

Шифр:
НЕЙТРОН

**БЛОК МОНИТОРИНГУ СТАНУ ВОДИ БІЗПЛОТНИМ
ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ**

АНОТАЦІЯ

На сьогодні безпілотні літальні апарати стрімко входять у всі сфери людського життя та займають значні сегменти ринку.

Під безпілотними літальними апаратами згідно термінології слід розуміти будь-які авіаційні літальні апарати без пілота (екіпажу) на борту, призначені для виконання завдань, які властиві пілотованим літальним апаратам.

Безпілотні літальні апарати характеризуються такими перевагами над пілотованою авіатехнікою, як: відсутність в необхідності в екіпажі та системах його життєзабезпечення, аеродромах; відносна невисока вартість і низькі витрати на їх створення, виробництво та експлуатацію; порівняно незначні масогабаритні параметри в поєднанні з високою надійністю, значною тривалістю і дальністю польоту, маневреністю та переліком цільового спорядження, яке може бути розміщене на борту, тощо.

За допомогою безпілотних літальних апаратів почали доставляти товари, проводити відео- та фотозйомку, дистанційне зондування, наукові дослідження, пошуки та рятування. Безпілотні літальні апарати широко використовуються в комерційних та цивільних цілях, включаючи пожежогасіння, будівництво, доставку, страхові виплати, сільське господарство та дослідження водного середовища.

Оскільки водні ресурси як в світі, так і в Україні обмежені та постійно страждають від забруднень існує необхідність в їхньому постійному аналізі та моніторингу. Це чудово можуть виконувати БПЛА.

Метою роботи є підвищення точності аналізу стану води шляхом розробки відповідного вимірювального блоку для безпілотного літального апарату на основі залежності показника заломлення від густини води при певній температурі.

Завдання наукової роботи:

– проаналізувати існуючі безпілотні літальні апарати, їх види, ознаки та характеристики;

– визначити характеристики безпілотних літальних апаратів, які можуть дозволити їх використання для дослідження водного середовища;

– проаналізувати існуючі безпілотні літальні апарати, які володіють характеристиками, що дозволяють їх використання для дослідження водного середовища;

– розробити блок моніторингу стану води бізпілотним літальним апаратом.

Робота складається з 4-х розділів, обсягом 30 сторінок, містить 14 рисунків та 3 схеми, використовується 19 джерел.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, водне середовище, аналіз, кількісний склад

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1.КЛАСИФІКАЦІЯ БЕЗПЛОТНИХ ДІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ.....	5
2. ВИБІР ТИПУ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	11
3. ОГЛЯД ВІДОМИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩ.....	12
3.1. Розробка вчених Томського університету системи управління та іоелектроніки (ТУСУР).....	12
3.2. Aquatic Micro Air Vehicle (AquaMAV).....	13
3.3. Loon Copter.....	14
4. РОЗРОБКА БЛОКУ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	16
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	28

ВСТУП

Україна володіє повним циклом створення авіаційної техніки і займає значне місце на світовому авіаційному ринку в секторі транспортної та регіональної пасажирської авіації, що дозволяє розробляти та виробляти авіаційну техніку за такими напрямками, як літакобудування, бортове радіоелектронне обладнання, орієнтоване на використання супутникових систем зв'язку, навігації та спостереження, надлегкі й легкі літальні апарати, вертольотобудування, безпілотні літальні апарати (БПЛА) [1].

БПЛА впроваджуються на всіх сферах людських інтересів, причому відзначається виникнення сфер застосування, де БПЛА не мають пілотованої альтернативи [3]. У зв'язку з викладеним не викликає жодних сумнівів в широкій різноманітності БПЛА як в сферах їх застосування, так і в завданнях, які перед ними ставлять.

Ця різноманітність зумовлена технологічністю БПЛА, яка характеризується ознаками, що визначають види цих літальних апаратів, причому збільшення сфер їх використання відповідно породжує збільшення кількості цих ознак. Яскравим прикладом даного технологічного розвитку є використання БПЛА дослідження водного середовища. Це один із самих перспективних напрямків. Визначення типу БПЛА, який би поєднував всі основні характеристики літальних апаратів для дослідження водного середовища, та відповідної системи дозволить значно пришвидшити і автоматизувати процес аналізу стану води.

1. КЛАСИФІКАЦІЯ БЕЗПЛОТНИХ ДІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

З огляду на широке поширення та функціональність БПЛА, вони характеризуються різноманітними ознаками, які наведені на рис. 1.1, а саме за типом системи управління, за масою, за масштабом завдань, за паливною системою, за типом крила, за тривалістю польоту, за практичною стелею польоту, за типом літального апарату, за базуванням, за правилами польотів, за кількістю використань, за типом паливного баку, за радіусом дії, за максимальною швидкістю польоту, за кількістю двигунів, за використанням, за напрямком підйому/посадки, за типом підйому/посадки, за часом одержання зібраної інформації.

Тип системи управління визначає вид БПЛА. Дистанційно пілотовані літальні апарати керуються безпосередньо оператором в межах видимості через наземну станцію. Вони обладнані цифровим каналом передачі даних, які можуть передаватися на землю в режимі реального часу в межах прямої видимості або через супутниковий канал зі швидкістю до 50 Мбіт/с [4]. Дистанційно керовані працюють автономно, але можуть керуватися пілотом, який використовує лише зворотній зв'язок через інші підсистеми контролю. Такі літальні апарати містять аналоговий та цифровий канали, причому перший забезпечує стабільну передачу інформації на відстань до 40 км, а другий – до 15 км [5]. Автоматичні літальні апарати виконують попередньо запрограмовані дії. На БПЛА такого типу розміщується комплексні системи автоматичного пілотування з GPS приймачами, гіроскопами, акселерометрами, різноманітними датчиками, що дозволяє працювати в режимі реального часу та передавати дані по каналу зв'язку з частотою 1 МГц [6]. Дистанційно керовані авіаційні системи керуються вбудованими системами, наприклад UASAnalyzer [7, 8].

Маса БПЛА поділяє їх на малорозмірні – до 200 кг, середньорозмірні – 200-2000 кг, великорозмірні – 2000-5000 кг, важкі – більше 5000 кг [9].

