

Видра Олександр<https://orcid.org/0000-0001-9281-915X>

Доцент, кандидат психологічних наук,
доцент кафедри педагогіки,
психології і методики технологічної освіти,
Національний університет
«Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
(Чернігів, Україна) E-mail: vidrik7@gmail.com

Зозуля Микола

Магістр, ННІ професійної освіти та технологій,
Національний університет
«Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
(Чернігів, Україна) E-mail: ozulya.2015@gmail.com

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ В УМОВАХ ШКІЛЬНОЇ МАЙСТЕРНІ

Основне спрямування статті й мета роботи – опублікувати результати організації виконання дослідження з розробки та впровадження технологічного процесу виготовлення навчального безпілотного літального апарату в умовах шкільної майстерні. Коротко висвітлити основні результати аналізу наукових, навчально-методичних і технічних джерел з проблематики проектування та використання безпілотних літальних апаратів у навчальному процесі. Повідомити про результати розробки методики створення навчального БПЛА в умовах шкільної майстерні та його безпосереднього виготовлення. Представити методичні рекомендації до розробки та впровадження технологічного процесу виготовлення навчального безпілотного літального апарату в умовах шкільної майстерні.

Проблематика статті побудована на твердженні, що в наукових і методичних джерелах наявні теоретичні і практичні передумови для розробки та впровадження технологічного процесу виготовлення навчального БПЛА в умовах шкільної майстерні, водночас комплексні дослідження, що поєднують технологічний і педагогічний аспекти, залишаються обмеженими, що й зумовлює актуальність даної статті.

Методологія побудована на використанні класичних методів і за допомогою технології STEAM-освіти, яка сприяє комплексному розвитку технічних навичок учнів, формуванню інженерного мислення та розумінню принципів роботи сучасних безпілотних систем.

Новизна роботи полягає у представленні методичних рекомендацій до розробки та впровадження технологічного процесу виготовлення навчального безпілотного літального апарату в умовах шкільної майстерні для учнів 7-11 класів на уроках трудового навчання і технологій, крім того детально розроблений процес збирання та налагодження навчального БПЛА – від обґрунтування теми до підведення підсумків. Результати дипломного проєкту можуть бути використані вчителями технологій, керівниками гуртків, а також учнями загальноосвітніх закладів.

Висновки. Проведене дослідження, розробка документації, самоаналіз засвідчили цінність виконання дослідження з розробки методики створення навчального БПЛА в умовах шкільної майстерні, що забезпечує прекрасні умови для технічного розвитку учнів. Практичне значення роботи полягає в можливості безпосереднього використання розробленого технологічного процесу, схем, технологічних карт і методичних рекомендацій у навчальному процесі з трудового навчання, технологій, інформатики або в роботі гуртків технічної творчості.

Ключові слова: проєктна технологія, БПЛА, STEAM-освіта, STEA підхід.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими або практичними завданнями. Сучасний розвиток технологій, інтеграція STEM та STEA підходів у навчальний процес та вимоги до формування технічної компетентності учнів зумовлюють необхідність створення доступних інженерних навчальних проєктів. Одним із найбільш перспективних напрямів є використання навчальних дронів як інструменту для поєднання механіки, електроніки, програмування та

практичного моделювання. Виготовлення навчального дрона в умовах шкільної майстерні сприяє розвитку технічних навичок учнів, формуванню інженерного мислення та розумінню принципів роботи сучасних безпілотних систем. Створення технологічного процесу виготовлення такого дрона потребує методичного обґрунтування, адаптації конструкції до умов школи та дотримання вимог безпеки.

Аналіз основних досліджень і публікацій з проблематики статті. Проблематика розробки та впровадження технологічних процесів виготовлення навчальних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у закладах загальної середньої освіти перебуває на перетині кількох науково-практичних напрямів: трудового навчання і технологій, STEM-освіти, авіаційного моделювання та інженерної педагогіки. У наукових і методичних джерелах ця тема розглядається переважно крізь призму формування технологічної та інженерної компетентностей учнів.

