

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПІВ РОБОТИ ТА ВИКОРИСТАННЯ FPV-ДРОНІВ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

ТОЛМАЧОВ В.С. – кандидат технічних наук, доцент

orcid.org/0000-0002-4674-8677

Глухівський національний педагогічний університету імені Олександра Довженка

МАРИНЧЕНКО Є.О. – доктор філософії, доцент

orcid.org/0000-0001-9738-2778

Глухівський національний педагогічний університету імені Олександра Довженка

Постановка проблеми. Науково-дослідна робота є важливим засобом підготовки майбутніх педагогів професійного навчання. Вона дозволяє їм:

- навчитися самостійно проводити дослідження;
- розвивати критичне мислення;
- формувати творчі здібності;
- ознайомитися з найновітнішими досягненнями науки і техніки.

У сучасних умовах, коли аграрна галузь стає все більш технологічною, підготовка майбутніх педагогів професійного навчання, які здатні творчо застосовувати у практичній діяльності новітні досягнення науково-технічного прогресу, є особливо актуальною.

Впровадження нових технологій у сільськогосподарське виробництво вимагає від майбутніх педагогів професійного навчання нових знань і навичок. Тому до змісту їхньої професійної підготовки необхідно включати вивчення нових технологій вирощування та збирання сільськогосподарських культур.

Методика ознайомлення здобувачів освіти з інноваційними технологіями під час роботи наукових гуртків є цікавою та перспективною. Вона дозволяє здобувачам освіти ознайомитися з новими технологіями в неформальній обстановці, під керівництвом досвідченого викладача.

За прогнозами ООН, до 2050 року населення світу сягне 9 мільярдів людей. Це означає, що світове виробництво продовольства має збільшитися на 60%. Щоб забезпечити продовольчу безпеку, необхідно підвищити врожайність сільськогосподарських культур.

Одним із способів підвищення врожайності є застосування точного землеробства. Точне землеробство – це система управління сільськогосподарським виробництвом, яке використовує технології для прийняття рішень на основі точних даних.

Дрони є одними зі складових точного землеробства. Вони дозволяють фермерам отримувати точну інформацію про стан посівів, що може бути використано для прийняття рішень щодо внесення добрив, пестицидів та інших агрохімікатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідження в галузі застосування безпілотних літальних апаратів у сільськогосподарському виробництві показали, що вони мають широкий спектр можливостей.

В Україні передумови для широкого використання дронів у новітніх технологіях землеробства створили такі дослідники, як В. Адамчук, М. Кобець та В. Мироненко [1].

Багато дослідників провели аналіз завдань, які можна вирішувати за допомогою дронів, розробили технічні рішення та провели лабораторні та польові дослідження з визначення раціональних параметрів дронів.

Актуальним у наукових колах є також питання визначення основних характеристик та раціональних параметрів дронів для моніторингу стану посівів і внесення препаратів, а також ефективності їх використання.

Мета дослідження полягає в тому, щоб з'ясувати, як дрони можуть використовуватися в сільському господарстві, та оцінити ефективність їх впровадження в освітній процес для підготовки майбутніх фахівців, які будуть здатні ефективно використовувати ці технології.

Результати досліджень. Дрони стають все більш важливим інструментом для сільськогосподарського виробництва. Вони можуть використовуватися для моніторингу стану посівів, внесення добрив і пестицидів, збору урожаю та контролю за шкідниками та хворобами. Майбутні педагоги професійного навчання повинні знати матеріально-технічну базу дронів, особливості запуску і керування, ремонту, а також ознайомитися з можливістю використання дронів у сільськогосподарському виробництві, щоб забезпечити майбутніх фахівців необхідними знаннями та навичками для ефективного використання цієї технології [2].

Сільськогосподарські дрони – це безпілотні літальні апарати, які використовуються у сільськогосподарському виробництві для виконання різних завдань, таких як моніторинг стану посівів, внесення добрив і пестицидів, збір урожаю та контроль за шкідниками та хворобами.

Сільськогосподарські дрони можна розділити на два основних типи за функціями:

– Дрони для моніторингу посівів використовуються для збору зображень і відео з полів, які потім можуть бути проаналізовані для оцінки стану посівів, виявлення хвороб і шкідників, а також прогнозування врожаю.