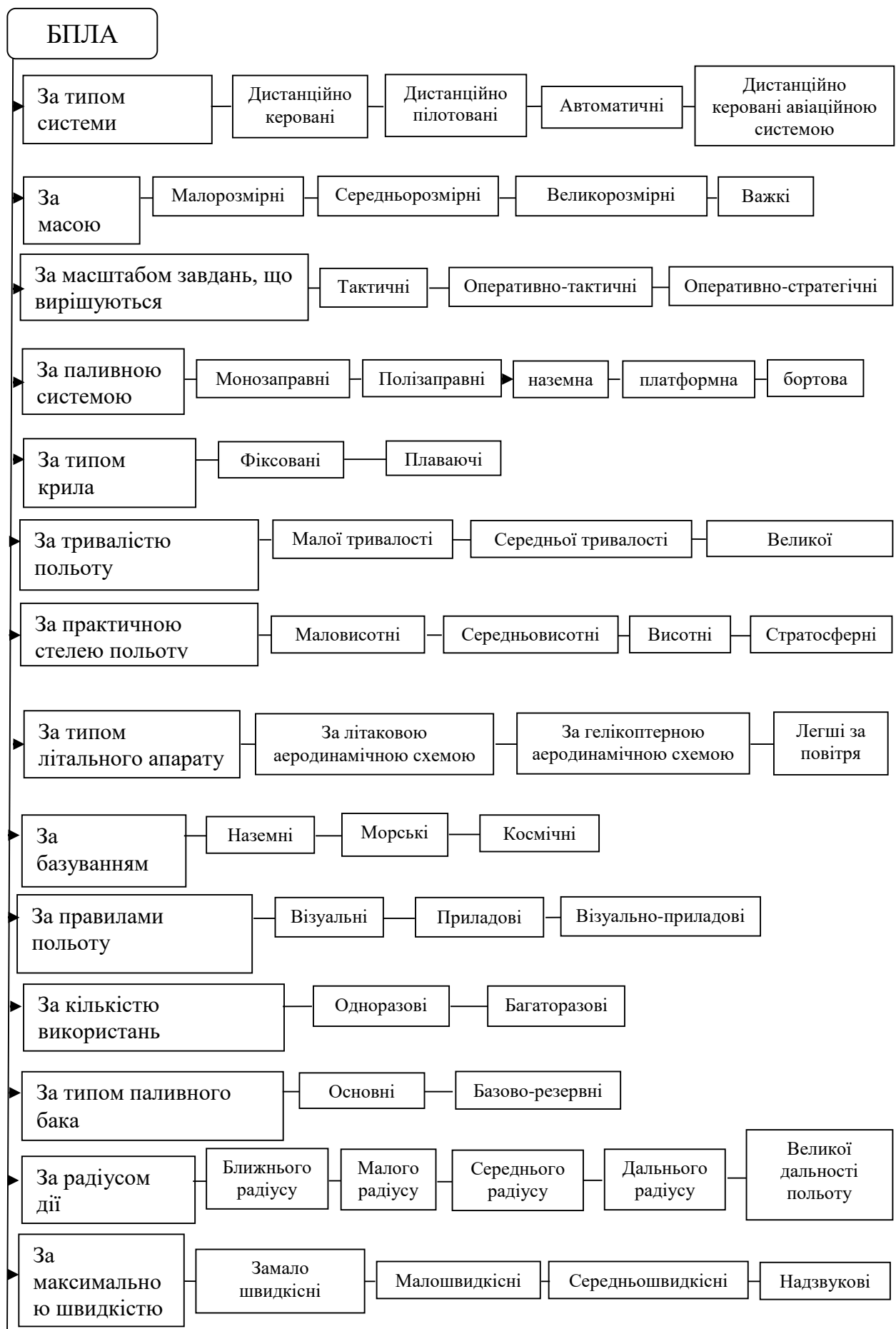
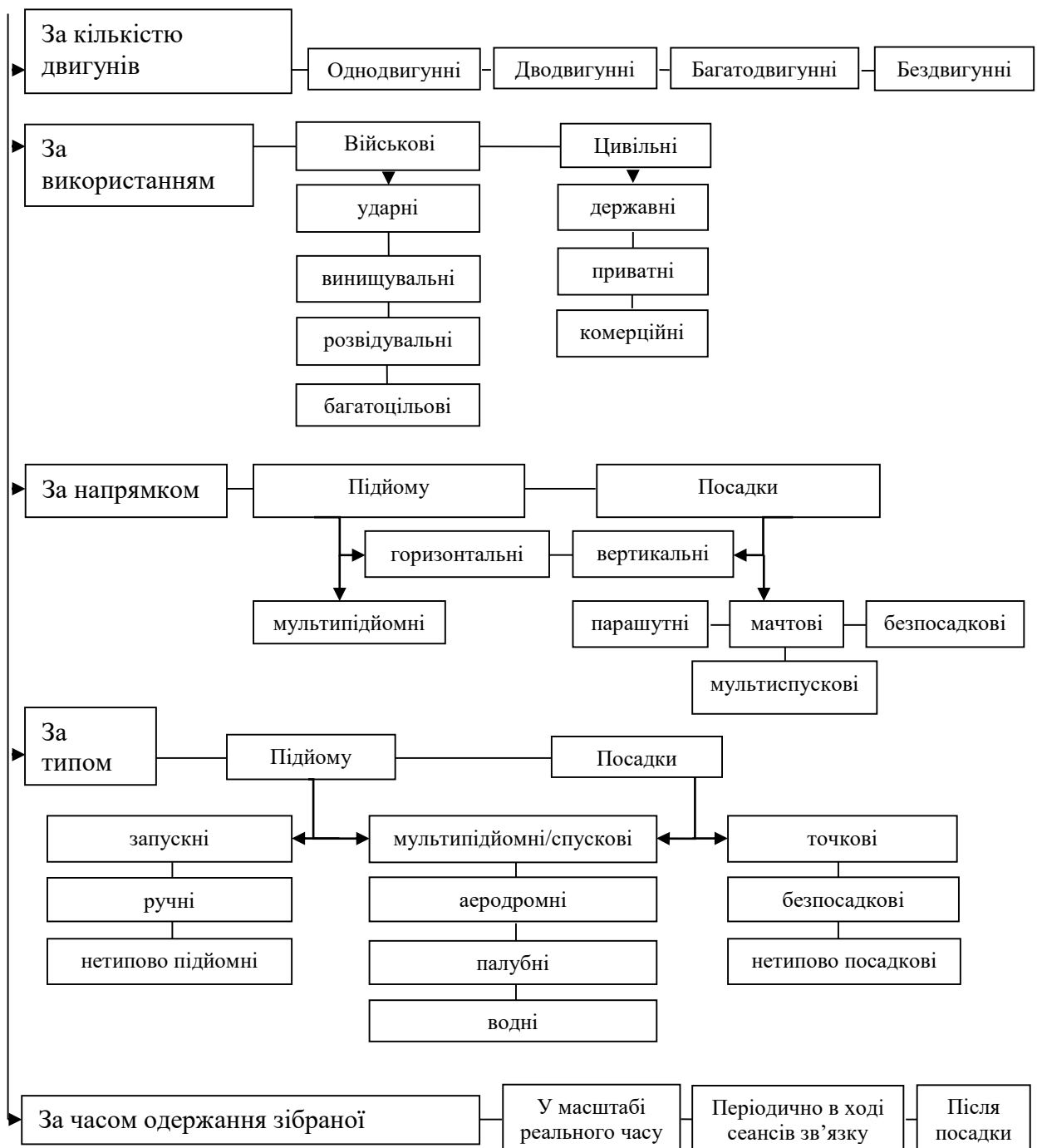


Рисунок.1.1. Класифікація безпілотних літальних апаратів



Продовження рисунок 1.1. Класифікація безпілотних літальних апаратів

БПЛА за масштабом завдань, які вирішуються, поділяються на тактичні, тобто дальність їх польоту не перевищує 80 км, оперативно-тактичні – до 300 км, оперативно-стратегічні – до 700 км [10].

Паливна система БПЛА виділяє їх на такі види: монозаправні – одноразова заправка паливної системи, яка виконуються в промислових умовах виробником на заводі, полізаправні – багаторазова заправка, яка може, в свою чергу, бути

наземною – виконується на землі, платформна – морська (на борту морського судна) та бортова (на борту пілотованого літального апарату) [5]. Монозаправні літальні апарати споживають від 4 до 25 кг палива, тоді як полізаправні зазвичай живляться від паливних елементів та акумуляторів [11 – 13].

БПЛА за типом крила поділяються на фіксовані – літакового (забезпечує швидкість польоту близько 50-60 км/год) та гелікоптерного (забезпечує швидкість польоту близько 100 км/год) типів, плаваючі – використовуються в конвертипланах (дозволяє виконувати вертикальний зліт/посадку і має можливість фізично повертати двигуни або пропелери на 90 градусів для створення вертикальної підйимальної сили або горизонтальної тягової) [5].

