

Мовчан Микола Олегович

*аспірант, викладач кафедри інформаційних технологій і програмування
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна*

E-mail: m.movchan@udu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-7342-5336>

Аналіз апаратного забезпечення навчальних бпла для використання у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики

Стаття присвячена аналізу апаратного забезпечення навчальних безпілотних літальних апаратів (БПЛА), основним призначенням яких є програмування. Проаналізовано закордонні дослідження з цієї тематики, а також те, як БПЛА були використані в освітньому контексті. Зокрема, аналіз досліджень та публікацій стосовно застосування дронів у освіті показав потужний освітній потенціал цього напрямку. Однак існує потреба у ґрунтовному аналізі апаратного забезпечення наявних моделей навчальних дронів, які доцільно застосувати в освітньому процесі, на що і спрямований основний фокус даного дослідження. Наведено проблеми, які були виявлені під час аналізу джерел. Проаналізовано сучасні моделі навчальних БПЛА, їх основні характеристики, а також можливості їх використання в освітніх сценаріях. В контексті цього дослідження були розглянуті готові комерційні моделі. Окреслено практичні аспекти застосування БПЛА в проєктах з програмування. У дослідженні наведено порівняльний аналіз апаратних характеристик навчальних БПЛА. В роботі запропоновано критерії для вибору моделі навчального БПЛА, що відповідає освітнім потребам в контексті вивчення програмування на уроках інформатики. За основний критерій рекомендацій для їх використання в освітньому процесі обрано технології програмування, що підтримують навчальний БПЛА, та можливості застосування БПЛА у проєктній діяльності. Запропоновано сценарії застосування запропонованих моделей БПЛА в освіті (DJI Tello, CoDrone EDU, WhalesBot Eagle), зважаючи на технології, які вони використовують. Розроблені методичні рекомендації для майбутніх вчителів інформатики та вчителів-практиків щодо вибору навчальних БПЛА для їх застосування в освітньому процесі з урахуванням вікової категорії учнів та навчальних проєктів, які можна виконати з учнями. Наведено приклад формулювання завдання, яке має на меті розвиток умінь майбутніх учителів інформатики добирати навчальні БПЛА відповідно до освітніх задач. Наведено перспективи подальших досліджень за даним напрямом, зокрема аналіз навчальних FPV БПЛА та їх використання в освітньому процесі.

Ключові слова: *навчальні безпілотні літальні апарати (БПЛА); навчальні дрони; програмування навчальних дронів; освітня робототехніка; майбутні вчителі інформатики.*

Вступ. В останні роки в різних галузях все частіше спостерігається інтеграція безпілотних літальних апаратів (дронів) в робочі процеси з метою оптимізації виконання певних завдань. Завдяки широкому спектру задач, які можуть виконувати дрони, компанії та державні установи нарощують інвестиції у програми та курси з підготовки та підвищення кваліфікації операторів дронів (Atkinson, 2026). Сформовані навички дозволяють фахівцям не тільки керувати дроном, а й збирати та аналізувати дані, візуалізувати місцевості або об'єкти в 3D середовищах, в тому числі з використанням технологій машинного навчання для вирішення різноманітних завдань. Це позитивно впливає на розвиток ринку праці, а також на показники ефективності виконання завдань (Окого, 2026).

Враховуючи поширеність застосування дронів та необхідність підготовки фахівців, які вміють працювати з ними, на теперішній час актуальним є вивчення питання пошуку ефективних шляхів навчання роботи з дронами. У свою чергу, це зумовлює необхідність створення курсів та гуртків, які сприятимуть формуванню в учнів базових навичок для роботи з дронами, а також зможуть зацікавити їх розвиватися у цьому напрямі в майбутньому з професійною метою. Однак під час впровадження дронів у навчальний процес потрібно розуміти важливість питання добору дронів з урахуванням їхніх технічних характеристик та освітніх потреб. В професійному сегменті фахівці з дронів – це люди, які працюють з високотехнологічною та дороговартісною технікою, яку може собі дозволити не кожен заклад освіти. Тому в освітньому процесі застосовується окрема категорія дронів, а саме навчальні дрони, які є економічно доцільнішими для використання в закладах освіти. Крім того, для таких дронів також враховуються і безпекові фактори, а саме апаратні та програмні засоби безпеки. Як правило, такі дрони не потребують попередньої збірки, мають гарну комплектацію та є недороговартісними в ремонті.

Застосування дронів в освітньому процесі дозволяє розглянути їхнє значення з нової точки зору: для освіти це – не тільки інноваційний інструмент навчання, а й робототехнічна платформа, за допомогою якої можна вивчати принципи керування та програмування дрона, а також використовувати інтеграційну складову освітнього процесу у напрямі STREAM (Science, Technology, Robotics, Engineering, Arts, Mathematics) діяльності. В шкільній освіті навчальні дрони доцільно впроваджувати у шкільний курс інформатики з метою навчання учнів практичних аспектів керування дронами, їх програмування, а також вивчення елементів робототехніки (наприклад, при розгляді будови дрона, особливостей керування ним, можливих сценаріїв застосування для симуляції вирішення реальних задач з використанням дрона тощо). Зважаючи на це, підготовка майбутніх учителів інформатики до роботи з навчальними дронами є актуальним питанням сучасної інформатичної освіти.

