МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра комп'ютерної інженерії

«**ЗАТВЕРДЖУЮ**»
Перший проректор
Іщенко Н.М.
_____
«01» 04 2021 року

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## АЕРОЗНІМАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ БПЛА

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

| | | |
|---|---|---|
| Розробник програми | Крайник Я.М. | _____ |
| Завідувач кафедри розробника | Крайник Я.М. | _____ |
| В.о. завідувача кафедри спеціальності | Смирнова С.М. | _____ |
| Гарант освітньої програми | Смирнова С.М. | _____ |
| В.о. декана факультету | Белінська С.М. | _____ |
| Начальник НМВ | Шкірчак С.І. | _____ |

Миколаїв – 2021 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показника | Характеристика дисципліни | |
|---|---|---|
| Найменування дисципліни | Аерознімання та управління БПЛА | |
| Галузь знань | 19 «Архітектура та будівництво» | |
| Спеціальність | 193 «Геодезія та землеустрій» | |
| Спеціалізація (якщо є) | | |
| Освітня програма | Освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій» | |
| Рівень вищої освіти | Перший (бакалаврський) | |
| Статус дисципліни | Вибіркова | |
| Курс навчання | 3 | |
| Навчальний рік | 2021/2022 | |
| Номер(и) семестрів (триместрів): | Денна форма | Заочна форма |
| | 5 семестр | - |
| Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин | 4 кредитів / 120 годин | - |
| Структура курсу:<br>– лекції<br>– семінарські заняття (практичні, півгрупові)<br>– годин самостійної роботи студентів | Денна форма | Заочна форма |
| | -<br>45 годин<br><br>75 годин | |
| Відсоток аудиторного навантаження | 38 % | |
| Мова викладання | Українська | |
| Форма проміжного контролю (якщо є) | - | |
| Форма підсумкового контролю | Залік | |

## 2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

***Метою викладання дисціипліни*** «Аерознімання та управління БПЛА» є формування знань у здобувачів вищої освіти у галузі аерознімання та управління БПЛА, вивчення основних понять та проблем у галузі застосування БПЛА у аерозніманні, отримання практичних навичок управління БПЛА та роботи з програмним забезпечення управління та моделювання роботи БПЛА. В цілому, прикладний аспект використання БПЛА у професійній діяльності орієнтований на створення топографічних карт та планів, інвентаризації земель, об'єктів капітального будівництва та ін.

**Завдання:**

– вивчення питань, пов’язаних з будовою сучасних БПЛА, зокрема, квадрокоптерів;

– вивчити основні сфери застосування аерознімання засобами БПЛА;

– отримання практичних навичок володіння технологіями аерознімання та управління БПЛА.

Передумови вивчення дисципліни: «Картографія», «Топографія», «Геодезія» тощо.

Очікувані результати навчання: отримані знання та навички використання БПЛА дозволяють значно підвищити ефективність роботи підприємств у сфері геодезії та землеустрою. Також слід зосередити увагу на тому, що на основі отриманих з дрону знімків здобувачі мають можливість створювати ортофотоплани з тією точністю і в системі координат, яка необхідна для конкретного проекту.

В результаті вивчення дисципліни студент

*має знати*:

– основні технології, методи та засоби аерознімання та управління БПЛА;

– основні сфери застосування аерознімання засобами БПЛА;

– складові частини БПЛА та основи його управління;

– програмне забезпечення для управління БПЛА різних рівнів;

– засоби для формування місій БПЛА.

*має вміти*:

– виконувати управління БПЛА;

– організовувати місії БПЛА з використанням відповідних засобів автоматизації;

– знати організації засобів виконання зйомки, що доступні у БПЛА.

### Компетентності та програмні результати навчання

*Загальні компетентності:*

**ЗК 01** Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

*Спеціальні (фахові) компетентності:*

**СК 04** Здатність обирати та використовувати ефективні методи, технології та обладнання для здійснення професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою.

**СК 05** Здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою.

**СК 06** Здатність виконувати дистанційні, наземні, польові та камеральні дослідження, інженерні розрахунки з опрацювання результатів досліджень, оформляти результати досліджень, готувати звіти при вирішенні завдань геодезії та землеустрою.