Тривалість польоту БПЛА різна і поділяє їх на малої тривалості – менше 6 год, середньої тривалості – 6-12 год, великої тривалості – більше 12 год [14].

Практична висота польоту БПЛА виділяє їх на маловисотні – менше 1 км, середньовисотні – 1-4 км, висотні – 4-12 км, стратосферні – більше 12 км [14].

Літальні апарати за типом поділяються за літаковою аеродинамічною схемою, за гелікоптерною аеродинамічною схемою та легші за повітря. Зазвичай літакова схема передбачає більшу тривалість та дальність польоту БПЛА – більше 12 год та не менше 1500 км, відповідно, та мають більшу швидкість (можуть навіть перевищувати швидкість звуку). В той самий час гелікоптерна схема забезпечує більшу маневреність літального апарату [15].

БПЛА за базуванням поділяються на наземні, які пересуваються по земній поверхні, морські, орієнтовані на роботу у водному середовищі, та космічні, орієнтовані на вихід у космос. Літальні апарати наземного базування розраховані на досить великий радіус дії – не менше 1500 км, морського базування для значно менших відстаней – до 300 км, а космічні – понад 100 км [16].

БПЛА згідно правил польотів поділяються на візуальні, якщо вони знаходяться і виконують політ в межах видимості пілота, який керує і контролює їх в світлий час доби (5 км); приладовий, якщо політ виконується в автоматичному режимі не лише в межах видимої зони, але й в сліпих зонах в

темний час доби (понад 150 км); візуально приладовий, коли під час польоту використовуються візуальні та приладові прийоми (5 – 150 км) [16].

БПЛА за кількістю використань поділяються на одноразові, якщо не передбачена система посадки, та багаторазові, які використовуються велику кількість разів (понад 10 разів) і можуть вирішувати різні задачі [16].

Тип паливного баку БПЛА є важливою конструкторською характеристикою, що визначає базові літальні апарати, які мають основний паливний бак, та базово-резервні – мають основний та резервний паливні баки. Додаткові паливні баки дозволяють збільшувати дальність (до 2000 км) та тривалість польоту (до 24 год) [7].

Радіус дії БПЛА варіюється в широких межах. Виділяють п'ять основних видів: ближнього радіусу дії – до 40 км, малого – до 70 км, середнього – до 300 км, дальнього – до 1500 км, великої дальності польоту – не менше 1500 км [17].

За максимальною швидкістю польоту БПЛА поділяються на замало швидкісні – до 100 км/год, малошвидкісні – від 100 до 300 км/год, середньошвидкісні – від 300 до 600 км/год, надзвукові – перевищують швидкість звуку до 5 разів [17].

БПЛА за кількістю двигунів поділяються на ододвигунні, дводвигунні, багатодвигунні, бездвигунні [15]. В залежності від типу та кількості двигунів потужність цих літальних апаратів може досягати 3 МВт (близько 4 тис. к.с.) [18].

БПЛА широко використовуються в усіх сферах людської діяльності, які в загальному можна поділити на: військові та цивільні. Цивільні поділяються на державні, приватні, комерційні. В той самий час серед військових виділяють ударні, винищувальні, розвідувальні, багатоцільові [15]. Ці БПЛА різняться по багатьом параметрам, причому зазвичай військові мають більшу потужність, радіус дії, тривалість польоту тощо. Цивільні БПЛА конструктивно масово представлені у вигляді квадрокоптерів, найпотужніші з яких мають швидкість 160 км/год, максимальну висоту 3000 м, корисне навантаження не більше 100 кг та потужність 140 к.с. [19].

БПЛА за напрямком підйому/посадки поділяються на горизонтальні та вертикальні. Також виділяють мультипідйомні та мультиспускові літальні апарати, тобто ті, напрям руху яких не залежать від поверхні, з якої здійснюється підйом чи посадка. Крім того, за посадкою виділяють мачтові, парашутні [5, 6] та безпосадкові БПЛА. Останні зазвичай є одноразовими та розраховані на малий радіус дії – до 10 км [19].

За типом підйому/посадки: мультипідйомні/спускові, аеродромні, палубні, водні. Мультипідйомні/спускові БПЛА не залежать від поверхні, з якої здійснюється підйом чи посадка. Крім того, за типом підйому виділяють запускні, ручні [5] та нетипово підйомні, а за типом посадки – точкові, безпосадкові та нетипово посадкові. Нетипово підйомні та посадкові БПЛА – це літальні апарати, які не мають вищенаведені особливості запуску. На підйом/посадку значно впливає швидкість вітру біля землі, яка не повинна перевищувати 15 м/с [16].

БПЛА часом одержання зібраної інформації: у масштабі реального часу, періодично в ході сеансів зв'язку, після посадки. Передача даних в режимі реального часу вимагає наявність в конструкції БПЛА цифрового каналу з мінімальною швидкістю передачі 1 МБіт/с. В інших типах достатньо аналогового каналу та/або запам'ятовуючого пристрою [19].

2. ВИБІР ТИПУ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Базуючись на розглянутій вище класифікації, виділимо характеристики, що визначають тип БПЛА, який є оптимальним для дослідження водного середовища.

Найбільш перспективними і масовими для відповідного застосування можна вважати малорозмірні тактичні БПЛА (до 200 кг), оскільки висотні транспортні канали (понад 1050 м) хоча і менш завантажені та перевищують всі будівлі світу, потребують додаткового часу для набору висоти, також там панують більш сильні вітри, яким тактичні БПЛА важко протистояти. Оскільки дослідження водного середовища відбувається між сусідніми водоймами або в межах одної, то це передбачає як наземне та морське базування – до 300 км. Для досліджень водних середовищ необхідні дешеві, надійні, водостійкі та багаторазові тактичні БПЛА (дальність їх польоту не перевищує 80 км). Оскільки дослідження такого типу будуть відбуватися неподалік водойми, що дозволить позбутись необхідності БПЛА долати максимально можливі відстані. Це зумовлює їх використання для ближнього та малого радіусу дії (до 40 км). Для цих відстаней достатньо замало швидкісних БПЛА (до 100 км/год). Також для досліджень водного середовища необхідні цивільні комерційні БПЛА, оскільки військові аналоги створені з урахуванням власної специфіки. Інформація зібрана повинна транслюватися по каналам, які забезпечують БПЛА з аналоговими (передача інформації на відстань до 40 км) та цифровими каналами (передача інформації на відстань до 15 км) [5]. Для дослідження водних середовищ достатньо використовувати БПЛА, тривалість польоту яких буде складати 6-12 год, при чому практична висота польоту від 1 км (мало висотні) до 4 км (середньо висотні).

3. ОГЛЯД ВІДОМИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

На даний час існують БПЛА які володіють характеристиками, що дозволяють їх використання для дослідження водного середовища.

З огляду на виділені вище характеристики наведемо декілька відповідних БПЛА.

3.1. Розробка вчених Томського університету системи управління та радіоелектроніки (ТУСУР)

Вчені ТУСУР створили цивільний безпілотник (рис. 3.1) для вивчення озер.