На ринку навчальних дронів з'являються різноманітні моделі, які задовольняють тільки певні освітні потреби, розраховані на певні вікові категорії та технології. Дуже важливо, щоб учителі могли обрати потрібну модель дрона, функції якої будуть відповідати критеріям, завданням і проектам, які освітяни планують реалізувати з учнями. Тому актуальність питання аналізу апаратних характеристик моделей навчальних дронів та надання рекомендацій для майбутніх учителів інформатики та вчителів-практиків щодо їх застосування в освітньому процесі не викликає сумнівів на теперішній час.

В науковій літературі для опису літальних апаратів, що розглядаються у даному дослідженні, використовується як поняття “безпілотний літальний апарат” (БПЛА), так і поняття “дрон”. Детальний аналіз співвідношення між цими поняттями “безпілотний літальний апарат” (БПЛА) і “дрон” наведений у попередньому дослідженні автора (Movchan & Strutynska, 2025). В освітньому контексті “БПЛА” та “дрон” є тотожними поняттями, оскільки часто під ними мається на увазі літальний апарат з 4 гвинтами, який керується дистанційно. Зважаючи на більшу поширеність використання останнього терміну як в цивільному, так і в науковому контексті, у даному дослідженні для опису апаратних характеристик БПЛА використовується термін “дрон”.

Аналіз досліджень та публікацій стосовно застосування дронів у освіті (Bai et al., 2021; Cosic Lesicar & Bozic, 2021; Jiang et al., 2024; Pergantis & Drigas, 2024; Phadke & Kropinski, 2025; Yeung et al., 2024; Yeung et al., 2025) показує потужний освітній потенціал цього напрямку. Дослідження (Phadke & Kropinski, 2025) фокусується на аналізі характеристик сучасних моделей дронів, але запропоновані проекти для них мають високу технічну складність, що ускладнює їх використання у школі. У роботі Yeung та ін. демонструється використання дронів в STEM-освіті, зазначаючи програмування як один із ключових напрямів навчальної діяльності, але практичні аспекти реалізації цього висвітлені не повною мірою (Yeung et al., 2025). В цілому, узагальненого підходу, як поєднувати навчальні дрони та програмування, не висвітлено, хоча б це було доцільним для використання в умовах освітнього процесу. Додатковими недоліками розглянутих досліджень є застосування тільки однієї моделі дронів. В основному це – DJI Tello, без пропозиції альтернатив, низькою актуальністю деяких моделей (в т.ч. у зв'язку з припиненням виробництва) та відсутністю навчальних матеріалів. Детальніше проаналізувавши ці дослідження, можна зробити наступні висновки:

- Для ефективного використання навчальних дронів на уроках інформатики потрібно визначити чіткі методичні рекомендації щодо реалізації проектів з дронами. Важливо розуміти, що якщо основний акцент навчання роботи з дронами сфокусований на їх програмуванні, то вчителю необхідно мати конкретні дані щодо моделей дронів; середовищ або мов програмування, які вони використовують; специфіки проектів, які можна реалізувати з цим типом дронів. Крім того, важливим також є визначення критеріїв, за якими може здійснюватися вибір моделі навчального дрона для освітньої діяльності.

- Зосередження на одній моделі дрона надає майданчик для дослідження потенціалу його застосування, поглибленого вивчення наявного функціоналу та способів його розширення. Однак відсутність розуміння того, що пропонують альтернативні моделі (наприклад, чи можна виконати подібні проекти з іншими моделями дронів, чи доцільно застосовувати саме цю модель дрона в освітньому процесі, а не іншу і т.д.), може призвести вчителя до вибору дрона, який не буде відповідати освітнім потребам та віковій категорії учнів. Наприклад, якщо цілями навчання є формування в учнів навичок базового керування дроном та вивчення основ його програмування, то для цього доцільно обрати модель дрона без камери (наприклад, таку як CoDrone EDU), але, якщо фокус навчання спрямований на розробку складних проектів з високотехнологічним програмним забезпеченням, то для цієї мети краще підійдуть інші моделі такі, як, наприклад, DJI Tello.

- Чинники, що стосуються технічної підтримки моделей та припинення їх виробництва, також є вагомими факторами для вибору навчального дрона. Зважаючи на потребу у таких типах дронів, за останні 5 років компанії почали випускати більше моделей навчальних дронів, але виробництво деяких моделей було зупинено повністю. До таких моделей належить і DJI Tello. Незважаючи на

популярність моделі 3-го покоління цієї серії та її освітній потенціал для використання у проєктах з програмування, компанія DJI закрила відділ STEM-розробки (Juniper, 2024), який займався розробкою цієї серії. І хоча для навчання програмування дронів кращу модель наразі важко визначити, припинення виробництва моделі призводить до її дефіциту й до суттєвого підвищення вартості таких дронів.

Зважаючи на вищезазначені міркування, існує потреба у ґрунтовному аналізі апаратного забезпечення наявних моделей навчальних дронів, які доцільно застосувати в освітньому процесі. Порівняльний аналіз характеристик навчальних дронів дозволяє визначити переваги та недоліки конкретної платформи. Однак одними із основних критеріїв для аналізу є технології програмування, що підтримує навчальний дрон, та типи проєктів, які з ним можна виконати. Саме ці критерії допоможуть коректно визначити підходящу вікову категорію, для якої потрібно застосовувати ту чи іншу модель навчального дрона.