У працях, присвячених STEM-освіті, наголошується на доцільності використання проектної діяльності з елементами конструювання та моделювання реальних технічних об'єктів. Зокрема, Биков В.Ю. підкреслює, що створення моделей літальних апаратів сприяє інтеграції знань з фізики, математики, інформатики та технологій, а також розвитку просторового мислення й навичок командної роботи [1]. У цьому контексті БПЛА розглядається як сучасний і мотиваційно привабливий об'єкт навчального проектування.

Окрема група публікацій присвячена методиці трудового навчання та технологій у шкільній майстерні. Наприклад, Терещук А. І., Коберник О. М. зазначають, що ефективний технологічний процес має бути адаптований до матеріально-технічних можливостей закладу освіти, рівня підготовки учнів і вимог безпеки праці [4]. У їх дослідженнях описуються спрощені технологічні операції, використання доступних матеріалів (пінопласт, фанера, композитні матеріали) та інструментів, що робить можливим виготовлення навчальних моделей БПЛА в умовах шкільної майстерні. Хоча у випадку зі створенням БПЛА лише використання доступних матеріалів не обійтись.

У публікаціях Гуменюк О. В. з авіамоделювання та робототехніки розглядаються конструктивні особливості малих безпілотних апаратів, принципи аеродинаміки, системи керування та живлення [2]. Хоча ці роботи здебільшого орієнтовані на позашкільну освіту або гурткову діяльність, їх положення можуть бути адаптовані для шкільного курсу технологій.

Аналіз наукових і методичних джерел свідчить про наявність теоретичних і практичних передумов для розробки та впровадження технологічного процесу виготовлення навчального БПЛА в умовах шкільної майстерні, водночас комплексні дослідження, що поєднують технологічний і педагогічний аспекти, залишаються обмеженими, що й зумовлює актуальність даної статті.

Метою статті є висвітлення результатів розробки та впровадження технологічного процесу виготовлення навчального БПЛА, адаптованого до матеріально-технічної бази шкільної майстерні, здійсненого в рамках виконання кваліфікаційної роботи магістра.

Висвітлення процедури експериментального дослідження із зазначенням методів дослідження. Дослідження було спрямоване на розробку, апробацію та педагогічне обґрунтування технологічного процесу виготовлення навчального безпілотного літального апарату (БПЛА) в умовах шкільної майстерні. Логіка дослідження будувалася з урахуванням сучасних вимог до STEM-орієнтованої технологічної освіти, матеріально-технічних можливостей закладів загальної середньої освіти та вікових особливостей учнів 7-11 класів.

Реалізація дослідження здійснювалася поетапно й охоплювала чотири взаємопов'язані етапи, кожен з яких передбачав застосування комплексу теоретичних, емпіричних і практичних методів.

1. Теоретичний аналіз технології виготовлення сучасного навчального БПЛА.
2. Розробка методики створення навчального БПЛА в умовах шкільної майстерні.
3. Виготовлення об'єкту – навчального БПЛА.

4. Розробка і впровадження методичних рекомендацій до розробки та впровадження технологічного процесу виготовлення навчального безпілотного літального апарату в умовах шкільної майстерні.

На першому етапі дослідження був здійснений ґрунтовний теоретичний аналіз наукових, навчально-методичних і технічних джерел з проблематики проектування та використання безпілотних літальних апаратів у навчальному процесі. Метою етапу було з'ясування сучасного стану розвитку БПЛА, їх класифікації, конструктивних особливостей, а також педагогічних можливостей використання навчальних дронів у системі технологічної освіти.

У межах цього етапу застосовувалися такі методи дослідження: аналіз, синтез, систематизація, узагальнення та порівняння. Було проаналізовано класифікації БПЛА за масою, призначенням, дальністю та тривалістю польоту, типом конструкції й рівнем автономності. Особливу увагу приділено малим та мікро-БПЛА мультироторного типу як найбільш придатним для освітнього використання [3].

