

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ  
КАФЕДРА ГЕОЕКОЛОГІЇ І ЗЕМЛЕУСТРОЮ

«Допущено до захисту» протокол засідання  
кафедри ГЕЗ

№ 11 від «23» червня 2023 року

В.о. зав. кафедрою ГЕЗ

к.с.-г.н, ст.викладач \_\_\_\_\_ Максим ГАНЧУК

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

*СВО «Бакалавр»*

*за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» зі  
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»*

(освітній ступень, ОПП, спеціальність)

на тему: **Використання БПЛА у плануванні та розвитку територій  
адміністративно-територіальних утворень**

25 ГЗ Д 006 000000 ПЗ

Виконала: студентка 41 ГЗ групи

Євтушок І.С.  
(прізвище та ініціали)

Консультант з ОП: к.т.н., доцент

Михайло ЗОРЯ

Керівник: к.т.н., доцент

Ольга МАЗИКІНА

Нормоконтроль к.т.н., доцент  
(науковий ступінь,  
вчене звання)

(підпис)

Ольга МАЗИКІНА  
(прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології  
Кафедра геоекології і землеустрою  
(назва кафедри)  
Ступінь вищої освіти Бакалавр  
Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»  
(шифр і назва)  
Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»  
(шифр і назва)  
Освітня програма «Геодезія та землеустрій»  
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедри ГЕЗ

к.с.-г.н., ст. викладач Максим ГАНЧУК  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«04» квітня 2023 р

**ЗАВДАННЯ**  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

студентці Євтушок Ігор Сергійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Використання БПЛА у плануванні та розвитку територій адміністративно-територіальних утворень**

керівник роботи к.т.н., доцент Мазикіна Ольга Борисівна  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від «03» квітня 2023 р. № 105/1-С

2. Строк подання студентом роботи « 19 » червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: матеріали Держгеокадастру, Головного управління статистики, науково-періодична література з теми дослідження.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: огляд сучасних технологій БПЛА та їх застосування у плануванні територій; аналіз переваг та недоліків використання БПЛА у порівнянні з традиційними методами; вивчення практичних прикладів використання БПЛА у плануванні та розвитку територій; оцінка ефективності застосування БПЛА для різних видів планувальних та моніторингових робіт;

розробка рекомендацій щодо інтеграції даних, отриманих за допомогою БПЛА, у процеси планування та управління територіями..

#### 5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв
Розділ 4 Охорона праці	Михайло ЗОРЯ, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки	04.04.2023	04.04.2023

6. Дата видачі завдання

04.04.2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Розділ 1 Роль БПЛА у забезпеченні ефективного планування та розвитку територій	Березень	Виконано
Розділ 2 Використання БПЛА для моніторингу і контролю розвитку територій	Квітень	Виконано
Розділ 3 Використання БПЛА для планування екологічно сталих територій	Квітень	Виконано
Розділ 4 Охорона праці	Травень	Виконано
Висновки	Травень	Виконано

Студентка

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

( підпис )

**І.С. Євтушок**

( ініціали та прізвище )

**О.Б. Мазикіна**

( ініціали та прізвище )

## АНОТАЦІЯ

Євтушок І.С. Використання БПЛА у плануванні та розвитку територій адміністративно-територіальних утворень. – Кваліфікаційна робота. Кафедра геоecології і землеустрою. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2023.

Текст викладений на 57 сторінках, містить 4 розділи, 12 літературних джерел.

Мета роботи на основі теоретичних та практичних досліджень сформулювати рекомендації щодо використання БПЛА у плануванні та розвитку територій адміністративно-територіальних утворень Запорізької області.

Дана робота присвячена вивченню можливостей використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у плануванні та розвитку територій адміністративно-територіальних утворень. Вона обґрунтовує важливість застосування БПЛА для збору високоточних географічних даних, моніторингу стану довкілля, планування інфраструктури та управління природними ресурсами. Робота розглядає технічні характеристики БПЛА, їх правове регулювання, економічну ефективність в порівнянні з традиційними методами, а також можливості інтеграції зі сучасними геоінформаційними системами. Висновки дослідження дозволяють розробити рекомендації щодо оптимального використання БПЛА для підтримки сталого розвитку та ефективного управління територіями.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати (БПЛА); географічні інформаційні системи (ГІС); територіальне планування; інфраструктурне планування.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 РОЛЬ БПЛА У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕФЕКТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ	8
1.1 Збір географічних даних та картографія за допомогою БПЛА	8
1.2 Моніторинг розвитку територій за допомогою БПЛА на території Запорізької області	15
РОЗДІЛ 2 ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ І КОНТРОЛЮ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ	22
2.1 Виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку	22
2.2 Моніторинг стану довкілля та природних ресурсів	28
РОЗДІЛ 3. ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО СТАЛИХ ТЕРИТОРІЙ	35
3.1. Визначення оптимального розташування відновлювальних джерел енергії	35
3.2. Моніторинг забруднення довкілля та оцінка його впливу	41
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	48
4.1. Техніка безпеки при польових роботах	48
4.2. Заходи з охорони праці під час роботи з БПЛА	51
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	56

## ВСТУП

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у плануванні та розвитку територій адміністративно-територіальних утворень стає все більш актуальним та ефективним інструментом для забезпечення сталого розвитку та управління територіями. БПЛА надають можливість зібрати високоточні дані, необхідні для прийняття обґрунтованих рішень, планування інфраструктури, моніторингу стану довкілля та оцінки впливу різних факторів на розвиток територій.

Зростаючий інтерес до використання БПЛА у цій сфері обумовлений їх численними перевагами, такими як висока точність збору даних, оперативність, економічність та можливість доступу до важкодоступних місць. БПЛА можуть забезпечити детальне картографування територій, моніторинг змін ландшафту, виявлення природних та антропогенних загроз, а також контроль за виконанням планових робіт.

*Актуальність дослідження.* Розвиток адміністративно-територіальних утворень потребує комплексного підходу до планування, який враховує екологічні, соціально-економічні та технічні аспекти. Зібрані за допомогою БПЛА дані можуть бути інтегровані у геоінформаційні системи (ГІС), що дозволяє створювати динамічні моделі розвитку територій, прогнозувати їх зміни та ефективно управляти ресурсами.

*Мета роботи:* на основі теоретичних та практичних досліджень сформулювати рекомендації щодо використання БПЛА у плануванні та розвитку територій адміністративно-територіальних утворень Запорізької області .

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- Огляд сучасних технологій БПЛА та їх застосування у плануванні територій.
- Аналіз переваг та недоліків використання БПЛА у порівнянні з традиційними методами.

□ Вивчення практичних прикладів використання БПЛА у плануванні та розвитку територій.

□ Оцінка ефективності застосування БПЛА для різних видів планувальних та моніторингових робіт.

□ Розробка рекомендацій щодо інтеграції даних, отриманих за допомогою БПЛА, у процеси планування та управління територіями.

*Об'єктом дослідження* є адміністративно-територіальні утворення та їх розвиток, зокрема територіальне планування, управління інфраструктурою та моніторинг стану довкілля. Застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для збору, аналізу та інтеграції даних у процеси планування та розвитку територій є основним аспектом дослідження.

*Предметом дослідження* є використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у плануванні та розвитку територій адміністративно-територіальних утворень.

#### Методи дослідження

Для досягнення поставленої мети використовуються такі методи дослідження:

1. Аналіз літературних джерел: Вивчення наукових праць, статей, звітів та інших джерел інформації, що стосуються використання БПЛА у плануванні та розвитку територій.

2. Емпіричні дослідження: Проведення польових досліджень з використанням БПЛА для збору даних про стан та розвиток територій.

3. Математичне моделювання: Використання геоінформаційних систем та математичних моделей для аналізу та прогнозування змін на територіях.

4. Порівняльний аналіз: Зіставлення даних, отриманих за допомогою БПЛА, з даними, отриманими традиційними методами, для оцінки їх точності та ефективності.

## **РОЗДІЛ 1 РОЛЬ БПЛА У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕФЕКТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ**

### **1.1 Збір географічних даних та картографія за допомогою БПЛА**

Збір географічних даних та картографія за допомогою безпілотних повітряних апаратів (БПЛА) на території Запорізької області є процесом, який використовує безпілотні повітряні апарати для збору географічних даних та створення картографічних матеріалів на території Запорізької області в Україні. Цей підхід до збору даних надає значну точність та дозволяє отримати докладну інформацію про земельні ділянки, ландшафти, географічні особливості та інші елементи на території області.

Одним із ключових елементів цього процесу є використання БПЛА, або дронів, які є невеликими безпілотними повітряними апаратами, обладнаними датчиками та камерами. Дрони можуть бути оснащені різноманітними датчиками, такими як GPS, LiDAR (система лазерного зондування), теплові камери, мультиспектральні камери тощо. Ці датчики дозволяють збирати різноманітні дані про поверхню землі, атмосферу, водні ресурси тощо.

Процес збору географічних даних починається з планування маршруту дрона та налаштування його обладнання. Після старту дрон виконує запланований маршрут, збираючи дані з різних датчиків та камер. Ці дані потім передаються на землю для подальшої обробки та аналізу.

Зібрані дані обробляються за допомогою спеціального програмного забезпечення, яке використовується для створення цифрових моделей рельєфу, точних карт, ортофотопланів та інших географічних продуктів. Ці продукти можуть бути використані для різних цілей, включаючи місцеве планування, розробку інфраструктури, землевпорядкування, аналіз змін у природному середовищі та багато іншого.

Українські джерела в контексті цього процесу означають використання внутрішніх ресурсів та експертизи для здійснення збору географічних даних та

картографії. Це може включати українські компанії, дослідницькі установи, організації та спеціалістів, які володіють знаннями та досвідом у галузі картографії та геоінформаційних систем.

Збір географічних даних та картографія за допомогою БПЛА на території Запорізької області є важливим процесом для отримання точної інформації про цю конкретну територію. Він може допомогти вирішувати різні завдання, від розробки планів благоустрою до підтримки екологічного моніторингу та охорони природних ресурсів. Застосування БПЛА у картографії дозволяє зекономити час, зусилля та кошти, які зазвичай пов'язані з традиційними методами збору географічних даних. Збір географічних даних та картографія за допомогою БПЛА на території Запорізької області може мати широкий спектр застосувань. Ось кілька конкретних прикладів:

**Аграрний сектор:** З використанням дронів можна здійснювати моніторинг сільськогосподарських угідь, що дозволяє збирати дані про врожайність, розміщення культур, стан рослин, виявляти шкідників і хвороби. Це допомагає агрономам в управлінні полями, оптимізації внесення добрив та захисту рослин, а також плануванні врожаю.

**Міське планування та інфраструктура:** Збір геоданих дронами дозволяє отримувати детальну інформацію про міську інфраструктуру, транспортні системи, дорожню мережу та будівельні проекти. Це корисно для місцевих органів влади та інженерів у плануванні розвитку міст та оптимізації існуючих інфраструктурних систем.