Мета та завдання дослідження. Метою написання статті є аналіз апаратних характеристик сучасних навчальних дронів; надання конкретних методичних рекомендацій стосовно можливостей використання різних моделей дронів в освітньому процесі.

Завданнями статті є:

- аналіз моделей навчальних дронів, використання яких дозволяє розвивати навички програмування; визначення сценаріїв, проєктів і завдань, для яких їх доцільно використовувати;
- розробка критеріїв стосовно вибору навчального дрона для використання в освітньому процесі відповідно до навчальних задач, пов'язаних з його програмуванням, та методичних рекомендацій для майбутніх учителів інформатики та вчителів-практиків.

Результати дослідження. Враховуючи аналіз джерел, що стосуються проблеми дослідження, технічні характеристики навчальних дронів та власний практичний досвід автора даного дослідження у галузі програмування, застосування й навчання учнів та студентів роботи з дронами (з 2021 року), розглянемо їх найпопулярніші моделі, які на теперішній час можна використовувати в освітньому процесі.

У даному дослідженні розглядаються готові комерційні рішення, оскільки в протилежному випадку виникає необхідність розвитку інших навичок у майбутніх учителів інформатики, безпосередньо не пов'язаних з програмуванням. Потрібно розуміти, що моделі дронів, які потребують попередньої збірки, вимагатимуть від вчителя не тільки навичок програмування, а й знань та навичок інших предметів (часто достатньо складних) та навичок мейкерства. Це, своєю чергою, змінює навчальні цілі та ускладнює зосередження навчального процесу на програмуванні. До того ж, іноді деякі конструктори для збирання дронів можуть виявитися дорожчими за готові рішення. Але, оскільки запропоновані моделі дронів не потребують етапу збірки, вчитель може сконцентруватися на розвитку навичок програмування, оскільки це і є головним призначенням цих дронів. Розглянемо технічні характеристики наступних навчальних дронів й охарактеризуємо можливості їх застосування в освітньому процесі.

1. Серія DJI Tello

Серія дронів DJI Tello має 3 моделі, які випускались з 2018 по 2021 рік. Перше покоління Tello стало основою для наступних, оскільки за технічними характеристиками вони відрізняються несуттєво. Натомість суттєвою є різниця у наборі команд для керування дроном, які зазначені у Software Development Kit (SDK). Друге покоління DJI Tello EDU має розширений набір команд в SDK, в який входять перевороты, охолодження моторів, виявлення спеціальних панелей тощо. У третьому поколінні DJI Robomaster TT, окрім нових команд та налаштувань у роботі дрона, в комплекті також є модуль розширення, в який вбудовано LED-індикатор, піксельну матрицю 8 на 8 для виведення тексту чи патерна зображення та датчик відстані. Даний модуль розширення також має окремий набір команд, які описані в технічній документації (SDK), користуючись якою розробники можуть вивчити, як створити з'єднання пристрою керування з дроном та які параметри передаються з командами до дрона. Основною особливістю цього дрона є широка підтримка середовищ та мов програмування, таких як Scratch, Python, JavaScript та інших, що підтримують протокол передавання даних UDP (DJI, 2021). Обрана технологія програмування визначає рівень складності проєктів, які учні будуть виконувати. Обравши блокове



Рис. 1. Навчальний дрон DJI Robomaster Tello Talent (TT)

Джерело: <https://ek.ua/ua/DJI-ROBOMASTER-TT.htm>

програмування, учні дізнаються про базові команди керування дроном та принципи створення простих алгоритмів для виконання певних завдань. Вибір на користь мов програмування (Python та ін.) дозволить дослідити не тільки створення базового застосунку для керування дроном, а й використання спеціальних бібліотек чи модулів, що суттєво розширяють набір функцій дрона, наприклад, підключення модуля для комп'ютерного зору, керування жестами і т.п.

Загальні характеристики DJI Tello / DJI Tello EDU / DJI Robomaster TT:

- Тривалість польоту: до 13 хв.
- Тип безпроводного з'єднання: точка доступу Wi-Fi.
- Наявність спеціальних датчиків: так.
- Наявність камери: так.
- Безпекові функції: бар'єр для пропелерів, вимкнення моторів при зіткненні.
- Середовища / мови програмування: Scratch, Python, JavaScript та інші мови, що підтримують протокол UDP у розробці застосунка для керування дроном.
- Комплектація: модуль розширення (тільки у DJI Robomaster TT), 1 батарея, ремонтний комплект з запасними пропелерами.
- Орієнтовна вартість (станом на березень 2026 р.): 15 900–17 200 грн.

Сценарії застосування в освітньому процесі. Для того, щоб повною мірою реалізувати потенціал дронів серії Tello, найкращим варіантом буде розробка власного застосунку для керування дроном за допомогою мов програмування, яку обере вчитель (Python, JavaScript та ін.). У процесі виконання такого завдання учні зможуть дослідити, як створюється зв'язок дрона між серверною та клієнтською частинами застосунку. У попередньому дослідженні автором даної статті (Movchan & Strutynska, 2025) було запропоновано розробку подібного застосунку за допомогою вебтехнологій, в якому є панель команд для керування дроном, керування ним за допомогою клавіатури, а також трансляція відео з дрону. Додатково для розробленого застосунку пропонується модуль, який під'єднує геймпад як контролер для керування дроном, при цьому долаючи обмеження у керуванні ним. Також існує можливість інтеграції моделей машинного навчання до застосунку за допомогою моделі, натренованої у середовищі Teachable Machine with Google. Таким чином, додається функціонал для розпізнавання об'єктів через камеру дрона (Movchan, 2025; Струтинська та ін., 2025). Іншим прикладом проекту може бути проект з програмування рою дронів або керування ними за допомогою жестів.