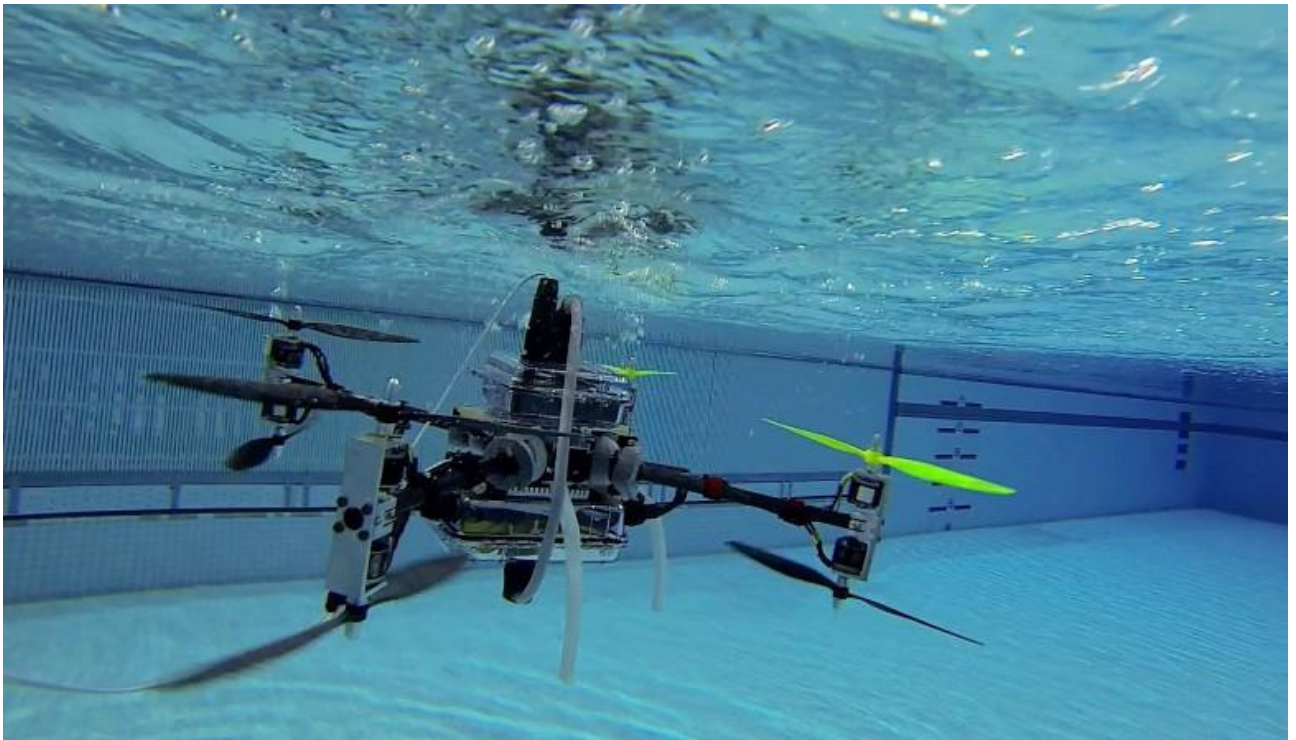


Рисунок 3.1. Розроблений безпілотник в ТУСУР

Розробка довжиною близько метра обладнана ехолотом. Керувати нею можна з відстані до десяти кілометрів, акумулятор працює без підзарядки 1-2 години. Цей автоматизований комплекс застосовується для вимірювання глибин водойм, створення 3D карт дна, виявлення магнітних аномалій, проведення

біологічного аналізу поверхневого шару води, пошуку затонулих предметів тощо [1].

Безпілотник здатний працювати на глибині 100-150 метрів. Область його застосування обмежена лише розміщенням водойми – до одного кілометра в діаметрі

3.2. Aquatic Micro Air Vehicle (AquaMAV)

Aquatic Micro Air Vehicle – унікальний БПЛА (рис. 3.2), який може рухатися як в повітряному, так і в підводному просторі. Він може вирішувати такі завдання по збору даних про водні ресурси, що дозволить оперативно реагувати на стихійні лиха, а також знизити витрати на проведення моніторингу стану морів і океанів.



Рисунок 3.2. БПЛА Aquatic Micro Air Vehicle (AquaMAV)

Цей безпілотник розроблений дослідниками Імперського коледжу в Лондоні, а його головною особливістю є здатність занурюватися під воду, кидаючись туди з висоти як морські птахи або літаючим риbam, складаючи при цьому «крила». Також він здатний самостійно підніматися в повітря після

перебування під водою. Для цього, крім звичайного електричного приводу, AquaMAV оснащений невеликим балоном з CO₂, який, при необхідності виринути, вивільняє стислий під тиском газ і, таким чином, створює реактивну тягу. Піднявшись над водною поверхнею, БПЛА знову розгортає «крила», при цьому він здатний досягати швидкості в 11 м/с в інтервалі до 1 секунди.

Він оснащений батареєю, що забезпечує політ протягом 14 хвилин при швидкості 10 м/с (48 км/год), чого достатньо для переміщення в радіусі 5 км, в якому робот може занурюватися в воду і повертатися на базу зі взятої пробою води.

Це дозволяє, наприклад, при великих нафтових розливах, AquaMAV зробити короткочасний політ, зібрати проби з різних ділянок води і повернутися на стартову площадку, щоб представити зразки для досліджень. Це сильно полегшить вченим їх роботу з аналізу таких та подібних ситуацій.

Також AquaMAV може використовуватися для вимірювання солоності води, що є одним із способів моніторингу зміни клімату, або перевіряти якість води у водоймах [2].

3.3. Loon Copter

БПЛА Loon Copter (рис. 3.3), унікальний тим, що здатний здійснювати традиційні повітряні польоти, надводні операції на поверхні води та занурення у воду з подальшою навігацією. Він розроблений у дослідницькій лабораторії з вбудованих систем міста Окленд.

Loon Copter може виконувати автономну навігацію по GPS-точках або керуватися дистанційно, як звичайний БПЛА. Loon Copter розроблений для швидкого розгортання пошукових робіт, в якості дешевого транспортного засобу, а також може замінити як класичні БПЛА, так і підводні транспортні засоби. Таким чином, поєднання властивостей БПЛА та підводних човнів створює нові можливості, які включають пошуково-рятувальні операції, інспекції підводних споруд, відстеження розливів нафти на різних глибинах та дослідження морського життя [3].



Рисунок 3.3. БПЛА Loon Copter

Loon Copter може виконувати автономну навігацію по GPS-точках або керуватися дистанційно, як звичайний БПЛА. Loon Copter розроблений для швидкого розгортання пошукових робіт, в якості дешевого транспортного засобу, а також може замінити як класичні БПЛА, так і підводні транспортні засоби. Таким чином, поєднання властивостей БПЛА та підводних човнів створює нові можливості, які включають пошуково-рятувальні операції, інспекції підводних споруд, відстеження розливів нафти на різних глибинах та дослідження морського життя [3].

Хоча Loon Copter не перший підводний безпілотник, це перший мульти-роторний безпілотник, здатний заповнити свою плавучу камеру, щоб зануритись під воду, нахилитись на 90° і рухатися в товщі води. Він може потім піднятися, звільнивши від води свою баластну камеру, і пливти на поверхні, а потім злетіти і знову здійснювати політ. Крім того, контролюючи баластний тиск, БПЛА може бути вертикально або горизонтально стабілізованим під водою, не витрачаючи багато енергії [18].

4. РОЗРОБКА БЛОКУ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Вище розглянуті БПЛА для дослідження водних середовищ містять камери для фото- та відео зйомки, що дозволяє отримати важливу інформацію, але якщо додати в їх конструкцію датчики вимірювання або цілі блоки вимірювання, то можна значно розширити масив зібраної інформації.