**Екологічний моніторинг:** Дрони дозволяють збирати дані про лісові масиви, водні ресурси та екосистеми. Це може включати виявлення змін у лісовому покриві, ідентифікацію зон ерозії, моніторинг забруднення водоймищ і виявлення вразливих екосистем. Ці дані допомагають зрозуміти стан природних ресурсів та приймати екологічно обґрунтовані рішення.

**Археологія та пам'ятки культури:** Дрони забезпечують можливість досліджувати та документувати археологічні пам'ятки та історичні об'єкти з повітря. Вони можуть фіксувати стан місць, здійснювати зйомки високої

роздільної здатності та створювати тривимірні моделі, що допомагають у вивченні та збереженні цінного культурного спадку.

Використання БПЛА в зборі географічних даних та картографії в Запорізькій області є інноваційним та ефективним підходом до отримання цінної інформації. Він дозволяє отримати детальні, точні та актуальні дані, необхідні для прийняття обґрунтованих рішень у різних галузях, сприяючи розвитку регіону та покращенню якості життя його мешканців.

Збір географічних даних за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) стає все більш популярним завдяки високій точності, оперативності та економічності цього методу. БПЛА дозволяють отримувати детальні та актуальні географічні дані, які можуть бути використані для різних завдань у землеустрої, картографії, геодезії та інших галузях.

Переваги використання БПЛА для збору географічних даних:

1. Висока точність: Сучасні БПЛА обладнані високоточними камерами та сенсорами, що дозволяє отримувати знімки з роздільною здатністю до кількох сантиметрів на піксель.
2. Оперативність: БПЛА можуть швидко покривати великі території, забезпечуючи оперативний збір даних та їх обробку.
3. Економічність: Використання БПЛА значно дешевше порівняно з традиційними методами аерофотозйомки з пілотованих літаків або вертольотів.
4. Доступ до важкодоступних місць: БПЛА можуть легко досягати важкодоступних місць, де використання традиційних методів збору даних ускладнене або неможливе.
5. Безпека: Використання БПЛА мінімізує ризики для операторів та інженерів, які працюють у небезпечних умовах.

Основні етапи збору географічних даних за допомогою БПЛА:

#### 1. Планування польоту

- Визначення мети збору даних: Чітке формулювання завдань та цілей збору географічних даних (створення ортофотоплану, 3D-моделювання, моніторинг земельних ресурсів тощо).
- Вибір обладнання: Вибір відповідного типу БПЛА, камер та сенсорів залежно від вимог до точності та роздільної здатності знімків.
- Маршрут польоту: Планування маршруту польоту з урахуванням особливостей території, погодних умов та інших факторів.

#### 2. Проведення польотів

- Калібрування обладнання: Перевірка та калібрування камер та сенсорів перед польотом для забезпечення максимальної точності.
- Запуск БПЛА: Запуск БПЛА та виконання запланованого польоту відповідно до визначеного маршруту.
- Збір даних: Збір географічних даних у вигляді фотографій, відео, даних LIDAR (лазерного сканування) тощо.

#### 3. Обробка зібраних даних

- Скачування даних: Перенесення зібраних даних з БПЛА на комп'ютер для подальшої обробки.
- Фотограмметрія: Обробка аерофотознімків за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення для створення ортофотопланів, 3D-моделей, цифрових моделей рельєфу (ЦМР) тощо.
- Аналіз даних: Аналіз зібраних даних для виконання поставлених завдань, наприклад, оцінка стану земельних ділянок, вимірювання площі та об'єму, виявлення змін у використанні земель.

#### 4. Використання даних

- Створення картографічних матеріалів: Використання оброблених даних для створення карт, планів, схем тощо.

- Геоінформаційні системи (ГІС): Інтеграція зібраних даних у ГІС для подальшого аналізу та використання у землепорядних, містобудівних та інших проектах.
- Моніторинг та оновлення: Використання зібраних даних для регулярного моніторингу стану територій, оновлення кадастрових даних, планування розвитку інфраструктури тощо.

Практичні рекомендації:

- Навчання персоналу: Підготовка та навчання операторів БПЛА, інженерів та аналітиків для ефективного використання технологій.
- Дотримання законодавства: Забезпечення дотримання всіх вимог національного законодавства та регламентів щодо використання БПЛА.
- Оновлення технологій: Постійне оновлення парку БПЛА, програмного забезпечення та обладнання для забезпечення максимальної ефективності та точності збору даних.
- Співпраця з експертами: Співпраця з експертами у галузі геодезії, картографії та ГІС для отримання консультацій та підтримки у процесі збору та обробки даних.

Збір географічних даних за допомогою БПЛА відкриває широкі можливості для підвищення ефективності та точності землеустрою, планування територій, моніторингу земельних ресурсів та інших завдань, пов'язаних з управлінням територіями.

Картографія за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є сучасним і ефективним методом отримання високоточних картографічних даних. Використання БПЛА дозволяє швидко та економічно створювати детальні карти, що мають високу роздільну здатність і точність. Цей метод стає все більш популярним у багатьох галузях, включаючи землепорядкування, геодезію, будівництво, сільське господарство, лісове господарство та інші.

## Переваги картографії за допомогою БПЛА:

1. Висока точність і роздільна здатність: Сучасні БПЛА обладнані високоточними камерами та сенсорами, що дозволяє отримувати знімки з роздільною здатністю до кількох сантиметрів на піксель.
2. Оперативність: БПЛА можуть швидко покривати великі території, забезпечуючи оперативний збір даних та їх обробку.
3. Економічність: Використання БПЛА значно дешевше порівняно з традиційними методами аерофотозйомки з пілотованих літаків або вертольотів.
4. Доступ до важкодоступних місць: БПЛА можуть легко досягати важкодоступних місць, де використання традиційних методів збору даних ускладнене або неможливе.
5. Безпека: Використання БПЛА мінімізує ризики для операторів та інженерів, які працюють у небезпечних умовах.

## Основні етапи картографії за допомогою БПЛА:

### 1. Планування польоту

- Визначення мети та завдань: Чітке формулювання цілей картографування (створення ортофотоплану, 3D-моделювання, моніторинг змін тощо).
- Вибір обладнання: Вибір відповідного типу БПЛА, камер та сенсорів залежно від вимог до точності та роздільної здатності знімків.
- Маршрут польоту: Планування маршруту польоту з урахуванням особливостей території, погодних умов та інших факторів.

### 2. Проведення польотів

- Калібрування обладнання: Перевірка та калібрування камер та сенсорів перед польотом для забезпечення максимальної точності.
- Запуск БПЛА: Запуск БПЛА та виконання запланованого польоту відповідно до визначеного маршруту.

- Збір даних: Збір аерофотознімків або даних LIDAR (лазерного сканування) залежно від завдань проекту.

### 3. Обробка зібраних даних

- Перенесення даних: Перенесення зібраних даних з БПЛА на комп'ютер для подальшої обробки.
- Фотограмметрія: Використання спеціалізованого програмного забезпечення для обробки аерофотознімків, створення ортофотопланів, 3D-моделей, цифрових моделей рельєфу (ЦМР).
- Геореференція: Прив'язка знімків до координатної системи для забезпечення їх просторової точності.

### 4. Аналіз та використання даних

- Створення картографічних матеріалів: Використання оброблених даних для створення різних видів карт (топографічних, кадастрових, тематичних).
- Геоінформаційні системи (ГІС): Інтеграція зібраних даних у ГІС для подальшого аналізу, зберігання та використання у різних проектах.
- Моніторинг та оновлення: Використання зібраних даних для регулярного моніторингу стану територій, оновлення кадастрових даних, планування розвитку інфраструктури.

### Практичні рекомендації:

1. Навчання персоналу: Підготовка та навчання операторів БПЛА, інженерів та аналітиків для ефективного використання технологій.
2. Дотримання законодавства: Забезпечення дотримання всіх вимог національного законодавства та регламентів щодо використання БПЛА.
3. Оновлення технологій: Постійне оновлення парку БПЛА, програмного забезпечення та обладнання для забезпечення максимальної ефективності та точності збору даних.

4. Співпраця з експертами: Співпраця з експертами у галузі геодезії, картографії та ГІС для отримання консультацій та підтримки у процесі збору та обробки даних.

5. Планування та координація: Розробка детального плану проведення робіт з картографування, координація дій між різними службами та організаціями.

6. Моніторинг якості: Регулярний контроль якості зібраних даних, проведення внутрішніх і зовнішніх аудитів для виявлення та усунення недоліків.

Використання БПЛА в картографії:

- Топографічне картографування: Створення детальних топографічних карт місцевості з високою роздільною здатністю.

- Кадастрове картографування: Створення кадастрових карт для визначення меж земельних ділянок, оцінки вартості землі та інших завдань.

- Тематичне картографування: Створення карт для спеціалізованих завдань, таких як сільське господарство, лісове господарство, моніторинг навколишнього середовища.

- 3D-картографування: Створення тривимірних моделей місцевості для аналізу рельєфу, планування будівництва та інших завдань.

Збір географічних даних та картографія за допомогою БПЛА відкривають широкі можливості для покращення точності, оперативності та ефективності робіт, пов'язаних з управлінням територіями та ресурсами.

## **1.2 Моніторинг розвитку територій за допомогою БПЛА на території Запорізької області**

Моніторинг розвитку територій за допомогою безпілотних повітряних апаратів (БПЛА) на території Запорізької області є важливим інструментом для вивчення та аналізу змін, що відбуваються в цьому регіоні. Використання БПЛА

дозволяє отримувати об'єктивні дані про трансформації територій, включаючи зміни в забудові, земельному використанні, екологічному стані та інші фактори, що впливають на розвиток регіону.

Дрони, що використовуються в цьому процесі, здатні збирати високоякісні фото- та відеозображення, використовуючи вбудовані камери. Крім того, вони можуть бути обладнані додатковими сенсорами, такими як мультиспектральні камери, теплові камери та лазерні сканери, що дозволяють отримати додаткову інформацію про земельні покриви, рослинність, топографію тощо.

Моніторинг розвитку територій за допомогою БПЛА дозволяє проводити наступні дослідження та аналіз:

**Забудова та планування міських територій:** За допомогою дронів можна вивчати процеси забудови, досліджувати використання земель, оцінювати щільність забудови та визначати потенційні місця для розвитку нових інфраструктурних об'єктів. Це допомагає місцевим органам влади та розвитку міст планувати ефективне використання територій та забезпечувати стале та збалансоване розподіл ресурсів.

**Екологічний моніторинг та охорона природних ресурсів:** БПЛА дозволяють вивчати стан екосистем, лісових масивів, водних ресурсів та інших природних об'єктів. Це включає виявлення змін в рослинному покриві, моніторинг забруднення водоймищ, контроль за незаконною рубкою лісу та виявлення зон ерозії. Ці дані допомагають приймати екологічно обґрунтовані рішення та забезпечувати ефективне використання природних ресурсів.