2. CoDrone EDU

CoDrone EDU є навчальним дроном від компанії Robolink, вперше випущеним у 2022 році. У 2025 році він отримав оновлення у вигляді версії JROTC. Цей навчальний дрон не має камери, але цей недолік нівелюється кількістю вбудованих датчиків (акселерометр, гіроскоп, барометр, датчик перешкоди, датчик висоти, датчик виявлення кольору, датчик відносної позиції), що суттєво підвищує потенціал даного дрона в програмуванні. У порівнянні з конкурентами перевагою цієї моделі є також комплектація дрона, яка, окрім зарядної станції, 2 батарей, пропелерів, проводу для підключення та ремонтного набору, має також спеціальний контролер. Також в моделі зроблено акцент на безпеці: у дрона є вбудований бар'єр та програмні функції з вимкнення моторів при зіткненні. Для програмування цього дрона існують 2 варіанти: середовище блокового програмування Blockly та мова програмування Python. Компанія Robolink надає навчальні програми для дрона в Blockly та Python, що дозволяють педагогам пришвидшити застосування дрона у навчальному процесі (Robolink, n.d.-a) / (Robolink, n.d.-b).

Загальні характеристики CoDrone EDU:

- Тривалість польоту: до 8 хв.
- Тип безпроводного з'єднання: радіосигнал 2.4 GHz.
- Наявність спеціальних датчиків: так.
- Наявність камери: ні.
- Безпекові функції: бар'єр для корпусу, вимкнення моторів при зіткненні.
- Середовища / мови програмування: Blockly, Python.
- Комплектація: контролер, кольорові картки для програмування подій, 2 батареї, зарядка, ремонтний набір.
- Орієнтовна вартість (станом на березень 2026 р.): 11 100–13 900 грн.



Рис. 2. Навчальний дрон CoDrone EDU

Джерело: <https://www.robolink.com/products/codrone-edu>

Сценарії застосування в освітньому процесі. Оскільки у CoDrone EDU немає вбудованої камери, це унеможливорює проекти з використанням комп'ютерного зору. В такому випадку найкращими проектами, в яких доцільно використовувати цей дрон, є ті, в яких можна повною мірою використати потенціал його датчиків. Наприклад, учні можуть дослідити основи програмування подій за допомогою кольорових карток та датчика кольору. Різним кольорам (до 8 кольорів) можна призначити відповідні команди, наприклад, синьому – переверот, червоному – розворот і т.п. Також для більш складних проектів можна використати датчики відстані та позиції, наприклад, при проходженні лабіринту.

3. Whalesbot Eagle

Навчальний дрон Eagle 1003 від компанії WhalesBot також є новим навчальним дроном 2024 року випуску. Головною особливістю цього дрона є камера, яка знаходиться знизу, що також впливає на тип проектів, в яких учні можуть його використовувати. Відповідно до технічних характеристик, які вказує виробник, у камери є вбудований модуль штучного інтелекту, який відповідає за функції, пов'язані з комп'ютерним зором. Додатково до спеціальних портів (P1, P2) можна приєднати 2 датчики, які розширюють функціонал дрона. Загалом існують 20 датчиків, які можна приєднати до дрона (датчики температури, вологості, пожежі та інші). Для програмування дронів даної моделі можна використовувати блоки в спеціальному середовищі, розробленому WhalesBot, а також мови програмування Python та C (WhalesBot, n.d.). До дрона надаються посібник користувача та приклади початкових проектів для виконання з учнями (WhalesBot, 2024). На сайті виробника заявлено, що даний дрон можна використовувати як платформу для навчання програмування дітей від 6+ років. Але враховуючи широкий вибір датчиків та можливості застосування дрона у проектах на основі технологій комп'ютерного зору, його застосування також доцільне й для старших вікових груп (для школярів 8–9 класів).



Рис. 3. Навчальний дрон Whalesbot Eagle 1003

Джерело: <https://www.whalesbot.ai/product/eagle-drone>

Загальні характеристики WhalesBot Eagle:

- Тривалість польоту: до 8 хв.
- Тип безпроводного з'єднання: Bluetooth / точка доступу Wi-Fi.
- Наявність спеціальних датчиків: так.
- Наявність камери: так.
- Безпекові функції: бар'єр для пропелерів, захисне покриття для корпусу (safety cover), вимкнення моторів при зіткненні.
- Середовища / мови програмування: WhalesBot Block Studio, Python, C.
- Комплектація: контролер, 1 батарея, пропелери .
- Орієнтовна вартість (станом на березень 2026 р.): 13 100–13 600 грн.