Зазвичай найбільшою проблемою водних середовищ є їх забруднення різноманітними хімічними речовинами. Якщо в БПЛА, крім стандартної комплектації, використовувати оптичну систему, що складається з джерела світла, фотоприймача та кювети для забору води, а також набір різноманітних датчиків, зокрема тиску та температури, можна визначати кількісний склад води у водному середовищі, що досліджується.

Таким чином, в роботі запропоновано блок БПЛА для аналізу стану води, структурна схема якого наведена на рисунку 4.1, в основу роботи якого покладена залежність показника заломлення від густини води при певній температурі.

Основними елементами блоку БПЛА для аналізу стану води є джерело випромінювання 2, оптична система 5, яка формує світловий потік у вигляді світлової смужки, кювету 10, яка містить вертикальну 9 та похилу 9' стінки, поршень 7, що рухається за допомогою штока 4, мірник 14 з вивідним патрубком 12, який містить клапан 13, сенсори температури 8, сенсор тиску 3, елемент Пельтьє 11, підсилювачі 1, підсилювач елемента нагрівання 20, система фотоприймачів 15, яка складається з верхнього 16, нижнього 17 та опорного 18 сегментів, блок порівняння 21, мікропроцесорний пристрій 22, блок передачі даних 6.

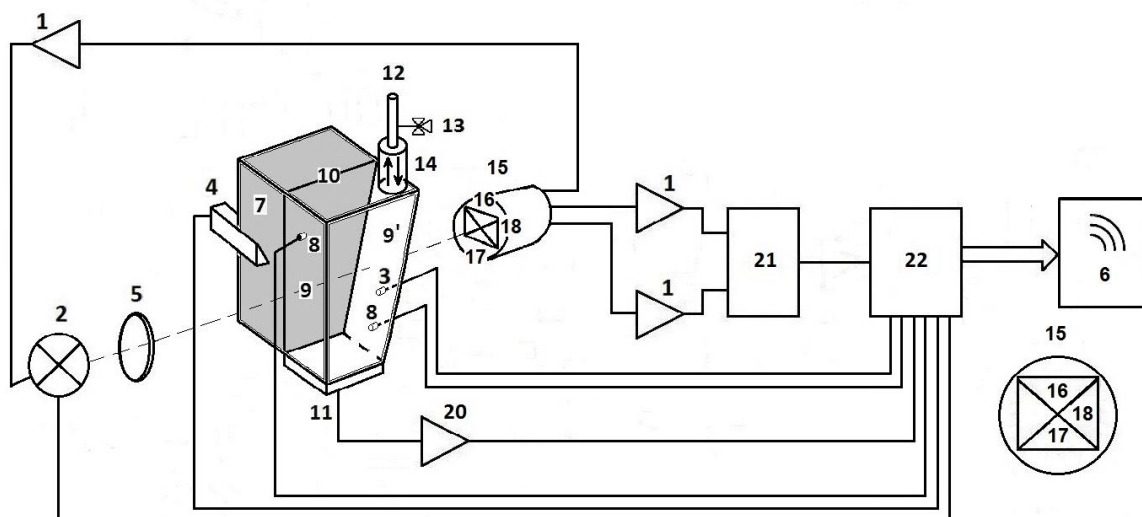


Рисунок 4.1 – Структурна схема блоку БПЛА для аналізу стану води

У блоці БПЛА для аналізу стану води промінь світла від джерела випромінювання 2 фокусується за допомогою оптичної системи 5, проходить через вертикальну 9 стінку спеціальної кювети 10, в якій знаходиться вода, яка потрапляє в неї через патрубок 12 за допомогою поршня 7, що приводиться в рух штоком 4, причому рівень наповненості контролюється мірником 14, та через похилу 9' стінку спеціальної кювети 10, потрапляє на складений фотоприймач 15, який складається з верхнього 16, нижнього 17 та опорного 18 сегментів, причому напруга від опорного 18 сегмента фотоприймача, який підтримує інтенсивність світлового потоку, надходить через підсилювач 1 до джерела випромінювання 2. Значення напруг верхнього 16 та нижнього 17 сегментів фотоприймача 15, що характеризують зміщення вгору чи вниз світлової смужки, через підсилювачі 1, надходять на блок порівняння 21, обробляються мікропроцесорним пристроєм 22 і надходять на блок передачі даних 6. На основі порівняння значень напруг від верхнього 16 та нижнього 17 сегментів фотоприймача 15 та їх обробки мікропроцесорним пристроєм 22 можна визначити кількісний склад води у водному середовищі, що досліджується. У спеціальній кюветі 10 відбувається підігрівання води елементом Пельтьє 11,

завдяки напрузі, яка задається мікропроцесорним пристроєм 22 та підсилюється за допомогою підсилювача елемента Пельтьє 20. У випадку досягнення однакової температури води по всьому об'єму спеціальної кювети 10 сенсори температури 8 направляють сигнали до мікропроцесорного пристрою 22 і розпочинається процес вимірювання, що контролюється сенсором тиску 3, який відправляє сигнали до мікропроцесорного пристрою 22, а той в свою чергу надсилає сигнали керування на шток 4, що рухає поршень 7. Вода крізь вивідний патрубок 12 виводиться поршнем 7 через клапан клапан 13.

На основі запропонованої структурної схеми блоку БПЛА для аналізу стану води розроблена функціональна схема блоку БПЛА для аналізу стану води, зображена на рисунку 4.2.

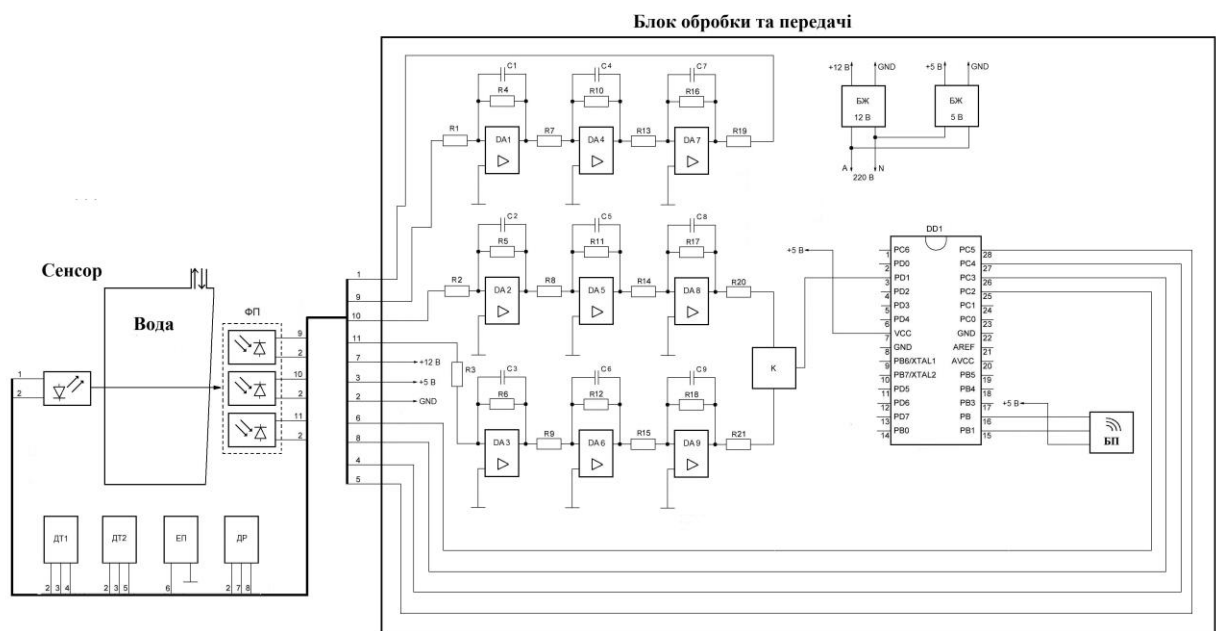


Рисунок 4.2 – Функціональна схема блоку БПЛА для аналізу стану води

Функціональна схема блоку БПЛА для аналізу стану води складається з двох основних блоків: сенсор та блок обробки та передачі. Сенсор являє собою кювету, в якій знаходиться вода, через яку проходить світловий промінь від джерела світла і потрапляє на фотоприймач ФП. Цей процес контролюється датчика температури ДТ1 та ДТ2 і датчиком тиску ДР. Елемент Пельтьє ЕП