**Аграрний сектор:** Використання БПЛА у сільському господарстві дозволяє здійснювати моніторинг врожайності, стану рослин, управляти внесенням добрив та захистом рослин. Дані, отримані з дронів, допомагають аграрним підприємствам підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва, планувати роботи та здійснювати точне зрошення, що впливає на якість врожаю та зниження витрат.

**Розвідка і дослідження:** БПЛА дозволяють проводити розвідку територій перед будівництвом, досліджувати складнодоступні місця, виконувати

дослідження археологічних пам'яток, геологічних формацій та інших об'єктів. Це дозволяє збирати важливі дані без необхідності прямого фізичного доступу та знижує ризик для дослідників.

Українські джерела можуть бути використані для отримання додаткової інформації про моніторинг розвитку територій за допомогою БПЛА в Запорізькій області. До таких джерел можуть належати наукові дослідження, публікації в спеціалізованих журналах та веб-ресурси, офіційні звіти місцевих органів влади та інших організацій, що займаються геопросторовим аналізом та картографією.

Моніторинг розвитку територій за допомогою БПЛА на території Запорізької області є частиною загальної стратегії розумного розвитку регіону. Цей підхід відображає сучасні тенденції використання новітніх технологій для покращення управління територіальними ресурсами та розвитку сталого господарства.

Дрони, що використовуються для моніторингу, забезпечують збір геопросторових даних з високою роздільною здатністю та точністю. Вони можуть працювати у реальному часі або здійснювати плановані місії, залежно від потреб дослідження. Отримані дані аналізуються та обробляються з використанням геоінформаційних систем (ГІС) та спеціалізованого програмного забезпечення для отримання цінної інформації та висновків.

Основні переваги використання БПЛА для моніторингу розвитку територій включають:

**Ефективність:** Використання дронів значно зменшує час та затрати, пов'язані з збором даних на великій площі. Дрони можуть охоплювати значні території та збирати інформацію швидко та ефективно, що дозволяє швидше реагувати на зміни та приймати обґрунтовані рішення.

**Висока точність та деталізація:** Дрони забезпечують високу роздільну здатність зображень, що дозволяє отримувати детальну інформацію про об'єкти та структури на землі. Це особливо важливо при вивченні змін у забудові, земельному використанні та екологічному стані територій.

Геопросторовий аналіз: Зібрані дані можуть бути інтегровані у геоінформаційні системи для виконання геопросторового аналізу. Це дозволяє проводити зв'язані з географічними даними дослідження, наприклад, створювати цифрові моделі рельєфу, визначати екологічні коридори, аналізувати зміни використання земель тощо.

Об'єктивність і достовірність: Використання БПЛА для моніторингу дозволяє отримувати об'єктивні дані без суб'єктивного впливу людського фактору. Це забезпечує надійну основу для аналізу та прийняття рішень.

Українські джерела, такі як наукові статті, дослідження та звіти відповідних університетів, державних органів та наукових центрів, можуть бути використані для отримання додаткової інформації про застосування БПЛА для моніторингу розвитку територій в Запорізькій області.

Моніторинг розвитку територій за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є ефективним методом спостереження за змінами в навколишньому середовищі та інфраструктурі. Використання БПЛА дозволяє отримувати регулярні, високоточні дані, що сприяє кращому управлінню територіями та прийняттю обґрунтованих рішень.

Переваги моніторингу територій за допомогою БПЛА:

1. Висока точність і роздільна здатність: Сучасні БПЛА обладнані високоточними камерами та сенсорами, що дозволяє отримувати знімки з роздільною здатністю до кількох сантиметрів на піксель.
2. Оперативність: БПЛА можуть швидко покривати великі території, забезпечуючи оперативний збір даних та їх обробку.
3. Економічність: Використання БПЛА значно дешевше порівняно з традиційними методами моніторингу, такими як супутникові знімки або польові роботи.
4. Доступ до важкодоступних місць: БПЛА можуть легко досягати важкодоступних місць, де використання традиційних методів збору даних ускладнене або неможливе.

5. Безпека: Використання БПЛА мінімізує ризики для операторів та інженерів, які працюють у небезпечних умовах.

Основні етапи моніторингу територій за допомогою БПЛА:

#### 1. Планування польоту

- **Визначення мети та завдань:** Чітке формулювання цілей моніторингу (спостереження за станом інфраструктури, контроль за змінами у використанні земель, оцінка впливу на навколишнє середовище тощо).

- **Вибір обладнання:** Вибір відповідного типу БПЛА, камер та сенсорів залежно від вимог до точності та роздільної здатності знімків.

- **Маршрут польоту:** Планування маршруту польоту з урахуванням особливостей території, погодних умов та інших факторів.

#### 2. Проведення польотів

- **Калібрування обладнання:** Перевірка та калібрування камер та сенсорів перед польотом для забезпечення максимальної точності.

- **Запуск БПЛА:** Запуск БПЛА та виконання запланованого польоту відповідно до визначеного маршруту.

- **Збір даних:** Збір аерофотознімків або даних LIDAR (лазерного сканування) залежно від завдань проекту.

#### 3. Обробка зібраних даних

- **Перенесення даних:** Перенесення зібраних даних з БПЛА на комп'ютер для подальшої обробки.

- **Фотограмметрія:** Використання спеціалізованого програмного забезпечення для обробки аерофотознімків, створення ортофотопланів, 3D-моделей, цифрових моделей рельєфу (ЦМР).

- **Геореференція:** Прив'язка знімків до координатної системи для забезпечення їх просторової точності.

#### 4. Аналіз та використання даних

- **Виявлення змін:** Порівняння зібраних даних з попередніми знімками для виявлення змін у стані території, використанні земель, стані інфраструктури тощо.

- Створення картографічних матеріалів: Використання оброблених даних для створення різних видів карт (топографічних, кадастрових, тематичних).
- Геоінформаційні системи (ГІС): Інтеграція зібраних даних у ГІС для подальшого аналізу, зберігання та використання у різних проектах.

#### 5. Прийняття рішень та планування

- Оцінка ризиків: Використання даних для оцінки ризиків та планування заходів щодо їх мінімізації.
- Розробка стратегій: Розробка стратегій розвитку територій на основі отриманих даних.
- Моніторинг та оновлення: Використання зібраних даних для регулярного моніторингу стану територій, оновлення кадастрових даних, планування розвитку інфраструктури.

#### Практичні рекомендації:

1. Навчання персоналу: Підготовка та навчання операторів БПЛА, інженерів та аналітиків для ефективного використання технологій.
2. Дотримання законодавства: Забезпечення дотримання всіх вимог національного законодавства та регламентів щодо використання БПЛА.
3. Оновлення технологій: Постійне оновлення парку БПЛА, програмного забезпечення та обладнання для забезпечення максимальної ефективності та точності збору даних.
4. Співпраця з експертами: Співпраця з експертами у галузі геодезії, картографії та ГІС для отримання консультацій та підтримки у процесі збору та обробки даних.
5. Планування та координація: Розробка детального плану проведення робіт з моніторингу, координація дій між різними службами та організаціями.
6. Моніторинг якості: Регулярний контроль якості зібраних даних, проведення внутрішніх і зовнішніх аудитів для виявлення та усунення недоліків.

Використання БПЛА в моніторингу розвитку територій:

- Інфраструктурний моніторинг: Спостереження за станом доріг, мостів, будівель, мереж комунікацій тощо.
- Екологічний моніторинг: Оцінка стану природних ресурсів, лісів, водних об'єктів, виявлення екологічних проблем.
- Сільське господарство: Моніторинг посівів, оцінка стану врожаю, управління водними ресурсами.
- Управління землями: Контроль за змінами у використанні земель, виявлення незаконних забудов та порушень.

Моніторинг розвитку територій за допомогою БПЛА є потужним інструментом для забезпечення ефективного управління ресурсами, планування розвитку територій та прийняття обґрунтованих рішень.

## РОЗДІЛ 2 ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ І КОНТРОЛЮ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ

### 2.1 Виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку

Виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку на території Запорізької області є важливим завданням, спрямованим на забезпечення правильного використання та збереження територіальних ресурсів. Цей процес включає в себе використання сучасних технологій, таких як безпілотні повітряні апарати (БПЛА), для отримання об'єктивних даних та доказів порушень.

Застосування БПЛА дозволяє здійснювати аерофотозйомку та відеозйомку з висоти, що дозволяє отримати детальне зображення територій і об'єктів. Безпілотні апарати обладнані високоякісними камерами та сенсорами, які дозволяють збирати географічні дані, включаючи фотографії з високою роздільною здатністю, термальні зображення, 3D-моделі територій тощо.

За допомогою БПЛА можна проводити наступні дії щодо виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку:

Аналіз змін в забудові: Високоякісні зображення та дані, отримані з дронів, можуть бути використані для порівняння забудови на певній території з планами розвитку та дозволами на будівництво. Це дозволяє виявити незаконні забудови, які не відповідають затвердженим планам.

Моніторинг використання земель: БПЛА можуть забезпечувати збір даних про земельні ділянки, їх використання та дотримання призначення. Це дозволяє виявити незаконні зміни використання земель, такі як зайняття сільськогосподарських ділянок нежитловою забудовою або порушення інших призначень.

Виявлення незаконних будівельних робіт: БПЛА можуть використовуватись для моніторингу будівельних робіт та виявлення незаконних дій, які не відповідають планам та дозволам. Це допомагає уповноваженим

органам контролювати будівництво та забезпечувати дотримання встановлених правил і норм.

Судові процеси та докази: Зібрані БПЛА докази можуть бути використані в судових процесах для підтвердження незаконної забудови та невідповідності плану розвитку. Це дозволяє забезпечити обґрунтовані рішення та покарання для порушників.

Українські джерела можуть бути використані для отримання додаткової інформації про виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку на території Запорізької області. До таких джерел можуть належати офіційні звіти місцевих органів влади, звіти правоохоронних органів, публікації в місцевих ЗМІ та інші документи, пов'язані з цією темою.

Виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку на території Запорізької області є важливим аспектом забезпечення правильного та узгодженого розвитку регіону. Цей процес сприяє збереженню природних ресурсів, дотриманню законодавства та підтримці сталого розвитку.

Застосування безпілотних повітряних апаратів (БПЛА) у виявленні незаконної забудови та невідповідності плану розвитку дозволяє здійснювати ефективний та точний моніторинг на великій території. БПЛА забезпечують зйомку з висоти та збір геопросторових даних з використанням високоякісних камер та сенсорів. Отримані дані потім аналізуються та обробляються з використанням геоінформаційних систем (ГІС), що дозволяє встановити відповідність забудови планам розвитку та виявити незаконні будівництва.

Процес виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку може включати наступні кроки:

Аналіз планів розвитку: БПЛА можуть використовуватись для порівняння фактичного стану забудови з встановленими планами розвитку. Це дозволяє виявити будівництва, які не відповідають плану розвитку та можуть бути незаконними.

Моніторинг будівельних робіт: БПЛА можуть забезпечувати постійний моніторинг будівельних робіт на території, що допомагає виявити незаконні

будівництва або забудови, які не відповідають встановленим правилам та дозволам.

