водний дрон може функціонувати без участі оператора. Деякі водні дрони можуть працювати повністю автономно, а інші потребують постійного контролю з боку оператора.

5. Призначення: деякі водні дрони можуть бути спеціально розроблені для певних завдань, наприклад, вимірювання рівня забруднення води або виявлення аварійних ситуацій.

6. Глибина пірнання: водні дрони можуть мати різні рівні глибини пірнання в залежності від їхньої конструкції та використовуваних матеріалів.

На рисунку 1.1 зображено різні види водних дронів, які використовуються для контролю за станом річок та інших водойм і оснащені певними вимірювальними пристроями.



(a)



(b)



(c)



(d)

Рисунок 1.1 – Види водних дронів для контролю за станом річок

Найбільш очевидною перевагою використання водних дронів є їх здатність забезпечувати високоякісне візуальне зображення водного середовища. Підводні дрони оснащені камерами високої роздільної здатності та складними датчиками зображення, які дозволяють робити детальні зображення водойм. Це полегшує моніторинг якості води, спостереження за водним життям і відстеження змін у водному середовищі з часом [2].

Більшість дронів мають вбудовані камери, але часто, з дронами використовуються додаткові камери через їхню якість відео та універсальність для підводного відеозапису. Вони забезпечують широкий кут огляду та автоматичне налаштування фокусування, яскравості, контрастності та насиченості кольору. Залежно від потреб кожного завдання, камери розміщуються під, над або попереду дрона. В якості джерел світла використовуються різні світлові системи для поліпшення підводної візуалізації при роботі в умовах слабого освітлення під водою.

Поєднання водних дронів із різноманітним обладнанням дозволяє збирати високочастотні багатовимірні дані про численні параметри навколишнього середовища та якості води, а також отримувати візуальне уявлення про підводне середовище та екосистеми.

Дрони мають унікальну перевагу в тому, що вони здатні збирати дані в реальному часі з низки датчиків, включаючи мультиспектральні, NIR та LIDAR, забезпечуючи точні показники чистоти води. Швидкий і доступний збір таких великих даних може зіграти важливу роль у розробці та реалізації політики управління водними ресурсами [3].

Датчики є надзвичайно важливими елементами водних дронів для контролю стану річок. Вони забезпечують збір різноманітної інформації про водні системи, що необхідні для аналізу екологічної ситуації у водних об'єктах. Оскільки збір даних про водні системи має велике значення для визначення їхнього стану та розвитку екологічних стратегій, датчики мають бути надійними та точними. Вони повинні бути здатними працювати у важких умовах, таких як: висока температура, вологість, високий тиск, вібрації та інші фактори, які можуть впливати на їхню роботу.

Досить важливою умовою є те, що датчики повинні бути легкими та компактними, щоб їх можна було легко встановлювати та знімати з водних дронів. Також їх можна додатково обладнати засобами безпеки, такими як захист від корозії, що забезпечує довговічність роботи датчиків.

Сучасні датчики та зонди дозволяють контролювати такі параметри якості води, як тиск, глибина, температура, електропровідність, вміст нітратів, амонію, розчиненого кисню та каламутності, хлорофіла та фікоціаніна. Датчики, зокрема іоноселективні електроди (ISE — нітратний і амонійний), потребують частого калібрування для забезпечення точних вимірювань.

У водних дронах для контролю стану річок можуть використовуватись різноманітні датчики залежно від того, яку інформацію потрібно зібрати. Ось кілька прикладів датчиків, які можуть використовуватись у водних дронах:

1. Гідрологічні датчики – ці датчики збирають інформацію про рівень води, швидкість потоку, температуру води та інші параметри, що відносяться до гідрології. Вони допомагають оцінити стан водного середовища та передбачити можливі повені та інші природні катастрофи;

2. Датчики температури: вони дозволяють вимірювати температуру води в річці на різних глибинах. Ці дані можуть бути корисні для вивчення температурного режиму річки, а також для визначення зон, де відбувається забруднення води;