– Дрони для внесення добрив і пестицидів використовуються для внесення добрив і пестицидів на поля більш точно і рівномірно, ніж вручну. Це знижує ризик забруднення навколишнього середовища.

Роторні дрони – це тип безпілотних літальних апаратів, які використовують ротори для створення підйомної сили. Вони часто ідентифікуються за кількістю роторів, наприклад, квадрокоптер має чотири ротори.

Роторні дрони є чудовим інструментом для моніторингу стану польових культур. Вони можуть злітати

вертикально, що робить їх зручними для запуску з невеликих площ. Роторні дрони також легко маневрують, що дозволяє їм отримувати точні зображення та відео польвів.

Однак час роботи батареї є основною проблемою для роторних дронів. Це пов'язано з тим, що кілька роторів вимагають більше енергії для роботи. Час польоту для багатьох квадрокоптерів становить від 10 до 20 хвилин, і може бути меншим при польоті під час високої швидкості вітру.

Дрони з фіксованим крилом працюють так само, як і літаки. Вони мають два або більше крил, які створюють підйомну силу. Більшість дронів з фіксованим крилом мають лише один гвинт.

Дрони з фіксованим крилом мають ряд переваг перед роторними дронами. Вони мають більш тривалий час роботи батареї, з можливістю перебувати в повітрі значно довше. Дрони з фіксованим крилом також можуть досягати більшої швидкості, що дозволяє їм охоплювати більшу площу.

Однак дрони з фіксованим крилом мають і деякі недоліки. Вони вимагають злітно-посадкової смуги для запуску та посадки. Крім того, вони можуть бути менш маневреними, ніж роторні дрони.

Гібридні дрони – це тип безпілотних літальних апаратів, які поєднують у собі особливості роторних дронів та дронів з фіксованим крилом. Вони можуть злітати і приземлятися вертикально, як роторні дрони, але літати як дрони з фіксованим крилом.

Гібридні дрони мають ряд переваг перед роторними дронами та дронами з фіксованим крилом. Вони мають більш тривалий час роботи батареї, ніж роторні дрони, і можуть досягати більшої швидкості, ніж дрони з фіксованим крилом. Крім того, вони можуть злітати та приземлятися в обмеженому просторі, що робить їх більш зручними для використання в сільськогосподарському виробництві.

Дистанційне картографування з використанням дронів є перспективним методом отримання геодезичної основи моніторингу.

Загальний вигляд дронів, які застосовуються у сільському господарстві та для моніторингу стану посівів на полях, наведено на рис. 1.

Вітчизняні та зарубіжні вчені розробили багато наукових робіт, присвячених проблемам використання FPV-дронів в сільськогосподарському виробництві. Вони вивчили шляхи вирішення цих проблем та вибір електрообладнання для дронів [3].

Науковці світу розробили технічні та організаційні рішення для галузевого використання FPV-дронів. Ці рішення включають задачі спостереження в екології, моніторингу параметрів мікроклімату, оцінки посівів та ультрамалооб'ємного обприскування.

Достатньо повно описані методики визначення параметрів керування для забезпечення стабільного руху FPV-дронів за заданою траєкторією.

FPV-дрони використовують для сільськогосподарського обприскування. Вони можуть сканувати землю і розпилювати рідину рівномірно, з урахуванням відстані до землі, культури та погодних умов. Це дозволяє оптимізувати витрату добрив і мінеральних речовин.

FPV-дрони також можуть використовуватися для внесення біологічних засобів захисту, таких як трихограма. Трихограма – це комахо-паразит, яка харчується яйцями шкідників. За допомогою дронів трихограма може швидко поширюватися в кілька етапів. Це дозволяє звести до мінімуму використання пестицидів і заощадити на добривах.

Якість хімічної обробки залежить від густоти покриття оброблюваної поверхні робочим розчином. FPV-дрони можуть забезпечити більш рівномірне покриття, ніж традиційні методи обприскування. Це дозволяє підвищити ефективність хімічної обробки і зменшити вплив на навколишнє середовище.