Паралельно здійснювався аналіз наявних на ринку навчальних конструкторів дронів, що дало змогу виявити їхні переваги та обмеження з погляду вартості, рівня відкритості конструкції, можливостей модифікації та адаптації до умов шкільної майстерні. Узагальнення результатів теоретичного аналізу дозволило сформулювати базові вимоги до навчального БПЛА: простота конструкції, ремонтпридатність, безпечність матеріалів, обмежена потужність силової установки, можливість поетапного виготовлення та налаштування учнями.

Результатом першого етапу стало наукове обґрунтування доцільності самостійного виготовлення навчального квадрокоптера в умовах школи як ефективного засобу формування технічної, інженерної та проектно-технологічної компетентностей учнів.

Другий етап був спрямований на розробку методики створення навчального БПЛА, адаптованої до матеріально-технічної бази шкільної майстерні та педагогічних умов навчального процесу. Основним завданням цього етапу було поєднання інженерно-технічних рішень із дидактичними вимогами трудового навчання та технологій.

У процесі розробки методики використовувалися методи педагогічного моделювання, проектування, конструктивного аналізу та експертної оцінки. Було обрано конструктивну схему квадрокоптера типу «X», яка вирізняється симетричністю, стабільністю польоту та простотою виготовлення. Конструкція рами передбачала використання доступних матеріалів (фанери або 3D-друкованих елементів з PLA/ABS), що відповідає можливостям типової шкільної майстерні (рис. 1).

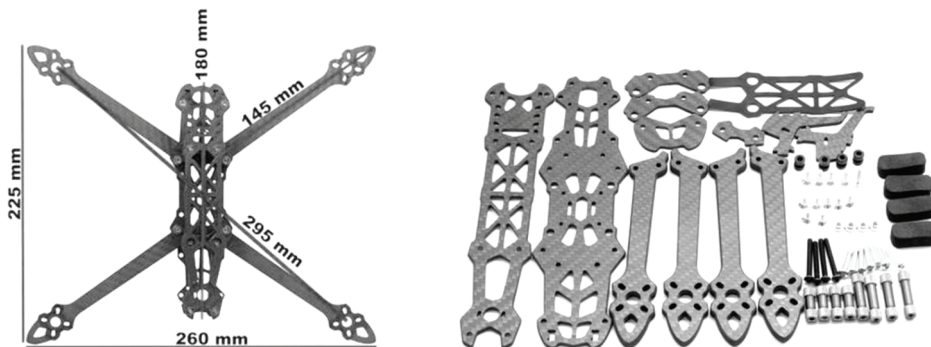


Рис. 1. Конструктивна схема квадрокоптера типу «X»

Окрему увагу приділено добору електронних компонентів. Методика передбачала використання базового польотного контролера з мінімально необхідним набором сенсорів, електронних регуляторів швидкості (ESC), безщіткових електродвигунів малої потужності, захищеного акумулятора та простого пульта керування. Такий підхід забезпечує баланс між функціональністю, безпекою та доступністю.

Методика також включала поетапний алгоритм складання й підключення електроніки, калібрування ESC, налаштування контролера польоту в програмних середовищах Betaflight або INAV, а також дотримання вимог електробезпеки. Результатом другого етапу стало створення цілісної методики виготовлення навчального БПЛА, орієнтованої на практичну діяльність учнів і поступове ускладнення навчальних завдань.

Третій етап дослідження мав практико-експериментальний характер і передбачав безпосереднє виготовлення навчального БПЛА відповідно до розробленої методики. Метою етапу було перевірити технологічну здійсненність проекту в умовах шкільної майстерні та виявити можливі труднощі, що виникають у процесі виготовлення.