використовується під час робочого процесу аналізу стану води. Сигнали від фотоприймача ФП та датчиків температури ДТ1 та ДТ2 і тиску ДР потрапляють на блок обробки і передачі. Сигнали сегментів фотоприймача ФП проходять через систему підсилювачів DA. Після підсилення сигнали з двох сегментів фотоприймача ФП потрапляють на блок порівняння К, сигнал з якого разом з сигналами від датчиків надходять на мікропроцесорний пристрій DD1. Після обробки сигналів інформація про кількісний склад води у водному середовищі, що досліджується, потрапляє на блок передачі БП, що транслює її оператору.

На основі функціональної схеми запропоновано електричну принципову схему блоку моніторингу стану води безпілотним літальним апаратом (рисунк 4.3).

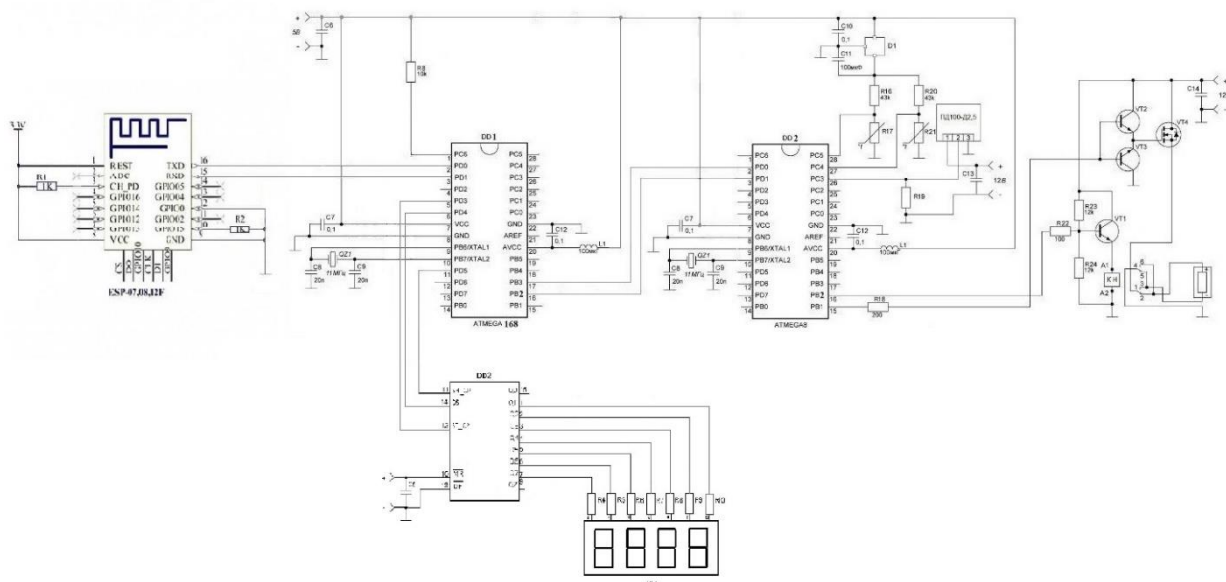


Рисунок 4.3 – Електрична принципова схема блоку моніторингу води водним БПЛА

Схема працює наступним чином. Мікроконтролер ATMEGA8, який живиться від джерела 5 В та працює при частоті 11 МГц, що забезпечується кварцевим резонатором QZ1, надсилає сигнал на початок процесу вимірювання при температурі навколишнього середовища. Нагрів середовища контролюється сенсорами температури (терморезистори) R3 та R6, які працюють при 3 В, що

забезпечується стабілізатором напруги *DI LM1117-3.3*. Сигнали, які надходять до мікроконтролера *ATMEGA8* від сенсорів температури (терморезистори) *R3* та *R6*, за допомогою АЦП записується в пам'ять для подальшої обробки. В разі рівності температур на *R3* та *R6* надсилається сигнал на мікроконтролер *ATMEGA8*, який в свою чергу вимикає нагрів. Включення та виключення нагріву забезпечується за допомогою транзисторного ключа *VT1* та реле перемикання, які керують нагрівом/охолодженням модуля Пельтьє *MTEC104905*. Узгодження сигналів, які керують нагрівом/охолодженням модуля Пельтьє, між мікроконтролером *ATMEGA8* та біполярним транзистором з ізольованим затвором *VT4* забезпечує диференціальне з'єднання біполярних транзисторів *VT2 KT315* та *VT3 KT361*. Окреме джерело живлення на 12 В забезпечує живлення модуля Пельтьє *MTEC104905* та біполярного транзистора з ізольованим затвором *VT4 FDS9926A*, який підвищує надійність та стабільність роботи схеми. Процедура вимірювання контролюється сенсором тиску *ПД100-Д2.5*, який живиться від джерела 12 В та сигнали з якого надходять на мікроконтролер *ATMEGA8*, де за допомогою АЦП перетворюються у сигнал, який надходить на мікроконтролер *ATMEGA168*. *ATMEGA8* містить програму, яка моделює проходження світла через забруднену воду. Програма враховує дані з датчиків та Пельтьє, які як коефіцієнти, корегують сигнал проходження світла через забруднену воду. Сигнал від *ATMEGA8* переходить на *ATMEGA168* від цифрових виводів *PD0* і *PD1* до входів *PB3* і *PB2*. В *ATMEGA168* відбувається обробка сигналу з *ATMEGA8*, виділення масових часток, порівняння їх з стандартами і вивід на табло та на блок передачі даних [18].

Моделювання функціонування блоку моніторингу стану води безпілотним літальним апаратом в пакеті *ISIS Proteus ISIS Professional*

На основі електричної принципової схеми (рисунок 4.3) моделюємо схему в середовищі програми *Proteus* (рис. 4.4.)

Якщо помилок не було виявлено програма працює у стані передачі даних, де можна спостерігати за проходженням електричних процесів, а також впливу фізичних явищ на елементи.