Сценарії застосування в освітньому процесі. Зважаючи на розташування камери дрона та велику кількість комбінацій датчиків, даний дрон доцільно застосовувати у проектах для симуляції вирішення реальних проблем, наприклад, у процесі операцій з порятунку людей, тварин під час катаклізмів, стихійних лих, військових конфліктів та ін. Для проектів такого типу необхідно буде використовувати камеру та датчик виявлення тепла тіла (Human Infrared Sensor). У цьому сценарії учні будуть навчатися виявляти об'єкти (людей або тварин) за допомогою зазначеного датчика з використанням технологій комп'ютерного зору, збирання фотографій локацій тощо. Інші проекти можуть бути пов'язані з використанням різних датчиків. Наприклад, як пропонується у навчальних матеріалах від виробника, із застосуванням датчика температури, а саме, дрон може перевіряти температуру місцевості та виконувати певні дії на основі зафіксованих показників.

Критерії для вибору навчального дрона для використання в освітньому процесі відповідно до навчальних задач. У даному дослідженні автор спирається на власний практичний досвід та подібні дослідження (Phadke & Kropinski, 2025; Yeung et al., 2025). Слід зазначити, що робіт, присвячених даній тематиці, на теперішній час проведено небагато, що, зокрема, показує актуальність проведення даного дослідження. Для визначення критеріїв добору моделей дронів використати такі методи, як, наприклад, метод експертних оцінок або порівняльний аналіз досвіду різних закладів освіти неможливо у зв'язку з відсутністю подібного досвіду як в українському освітньому просторі, так і за кордоном.

На основі вищенаведеного аналізу навчальних дронів доцільною є розробка критеріїв, які можуть допомогти майбутнім учителям інформатики та вчителям-практикам обирати відповідні їх освітнім цілям моделі дронів. Деякі дрони можуть позиціонуватися як навчальні, але не обов'язково відповідати освітнім потребам для використання в шкільному курсі інформатики, зокрема для розвитку навичок з програмування. Тому автором даного дослідження пропонуються критерії, які слід враховувати під час вибору навчального дрона:

- *Наявність у дрона характеристик, які враховують безпеку користувачів та навколишнього середовища*, такі, як використання захисних бар'єрів для пропелерів або повного захисту корпусу дрона. Також поширеною практикою є програмні засоби для захисту дрона. Наприклад, у разі зіткнення з об'єктом чи перешкодою дрон вимикає мотори з метою запобігання шкоди собі та іншим. На комерційних дронах існує ряд функцій, які допомагають виявити перешкоди, але у разі зіткнення такі дрони рідко мають подібні функції для дотримання належного рівня безпеки як для дрона, так і для учасників освітнього процесу.

- *Тип та розмір корпусу дрона*. Якщо дрон буде застосований переважно в приміщеннях, то рекомендується обирати менший розмір корпусу для кращої керованості дрона. Матеріали корпусу та окремих деталей впливають на міцність дрона, що є суттєвим фактором, враховуючи можливі зіткнення під час навчання.

- *Нескладна конструкція дрона*. У свою чергу, це впливає на вартість дрона за одиницю та вартість його ремонту. У разі необхідності вчитель або учні зможуть самостійно налагодити дрон без додаткових витрат у спеціальних ремонтних центрах виробника моделі дрона.

- *Тривалість польоту* є однією з ключових характеристик дрона. Вона може варіюватися залежно від моделі навчального дрона. Наприклад, тривалість польоту дрону DJI Robomaster TT на одній батареї становить до 13 хв., CoDrone EDU – до 8 хв., WhalesBot Eagle – до 8 хв. В цілому, варіантом для вирішення цієї проблеми є придбання додаткових батарей, які зможуть забезпечити сумарну тривалість польоту дрона на уроці від 20 до 30 хв., тобто на кожен дрон бажано мати від 3-х батарей або більше.

- *Освітні функції, які надає використання дрона*. Можливість програмування є одним із ключових критеріїв у процесі вибору дрона. Наявність цієї функції дозволяє учням застосувати свої знання з програмування на практиці, а також занурюватися в процес розробки як базових програм з використанням простих алгоритмів, так і в розробку комплексного програмного забезпечення для керування дроном.

- *Можливість створення застосунків або сценаріїв для автономного керування* є однією з ключових характеристик для вибору навчального дрона. Її наявність дозволить учням розвивати практичні навички з програмування дронів.

- *Наявність датчиків або модулів, що розширюють функціонал дрона*, впливає на типи проєктів, в яких можна використати навчальний дрон. Тому цю характеристику слід врахувати як під час вибору навчального дрона, так і у процесі розробки завдань для учнів.

Рекомендації для вибору навчального дрона. Основними чинниками, які впливають на доцільність застосування конкретної моделі навчального дрона для певної вікової категорії учнів, є технології програмування, які дрон підтримує, та типи проєктів, які учні можуть виконати. Технології програмування є основним чинником, який впливає на те, в якій віковій категорії є можливим застосування моделі навчального дрона. В свою чергу, типи проєктів, які учні можуть виконати з певною моделлю навчального дрона, допоможуть визначити доцільність поширення такої діяльності на різні вікові групи учнів, зменшуючи або підвищуючи фактор складності проєкту відповідно до вікової категорії.

Враховуючи, що підтримка блокового програмування (Scratch або інше середовище) та мова програмування Python є поширеними серед всіх розглянутих моделей навчальних дронів, необхідно визначити, в яких класах вивчаються дані технології програмування. На основі аналізу чинних модельних програм шкільного курсу інформатики у таблиці 1 наведено вивчення зазначених технологій програмування для різних вікових категорій учнів:

Зважаючи на ці аспекти, у таблиці 2 запропоновано рекомендації для майбутніх та практикуючих учителів інформатики для вибору моделей навчальних дронів відповідно до вікової категорії учнів:

- DJI Tello підтримує різні середовища та мови програмування, що дозволяє використовувати його серед всіх вікових груп учнів. Але враховуючи складність проєктів, для яких можна застосовувати DJI Tello, найдоцільнішим буде використання мов програмування Python, JavaScript та інших з метою реалізації повного потенціалу застосунку з керування цим дроном. Тому найкращими віковими категоріями для цього дрона будуть учні середньої (8-9 класи) та старшої школи (10–11 класи).