*Програмні результати навчання:*

**РН 9** Збирати, оцінювати, інтерпретувати та використовувати геопросторові дані, метадані щодо об’єктів природного і техногенного походження, застосовувати статистичні методи їхнього аналізу для розв’язання спеціалізованих задач у сфері геодезії та землеустрою.

**РН 10** Обирати і застосовувати інструменти, обладнання, устаткування та програмне забезпечення, які необхідні для дистанційних, наземних, польових і камеральних досліджень у сфері геодезії та землеустрою.

## 3. Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

| № | Теми | Групові | Самостійна робота | Загальний обсяг |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Нормативно-правове забезпечення аерофотозйомок | 2 | 5 | 7 |
| 2 | Призначення та особливості застосування БПЛА для цілей землеустрою | 2 | 5 | 7 |
| 3 | Класифікація БПЛА. Побудова дрону. | 2 | 5 | 7 |
| 4 | Стабілізація дрону. Передача фото- та відеоінформації | 4 | 5 | 9 |
| 5 | Основи управління дроном. Обслуговування дрону під час польоту. | 4 | 5 | 9 |
| 6 | Виконання простого польоту з оператором (засоби управління) | 4 | 5 | 9 |
| 7 | Автоматизація виконання польотних задач. Поняття місії | 4 | 5 | 9 |
| 8 | Програмне забезпечення для управління БПЛА. Поняття центру управління | 6 | 5 | 11 |
| 9 | Обробка результатів зйомки | 2 | 5 | 7 |
| 10 | Аналіз зображення на знімку | 4 | 6 | 10 |
| 11 | Планово-висотна прив’язка аерознімків | 2 | 6 | 8 |
| 12 | Види картографічної продукції і технологія її виготовлення | 2 | 6 | 8 |
| 13 | Трансформування аерознімків. Виготовлення фото планів | 3 | 6 | 9 |
| 14 | Дешифрування фотознімків | 4 | 6 | 10 |
| | Всього | **45** | **75** | **120** |

## 4. Зміст навчальної дисципліни

### 4.1. План семінарських занять

| Практичні роботи | |
|---|---|
| № | Тема заняття / план |
| 1 | **Тема 1 Нормативно-правове забезпечення аерофотозйомок**<br>1. Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність»<br>2. Методи виконання топографічних знімань<br>3. Правове забезпечення польотів БПЛА<br>4. Правила використання та реєстрації дронів в Україні<br>5. Нормативний аспект дослідження територій |
| 2 | **Тема 2** Призначення та особливості застосування БПЛА для цілей землеустрою<br>1. Просторове зонування земель<br>2. Інвентаризація земель<br>3. Виконання топографо-геодезичних робіт<br>4. Моніторинг рельєфу зелених ділянок за видами земкористування<br>5. Посліги для сільського господарства |
| 3 | **Тема 3** Класифікація БПЛА. Побудова дрону.<br>1. Виробники дронів<br>2. Типи дронів:<br>2.1.безпілотні некеровані;<br>2.2.безпілотні автоматичні;<br>2.3.безпілотні дистанційно-пілотовані літальні апарати (ДПЛА)<br>3. БПЛА в залежності від цілей та конструктивних відмінностей.<br>4. Способи застосування БПЛА для фотознімання та вирішення задач землеустрою. |
| 4 | **Тема 3** Класифікація БПЛА. Побудова дрону.<br>5. Основні компоненти, датчики, двигун.<br>6. Середовище та складність місії дронів<br>7. Обчислювальний модуль дрону<br>8. Датчики у БПЛА<br>9. Конструкція<br>10. Двигуни у дронах |
| 5 | **Тема 4** Стабілізація дрону. Передача фото- та відеоінформації<br>1. Стабілізація дрону<br>2. Автоматична стабілізація дрону<br>3. Мануальна стабілазація дрону |
| 6 | **Тема 4** Стабілізація дрону. Передача фото- та відеоінформації<br>4. Протоколи передачі даних<br>5. Швидкість передачі<br>6. Збереження даних з дрона<br>7. Супровідне програмне забезпечення |
| 7 | **Тема 5** Основи управління дроном. Обслуговування дрону під час польоту.<br>1. Техніка безпеки під час запуску<br>2. Засоби керування<br>3. Запуск БПЛА |
| 8 | **Тема 5** Основи управління БПЛА. Обслуговування БПЛА під час польоту.<br>1. Утримання позиції БПЛА<br>2. Візуальний контакт при управлінні БПЛА<br>3. Керування дроном за допомогою засобів відеопотоку |
| 9 | **Тема 6** Виконання простого польоту з оператором (засоби управління)<br>1. Запуск БПЛА на місцевості<br>2. Контроль вітрових умов |