Було прийнято рішення використати готові компоненти для виготовлення FPV дрона, оскільки економічно та по витраті часу це найбільш оптимальний варіант у нашому випадку. Збірка навчального БПЛА здійснювалася поетапно: складання конструкції та монтаж двигунів і захисних елементів (рис. 2), підключення електронних компонентів (рис. 3, рис. 4), налаштування програмного забезпечення.

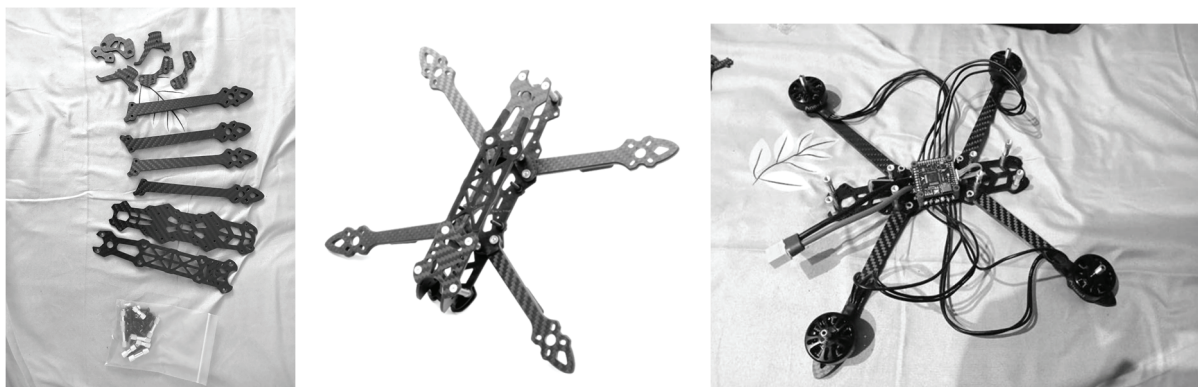


Рис. 2. Складання конструкції рами навчального БПЛА та фіксація моторів

Особливу увагу приділено питанням безпеки: зняттю пропелерів під час налагодження, правильній полярності підключення ESC, використанню фільтрувальних елементів та перевірці стабільності системи живлення. У ході виготовлення оцінювалася відповідність технологічних операцій віковим можливостям учнів, тривалість виконання робіт і потреба в педагогічному супроводі.

Результати третього етапу підтвердили можливість виготовлення функціонального навчального БПЛА в умовах шкільної майстерні без використання спеціалізованого промислового обладнання, що свідчить про практичну доцільність запропонованого технологічного процесу.

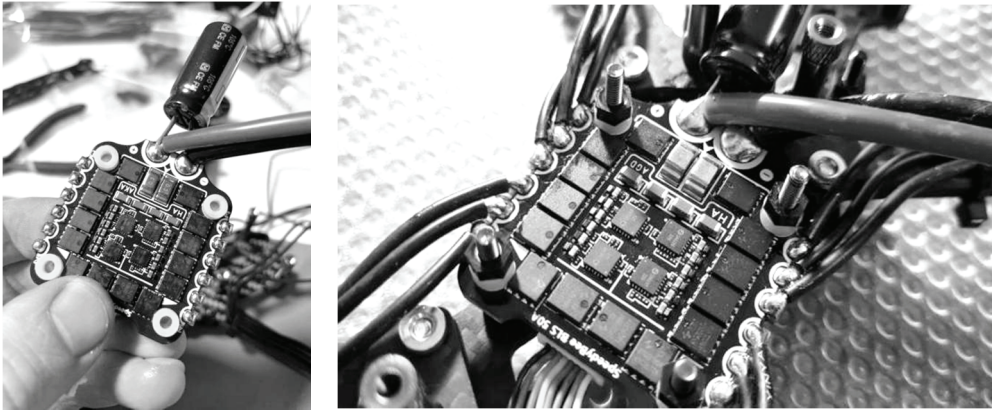


Рис. 3. Припаювання стабілізатора напруги, кабелів подачі напруги, силових кабелів від моторів до мікросхеми