- CoDrone EDU підтримує як блокове програмування в середовищі Blockly, так і програмування за допомогою мови Python. І хоча дрон не має камери, широкий набір вбудованих датчиків надає можливість використовувати його для цікавих проєктів. Оскільки складність проєктів не є високою, це робить доцільним застосування цієї моделі дрона для вікових категорій учнів початкової та середньої школи.

• Whalesbot Eagle має перевагу у порівнянні з іншими моделями дронів за рахунок різноманітності комбінацій датчиків, що впливає на кількість проєктів, які можна реалізувати з цим дроном. Незважаючи на підтримку дроном Scratch, Python та C, існує можливість програмування тільки в середовищі, яке надається виробником, що обмежує складність проєктів та застосування додаткових бібліотек або модулів для розширення функціоналу дрона. Але попри це, дрон доцільно застосовувати для вікових груп учнів від початкової (3–4 класи) до середньої школи (8–9 класи).

Визначені критерії та рекомендації сприяють розвитку умінь майбутніх учителів інформатики добирати навчальні дрони відповідно до освітніх задач. Дослідження характеристик навчальних дронів, технологій для їх програмування та сценарії застосування дозволяє сформувати теоретичну базу для коректного вибору дрона, який відповідає освітнім потребам. Тому у процесі підготовки студентів, майбутніх учителів інформатики, пропонуються завдання, в яких враховані різноманітні фактори, що будуть впливати на вибір моделі дрона.

Наведемо приклад формулювання такого навчального завдання:

Учні 8 класу вивчають на уроках інформатики програмування мовою Python. Вчитель інформатики шукає інноваційний інструмент для навчання програмування та вирішив звернути увагу на навчальні дрони. З головних вимог до них є підтримка мови програмування Python, програмування датчиків дрона та рою дронів. Необхідно дібрати модель навчального дрона (або моделі, за можливості), що буде відповідати потребам вчителя для реалізації поставлених освітніх задач та навести приклади проєктів, які можна виконати з використанням цієї моделі(ей).

Подібні завдання сприяють розвитку умінь порівнювати технічні характеристики дронів, показують аргументацію добору обраної моделі навчального дрона студентами, що дозволяє оцінити рівень сформованості у них відповідних умінь.

Висновки. Зважаючи на широке застосування дронів у різноманітних галузях та потребу в спеціалістах, які вміють працювати з ними, доцільною є інтеграція дронів в освітній процес. Завдяки цьому компанії розвивають галузь навчальних дронів, пропонуючи вчителю різні моделі дронів для інтеграції у навчання. Окрім опанування базових навичок керування, ці дрони також надають простір для створення проєктів з програмування, що робить їх застосування доцільним саме на уроках інформатики. Тобто учні мають можливість не тільки випробувати власні навички програмування у практичному проєкті, а й вивчати комплексні теми, які стосуються розробки застосунків для керування дроном.

Аналіз характеристики навчальних дронів дозволив розглянути аспекти, на які вчителю потрібно звертати увагу під час вибору дрону для освітнього процесу, враховуючи безпекові нюанси та освітні можливості. Запропоновані авторські критерії допоможуть вчителю обрати навчальний дрон, який буде відповідати освітнім потребам. Відповідно до цих критеріїв розглянуто навчальні дрони, їхні апаратні характеристики та сценарії застосування з типами проєктів. Завдяки аналізу сценаріїв застосування дронів стало можливим визначення відповідних вікових категорій учнів, для яких буде доцільним застосування обраного дрона. Розроблені рекомендації дозволять вчителю ґрунтовно зрозуміти переваги та недоліки кожного з дронів для того, щоб обрати потрібну модель відповідно до вікової групи учнів.

Таблиця 1

Вивчення технологій програмування для різних вікових категорій учнів в Україні

Назва технології програмування	Початкова школа (3–4)	Середня школа (5–7)	Середня школа (8–9)	Старша школа (10–11)
Scratch або схоже середовище блокового програмування	+	+		
Python		+	+	+

Джерело: власна розробка

Таблиця 2

Рекомендації із застосування моделей навчальних дронів для різних вікових категорій учнів

Назва дрону	Початкова школа (3–4)	Середня школа (5–7)	Середня школа (8–9)	Старша школа (10–11)
DJI Tello			+	+
CoDrone EDU	+	+	+	
Whalesbot Eagle	+	+	+	

Джерело: власна розробка

Перспективами подальших досліджень є:

- Аналіз можливостей застосування нових моделей навчальних дронів у порівнянні з попередньо випущеними моделями.
- Детальні огляди реалізації проєктів з програмування з використанням навчальних дронів DJI Tello, CoDrone EDU та WhalesBot Eagle.
- Використання симуляторів та навчальних FPV-дронів для формування фундаментальних навичок для керування дроном.
- Розробка навчальних модулів для навчання використання конкретної моделі дрона.