| | |
|---|---|
| | 3. Керування БПЛА без прямого зорового контакту |
| 10 | **Тема 6** Виконання простого польоту з оператором (засоби управління)<br>1. Уникнення перешкод<br>2. Маневрування дроном<br>3. Зупинка польоту БПЛА<br>4. Автоматичні функції польоту |
| 11 | **Тема 7** Автоматизація виконання польотних задач. Поняття місії<br>1. Засоби автоматизації польотних задач<br>2. Поняття місії |
| 12 | **Тема 7** Автоматизація виконання польотних задач. Поняття місії<br>1. Запуск місії на виконання<br>2. Організація місії з точки зору аерознімання<br>3. Збір інформації за результатами місії |
| 13 | **Тема 8** Програмне забезпечення для управління БПЛА. Поняття центру управління польотами<br>1. Програмне керування дронами<br>2. Центр управління польотами |
| 14 | **Тема 8** Програмне забезпечення для управління БПЛА. Поняття центру управління польотами<br>1. Програмне забезпечення QGroundControl<br>2. Основні команди QGroundControl<br>3. Можливості QGroundControl |
| 15 | **Тема 8** Програмне забезпечення для управління БПЛА. Поняття центру управління польотами<br>1. Симулятори БПЛА<br>2. Виконання дій під час місії<br>3. Керування місіями з QGroundControl |
| 16 | **Тема 9** Обробка результатів зйомки<br>1. Особливості роботи камери БПЛА<br>2. Збереження зображення з БПЛА<br>3. Отримання зображення<br>4. Обробка зображення<br>5. Зберігання зображень з дрону |
| 17 | **Тема 10.** Аналіз зображення на знімку<br>1. Геометричні властивості горизонтального знімка.<br>2. Зсув зображення точки на знімку, викликане рельєфом місцевості.<br>3. Зміщення зображення точки на знімку, обумовлене його нахилом. |
| 18 | **Тема 10.** Аналіз зображення на знімку<br>4. Масштаб зображення на похилому знімку. Визначення масштабу.<br>5. Спотворення напрямків на похилому знімку.<br>6. Спотворення площі контуру на аерознімку внаслідок кута нахилу і рельєфу місцевості.<br>7. Додаткові фактори, що впливають на геометричні властивості знімка. |
| 19 | **Тема 11**. Планово-висотна прив’язка аерознімків<br>1. Склад робіт. Підготовчі роботи.<br>2. Складання проекту.<br>3. Рекогносцировка й обстеження пунктів державної геодезичної мережі.<br>4. Підбір і розіпзнавання контурних точок (опознаків).<br>5. Польові геодезичні роботи.<br>6. Обчислювальні роботи.<br>7. Оформлення матеріалів прив’язки. |
| 20 | **Тема 12.** Види картографічної продукції і технологія її виготовлення<br>1. Ортофотоплан.<br>2. Поняття про прив’язку аерознімків і фотограмметричному згущенні опорної |

| | |
|---|---|
| | мережі.<br>3. Поняття про трансформування знімків. Хмара точок і її класифікація.<br>4. Обробка даних знімання в спеціальних фотограмметричних програмах.<br>5. Види картографічної продукції на основі даних фотограмметрії. |
| 21 | **Тема 13.** Трансформування аерознімків. Виготовлення фото планів<br>1. Види трансформування. Аналітичне трансформування.<br>2. Фототрансформування. Оптичні і геометричні умови знімання.<br>3. Фототрансформатори. Техніка отримання аерознімків рівнинної місцевості по опорних точках і по настановних величинах.<br>4. Трансформування знімків місцевості зі значним рельєфом.<br>5. Виготовлення фото планів рівнинної місцевості.<br>6. Виготовлення фото планів рельєфної місцевості.<br>7. Контроль виготовлення фотопланів. |
| 22 | **Тема 14.** Дешифрування фотознімків<br>1. Інформаційні властивості чорно-білих, кольорових і спектрозональних зображень.<br>2. Класифікація об'єктів і способів дешифрування. Види дешифрування.<br>3. Дешифровочні ознаки об'єктів і їхніх фотографічних зображень.<br>4. Інформаційні властивості демаскуючих і дешифровочних ознак.<br>5. Аерофотознімкі – еталони і їхнє використання при дешифруванні.<br>6. Організація і виконання камерального, польового й аеровізуального дешифрування. |
| 23 | **Тема 14.** Дешифрування фотознімків<br>7. Задачі, зміст і точність сільськогосподарського дешифрування. Склад робіт.<br>8. Технологія польового візуального дешифрування.<br>9. Польове інструментальне дешифрування. Камеральне дешифрування.<br>10. Контроль результатів дешифрування.<br>11. Вибір елементів знімальної системи й основних параметрів аерофотознімання для сільськогосподарського дешифрування. |