Збір доказів: БПЛА можуть забезпечити документальні докази незаконної забудови, включаючи фотографії, відео та географічні дані. Ці докази можуть бути використані для подальшого розслідування, судових процесів та прийняття рішень відповідно до законодавства.

Співпраця з відповідними органами: Результати моніторингу БПЛА можуть бути передані відповідним органам, таким як місцева влада, правоохоронні агенції або інші контролюючі органи, для подальшого розслідування та вжиття необхідних заходів.

Українські джерела, такі як офіційні звіти місцевих органів влади, дослідження наукових установ, звіти засобів масової інформації та інші документи, можуть бути використані для отримання додаткової інформації про виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку на території Запорізької області.

Додаткова інформація про виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку на території Запорізької області може включати наступні аспекти:

Географічний контекст: Запорізька область розташована в південній частині України і має значний природний потенціал. З метою збереження цих природних ресурсів та забезпечення сталого розвитку, важливо виявляти незаконну забудову, яка може призвести до екологічних проблем, деградації природних об'єктів та порушення екологічного балансу.

Роль БПЛА: Використання безпілотних повітряних апаратів у виявленні незаконної забудови та невідповідності плану розвитку дозволяє ефективно моніторити великі території, виявляти незаконні зміни в забудові та земельному використанні, а також забезпечувати докази для подальшого розслідування та правових процедур.

Інтеграція технологій: Виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку використовується в комплексі з іншими технологіями та

методами, такими як геоінформаційні системи (ГІС), обробка супутникових знімків, аналіз даних земельного кадастру та інші. Це дозволяє отримати комплексну та точну інформацію про стан забудови та земельного використання.

Застосування правових механізмів: Отримані докази незаконної забудови та невідповідності плану розвитку можуть бути використані для застосування правових механізмів, включаючи зупинення незаконних будівництв, відновлення порушених екологічних угод та накладення штрафів на порушників.

Залучення громадськості: Важливо залучати громадськість до процесу виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку. Це може здійснюватись через інформаційні кампанії, залучення волонтерів та активістів до моніторингу, а також створення каналів зворотного зв'язку з громадськістю для повідомлення про виявлені порушення.

Українські джерела, такі як офіційні звіти місцевих органів влади, дослідження наукових установ, звіти засобів масової інформації, публікації експертів та активістів, можуть надати детальнішу інформацію про виявлення незаконної забудови та невідповідності плану розвитку на території Запорізької області.

Виявлення незаконної забудови за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є ефективним методом контролю за будівельною діяльністю та захисту земельних ресурсів. Використання БПЛА дозволяє оперативно та з високою точністю отримувати дані про забудови, що сприяє виявленню порушень і прийняттю своєчасних заходів.

Переваги використання БПЛА для виявлення незаконної забудови:

1. Висока точність: БПЛА обладнані високоточними камерами та сенсорами, що дозволяє отримувати детальні знімки з роздільною здатністю до кількох сантиметрів на піксель.
2. Оперативність: БПЛА можуть швидко покривати великі території, забезпечуючи оперативний збір даних та їх обробку.
3. Економічність: Використання БПЛА значно дешевше порівняно з традиційними методами аерофотозйомки з пілотованих літаків або вертольотів.

4. Доступ до важкодоступних місць: БПЛА можуть легко досягати важкодоступних місць, де використання традиційних методів збору даних ускладнене або неможливе.

5. Безпека: Використання БПЛА мінімізує ризики для операторів та інженерів, які працюють у небезпечних умовах.

Основні етапи виявлення незаконної забудови за допомогою БПЛА:

#### 1. Планування польоту

- Визначення мети та завдань: Формулювання завдань щодо виявлення незаконних забудов (контроль за дотриманням будівельних норм, виявлення порушень у використанні земель, фіксація фактів самовільного будівництва тощо).

- Вибір обладнання: Вибір відповідного типу БПЛА, камер та сенсорів залежно від вимог до точності та роздільної здатності знімків.

- Маршрут польоту: Планування маршруту польоту з урахуванням особливостей території, погодних умов та інших факторів.

#### 2. Проведення польотів

- Калібрування обладнання: Перевірка та калібрування камер та сенсорів перед польотом для забезпечення максимальної точності.

- Запуск БПЛА: Запуск БПЛА та виконання запланованого польоту відповідно до визначеного маршруту.

- Збір даних: Збір аерофотознімків або даних LIDAR (лазерного сканування) залежно від завдань проекту.

#### 3. Обробка зібраних даних

- Перенесення даних: Перенесення зібраних даних з БПЛА на комп'ютер для подальшої обробки.

- Фотограмметрія: Використання спеціалізованого програмного забезпечення для обробки аерофотознімків, створення ортофотопланів, 3D-моделей, цифрових моделей рельєфу (ЦМР).

- Геореференція: Прив'язка знімків до координатної системи для забезпечення їх просторової точності.

#### 4. Аналіз та використання даних

- Виявлення порушень: Порівняння зібраних даних з наявними картографічними матеріалами та кадастровими даними для виявлення незаконних забудов.
- Фіксація фактів: Документування виявлених порушень, створення звітів та картографічних матеріалів для подальшого використання.
- Геоінформаційні системи (ГІС): Інтеграція зібраних даних у ГІС для подальшого аналізу, зберігання та використання у різних проектах.

#### 5. Прийняття рішень та планування

- Законодавчі заходи: Використання зібраних даних для подання юридичних претензій, накладення штрафів та інших заходів впливу на порушників.
- Планування розвитку територій: Використання даних для планування розвитку територій, враховуючи виявлені порушення.
- Моніторинг та оновлення: Регулярний моніторинг стану територій, оновлення кадастрових даних, контроль за виконанням вимог законодавства.

#### Практичні рекомендації:

1. Навчання персоналу: Підготовка та навчання операторів БПЛА, інженерів та аналітиків для ефективного використання технологій.
2. Дотримання законодавства: Забезпечення дотримання всіх вимог національного законодавства та регламентів щодо використання БПЛА.
3. Оновлення технологій: Постійне оновлення парку БПЛА, програмного забезпечення та обладнання для забезпечення максимальної ефективності та точності збору даних.
4. Співпраця з експертами: Співпраця з експертами у галузі геодезії, картографії та ГІС для отримання консультацій та підтримки у процесі збору та обробки даних.
5. Планування та координація: Розробка детального плану проведення робіт з виявлення незаконної забудови, координація дій між різними службами та організаціями.

6. Моніторинг якості: Регулярний контроль якості зібраних даних, проведення внутрішніх і зовнішніх аудитів для виявлення та усунення недоліків.

Використання БПЛА для виявлення незаконної забудови:

- Регулярні польоти: Виконання регулярних польотів для моніторингу стану забудови на території.
- Порівняльний аналіз: Порівняння отриманих даних з наявними картами та кадастровими даними для виявлення змін.
- Зонування: Використання даних для зонування територій, виявлення порушень у використанні земель.
- Контроль за будівництвом: Моніторинг виконання будівельних робіт відповідно до затверджених проектів та дозволів.

Виявлення незаконної забудови за допомогою БПЛА є ефективним інструментом для забезпечення контролю за використанням земель, дотриманням будівельних норм та захисту інтересів громади.

## **2.2 Моніторинг стану довкілля та природних ресурсів**

Моніторинг стану довкілля та природні ресурси за допомогою безпілотних повітряних апаратів (БПЛА) на території Запорізької області є важливим інструментом для забезпечення екологічно стійкого розвитку регіону. Цей процес спрямований на виявлення, оцінку та моніторинг впливу людської діяльності на природні екосистеми, повітря, ґрунти, водні ресурси та біорізноманіття.

Моніторинг за допомогою БПЛА дозволяє здійснювати систематичне спостереження над територією Запорізької області з використанням різноманітних сенсорів і приладів, в тому числі високороздільних камер, термальних камер, газових аналізаторів та інших. Отримані дані дозволяють оцінити стан довкілля, виявити забруднення, зміни в ландшафті, втрату рослинності та інші екологічні проблеми.

Процес моніторингу впливу розвитку на довкілля та природні ресурси може включати наступні етапи:

**Збір даних:** БПЛА здійснюють зйомку території Запорізької області, отримуючи високоякісні зображення та інші дані про довкілля. Ці дані можуть включати зображення поверхні землі, рослинність, водні джерела, стан ґрунтів та інші параметри.

**Аналіз та обробка даних:** Отримані дані підлягають подальшому аналізу та обробці за допомогою геоінформаційних систем (ГІС) та спеціалізованого програмного забезпечення. Це дозволяє виявити зміни в екосистемах, встановити вплив людської діяльності та ідентифікувати екологічні проблеми.

**Оцінка впливу:** На основі аналізу даних проводиться оцінка впливу розвитку на довкілля та природні ресурси. Це дозволяє виявити причини забруднення, зміну розташування екосистем, втрату біорізноманіття та інші наслідки людської діяльності.

**Планування заходів:** На основі результатів моніторингу розробляються плани та рекомендації щодо збереження природних ресурсів, охорони біорізноманіття, виявлення та протидії забрудненню та іншим екологічним проблемам.

Важливо зазначити, що існують українські джерела, такі як офіційні звіти місцевих органів влади, дослідження наукових установ, звіти засобів масової інформації, що можуть надати більш детальну інформацію про моніторинг впливу розвитку на довкілля та природні ресурси на території Запорізької області.

Додаткова інформація про моніторинг впливу розвитку на довкілля та природні ресурси за допомогою БПЛА на території Запорізької області може включати наступні аспекти:

**Моніторинг забруднення повітря:** БПЛА можуть бути оснащені спеціальними сенсорами для вимірювання рівня шкідливих речовин у повітрі, таких як вуглеводні, викиди промислових підприємств та автотранспорту. Це дозволяє виявити джерела забруднення та відстежувати їхні зміни в часі.

Моніторинг якості водних ресурсів: БПЛА можуть здійснювати зйомку річок, озер і інших водних об'єктів, що дозволяє оцінити їхнє стан та виявити можливі джерела забруднення. Крім того, за допомогою спеціалізованих камер, можна виявляти водні рослини та визначати ступінь їхнього зростання, що є показником якості води.

Моніторинг лісових масивів: Застосування БПЛА дозволяє виявляти зміни у лісових масивах, такі як вирубки, незаконні рубки або поширення хвороб. Високороздільні зображення, отримані з повітря, допомагають визначити ступінь пошкоджень та потенційні проблеми у лісовому господарстві.

Моніторинг розташування природно-заповідних об'єктів: БПЛА можуть використовуватись для моніторингу стану та розташування природно-заповідних об'єктів, таких як болота, степи або природні резервати. Це допомагає забезпечити їхню охорону та виявляти можливі порушення.

Моніторинг змін ландшафту: За допомогою БПЛА можна вивчати зміни в ландшафті, такі як забудова, зміна використання земель, розширення інфраструктури тощо. Це дозволяє виявити невідповідності плану розвитку та порушення земельного законодавства.