Література

Atkinson G. Upskilling and reskilling in the drone industry statistics. 2026. URL: <https://zipdo.co/upskilling-and-reskilling-in-the-drone-industry-statistics/>

Bai O., Chu H., Liu H., Hui G. Drones in Education: A Critical Review. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*. 2021. Vol. 12, № 11. P. 1722–1727. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i11.6107>

Cosic Lesicar J., Bozic D. Current Status of the Use of Drones in Education in Croatia. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*. 2021. Vol. 19, № 1. P. 160–167. <https://doi.org/10.7906/indecs.19.1.13>

DJI. RoboMaster TT: Support and product information. URL: <https://www.dji.com/global/support/product/robomaster-tt>

Jiang M. Y.-C., Jong M. S.-Y., Chai C. S., Huang B., Chen G., Lo C.-K., Wong F. K.-K. They believe students can fly: A scoping review on the utilization of drones in educational settings. *Computers & Education*. 2024. Vol. 220. Art. 105113. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105113>

Juniper A. DJI Tello drone is set to disappear as drone giant ditches education. *Digital Camera World*. 2024. URL: <https://www.digitalcameraworld.com/news/dji-tello-drone-is-set-to-disappear-as-drone-giant-ditches-education>

Movchan M., Strutynska O. Practical experience in preparing students for programming unmanned aerial vehicles for educational purposes. *Digital Transformation of Education: Challenges and Prospects (MANS 2025)*. Łomży, Poland, 2025. P. 151–163. <https://doi.org/10.32405/mono-lomza-kyiv-2025-2-3>

Okoro J. Upskilling and reskilling in the drone industry statistics. 2026. URL: <https://gitnux.org/upskilling-and-reskilling-in-the-drone-industry-statistics/>

Pergantis P., Drigas A. The Effect of Drones in the Educational Process: A Systematic Review. *Education Sciences*. 2024. Vol. 14, № 6. Art. 665. <https://doi.org/10.3390/educsci14060665>

Phadke A., Kropinski B. Drones in Education: A Comparative Analysis of Learning-Focused Platforms [Preprint]. Preprints, 2025. <https://doi.org/10.20944/preprints202503.0524.v1>

Robolink. CoDrone EDU: Product details. URL: <https://www.robolink.com/products/codrone-edu>

Robolink. CoDrone EDU: Learning portal and documentation. URL: <https://learn.robolink.com/codrone-edu>

WhalesBot. Eagle Drone: Technical specifications. URL: <https://www.whalesbot.ai/product/eagle-drone>

WhalesBot. Eagle User Guide. 2024. URL: https://assets-global.website-files.com/63e217cae07cdb95b6df2cdb/65f008b0c021092758f3feda_Eagel%20User%20guide.pdf

Yeung R. C. Y., Sun D., Yeung C. H. Integrating drone technology in STEM education: Curriculum, pedagogy and learning outcomes. *Education and Information Technologies*. 2025. Vol. 30, № 10. P. 14237–14272. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13368-0>

Yeung R. C. Y., Yeung C. H., Sun D., Looi C.-K. A systematic review of Drone integrated STEM education at secondary schools (2005–2023): Trends, pedagogies, and learning outcomes. *Computers & Education*. 2024. Vol. 212. Art. 104999. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104999>

Мовчан М. Приклади застосування моделей машинного навчання для програмування навчальних дронів. Міжнародна науково-практична конференція «Цифрова трансформація в освіті: виклики та перспективи». 2025. С. 293–295. URL: <https://enpuihb.udu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/ce307511-660a-482c-8929-ad9271535916/content>

Струтинська О., Ромеро М., Мовчан М. Практичні аспекти креативного використання інструментів штучного інтелекту для вирішення реальних проблем у процесі підготовки майбутніх учителів. Інноваційні підходи до підготовки і професійного розвитку вчителів «I-TEACH 2025»: зб. тез I Міжнар. наук.-пр. акт. конф. Харків, 2025. С. 149–152. URL: <https://ekhnuir.karazin.ua/server/api/core/bitstreams/78e19f06-dd71-490a-83a5-71e22e0843e6/content>

Analysis of the hardware specifications of educational uavs for use in the training of pre-service computer science teachers

Movchan Mykola

*PhD student, Lecturer at the Department of Informational Technology and Programming
Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine*

This article analyzes the hardware of educational unmanned aerial vehicles (UAVs) designed primarily for programming. It reviews international research on this topic and examines how UAVs have been used in educational settings. In particular, an analysis of studies and publications on the use of drones in education has revealed the significant educational potential of this field. However, there is a need for a thorough analysis of the hardware of existing educational drone models suitable for use in the educational process, which is the primary focus of this study. The problems identified during the analysis of sources are presented. Modern models of educational UAVs, their main characteristics, and the possibilities for their use in educational scenarios are analyzed. In the context of this study, ready-made commercial models were considered. Practical aspects of UAV application in programming projects are outlined. The study presents a comparative analysis of the hardware characteristics of educational UAVs. The paper proposes criteria for selecting an educational UAV model that meets educational needs in the context of learning programming in computer science classes. The primary criteria for recommendations regarding their use in the educational process are the programming technologies supported by the educational UAV and the possibilities for applying UAVs in project-based activities. Scenarios for the application of the proposed UAV models in education (DJI Tello, CoDrone EDU, WhalesBot Eagle) are suggested, taking into account the technologies they utilize. Methodological recommendations have been developed for future computer science teachers and practicing teachers regarding the selection of educational UAVs for use in the educational process, taking into account the age group of students and educational projects that can be carried out with them. An example of a task formulation is provided, aimed at developing the skills of future computer science teachers to select educational UAVs in accordance with educational objectives. Prospects for further research in this area are outlined, including an analysis of educational FPV UAVs and their use in the educational process.