### 4.2. Завдання для самостійної роботи

**Теми перезентацій та доповідей**

1. Види картографічної продукції і технологія її виготовлення
2. Виконання маркування опорних точок на місцевості (GCP)/
3. Планування польотного завдання та зйомка з дрона
4. Імпорт зображень в програму Pix4d, прив'язка знімків та виконання першого етапа обробки (орієнтування знімків)
5. Чітке визначення опорних точок на фотознімках. Побудова щільної хмари точок в програмі Pix4d
6. Класифікація та редагування щільної хмари точок в програмі Pix4d

**Типові ситуативні завдання**

Варіант 1

1. Яка аерофотозйомка називається плановою?
2. Що таке центральна проекція?
3. Які лінії на аэроснимку є осями координат знімка **оху**?
4. Подовжнє перекриття аерознимків складає 62 %, поперечне 30 %. Обчислитирозміри сторін робочої площі в сантиметрах. (Формат кадру АФА 23× 23 см)

Варіант 2

5. Обчислити поздовжнє і поперечне перекриття аерознімків, якщо розміри сторін робочої площі складають: по напрямку польоту - 11,5 см, у поперечному напрямку 5,5 см.

Варіант 3

1. Перерахувати елементи центральної проекції.
2. На аэроснимку нанесена головна вертикаль. Знайти положення головної точки іточки надира, якщо кут нахилу знімка $\alpha = 10'$, а фокусна відстань АФА дорівнює 100

мм. (tg 10=0,017)

### 4.3. Форми і методи навчання та викладення дисципліни

Основними ***формами навчання*** є ***лекції***, які дозволяють здобувачу вищої освіти усвідомити теоретичний зміст курс, та ***практичні заняття***, які передбачають оволодіння системою практичних професійних умінь та навичок з навчальної дисципліни.

Основними ***методами навчання*** є

- ***пояснювально-ілюстративний*** (коли викладач повідомляє інформацію, розповідає та підкріплює візуальне сприйняття демонстрацією презентацій, інтернет-джерел),
- ***метод виокремлення основного*** (полягає у розподілі інформації на логічні частини і виокремленні серед них основних),
- ***метод конкретизації*** (допомагає здобувачу вищої освітим перейти від безпосередніх вражень до розуміння сутності того, що вивчається: результати конкретизації постають у формі прикладних, ситуативних вправ),
- ***аналітичний метод***, який застосовується здобувачем у ході виконання презентації за самостійно обраною темою та підготовки доповіді,
- ***метод комп'ютерного навчання,*** який передбачає спосіб виконання завдань засобами програмного забезпечення AutoCAD, QGroundControl, jMAVSim Simulation (відкрита ліцензія), PX4.

## 5. Матеріально-технічне та методичне забезпечення освітнього процесу

Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з курсу
2 Пакет тестових завдань
3. Пакет залікових білетів
4. Теми для підготовки презентацій та доповідей
5. Рекомендована базова і додаткова література з курсу

Матеріально-технічне забезпечення

Проекційне мультимедійне обладнання (проектор, екран, ноутбук/ комп’ютер);
Доступ до мережі Internet, точка доступу Wi-Fi;
OS: Windows, Android, iOS;
Browsers: Chrome / Opera / Mozilla Firefox / MS Edge;
Програмне забезпечення: Word, Excel, PowerPoint; Skype, Zoom, Google Meet; AutoCAD, QGroundControl, jMAVSim Simulation (відкрита ліцензія), PX4;
Обладнання (ЧНУ): Квадрокоптер DJI Phantom 4 Pro; Квадрокоптер DJI Phantom 4 Pro V 2.0;
Обладнання (на засадах оренди): Дрон DJI Phantom 4 RTK з комплектом геодезичного обладнання (модем, антена, ПЗ) (ТОВ «Український експертний центр по вимірюванню та оцінці»
Система електронного навчання Moodle 3.9