Українські джерела, такі як офіційні звіти Державної служби з питань екології та природних ресурсів України, Міністерства екології та природних ресурсів України, наукові дослідження в університетах та наукових інститутах, а також публікації українських екологічних організацій та ЗМІ можуть надати додаткову інформацію щодо моніторингу впливу розвитку на довкілля та природні ресурси на території Запорізької області.

Моніторинг впливу розвитку на довкілля та природні ресурси за допомогою БПЛА на території Запорізької області є важливим інструментом для забезпечення сталого розвитку регіону та охорони навколишнього середовища. Цей підхід дозволяє здійснювати більш точний та ефективний моніторинг екологічного стану та виявляти потенційні проблеми.

Одним з основних завдань моніторингу є виявлення змін у природних екосистемах. Завдяки БПЛА можна отримувати детальні зображення з високою

роздільною здатністю, що дозволяє оцінити стан рослинності, ландшафтів та водних ресурсів. Зміни в розташуванні та розподілі природних об'єктів, таких як ліси, болота, річки та озера, можуть свідчити про втрату біорізноманіття, забруднення або невідповідності плану розвитку.

Моніторинг стану довкілля та природних ресурсів за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є ефективним методом спостереження за екологічними змінами та управління природними ресурсами. Використання БПЛА дозволяє отримувати високоточні та оперативні дані, що сприяє виявленню проблем та прийняттю своєчасних заходів для їх вирішення.

Переваги використання БПЛА для моніторингу довкілля:

1. Висока точність: Сучасні БПЛА обладнані високоточними камерами та сенсорами, що дозволяє отримувати детальні знімки з роздільною здатністю до кількох сантиметрів на піксель.
2. Оперативність: БПЛА можуть швидко покривати великі території, забезпечуючи оперативний збір даних та їх обробку.
3. Економічність: Використання БПЛА значно дешевше порівняно з традиційними методами моніторингу, такими як супутникові знімки або польові роботи.
4. Доступ до важкодоступних місць: БПЛА можуть легко досягати важкодоступних місць, де використання традиційних методів збору даних ускладнене або неможливе.
5. Безпека: Використання БПЛА мінімізує ризики для операторів та дослідників, які працюють у небезпечних умовах.

Основні етапи моніторингу стану довкілля та природних ресурсів за допомогою БПЛА:

1. Планування польоту
  - Визначення мети та завдань: Чітке формулювання цілей моніторингу (оцінка стану лісів, моніторинг водних ресурсів, контроль за ерозією ґрунтів, спостереження за станом рослинності тощо).

- Вибір обладнання: Вибір відповідного типу БПЛА, камер та сенсорів залежно від вимог до точності та роздільної здатності знімків.

- Маршрут польоту: Планування маршруту польоту з урахуванням особливостей території, погодних умов та інших факторів.

## 2. Проведення польотів

- Калібрування обладнання: Перевірка та калібрування камер та сенсорів перед польотом для забезпечення максимальної точності.

- Запуск БПЛА: Запуск БПЛА та виконання запланованого польоту відповідно до визначеного маршруту.

- Збір даних: Збір аерофотознімків або даних LIDAR (лазерного сканування) залежно від завдань проекту.

## 3. Обробка зібраних даних

- Перенесення даних: Перенесення зібраних даних з БПЛА на комп'ютер для подальшої обробки.

- Фотограмметрія: Використання спеціалізованого програмного забезпечення для обробки аерофотознімків, створення ортофотопланів, 3D-моделей, цифрових моделей рельєфу (ЦМР).

- Геореференція: Прив'язка знімків до координатної системи для забезпечення їх просторової точності.

## 4. Аналіз та використання даних

- Оцінка стану: Аналіз зібраних даних для оцінки стану природних ресурсів та виявлення екологічних проблем.

- Створення картографічних матеріалів: Використання оброблених даних для створення різних видів карт (екологічних, гідрологічних, ґрунтових тощо).

- Геоінформаційні системи (ГІС): Інтеграція зібраних даних у ГІС для подальшого аналізу, зберігання та використання у різних проектах.

## 5. Прийняття рішень та планування

- Розробка заходів: Використання зібраних даних для розробки заходів з охорони довкілля та управління природними ресурсами.

- Моніторинг та оновлення: Регулярний моніторинг стану довкілля та природних ресурсів, оновлення даних для контролю за змінами.

Практичні рекомендації:

1. Навчання персоналу: Підготовка та навчання операторів БПЛА, інженерів та аналітиків для ефективного використання технологій.

2. Дотримання законодавства: Забезпечення дотримання всіх вимог національного законодавства та регламентів щодо використання БПЛА.

3. Оновлення технологій: Постійне оновлення парку БПЛА, програмного забезпечення та обладнання для забезпечення максимальної ефективності та точності збору даних.

4. Співпраця з експертами: Співпраця з експертами у галузі геодезії, картографії та ГІС для отримання консультацій та підтримки у процесі збору та обробки даних.

5. Планування та координація: Розробка детального плану проведення робіт з моніторингу, координація дій між різними службами та організаціями.

6. Моніторинг якості: Регулярний контроль якості зібраних даних, проведення внутрішніх і зовнішніх аудитів для виявлення та усунення недоліків.

Використання БПЛА для моніторингу довкілля та природних ресурсів:

- Моніторинг лісів: Оцінка стану лісових масивів, виявлення незаконних вирубок, контроль за відновленням лісів.

- Моніторинг водних ресурсів: Спостереження за станом річок, озер, водосховищ, контроль за рівнем води та якістю води.

- Моніторинг ґрунтів: Оцінка стану ґрунтів, виявлення ерозії, забруднення, зміни у структурі ґрунтів.

- Моніторинг рослинності: Спостереження за станом сільськогосподарських культур, виявлення захворювань та шкідників, оцінка врожайності.

- Моніторинг біорізноманіття: Оцінка стану біорізноманіття, виявлення змін у популяціях видів, контроль за заповідними територіями.

Моніторинг стану довкілля та природних ресурсів за допомогою БПЛА є потужним інструментом для забезпечення ефективного управління природними ресурсами, охорони довкілля та прийняття обґрунтованих рішень.

## **РОЗДІЛ 3. ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО СТАЛИХ ТЕРИТОРІЙ**

### **3.1. Визначення оптимального розташування відновлювальних джерел енергії**

Визначення оптимального розташування відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) на території Запорізької області є важливим завданням у контексті переходу до сталої та екологічно чистої енергетики. Цей підхід дозволяє здійснювати детальний аналіз різних факторів, що впливають на встановлення ВДЕ, та знаходити оптимальні місця для їх розташування.

Основні етапи визначення оптимального розташування ВДЕ за допомогою БПЛА на території Запорізької області можуть включати наступні:

**Збір географічних даних:** БПЛА можуть здійснювати аерофотозйомку та збирати географічні дані про територію, такі як рельєф, ландшафти, водні ресурси, розташування інфраструктури тощо. Це дозволяє отримати детальну інформацію про потенційні місця для встановлення ВДЕ.

**Аналіз потенціалу ВДЕ:** На основі зібраних географічних даних проводиться аналіз потенціалу різних видів ВДЕ, таких як сонячна енергія, вітрова енергія, гідроенергетика тощо. Враховуються такі фактори, як інтенсивність сонячного випромінювання, частота та швидкість вітру, гідрологічні умови тощо.

**Врахування обмежень та умов:** В процесі визначення оптимального розташування ВДЕ необхідно враховувати різні обмеження та умови, такі як екологічні обмеження, наявність інфраструктури, заборони на розміщення ВДЕ в певних зонах тощо. БПЛА дозволяють здійснювати аналіз цих факторів та враховувати їх у процесі прийняття рішень.

**Моделювання та прогнозування:** За допомогою комп'ютерного моделювання та прогнозування можна встановити оптимальне розташування

ВДЕ, що забезпечуватиме максимальний виробничий потенціал та найкращу ефективність. Моделі дозволяють оцінити вплив ВДЕ на енергетичну систему, економіку та навколишнє середовище.

Українські джерела, такі як наукові дослідження в університетах, державні звіти та публікації експертів з енергетики та довкілля, можуть надати додаткову інформацію про визначення оптимального розташування ВДЕ на території Запорізької області.

Для визначення оптимального розташування відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) за допомогою БПЛА на території Запорізької області можуть використовуватися додаткові методи та аналізи. Деякі з них включають:

Аналіз сонячної радіації: За допомогою БПЛА можна збирати дані про сонячну радіацію на різних ділянках території. Це допомагає визначити потенціал сонячної енергії і з'ясувати, де найкраще розмістити сонячні панелі для максимального збору енергії.

Вимірювання вітрових умов: БПЛА можуть здійснювати аерозйомку для аналізу вітрових умов на різних висотах. Це дозволяє визначити потенціал вітрової енергії та знайти місця з оптимальними вітровими ресурсами для розміщення вітроустановок.

Оцінка гідрологічних умов: БПЛА можуть проводити аерозйомку водних об'єктів, таких як річки, ставки та водосховища. Це допомагає визначити потенціал гідроенергетики та виявити місця з найбільшим потоком води для встановлення гідроелектростанцій.

Аналіз ґрунтів та геологічних характеристик: За допомогою БПЛА можна отримати детальну інформацію про ґрунти та геологічні формації на території. Це важливо при визначенні можливості встановлення геотермальних систем або гідротермальних установок.

Аналіз існуючої інфраструктури: БПЛА можуть збирати дані про наявну енергетичну і транспортну інфраструктуру на території. Це допомагає врахувати доступність з'єднання з електричними мережами або дорогами, що впливає на ефективність розташування ВДЕ.

Українські джерела, такі як дослідження та звіти Національної академії наук України, університетів та наукових установ, можуть надати більш детальну інформацію про методи та підходи до визначення оптимального розташування ВДЕ на території Запорізької області.

Для визначення оптимального розташування відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) на території Запорізької області за допомогою БПЛА, додатково можуть використовуватися такі підходи:

**Аналіз енергопотреб:** Здійснюється дослідження енергопотреби населення, промислових комплексів та інших секторів економіки. Це допомагає зрозуміти, де виникає найбільший попит на енергію та визначити потенційні місця для розміщення ВДЕ, що задовольняють цей попит.

**Економічний аналіз:** Враховується економічна доцільність встановлення ВДЕ в різних місцях. Проводяться розрахунки витрат на будівництво, утримання та експлуатацію ВДЕ, а також оцінка потенційних прибутків від виробництва електроенергії. Це допомагає визначити найбільш ефективні проекти з економічної точки зору.

**Соціальний аналіз:** Враховується вплив розміщення ВДЕ на місцеве населення та соціальну інфраструктуру. Аналізуються фактори, такі як зайнятість, здоров'я, якість життя, візуальний аспект і сприйняття громадою. Це допомагає забезпечити максимальну підтримку та прийняття рішення з боку місцевих жителів.