Якість хімічної обробки залежить від того, наскільки рівномірно робочий розчин покриває оброблювану поверхню. Для цього необхідно, щоб краплі робочого розчину були дрібними і утримувалися на поверхні рослин.

Раніше для досягнення цієї мети використовували великі обсяги робочого розчину і препарати-прилипачі. Однак такий підхід не підходить для дронів, оскільки призводить до збільшення ваги корисного вантажу і вимагає збільшення потужності силового устаткування.

Альтернативним підходом є ультрамалооб'ємне обприскування (УМО). При УМО використовується мінімальний обсяг робочого розчину – від 0,5 до 5 л/га. Розмір крапель при УМО становить близько 100 мікрометрів. Це дозволяє забезпечити гарне проникнення препарату в продиhi навіть дуже густих посівів [1].

Технологія ультрамалооб'ємного обприскування (УМО) з використанням FPV-дронів набирає популярності у світі та в Україні.

УМО має ряд переваг перед традиційними методами обприскування, зокрема:

- рівномірне покриття оброблюваної поверхні робочим розчином;



Рис. 1. Fpv-дрони, які використовуються для моніторингу сільськогосподарських угідь

- відсутність скочування крапель;
- точність попадання крапель у продири листя;
- зменшення обсягів робочого розчину, що сприяє використанню FPV-дронів.

В Україні технологія УМО з використанням FPV-дронів тільки розвивається. Наразі в промислових масштабах такі послуги не надаються.

Азіатські дрони, які використовуються для УМО, є для українських аграріїв важкодоступними через свою високу вартість. Наприклад, дрон Yamaha коштує майже 2,5 мільйона гривень, а дрон Agras – 385 тисяч гривень [1].

Тому вітчизняні стартапи взяли за проєктування БПЛА для УМО. Серед них можна назвати компанію Крау Technologies, яка розробляє інноваційні рішення для фермерів – безпілотники з власним програмним забезпеченням.

Вважаємо, що для досягнення поставленої мети, а саме зниження вартості та підвищення ефективності FPV-дронів, необхідно використовувати симбіоз машино-тракторних агрегатів (МТА) та літальних систем. Для цього необхідно формалізувати обов'язкові та додаткові компоненти польотної частини оприскувача.

Прийнято вважати, що структура FPV-дронів складається з наступних компонентів:

Обов'язкові компоненти:

- рама;
- польотний контролер (гіроскоп, акселерометр, компас, барометр, сонар);
- апаратура радіокерування (форматування та перетворення сигналів, вбудована телеметрія);
- антени;
- двигуни;
- повітряні гвинти;
- регулятори обертів
- батарея та зарядний пристрій;
- джерело бортового живлення (індикатор заряду).

Додаткові компоненти:

- обладнання для відео каналу (відеокамера, відео комутатор, підвіс для стабілізації, приймачі відеосигналу);
- приймачі GPS (принцип визначення координат, режими старту, технології позиціонування та ін.);
- адаптер Bluetooth;
- засоби пошуку;
- дисплеї та індикатори.

Повна комплектація FPV-дронів відповідної потужності буде мати максимальну вартість, що збільшує його комерційну вартість та підвищує експлуатаційні витрати.

Загалом, FPV-дрони мають ряд переваг перед звичайними пілотованими літаками, включаючи більшу продуктивність, доступність та універсальність. Однак, існує ряд факторів, які стримують розвиток ринку FPV-дронів в багатьох країнах.

До цих факторів відносяться:

- Відсутність нормативно-правової бази, яка б регулювала використання FPV-дронів в повітряному просторі. Це ускладнює отримання дозволів на проведення аерофотозйомки та інших робіт з використанням FPV-дронів [1].

- Неврегульованість питань сертифікації, реєстрації та експлуатації FPV-дронів. Це ускладнює для користувачів придбання та використання FPV-дронів, а також підвищує ризик їхнього неправильного використання.

– Недостатня підготовка фахівців з управління FPV-дронів. Це може призвести до неякісного виконання робіт з використанням FPV-дронів, а також до безпеки.

З вирішенням цих проблем розвиток ринку FPV-дронів в багатьох країнах буде прискорюватися.