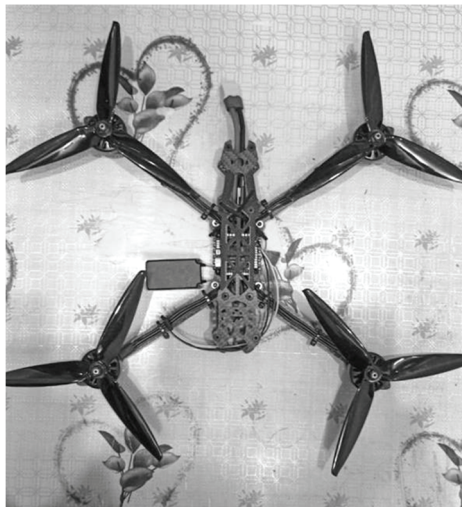


Рис. 4. З'єднання верхньої частини корпусу, встановлення пропелерів, підтягування кабелів моторів та під'єднання до контролера радіоприймача від пульта керування

На четвертому етапі здійснювалася розробка та апробація методичних рекомендацій щодо впровадження технологічного процесу виготовлення навчального БПЛА в освітню практику. Метою етапу було забезпечення педагогічної ефективності та відтворюваності запропонованої методики.

Застосовувалися методи педагогічного узагальнення, аналізу результатів експерименту, рефлексії та прогнозування. Методичні рекомендації охоплювали структуру навчальних занять, інтеграцію теми дробобудування в модулі трудового навчання та технологій, вимоги до організації робочого місця, критерії оцінювання результатів діяльності учнів.

У процесі впровадження оцінювався вплив виготовлення навчального БПЛА на формування технічних знань, практичних умінь і мотивації учнів до інженерно-технологічної діяльності. Отримані результати засвідчили доцільність використання навчальних дронів як ефективного засобу реалізації STEM-підходу в умовах закладу загальної середньої освіти.



Рис. 5. Навчальний БПЛА у спорядженому стані

Висновки з дослідження і перспективи подальших наукових розвідок. У ході дослідження розроблено та експериментально перевірено технологічний процес виготовлення навчального безпілотного літального апарату, адаптований до умов шкільної майстерні та вимог освітньої галузі «Технології».

У результаті дослідження обґрунтовано вибір конструктивної схеми квадрокоптера типу «Х», визначено оптимальний склад електронних компонентів та матеріалів, а також розроблено послідовність технологічних операцій, яка може бути реалізована учнями 7–11 класів під педагогічним керівництвом. Практична апробація підтвердила, що запропонований технологічний процес є безпечним, відтворюваним та ефективним для формування технічних, проєктно-технологічних і базових інженерних компетентностей учнів.

Перспективи подальших наукових розвідок вбачаються у вдосконаленні конструкції навчального БПЛА з використанням модульного підходу, розширенні програмного складника (автономні режими польоту, навігація), а також у дослідженні впливу дронобудування на розвиток STEM-компетентностей і професійну орієнтацію учнів у старшій школі.