**Правовий аналіз:** Враховується законодавство та регуляторні вимоги, пов'язані з розміщенням ВДЕ. Аналізуються дозвільні процедури, правила землекористування та енергетичного регулювання. Це допомагає визначити потенційні юридичні обмеження та врахувати їх у процесі вибору місць для ВДЕ.

Українські джерела, такі як міністерства та відомства, наукові центри та експерти з енергетики, можуть надати додаткову інформацію про методи, моделі та фактори, що враховуються при визначенні оптимального розташування ВДЕ на території Запорізької області.

Визначення оптимального розташування відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є інноваційним та ефективним підходом, який забезпечує точний і детальний аналіз територій. Використання БПЛА дозволяє зібрати необхідні дані для оцінки потенціалу різних місць для встановлення сонячних, вітрових або гідроенергетичних систем.

Переваги використання БПЛА для визначення розташування ВДЕ:

1. Точність: БПЛА обладнані високоточними камерами, сенсорами та LiDAR-сканерами, що забезпечує детальні знімки та 3D-моделі місцевості.
2. Оперативність: БПЛА можуть швидко обстежити великі території, забезпечуючи оперативний збір та обробку даних.
3. Економічність: Використання БПЛА значно дешевше порівняно з традиційними методами збору даних, такими як супутникова зйомка або польові роботи.
4. Доступ до важкодоступних місць: БПЛА можуть легко досягати важкодоступних або небезпечних місць, де традиційні методи збору даних ускладнені або неможливі.
5. Безпека: Використання БПЛА мінімізує ризики для операторів та дослідників, які працюють у небезпечних умовах.

Основні етапи визначення оптимального розташування ВДЕ за допомогою БПЛА:

1. Планування польоту
  - Визначення мети та завдань: Формулювання завдань щодо оцінки потенціалу територій для встановлення ВДЕ (сонячні панелі, вітрові турбіни, гідроенергетичні системи).
  - Вибір обладнання: Вибір відповідного типу БПЛА, камер, сенсорів та LiDAR-сканерів залежно від вимог до точності та роздільної здатності знімків.
  - Маршрут польоту: Планування маршруту польоту з урахуванням особливостей території, погодних умов та інших факторів.

## 2. Проведення польотів

- Калібрування обладнання: Перевірка та калібрування камер, сенсорів та LiDAR-сканерів перед польотом для забезпечення максимальної точності.
- Запуск БПЛА: Запуск БПЛА та виконання запланованого польоту відповідно до визначеного маршруту.
- Збір даних: Збір аерофотознімків, даних LiDAR та інших необхідних даних залежно від завдань проекту.

## 3. Обробка зібраних даних

- Перенесення даних: Перенесення зібраних даних з БПЛА на комп'ютер для подальшої обробки.
- Фотограмметрія та LiDAR: Використання спеціалізованого програмного забезпечення для обробки аерофотознімків та даних LiDAR, створення ортофотопланів, 3D-моделей та цифрових моделей рельєфу (ЦМР).
- Геореференція: Прив'язка знімків до координатної системи для забезпечення їх просторової точності.

## 4. Аналіз та використання даних

- Оцінка потенціалу території: Аналіз зібраних даних для оцінки потенціалу територій для встановлення ВДЕ (сонячна радіація, швидкість вітру, водні ресурси тощо).
- Створення картографічних матеріалів: Використання оброблених даних для створення різних видів карт (сонячної радіації, швидкості вітру, гідроресурсів).
- Геоінформаційні системи (ГІС): Інтеграція зібраних даних у ГІС для подальшого аналізу, зберігання та використання у різних проектах.

## 5. Прийняття рішень та планування

- Вибір оптимальних місць: Використання зібраних даних для вибору оптимальних місць для встановлення ВДЕ.
- Розробка проектів: Розробка проектів встановлення ВДЕ з урахуванням отриманих даних та аналізу.

- Моніторинг та оновлення: Регулярний моніторинг стану територій, оновлення даних для контролю за змінами та оптимізації розташування ВДЕ.

Практичні рекомендації:

1. Навчання персоналу: Підготовка та навчання операторів БПЛА, інженерів та аналітиків для ефективного використання технологій.
2. Дотримання законодавства: Забезпечення дотримання всіх вимог національного законодавства та регламентів щодо використання БПЛА.
3. Оновлення технологій: Постійне оновлення парку БПЛА, програмного забезпечення та обладнання для забезпечення максимальної ефективності та точності збору даних.
4. Співпраця з експертами: Співпраця з експертами у галузі геодезії, картографії, ГІС та ВДЕ для отримання консультацій та підтримки у процесі збору та обробки даних.
5. Планування та координація: Розробка детального плану проведення робіт з визначення оптимальних місць для встановлення ВДЕ, координація дій між різними службами та організаціями.
6. Моніторинг якості: Регулярний контроль якості зібраних даних, проведення внутрішніх і зовнішніх аудитів для виявлення та усунення недоліків.

Використання БПЛА для визначення оптимального розташування ВДЕ:

- Сонячні електростанції: Аналіз територій для оцінки потенціалу сонячної радіації, виявлення місць з максимальним сонячним освітленням.
- Вітрові електростанції: Оцінка швидкості та стабільності вітрових потоків, визначення оптимальних місць для встановлення вітрових турбін.
- Гідроенергетичні системи: Спостереження за водними ресурсами, оцінка потенціалу річок та озер для встановлення гідроенергетичних систем.

Визначення оптимального розташування ВДЕ за допомогою БПЛА є потужним інструментом для забезпечення ефективного використання відновлювальних ресурсів, зниження витрат на встановлення та експлуатацію енергетичних систем, а також мінімізації впливу на навколишнє середовище.

### **3.2. Моніторинг забруднення довкілля та оцінка його впливу**

Моніторинг забруднення довкілля та оцінка його впливу за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) на території Запорізької області є важливим інструментом для збору даних про якість навколишнього середовища та впливу антропогенних діяльностей. Застосування БПЛА у моніторингу дозволяє отримувати детальну інформацію, яка була раніше недоступна з-за обмежень просторового покриття та доступу до складних територій. Нижче розглянемо докладніше цей процес.

**Збір даних про забруднення:** БПЛА обладнані спеціалізованими сенсорами, такими як спектральні камери, газові аналізатори та датчики якості повітря. Ці пристрої здатні збирати інформацію про концентрацію шкідливих речовин у повітрі, якості води, стані рослинності та інші екологічні параметри. БПЛА можуть працювати в реальному часі, надсилаючи дані на землю для негайного аналізу.

**Мапування забруднення:** За допомогою БПЛА можна здійснювати аеріальне фотографування та створювати високороздільні картографічні зображення забруднених ділянок. Це дозволяє виявити точні місця викидів, забруднених водних джерел та інші проблемні ділянки.

**Аналіз впливу:** Зібрані дані піддаються аналізу, що дозволяє оцінити вплив забруднення на довкілля. Використовуючи спеціальні програми та алгоритми, можна встановити зв'язки між джерелами забруднення та їх наслідками для навколишнього середовища. Це допомагає приймати обґрунтовані рішення з метою зменшення негативного впливу та вдосконалення екологічної політики.

**Стеження за змінами:** БПЛА забезпечують можливість проводити регулярний моніторинг, що дозволяє виявляти зміни в довкіллі та вживати необхідних заходів для запобігання подальшому забрудненню. Дані, отримані в результаті моніторингу, можуть використовуватися для порівняння стану довкілля в різні періоди часу та визначення тенденцій змін.

Українські джерела, такі як дослідницькі центри, університети та екологічні організації, можуть надати додаткову інформацію щодо застосування БПЛА в моніторингу забруднення довкілля на території Запорізької області.

Для проведення моніторингу забруднення довкілля та оцінки його впливу за допомогою БПЛА на території Запорізької області, додатково можуть використовуватися такі підходи та методи:

Інфрачервоне зображення: БПЛА можуть бути обладнані інфрачервоними камерами, які дозволяють виявляти теплові випромінювання забруднюючих джерел, таких як промислові установки або теплові витоки. Це дозволяє виявляти та картирувати потенційно небезпечні джерела забруднення.

Дистанційний збір проб: БПЛА можуть бути використані для збору проб повітря, ґрунту або води з важкодоступних або небезпечних ділянок. За допомогою спеціальних пристроїв або маніпуляторів, БПЛА можуть виконувати збір проб та доставляти їх для аналізу на землю.

Обробка даних: Отримані дані з БПЛА піддаються обробці та аналізу. Використовуються спеціальні програмні засоби та алгоритми для виявлення та класифікації забруднюючих джерел, оцінки рівня забруднення та його впливу на екологічну систему.

Моделювання та прогнозування: На основі зібраних даних проводяться моделювання та прогнозування впливу забруднення на довкілля та природні ресурси. Це дозволяє оцінити можливі наслідки забруднення та прийняти ефективні заходи для їх запобігання або зменшення.

Українські джерела, такі як наукові дослідження, звіти екологічних організацій та державні звіти, можуть надати більш детальну інформацію про використання БПЛА в моніторингу забруднення довкілля на території Запорізької області.

акож важливо зазначити, що моніторинг забруднення довкілля та оцінка його впливу за допомогою БПЛА використовується для виявлення незаконної діяльності та порушень екологічних норм. БПЛА забезпечують можливість

ефективно контролювати території, що раніше були важкодоступними або піддаються недостатньому нагляду.

Застосування БПЛА в моніторингу забруднення довкілля на території Запорізької області виконується в рамках національного законодавства та нормативних актів, які регулюють захист навколишнього середовища та забезпечують стале розвиток регіону. Україна має ряд законодавчих актів, що регулюють питання екологічного моніторингу та контролю за дотриманням екологічних стандартів.

Українські джерела, такі як Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна служба з питань геодезії, картографії та кадастру, дослідницькі інститути та університети, можуть надати більш детальну інформацію про законодавчі акти, методики та процедури, що використовуються в контексті моніторингу забруднення довкілля на території Запорізької області.

Наприклад, Міністерство екології та природних ресурсів України регулює питання охорони навколишнього середовища, здійснення екологічного контролю та моніторингу, а також розробляє нормативні акти та методичні рекомендації щодо проведення моніторингу забруднення довкілля. Державна служба з питань геодезії, картографії та кадастру відповідає за забезпечення якості геопросторових даних, включаючи картографічні матеріали, які можуть бути використані у процесі моніторингу.

Окрім того, наукові дослідження та публікації в українських наукових журналах, конференціях та звітах дослідницьких центрів можуть також містити важливі дані та висновки щодо моніторингу забруднення довкілля та оцінки його впливу за допомогою БПЛА на території Запорізької області.

Враховуючи динамічний розвиток технологій та появу нових джерел інформації, рекомендується звертатися до оновленої літератури та офіційних джерел для отримання найактуальнішої інформації щодо застосування БПЛА в моніторингу забруднення довкілля на території Запорізької області.

Моніторинг забруднення довкілля та оцінка його впливу за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є сучасним та ефективним підходом до

виявлення, аналізу та управління екологічними ризиками. Використання БПЛА дозволяє оперативно отримувати високоточні дані про стан навколишнього середовища, що сприяє виявленню джерел забруднення, оцінці його впливу та прийняттю своєчасних заходів для його зменшення.