Keywords: *educational unmanned aerial vehicles (UAVs), educational drones, programming of educational drones, educational robotics, future computer science teachers.*

References

- Atkinson, G. (2026). Upskilling and reskilling in the drone industry statistics. Retrieved from <https://zipdo.co/upskilling-and-reskilling-in-the-drone-industry-statistics/>
- Bai, O., Chu, H., Liu, H., & Hui, G. (2021). Drones in Education: A Critical Review. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(11), 1722—1727. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i11.6107>
- Cosic Lesicar, J., & Bozic, D. (2021). Current Status of the Use of Drones in Education in Croatia. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 19(1), 160—167. <https://doi.org/10.7906/indecs.19.1.13>
- DJI. (n.d.). RoboMaster TT: Support and product information. Retrieved from <https://www.dji.com/global/support/product/robomaster-tt>
- Jiang, M. Y.-C., Jong, M. S.-Y., Chai, C. S., Huang, B., Chen, G., Lo, C.-K., & Wong, F. K.-K. (2024). They believe students can fly: A scoping review on the utilization of drones in educational settings. *Computers & Education*, 220, 105113. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105113>
- Juniper, A. (2024). DJI Tello drone is set to disappear as drone giant ditches education. Digital Camera World. Retrieved from <https://www.digitalcameraworld.com/news/dji-tello-drone-is-set-to-disappear-as-drone-giant-ditches-education>
- Movchan, M., & Strutynska, O. (2025). Practical experience in preparing students for programming unmanned aerial vehicles for educational purposes. In *Digital Transformation of Education: Challenges and Prospects (MANS 2025)* (pp. 151—163). Łomży, Poland. <https://doi.org/10.32405/mono-lomza-kyiv-2025-2-3>
- Movchan, M.O. (2025). Przykłady zastosowania modelei mashynnoho navchannia dlia prohramuvannia navchalnykh droniv [Examples of the application of machine learning models in the programming of educational drones]. Proceedings from Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Tsyfrova transformatsiia v osviti: vykyly ta perspektyvy» – International Scientific and Practical Conference: Digital Transformation in Education: Challenges and Prospects. (pp. 293–295). Kyiv: DUSU. Retrieved from <https://enpuirb.udu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/ce307511-660a-482c-8929-ad9271535916/content> [in Ukrainian].

Okoro, J. (2026). Upskilling and reskilling in the drone industry statistics. <https://gitnux.org/upskilling-and-reskilling-in-the-drone-industry-statistics/>

Pergantis, P., & Drigas, A. (2024). The Effect of Drones in the Educational Process: A Systematic Review. *Education Sciences*, 14(6), 665. <https://doi.org/10.3390/educsci14060665>

Phadke, A., & Kropinski, B. (2025). Drones in Education: A Comparative Analysis of Learning-Focused Platforms. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202503.0524.v1>

Robolink. (n.d.). CoDrone EDU: Product details. Retrieved from <https://www.robolink.com/products/codrone-edu>

Robolink. (n.d.). CoDrone EDU: Learning portal and documentation. Retrieved from <https://learn.robolink.com/codrone-edu>

Strutynska, O.V., Romero, M., & Movchan, M.O. (2025). Praktychni aspekty kreatyvnoho vykorystannia instrumentiv sztuchnoho intelektu dlia vyrishennia realnykh problem u protsesi pidhotovky maibutnikh uchyteliv [Practical aspects of the creative use of artificial intelligence tools to solve real-world problems in the training of future teachers]. Proceedings from Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «I-TEACH 2025»: Innovatsiini pidkhody do pidhotovky i profesiinoho rozvytku vchyteliv – International Scientific and Practical Conference Innovative approaches to teacher training and professional development «I-TEACH 2025». (pp. 149–152). Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University. Retrieved from <https://ekhnuir.karazin.ua/server/api/core/bitstreams/78e19f06-dd71-490a-83a5-71e22e0843e6/content> [in Ukrainian]

WhalesBot. (n.d.). Eagle Drone: Technical specifications. Retrieved from <https://www.whalesbot.ai/product/eagle-drone>

WhalesBot. (2024). Eagle User Guide. Retrieved from https://assets-global.website-files.com/63e217cae07cdb95b6df2cdb/65f008b0c021092758f3feda_Eagle%20User%20guide.pdf

Yeung, R. C. Y., Sun, D., & Yeung, C. H. (2025). Integrating drone technology in STEM education: Curriculum, pedagogy and learning outcomes. *Education and Information Technologies*, 30(10), 14237–14272. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13368-0>

Yeung, R. C. Y., Yeung, C. H., Sun, D., & Looi, C.-K. (2024). A systematic review of Drone integrated STEM education at secondary schools (2005–2023): Trends, pedagogies, and learning outcomes. *Computers & Education*, 212, 104999. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104999>



Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу
(CC BY 4.0)

Received: April 20, 2026

Accepted: May 13, 2026

Published: May 28, 2026