## 6. Підсумковий контроль

*«0» варіант залікового білету з зазначенням максимальної кількості балів за кожне виконане завдання*

**Типовий заліковий білет**

Чорноморський національний університет імені Петра Могили
(повне найменування вищого навчального закладу)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Спеціальність:193 «Геодезія та землеустрій»
Галузь знань:19 «Архітектура та будівництво»
Семестр: 6
Навчальна дисципліна**: Аерознімання та управління БПЛА**

**ЗАЛІКОВИЙ БІЛЕТ № 0**

1. Симулятор jmavSim
2. Датчик кутової швидкості (гіроскоп) у БПЛА
3. Формат зображень bayer

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №1 від „____” _____ 20____року

Завідувач кафедри _____ Я.М. Крайник
(підпис) (прізвище та ініціали)
Викладач _____ **Я.М. Крайник**
(підпис) (прізвище та ініціали)

## 7. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

Розподіл балів, які студент може набрати протягом семестру, виконується відповідно до таблиці нижче.

| № | Теми | Групові |
|---|---|---|
| 1 | Нормативно-правове забезпечення аерофотозйомок | 4 |
| 2 | Призначення та особливості застосування БПЛА для цілей землеустрою | 4 |
| 3 | Класифікація БПЛА. Побудова дрону. | 4 |
| 4 | Стабілізація дрону. Передача фото- та відеоінформації | 4 |
| 5 | Основи управління дроном. Обслуговування дрону під час польоту. | 4 |
| 6 | Виконання простого польоту з оператором (засоби управління) | 4 |
| 7 | Автоматизація виконання польотних задач. Поняття місії | 4 |
| 8 | Програмне забезпечення для управління БПЛА. Поняття центру управління | 4 |
| 9 | Обробка результатів зйомки | 4 |
| 10 | Аналіз зображення на знімку | 4 |
| 11 | Планово-висотна прив’язка аерознімків | 4 |
| 12 | Види картографічної продукції і технологія її виготовлення | 4 |
| 13 | Трансформування аерознімків. Виготовлення фото планів | 4 |
| 14 | Дешифрування фотознімків | 4 |
| 15 | Презентація, доповідь | 7 |
| 16 | Ситуативні вправи | 7 |
| 17 | Залік | 30 |
| | **Всього** | **100** |

**Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів**

Оцінювання результатів лабораторних робіт проводяться за такими критеріями:
- повнота виконання завдання (виконані усі складові роботи);
- коректність (усі функції реалізовані відповідно до опису завдання);
- знання практичних та теоретичних матеріалів за тематикою;
- час на виконання роботи.

Відповідно до зазначених критеріїв відсоток (у діапазоні 0-100 з кроком 10) від максимальної кількості балів:

| Відсоток від максимальної кількості балів | Критерії оцінювання |
|---|---|
| 100 | Робота виконана правильно, вчасно і без зауважень. |
| 70-90 | Робота виконана повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (оформлення, граматичні помилки, тощо). |
| 40-60 | Робота виконана повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках, тестових завданнях або в методиці; судження студента не достатньо аргументовані, роботу підготовлено з незначним відхиленням від вимог. |
| 10-30 | Робота виконана частково та містить суттєві помилки методичного, тестового або розрахункового характеру; висновки не аргументовані і не конкретні, роботу підготовлено недбало. |
| 0 | Роботу не виконано. |

**Критерії оцінювання знань під час заліку**

Оцінювання знань студента під час заліку здійснюється за 30-бальною шкалою, прийнятою ЧНУ ім. Петра Могили.

**25-30 балів** ставиться за умов, якщо студент дав ґрунтовні відповіді на всі питання, запропоновані у заліковому білеті. Відповідь свідчить, що студент вільно володіє всім матеріалом курсу, передбаченим робочою програмою, при тому, він має не розрізненні знання окремих тем курсу, а володіє ним комплексно. Студент уміє аргументувати свою відповідь, навести необхідні докази, приклади; аналізувати запропоновані історичні ситуації, посилаючись на джерела інформації. Студент розуміє значимість отриманих знань для майбутньої професійної діяльності, підтверджуючи це конкретними прикладами. Найвища оцінка ставиться також за вміння наводити протилежні підходи до оцінки тих чи інших історичних феноменів, співставлення різних наукових позицій, уміння вести полеміку з дослідниками. Під час відповіді студент має продемонструвати не репродуктивну, а творчу розумову діяльність.