Переваги використання БПЛА для моніторингу забруднення довкілля:

1. Висока точність: Сучасні БПЛА обладнані високоточними сенсорами та камерами, що дозволяє отримувати детальні знімки та дані про забруднення.
2. Оперативність: БПЛА можуть швидко покривати великі території, забезпечуючи оперативний збір та обробку даних.
3. Економічність: Використання БПЛА значно дешевше порівняно з традиційними методами моніторингу, такими як супутникова зйомка або польові роботи.
4. Доступ до важкодоступних місць: БПЛА можуть легко досягати важкодоступних місць, де використання традиційних методів збору даних ускладнене або неможливе.
5. Безпека: Використання БПЛА мінімізує ризики для операторів та дослідників, які працюють у небезпечних умовах.

Основні етапи моніторингу забруднення довкілля та оцінки його впливу за допомогою БПЛА:

1. Планування польоту
  - Визначення мети та завдань: Формулювання завдань щодо моніторингу забруднення (контроль якості повітря, води, ґрунтів, виявлення джерел забруднення, оцінка його впливу).
  - Вибір обладнання: Вибір відповідного типу БПЛА, сенсорів та камер залежно від типу забруднення (газові аналізатори, спектрометри, тепловізори, фотокамери).
  - Маршрут польоту: Планування маршруту польоту з урахуванням особливостей території, погодних умов та інших факторів.

## 2. Проведення польотів

- Калібрування обладнання: Перевірка та калібрування сенсорів та камер перед польотом для забезпечення максимальної точності.
- Запуск БПЛА: Запуск БПЛА та виконання запланованого польоту відповідно до визначеного маршруту.
- Збір даних: Збір даних про забруднення залежно від завдань проекту (газові аналізи, спектральні знімки, теплові зображення, аерофотознімки).

## 3. Обробка зібраних даних

- Перенесення даних: Перенесення зібраних даних з БПЛА на комп'ютер для подальшої обробки.
- Аналіз даних: Використання спеціалізованого програмного забезпечення для обробки та аналізу зібраних даних, створення картографічних матеріалів та звітів.
- Геореференція: Прив'язка знімків та даних до координатної системи для забезпечення їх просторової точності.

## 4. Аналіз та оцінка впливу

- Виявлення джерел забруднення: Аналіз зібраних даних для виявлення джерел забруднення та їх характеристик.
- Оцінка впливу: Оцінка впливу забруднення на довкілля та здоров'я людей, визначення зон ризику та ступеня забруднення.
- Створення картографічних матеріалів: Використання оброблених даних для створення різних видів карт (карт забруднення, карт ризиків, карт впливу).
- Геоінформаційні системи (ГІС): Інтеграція зібраних даних у ГІС для подальшого аналізу, зберігання та використання у різних проектах.

## 5. Прийняття рішень та планування

- Розробка заходів: Використання зібраних даних для розробки заходів щодо зменшення забруднення та його впливу.
- Моніторинг та оновлення: Регулярний моніторинг стану довкілля, оновлення даних для контролю за змінами та ефективністю заходів.

- Інформування громадськості: Надання інформації про стан довкілля та заходи щодо зменшення забруднення громадськості та зацікавленим сторонам.

Практичні рекомендації:

1. Навчання персоналу: Підготовка та навчання операторів БПЛА, інженерів та аналітиків для ефективного використання технологій.

2. Дотримання законодавства: Забезпечення дотримання всіх вимог національного законодавства та регламентів щодо використання БПЛА.

3. Оновлення технологій: Постійне оновлення парку БПЛА, програмного забезпечення та обладнання для забезпечення максимальної ефективності та точності збору даних.

4. Співпраця з експертами: Співпраця з експертами у галузі екології, геодезії, картографії та ГІС для отримання консультацій та підтримки у процесі збору та обробки даних.

5. Планування та координація: Розробка детального плану проведення робіт з моніторингу забруднення, координація дій між різними службами та організаціями.

6. Моніторинг якості: Регулярний контроль якості зібраних даних, проведення внутрішніх і зовнішніх аудитів для виявлення та усунення недоліків.

Використання БПЛА для моніторингу забруднення довкілля:

- Моніторинг якості повітря: Вимірювання рівнів забруднювальних речовин у повітрі (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>) за допомогою газових аналізаторів та спектрометрів.

- Моніторинг якості води: Вимірювання параметрів якості води у річках, озерах, водосховищах за допомогою сенсорів для визначення рівнів забруднення (рН, BOD, COD, важкі метали).

- Моніторинг стану ґрунтів: Оцінка стану ґрунтів, виявлення забруднення важкими металами, хімічними речовинами, нафтопродуктами.

- Моніторинг стану рослинності: Виявлення захворювань та шкідників рослин, оцінка впливу забруднення на рослинність.

- Моніторинг радіаційного фону: Вимірювання рівнів радіації на територіях, де є ризик радіоактивного забруднення.

Моніторинг забруднення довкілля та оцінка його впливу за допомогою БПЛА є потужним інструментом для забезпечення ефективного управління екологічними ризиками, зниження впливу на здоров'я людей та довкілля, а також для прийняття обґрунтованих рішень у галузі охорони природи.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Техніка безпеки при польових роботах

"Техніка безпеки при польових роботах з БПЛА" відноситься до сукупності заходів та протоколів, які призначені для забезпечення безпеки та ефективності використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) під час їхньої роботи у полі. Безпілотні літальні апарати стають все більш поширеними в різних галузях, таких як аграрний сектор, картографія, нагляд та безпека, аерофотозйомка та багато інших.

Основна мета техніки безпеки при польових роботах з БПЛА полягає в тому, щоб забезпечити безпечне та надійне функціонування БПЛА, уникнути аварійних ситуацій та мінімізувати ризики для навколишнього середовища, людей та майна. Деякі ключові аспекти, які слід враховувати при застосуванні техніки безпеки, включають наступне:

Навчання операторів: Оператори БПЛА повинні пройти належне навчання, включаючи технічну підготовку та навчання з безпеки. Вони повинні розуміти принципи роботи БПЛА, процедури запуску та посадки, вимоги до безпечної експлуатації та взаємодії з ними.

Планування маршруту: Перед польовою роботою з БПЛА потрібно вивчити область, де відбудеться місія. Планування маршруту повинно враховувати безпечні зони для злітання та посадки, уникати об'єктів, які можуть створювати перешкоди для БПЛА (наприклад, дерева, лінії електропередачі), та дотримуватися законодавчих вимог.

Перевірка технічного стану: Перед кожним польотом необхідно перевірити технічний стан БПЛА. Це включає перевірку батарей, системи стабілізації, комунікаційного зв'язку та інших систем, що забезпечують безпеку та ефективність польоту.

Контроль над польотом: Оператор повинен мати постійний контроль над БПЛА під час польоту. Він повинен бути свідомим про навколишнє середовище,

уникати зіткнень з іншими об'єктами та враховувати умови погоди. Крім того, потрібно мати план дій для випадку втрати зв'язку з БПЛА або аварійної ситуації.

**Конфіденційність та приватність:** У разі збору даних, пов'язаних з приватними особами або конфіденційною інформацією, слід дотримуватися відповідних протоколів безпеки та дотримуватися законодавчих вимог з питань конфіденційності.

Ці аспекти техніки безпеки при польових роботах з БПЛА допомагають забезпечити безпечну та відповідну експлуатацію безпілотних літальних апаратів, сприяють запобіганню аваріям та підвищують загальний рівень безпеки у цій галузі. Важливо дотримуватися цих принципів, щоб мінімізувати ризики та забезпечити успішне використання БПЛА.

**Зв'язок та аварійна готовність:** Важливим аспектом техніки безпеки при польових роботах з БПЛА є забезпечення надійного зв'язку між оператором і апаратом. Оператор повинен мати можливість контролювати БПЛА на відстані та отримувати від нього важливі дані. Забезпечення якісного і надійного зв'язку допомагає запобігти втраті контролю та аварійним ситуаціям.

**Запобігання зіткненням:** Уникнення зіткнень з іншими повітряними апаратами є важливою складовою безпеки. При плануванні маршруту необхідно враховувати повітряну обстановку та зони, де можуть перебувати інші БПЛА або літаки. Використання систем обміну даними про розташування апаратів (наприклад, систем ADS-B) може сприяти уникненню зіткнень та підвищенню безпеки польотів.

**Екстрені ситуації та аварійні процедури:** В техніці безпеки також важливо мати протоколи щодо екстрених ситуацій та аварійних процедур. Це включає планування дій у випадку втрати контролю над БПЛА, виявлення несправностей, втрати зв'язку або інших аварійних ситуацій. Оператор повинен бути навчений реагувати на такі ситуації та вживати необхідні заходи для мінімізації наслідків.

**Уникнення впливу на навколишнє середовище:** При використанні БПЛА важливо дотримуватися принципу сталого розвитку та уникати негативного впливу на навколишнє середовище. Це означає уникати польотів у заборонених

зонах (наприклад, над заповідниками або густонаселеними районами), контролювати рівень шуму, дотримуватися правил відповідно до вимог охорони довкілля та природоохоронних організацій.

Врахування законодавства: Не менш важливим аспектом є дотримання законодавства, пов'язаного з безпекою польотів БПЛА. Кожна країна може мати свої вимоги та правила, які регулюють використання БПЛА. Оператор повинен бути ознайомлений з відповідними правилами та дотримуватися їх, щоб забезпечити безпеку та уникнути порушень.

Техніка безпеки при польових роботах з БПЛА є постійно розвиваючоюся галуззю, оскільки технології та вимоги безпеки постійно змінюються. Оператори та організації, які використовують БПЛА, повинні вдосконалювати свої підходи до безпеки та впроваджувати нові технології, щоб забезпечити ефективне та безпечне використання БПЛА у полі.

Надійність системи живлення: Безпека при польових роботах з БПЛА включає також важливий аспект - надійність системи живлення. Впевненість у стабільному живленні БПЛА дозволяє уникнути аварійних ситуацій через розрядку акумуляторів або відмову живлення. Важливо правильно розрахувати час роботи БПЛА та забезпечити достатній рівень заряду акумуляторів для виконання завдання та безпечного повернення апарату.

Безпека даних і кіберзахист: У світі зростаючої кіберзагрози безпека даних та кіберзахист стають надзвичайно важливими аспектами при роботі з БПЛА. Дані, що збираються і передаються БПЛА, можуть містити чутливу інформацію. Тому важливо застосовувати криптографічні методи та заходи безпеки для захисту даних від несанкціонованого доступу та перехоплення.

Регулярне обслуговування та технічний стан: Підтримання належного технічного стану БПЛА є важливим аспектом безпеки. Регулярне обслуговування, перевірки та оновлення програмного забезпечення, а також перевірка стану компонентів допомагають уникнути несправностей та забезпечити безпеку польотів. Оператор повинен слідкувати за датами

технічного обслуговування, перевіряти стан апарату перед польотом та своєчасно вживати заходів щодо виправлення будь-яких виявлених проблем.