3. Датчики турбідності: – вони дозволяють вимірювати ступінь затемнення води, що може бути зумовлено наявністю розчинених та підвісних частинок у воді. Ці дані можуть бути корисні для вивчення ступеня забруднення води різними речовинами;

4. Датчики якості води – ці датчики вимірюють такі параметри, як рівень кисню, рівень розчинених речовин, рН та інші параметри якості води. Вони допомагають оцінити, чи є вода в річці безпечною для використання, а також дозволяють виявляти забруднення;

5. Датчики рівня води: вони дозволяють вимірювати висоту рівня води в річці на різних ділянках. Ці дані можуть бути корисні для прогнозування повеней та затоплень;

6. Датчики зображення – ці датчики можуть бути використані для збору зображень річок, що дозволяє оцінити стан річкової долини, виявити затоплені території, а також допомагає встановити точний розмір річок та річкових каналів;

7. Датчики вітру: вони дозволяють вимірювати швидкість та напрямок вітру над поверхнею води. Ці дані можуть бути корисні для вивчення гідродинаміки річки та прогнозування розповсюдження забруднення;

8. Акустичні датчики – ці датчики можуть використовуватись для збору звукової інформації, що дозволяє визначити швидкість потоку води та інші параметри.

На рисунку 1.2 зображено приклад датчиків для визначення якості води, які можуть використовуватись водними дронами.



Рисунок 1.2 – Приклад датчиків для визначення якості води

Використання різних типів датчиків у водних дронах дозволяє отримувати комплексну інформацію про стан річки та її довкілля, що забезпечує більш точні дані для подальшого аналізу та прийняття рішень.

Висновки

Водні дрони є потужним інструментом для контролю стану річок. Вони дозволяють збирати значну кількість даних з різних датчиків та зображень, що дозволяє оцінити стан річок та їх вплив на навколишнє середовище.

Застосування водних дронів для контролю стану річок є сучасним і ефективним методом, який може допомогти зберегти навколишнє середовище та забезпечити збалансовану експлуатацію водних ресурсів. Водні дрони можуть бути використані для контролю різних параметрів, таких як рівень води, температура води, якість води, рух та склад річкового дна.

Оскільки водні дрони здатні легко досліджувати недоступні місця для людини, вони можуть допомогти виявити джерела забруднення та інші проблеми у водних екосистемах. Це може допомогти уникнути серйозних наслідків для навколишнього середовища та забезпечити безпеку водних ресурсів.

Крім того, водні дрони можуть бути використані для збору даних та моніторингу водних систем в режимі реального часу, що дозволяє швидко реагувати на зміни та приймати рішення на основі актуальної інформації. Це може допомогти зменшити затрати на моніторинг та операційну діяльність, збільшити точність та ефективність роботи.

У зв'язку з тим, що водні дрони є новітньою технологією, цей підхід ще не є повністю впровадженим у практику, існує потреба в подальшому дослідженні та вдосконаленні. Однак, в цілому, застосування водних дронів для контролю стану річок є перспективним та має значний потенціал для покращення стану навколишнього середовища та забезпечення сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Innovative Water Quality and Ecology Monitoring Using Underwater Unmanned Vehicles: Field Applications, Challenges and Feedback from Water Managers [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/4/1196>.
2. The Advantages of Underwater Drones for Aquatic Agriculture and Aquaculture [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ts2.space/en/the-advantages-of-underwater-drones-for-aquatic-agriculture-and-aquaculture>.
3. The use of drones by local governments: collecting data for monitoring rivers and streams [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://skopjelab.medium.com/the-use-of-drones-by-local-governments-collecting-data-for-monitoring-rivers-and-streams-2c3fd9c46969>.

Лобода Максим Олександрович — студент групи ІСТ-206, кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: loboba12392@gmail.com

Науковий керівник: **Кулик Ярослав Анатолійович** – к.т.н., доцент кафедри Автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kulyk.y.a@vntu.edu.ua

Loboda Maksym Oleksandrovych — Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: loboba12392@gmail.com

Supervisor: **Kulyk Yaroslav Anatoliyovych** – Associate Professor of Automation and Intelligent Information Technologies Department, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kulyk.y.a@vntu.edu.ua