**18-24 балів** ставиться за умов, якщо студент викладає відповідь на кожне питання залікового білету логічно, розкриваючи основний зміст. Разом з тим, відповіді не вистачає ґрунтовності, всебічності, деякі важливі нюанси пропущені. При доборі та наведенні фактів та прикладів студент припускається незначних помилок. В той же час, студент не розуміє актуальності висвітлених питань. У висловлюванні власної думки зустрічаються певні неточності. Висновки не носять повного та логічного підсумку.

**11-17 балів** виставляється студенту в разі, якщо він не повністю розкрив питання залікового білету або не відповів на одне з них, що свідчить про відсутність повного комплексного засвоєння матеріалу курсу (знає лише певні теми.. Відсутня ґрунтовність у розгляді питань, порушується логіка викладу питання. Студент не вміє аналізувати матеріал, не розуміє актуальності проблеми для сьогоднішнього дня. Аргументація відповіді слабка, вибіркова, мають місце суттєві помилки у використанні фактичного матеріалу. Висновки не відбивають суті питання або відсутні.

**До 10 балів** виставляється студенту в разі, коли кожне з питань залікового білету розкрито поверхово, або не розкриті зовсім. В процесі висвітлення питань допущені значні помилки, студент не знає або плутає фактичний матеріал, не здатний аналізувати основні проблеми, не демонструє творчої розумової діяльності. Власна думка і висновки відсутні.

За залік виставляється «відмінно» (якщо у підсумку за поточний, проміжний та підсумковий контроль студент набирає 90-100 балів., «добре» (якщо у підсумку студент набирає 75-89 балів., «задовільно» (якщо у підсумку студент набирає 60-74 балів., «незадовільно» (якщо у підсумку студент набирає менше 60 балів).

**Шкала оцінювання: національна та ECTS**

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою | |
|---|---|---|---|
| | | для екзамену, курсового проекту (роботи., практики | ПМК, залік, атестація |
| 90 – 100 | **A** | відмінно | зараховано |
| 82-89 | **B** | добре | |
| 75-81 | **C** | | |
| 67-74 | **D** | задовільно | |
| 60-66 | **E** | | |
| 35-59 | **FX** | незадовільно | не зараховано |
| 1-34 | **F** | | |

## 8. Рекомендовані джерела інформації

***Базові:***


1. Boursianis, A. D., Papadopoulou, M. S., Diamantoulakis, P., Liopa-Tsakalidi, A., Barouchas, P., Salahas, G., ... & Goudos, S. K. (2020). Internet of things (IoT) and agricultural unmanned aerial vehicles (UAVs) in smart farming: a comprehensive review. Internet of Things, 100187.
2. Tahir, A., Böling, J., Haghbayan, M. H., Toivonen, H. T., & Plosila, J. (2019). Swarms of unmanned aerial vehicles—a survey. Journal of Industrial Information Integration, 16, 100106.
3. Otto, A., Agatz, N., Campbell, J., Golden, B., & Pesch, E. (2018). Optimization approaches for civil applications of unmanned aerial vehicles (UAVs) or aerial drones: A survey. Networks, 72(4), 411-458.
4. Maes, W. H., & Steppe, K. (2019). Perspectives for remote sensing with unmanned aerial vehicles in precision agriculture. Trends in plant science, 24(2), 152-164.
5. Ramirez-Atencia, C., & Camacho, D. (2018). Extending QGroundControl for automated mission planning of UAVs. Sensors, 18(7), 2339.
6. Fotouhi, A., Qiang, H., Ding, M., Hassan, M., Giordano, L. G., Garcia-Rodriguez, A., & Yuan, J. (2019). Survey on UAV cellular communications: Practical aspects, standardization advancements, regulation, and security challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 21(4), 3417-3442.


***Додаткові:***


1. https://px4.io/
2. https://www.dronarium.com.ua/obuchenie/
3. https://drone.ua/topography-services/
4. https://drone.ua/courses/
5. http://qgroundcontrol.com/