References

1. Биков В. Ю. STEM-освіта: стан і перспективи розвитку в Україні. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. № 6. С. 1–10.
Вуков, V. Yu. (2017). STEM-osvita: stan i perspektyvy rozvytku v Ukrayini. *Informatsiyini tekhnolohiyi i zasoby navchannya* [STEM education: status and development prospects in Ukraine]. *Informatsiyini tekhnolohii i zasoby navchannya – Information Technologies and Learning Tools*, 6, 1–10.
2. Гуменюк О. В. Авіамоделювання як засіб розвитку технічної творчості учнів. *Проблеми сучасної педагогічної освіти*. 2020. Вип. 67. С. 85–90.
Humenyuk, O. V. (2020). Aviamodelyuvannya yak zasib rozvytku tekhnichnoyi tvorchosti uchniv [Aircraft modeling as a means of developing students' technical creativity]. *Problemy suchasnoi pedahohichnoi osvity – Problems of modern pedagogical education*, Issue 67, 85–90.
3. Посібник з БПЛА та моторного з'єднання: URL: <https://ua.vsdmotor.com/info/uav-esc-and-motor-connection-guide-including-17461834397344768.html> (дата звернення 14.12.2025).
Posibnyk z BPLA ta motornoho z'yednannya [UAV and Motor Connection Guide]. Retrieved from: <https://ua.vsdmotor.com/info/uav-esc-and-motor-connection-guide-including-17461834397344768.html> (data zvernennya 14. 12. 2025).
4. Терещук А. І., Коберник О. М. Методика навчання технологій у закладах загальної середньої освіти: навч. посіб. Київ: Генеза, 2019. 320 с.
Tereshchuk, A. I., Kobernyk, O. M. (2019). *Metodyka navchannya tekhnolohiy u zakladakh zahal'noyi seredn'oyi osvity* [Methodology of teaching technologies in general secondary education institutions]: navch. posib. Kyiv: Heneza, 2019. 320.

Vydra Oleksandr

<https://orcid.org/0000-0001-9281-915X>

Candidate of Psychological Sciences,
Associate Professor at the Department of pedagogy,
psychology and methodology of technological education,
T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»
(Chernihiv, Ukraine) E-mail: vidrik7@gmail.com

Zozulya Mykola

Master, ESI of professional education and technology
T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»
(Chernihiv, Ukraine) E-mail: ozulya.2015@gmail.com

**DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS
FOR MANUFACTURING AN EDUCATIONAL UNMANNED AERIAL VEHICLE
IN A SCHOOL WORKSHOP**

The main focus of the article and the purpose of the study is to present the results of organizing and conducting research on the development and implementation of a technological process for manufacturing an educational unmanned aerial vehicle (UAV) in a school workshop setting. The article briefly outlines the key findings of the analysis of scientific, instructional, methodological, and technical sources related to the design and educational use of unmanned aerial vehicles. It reports the results of developing a methodology for creating an educational UAV in a school workshop and its direct practical implementation. In addition, methodological recommendations for the development and introduction of a technological process for manufacturing an educational UAV in school workshop conditions are presented.

The problem framework of the article is based on the assertion that scientific and methodological literature contains theoretical and practical prerequisites for the development and implementation of a technological process for manufacturing educational UAVs in school workshops. At the same time, comprehensive studies that integrate both technological and pedagogical aspects remain limited, which determines the relevance and timeliness of this research.

The methodology is based on the use of classical research methods in combination with STEAM education technologies, which promote the integrated development of students' technical skills, the formation of engineering thinking, and an understanding of the operating principles of modern unmanned systems.

The novelty of the study lies in the presentation of methodological recommendations for the development and implementation of a technological process for manufacturing an educational unmanned aerial vehicle in a school workshop for students in grades 7–11 within technology and labor education classes. In addition, a detailed process of assembling and configuring an educational UAV is proposed, covering all stages from topic justification to final evaluation. The results of the diploma project can be used by technology teachers, extracurricular club leaders, and students of general secondary education institutions.

Conclusions. The conducted research, development of documentation, and self-analysis confirmed the educational value of studying and implementing a methodology for creating an educational UAV in a school workshop environment, which provides favorable conditions for students' technical development. The practical significance of the work lies in the possibility of directly applying the developed technological process, circuit diagrams, technological charts, and methodological recommendations in the educational process of labor education, technology, informatics, as well as in technical creativity clubs.

Key words: project-based technology, unmanned aerial vehicle (UAV), STEAM education, STEA approach.

Стаття надійшла до редакції 16.12.2025 р.

Рецензент: доктор педагогічних наук, професор **Олексій Торубара**