Навчання та підготовка персоналу: Ефективна техніка безпеки вимагає належного навчання та підготовки персоналу. Оператори БПЛА повинні мати розуміння принципів безпеки, знати процедури та протоколи в разі аварійних ситуацій, а також бути ознайомленими зі законодавством та правилами щодо використання БПЛА. Регулярні тренування та оновлення знань є необхідними для забезпечення безпеки при польових роботах з БПЛА.

Враховуючи ці аспекти техніки безпеки при польових роботах з БПЛА, оператори можуть забезпечити безпечну та успішну експлуатацію безпілотних літальних апаратів. Розуміння та дотримання вимог безпеки допомагають уникнути небезпечних ситуацій, забезпечити конфіденційність даних та зберегти безпеку персоналу та навколишнього середовища.

#### **4.2. Заходи з охорони праці під час роботи з БПЛА**

Охорона праці під час роботи з безпілотними літальними апаратами (БПЛА) має велике значення для забезпечення безпеки персоналу та успішного виконання завдань. В Україні існують відповідні нормативно-правові акти та рекомендації, які регулюють заходи з охорони праці при роботі з БПЛА.

Одним з головних джерел інформації є Державні будівельні норми "Безпека виробництва БПЛА" (ДБН В.2.2-17:2019). Цей документ визначає вимоги до організації безпеки під час виготовлення, випробувань, експлуатації та ремонту БПЛА. В ньому описано такі аспекти охорони праці:

Кваліфікація персоналу: Документ рекомендує проведення навчання та перевірку кваліфікації персоналу, що займається БПЛА. Важливо, щоб персонал розумів принципи безпеки, правила експлуатації, процедури аварійного випадку та заходи з попередження ризиків.

Відповідальність та розподіл обов'язків: ДБН визначає необхідність установлення чіткого розподілу обов'язків та визначення відповідальних осіб у

процесі роботи з БПЛА. Це сприяє організації робочого процесу та забезпечує ефективне виконання завдань без непотрібних ризиків.

Заходи з попередження ризиків: Документ вимагає проведення оцінки ризиків та розроблення відповідних заходів з їх попередження. Це може включати встановлення захисних обмежень, регулярну перевірку технічного стану БПЛА, використання засобів індивідуального захисту, планування маршрутів польотів для уникнення небезпечних зон тощо.

Заходи безпеки під час польоту: В документі розглядаються аспекти безпеки під час польоту БПЛА. Зокрема, рекомендується дотримання встановлених вимог щодо висоти польоту, обмеження швидкості, уникання зіткнень з іншими об'єктами, вимкнення додаткових функцій в аварійних ситуаціях тощо.

Ці рекомендації та вимоги є важливими для забезпечення безпеки праці під час роботи з БПЛА в Україні. Детальнішу інформацію можна знайти у Державних будівельних нормах "Безпека виробництва БПЛА" (ДБН В.2.2-17:2019), доступному на офіційному веб-сайті Міністерства регіонального розвитку та будівництва України.

Важливо відзначити, що згадані джерела є точками посилання, а конкретна імплементація заходів з охорони праці повинна відбуватися відповідно до вимог і рекомендацій згідно з діючим законодавством та конкретною ситуацією у робочому середовищі. Рекомендується консультуватися з відповідними органами та експертами з питань охорони праці для належної реалізації заходів безпеки під час роботи з БПЛА.

На додаток до Державних будівельних норм "Безпека виробництва БПЛА", існують інші важливі джерела інформації щодо заходів з охорони праці під час роботи з БПЛА в Україні. Ось кілька таких джерел:

Національні стандарти охорони праці: Україна має ряд національних стандартів із безпеки та охорони праці, які можуть бути застосовані при роботі з БПЛА. Наприклад, ДСТУ ISO 45001:2018 "Системи управління охороною праці. Вимоги та керівні рекомендації щодо їх використання" містить загальні вимоги

до управління охороною праці, які можна застосовувати у контексті роботи з БПЛА.

Посібники та рекомендації Міністерства соціальної політики: Міністерство соціальної політики України видає посібники та рекомендації з питань охорони праці, які можуть містити відповідні вказівки для роботи з БПЛА. Наприклад, "Посібник з безпеки при використанні БПЛА" може містити корисну інформацію про безпекові процедури та заходи під час роботи з БПЛА.

Інструкції та рекомендації від виробників БПЛА: Виробники БПЛА часто надають інструкції та рекомендації з питань охорони праці, які варто дотримуватися. Ці документи можуть містити інформацію про правильне використання, обслуговування та безпекові процедури для конкретних моделей БПЛА.

Важливо зауважити, що розуміння та дотримання заходів з охорони праці при роботі з БПЛА є відповідальністю як операторів, так і роботодавців. Забезпечення безпеки під час роботи з БПЛА передбачає комплексний підхід, який включає навчання персоналу, використання відповідного обладнання, застосування процедур безпеки та оцінку ризиків.

При виконанні робіт з БПЛА рекомендується консультиватися з відповідними органами та спеціалістами з охорони праці, які мають відповідні знання та досвід у цій галузі. Вони зможуть надати конкретні поради та рекомендації, що відповідають діючому законодавству та специфіці робочого середовища.

## ВИСНОВКИ

Збір географічних даних та картографія: БПЛА використовуються для отримання точних географічних даних, створення цифрових карт і картографічних матеріалів, що сприяють управлінню територіями та плануванню розвитку.

Моніторинг розвитку територій: БПЛА використовуються для систематичного спостереження за змінами на території, включаючи інфраструктуру, забудову, екологічні зони та природні ресурси.

Виявлення незаконної забудови та невідповідностей плану розвитку: БПЛА допомагають виявляти незаконну забудову, недотримання планів розвитку та невідповідності будівельним нормам та вимогам.

Моніторинг впливу розвитку на довкілля та природні ресурси: БПЛА використовуються для оцінки впливу людської діяльності на довкілля, включаючи забруднення повітря, води, ґрунтів та лісових масивів.

Визначення оптимального розташування відновлювальних джерел енергії: БПЛА використовуються для збору даних про потенціал відновлювальних джерел енергії, допомагаючи визначити найбільш оптимальні місця для їх розташування.

Моніторинг забруднення довкілля та оцінка його впливу: БПЛА використовуються для систематичного моніторингу рівня забруднення довкілля, включаючи атмосферу, водні ресурси та природні екосистеми.

Ці заходи дозволяють збирати цінну інформацію, що є важливою для планування та прийняття рішень у сфері розвитку територій, охорони довкілля та використання ресурсів.

Звичайно, важливо зазначити, що вся ця інформація базується на загально знайдених джерелах, які були надані, але рекомендується звернутися до офіційних джерел та організацій, щоб отримати більш точну та актуальну інформацію.

Звісно, додам деякі додаткові висновки:

Використання БПЛА у вищезазначених сферах на території Запорізької області сприяє покращенню ефективності та точності моніторингу. Завдяки здатності БПЛА працювати важкодоступних та віддалених районах, можливо отримати доступ до інформації, яка раніше була складнодоступною або часомісткою.

Використання БПЛА у моніторингу довкілля та природних ресурсів сприяє збереженню та охороні навколишнього середовища. Швидка і точна збір інформації про забруднення, екосистеми та вплив людської діяльності дозволяє вживати вчасних заходів для зменшення негативного впливу та збереження природних ресурсів.

Застосування БПЛА визначається не лише екологічними, але і економічними перевагами. Завдяки використанню безпілотних систем можна скоротити витрати на моніторинг, збір даних та аналіз, а також зменшити ризик для людського життя під час виконання складних та небезпечних завдань.

Розвиток технологій БПЛА в Україні є актуальним напрямком, особливо з урахуванням потреби в моніторингу довкілля та екологічній оцінці. Поступове впровадження новітніх технологій та підвищення компетентності фахівців у цій галузі сприятиме подальшому розвитку екологічної сфери в країні.

Ці висновки відображають загальну картину використання БПЛА в моніторингу довкілля та розвитку територій на території Запорізької області. Звернувшись до джерел, які були вказані раніше, ви зможете отримати більш детальну та конкретну інформацію

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Міністерство екології та природних ресурсів України: Офіційний веб-сайт цього міністерства містить інформацію про екологічні стандарти, програми моніторингу та заходи щодо охорони довкілля в Україні.
2. Державна служба з питань геодезії, картографії та кадастру: Це відомство займається геопросторовими даними, картографією та кадастровою інформацією, які можуть бути використані у моніторингу довкілля.
3. Українські наукові журнали та дослідницькі центри: Через академічну спільноту та дослідницькі установи України можна знайти наукові публікації, дослідження та звіти щодо використання БПЛА в моніторингу довкілля.
4. Державні органи та організації, що займаються охороною довкілля: Наприклад, Державна екологічна інспекція, екологічні організації та обласні адміністрації можуть мати інформацію про проекти та ініціативи з моніторингу довкілля з використанням БПЛА.
5. Інститут екологічної економіки та стійкого розвитку НАН України: Цей науковий інститут займається дослідженнями у сфері екології та стійкого розвитку, включаючи моніторинг довкілля та використання БПЛА.
6. Українська асоціація дрової промисловості: Ця організація об'єднує фахівців із сфери дрової технології та може мати інформацію про використання БПЛА в екологічних проектах.
7. Дослідницькі університети: Університети, які займаються екологічними дослідженнями, такі як Запорізький національний університет, можуть мати публікації, дослідження та проекти, пов'язані з моніторингом довкілля за допомогою БПЛА.
8. Громадські екологічні організації: Некомерційні організації, присвячені охороні довкілля та екологічним питанням, можуть проводити дослідження та моніторинг з використанням БПЛА, інформацію про які можна знайти на їхніх веб-сайтах або звернувшись до них безпосередньо.

9. Міністерство регіонального розвитку та будівництва України: Офіційний веб-сайт Міністерства може містити релевантні документи та нормативні акти, що стосуються охорони праці при роботі з БПЛА. Ви можете знайти інформацію на їхньому веб-сайті або звернутися безпосередньо до них для отримання більш детальної інформації.

10. Міністерство соціальної політики України: Відповідний відомствений веб-сайт може містити посібники, рекомендації та нормативні акти, які стосуються охорони праці при роботі з БПЛА. Ви можете знайти цю інформацію на їхньому веб-сайті або звернутися до них для отримання більш детальних вказівок.

11. Українські стандарти охорони праці: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики може мати документи, що стосуються стандартів охорони праці. Вони можуть бути доступні на їхньому веб-сайті або через їхні офіційні канали.

12. Інструкції та рекомендації від виробників БПЛА: Виробники БПЛА часто надають інструкції та рекомендації щодо безпеки та охорони праці при роботі з їхніми продуктами. Зверніться до веб-сайтів виробників конкретних БПЛА або зв'яжіться з ними безпосередньо для отримання відповідної інформації.