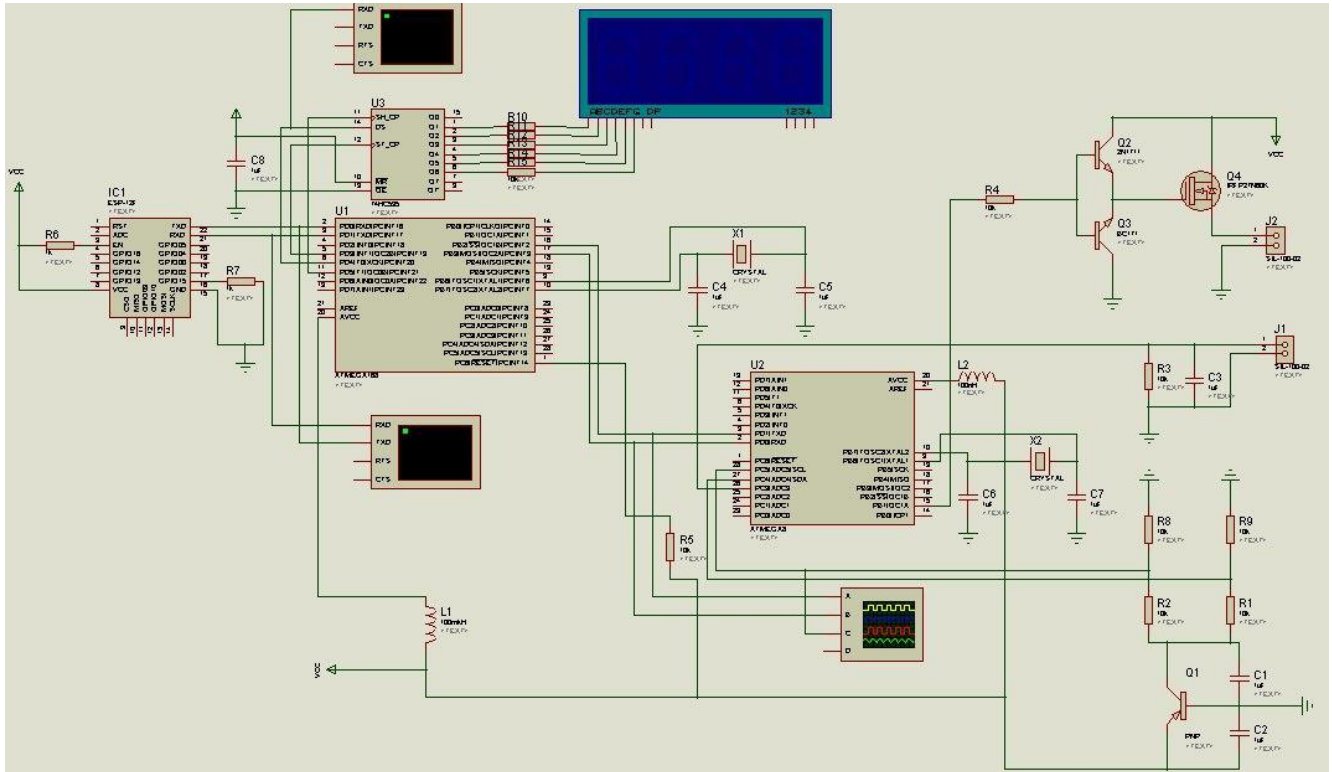


Рисунок 4.4. – Схема блоку моніторингу стану води безпілотним літальним апаратом змодельована в ISIS Proteus

При увімкненні джерела живлення починається початкова ініціалізація мікроконтролерів. Після чого, якщо у пам'яті мікроконтролера Atmega168 записаний виконуваний код, то відбувається його негайне виконання [19].

Для моделювання роботи схеми підключимо до портів мікроконтролера Atmega 8 осцилограф. На рис. 4.5. зображена частина схеми, що відображає моделювання роботи обміну інформації мікроконтролера Atmega 8. На рис 4.6. наведено результат моделювання.

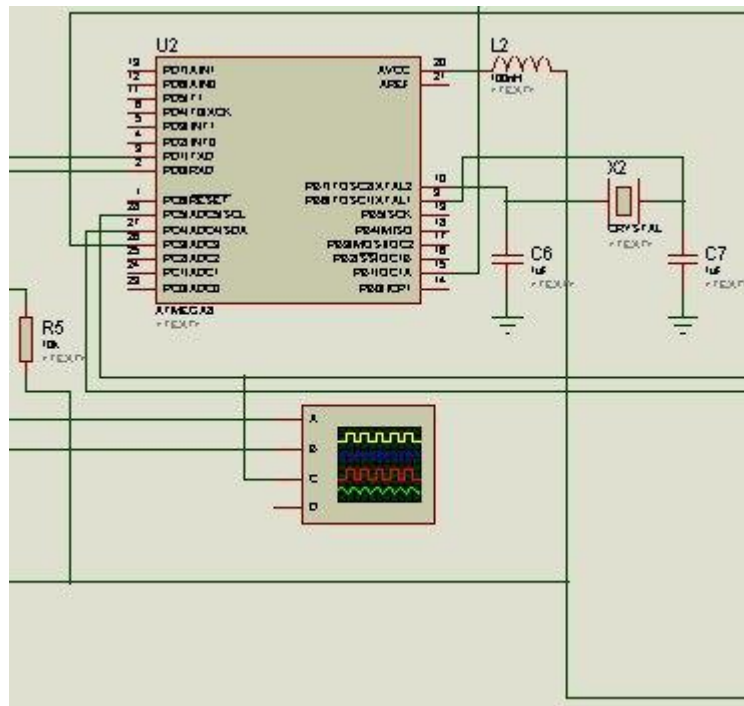


Рисунок 4.5. – Моделювання роботи обміну інформації мікроконтролера Atmega 8

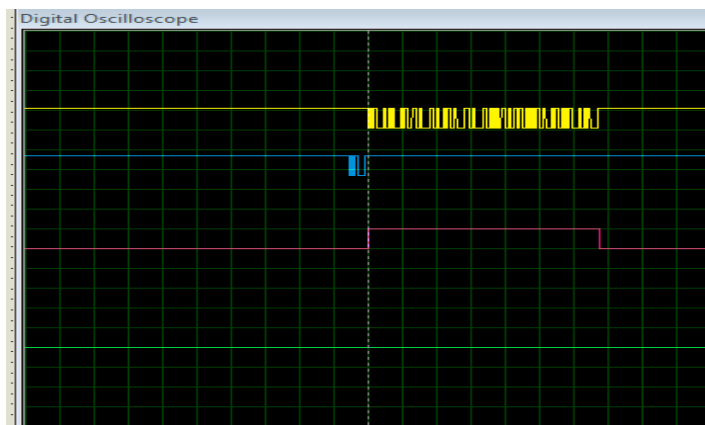


Рисунок 4.6. – Результат моделювання роботи обміну інформації мікроконтролера Atmega 8

При надсиланні звернення від мікроконтролера та виведення інформації у вигляді адреси, мікроконтролер Atmega 8 надсилає значення кількості вхідних імпульсів, які характеризують зміну фізичних параметрів променя світла, який проходить через брудну воду, що надійшли з часу останньої передачі даних, та повних «затриманих» періодів, у випадку, якщо адреси співпадають.

На рис. 4.7. зображено частину схеми, що відображає роботу мікроконтролер Atmega 168 обробки даних та виведення інформації блоку моніторингу стану води безпілотним літальним апаратом. Вода, стан якої моніториться, забруднена нафтопродуктами, а саме деканом та октаном. Тому на термінали та табло виводяться значення параметрів декану, октану та чистої води. До портів мікроконтролера Atmega 168 підключимо термінал. На рис. 4.7. зображена частина схеми, що відображає роботу обміну інформації мікроконтролера Atmega 168. На рис 4.8. наведено результат моделювання.

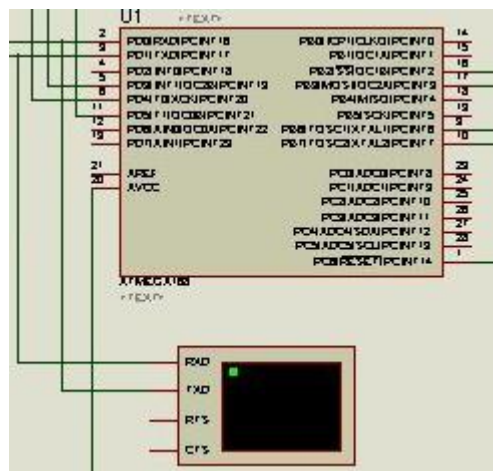


Рисунок 4.7. – Моделювання роботи обміну інформації мікроконтролера Atmega 168



Рисунок 4.8. – Результат моделювання роботи мікроконтролера Atmega 168 обробки даних

На рис. 4.9 зображена частина схеми, що відображає роботу мікроконтролера Atmega 168 обробки інформації про густину компонентів забрудненої води та виведення інформації у вигляді масових часток цих компонентів на табло. На рис. 4.9 наведено результат моделювання.

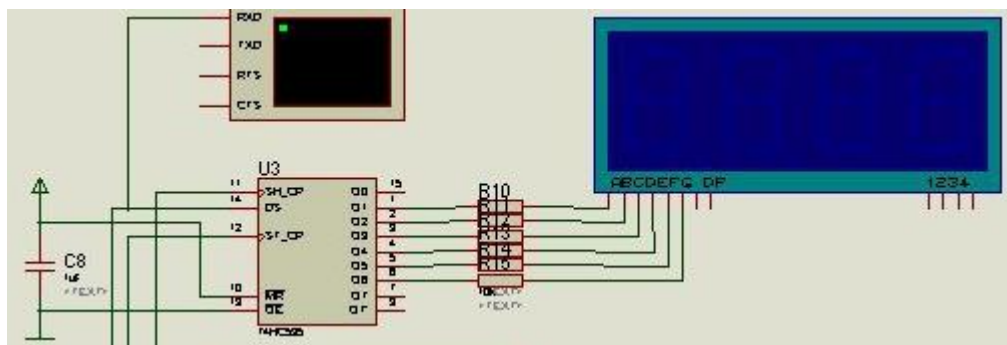


Рисунок 4.9 – Моделювання роботи мікроконтролера Atmega 168 обробки інформації про густину компонентів забрудненої води та виведення інформації у вигляді масових часток цих компонентів на табло

P 1	730
P 2	727
P 3	724
P 4	721
P 5	718
P 6	715
P 7	712
P 8	709
P 9	706
P10	703

Рисунок 4.10 – Результат моделювання роботи мікроконтролера Atmega 168 обробки інформації про густину компонентів забрудненої води

При надсиланні адреси, мікроконтролер отримує відповідь, що містить дані для розрахунку густини. Після отримання даних з усіх адрес, розраховується

густина. Результат розрахунку виводиться на дисплей. Далі процес повторюється.

Після визначення густини забрудненої води обраховуються значення масових часток компонентів забрудненої води. Результати цього обрахунку зображені на рисунках 4.11 – 4.13.



Рисунок 4.11 – Виведення значення масової частки декану



Рисунок 4.12 – Виведення значення масової частки октану



Рисунок 4.13 – Виведення значення масової частки чистої води

Враховуючи результати моделювання потрібно зробити акцент на тому, що усі елементи в пакеті Proteus є ідеалізованими. Таким чином, слід враховувати те, що на практиці спроектована схема може показати інші результати.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналіз існуючих видів БПЛА, описано їх ознаки, основними якими є: за типом системи управління, за масою, за масштабом завдань, за паливною системою, за типом крила, за тривалістю польоту, за практичною стелею польоту, за типом літального апарату, за базуванням, за правилами польотів, за кількістю використань, за типом паливного баку, за радіусом дії, за максимальною швидкістю польоту, за кількістю двигунів, за використанням, за напрямком підйому/посадки, за типом підйому/посадки, за часом одержання зібраної інформації.

Базуючись на класифікації, виділені характеристики БПЛА, який поєднує всі основні особливості літальних апаратів для дослідження водного середовища.

Розглянуто існуючі аналоги БПЛА, які на сьогодні використовуються для дослідження водного середовища.

На основі виділених характеристик запропоновано блок БПЛА для аналізу стану води, структурна та функціональна схема якого наведена в роботі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Томские ученые создали «гражданский» беспилотник для изучения озер: [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://flashesiberia.com/news/tomskie-uchenye-sozdali-grazhdanskiy-bespilotnik-dlya-izucheniya-ozer>
2. AquaMAV - гибридный дрон, способный нырять в воду и взлетать обратно [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<https://ecotechnica.com.ua/transport/2035-video-aquamav-gibridnyj-dron-sposobnyj-nyryat-v-vodu-i-vzletat-obratno.html>
3. Loon Copter drone flies, floats and dives underwater [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://newatlas.com/loon-copter-amphibiousdrone/41485/?utm_content=buffer705c1&utm_medium=social&utm_source=pinterest.com&utm_campaign=buffer
4. Global Hawk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/GlobalHawk/Pages/default.aspx>.
5. Безпілотний авіаційний комплекс DeVIRo «Лелека-100» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uav-ua.com/ukr/leleka-100>.
6. Observer-s [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://def-c.com/ua/#specs>.
7. Зинченко, О. Н. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования [Электронный ресурс] / О. Н. Зинченко. – Режим доступа: <http://www.racurs.ru/?page=681>.
8. Рогатюк А.А. Реалізація інформаційної технології розпізнавання, детектування та ідентифікації у вигляді додатку обробки відеоданих / А.А. Рогатюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 5 – С. 237-242.
9. Кутовий, О.П. Тенденції розвитку безпілотних літальних апаратів / О.П. Кутовий // Наука і озброєння – 2014. – № 4. – С. 39 – 47.
10. Дементьев Д.О. Бойові Літальні комплекси в складі єдиної інформаційно-розвідувально-навігаційно-ударної системи / Дементьев Д.О. // Зб.

наук. пр. Військового інституту Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. – К. : ВІКНУ, 2015. – №27. – С. 74-77.

11. Беспилотный летательный аппарат «R-100» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eizvestia.com/armiya/full/475-bespilotnyj-letatelnyj-apparat-r-100>.

12. Беспилотный летательный аппарат «R-400» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eizvestia.com/armiya/full/386-bespilotnyj-letatelnyj-apparat-r-400>.

13. Системы энергоснабжения для БПЛА [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://atenergy.pro/products/energoobespechenie-bpla.html>.

14. Луцький М.Г. Розвиток міжнародного регулювання та нормативної бази використання безпілотних літальних апаратів / М.Г. Луцький, В.П. Харченко, Д.О. Бугайко // Вісник НАУ. – 2015. – № 4. – С. 5-14.

15. Моисеев, В. С. Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами: монография / В. С. Моисеев. – Казань: ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования» (Серия «Современная прикладная математика и информатика»), 2013. – С. 768.

16. Ростопчин В.В. Безпілотні авіаційні системи: основні поняття / В.В. Ростопчин, І.Е. Бурдун / ЕЛЕКТРОНІКА: Наука, Технологія, Бізнес. – 2016. – №7. – С. 82-88.

17. Сальник Ю.П. Аналіз технічних характеристик і можливостей безпілотних авіаційних комплексів оперативно-тактичного та тактичного радіуса дії армій розвинених країн / Ю.П. Сальник, І.В. Матала // Військово-технічний зб. – 2013. – № 7 – С. 70-74.

18. Прототип дрона будущего Darpa становится на крыло [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://robotrends.ru/pub/1616/prototip-drona-budushego-darpa-stanovitsya-na-krylo>.

19. Беспилотное летающее такси Ehang 184 уже тестируют в небе над Дубаем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://itc.ua/blogs/bespilotnoe-letayushhee-taksi-ehang-184-uzhe-testiruyut-v-nebe-nad-dubaem-video>.