Висновки. Отже, проблема засвоєння майбутніми педагогами професійного навчання принципів роботи та використання FPV-дронів залишається актуальною.

У сільськогосподарському виробництві FPV-дрони найчастіше використовуються для картографування та внесення добрив. Однак вони також можуть виконувати інші завдання, такі як випас худоби, заліснення та запилення. Завдяки розвитку виробничих та програмних технологій сфера застосування FPV-дронів у сільському господарстві постійно розширюється.

Для більш широкого застосування FPV-дронів у сільському господарстві необхідно підвищити їхню ефективність та зменшити собівартість виробництва. Галузь активно фінансується з боку венчурних інвесторів, а провідні держави світу змінюють своє законодавство, щоб сприяти розвитку цієї технології.

У майбутньому технологія використання FPV-дронів у сільськогосподарському виробництві буде розвиватися і ставати все більш поширеною. Цей тренд обумовлений кількома факторами, зокрема:

- Технологією точного землеробства, до яких належить використання FPV-дронів, дозволяють підвищити ефективність вирощування їжі та забезпечити продовольчу безпеку.
- Зміною регуляторної політики. У багатьох країнах світу уряди створюють сприятливі умови для розвитку технологій точного землеробства, зокрема, шляхом спрощення процедури отримання дозволів на використання FPV-дронів.
- Зацікавленістю венчурних інвесторів. Венчурний капітал спрямовується на розвиток технологій точного землеробства, що сприяє їхньому швидкому зростанню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Miller J. O., Adkins J. Types of drones for field crop production. University of Delaware : Fact sheets and publications. 2018. URL: <https://www.udel.edu/academics/colleges/canr/cooperative-extension/fact-sheets/typesof-drones-for-field-crop-production> (дата звернення 24.01.2024 р.)
2. Yevhenii Marynchenko, Tetiana Serha, Tetyana Chumak, Anna Makogin, Vasyl Salabai. Psychological aspects of the landscape of modern organizational and pedagogical conditions of training of specialists through the integration of education, science and production in Ukraine. AD ALTA-Journal of Interdisciplinary Research. 2023. Vol.13. Issue 1, Special Issue XXXIV. 2023, Pp. 207–216. URL: <https://www.magnanimitas.cz/13-01-xxxiv>
3. Маринченко Є. О., Толмачов В. С. Залучення здобувачів вищої освіти до проєктно-дослідницької діяльності у ЗВО. *Науковий журнал «Інноваційна педагогіка»*. ПУ «Причорноморський науково-дослідний

інститут економіки та інновацій», 2022. № 52 2022. С. 208 (Index Copernicus International).

REFERENCES:

1. Miller, J. O., Adkins, J. (2018). Types of drones for field crop production. University of Delaware. <https://www.udel.edu/academics/colleges/canr/cooperative-extension/fact-sheets/types-of-drones-for-field-cropproduction>
2. Yevhenii Marynchenko, Tetiana Serha, Tetyana Chumak, Anna Makogin & Vasyl Salabai. (2023). Psychological aspects of the landscape of modern organizational and pedagogical conditions of training of specialists through the integration of education, science and production in Ukraine. AD ALTA-Journal of Interdisciplinary Research, 13(1), Special Issue XXXIV, 207–216. URL: <https://www.magnanimitas.cz/13-01-xxxiv>
3. Marynchenko Ye. O. & Tolmachov V. S. (2022). Zaluchennia zdobuvachiv vyshchoi osvity do proektno-doslidnytskoi diialnosti u VNZ. [Involvement of students of higher education in project-research activities in higher education institutions]. Naukovyi zhurnal «Innovatsiina pedahohika». PU «Chornomorskyi naukovo-doslidnyi instytut ekonomiky ta innovatsii». 2022. No. 52. 165–172. http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2022/52/part_1/52-1_2022.pdf [in Ukrainian].

Толмачов В.С., Маринченко Є.О. Особливості вивчення принципів роботи та використання FPV-дронів під час підготовки майбутніх спеціалістів професійної освіти

Безпілотні літальні апарати розвиваються дуже швидко та знаходять все більше застосування в різних сферах, зокрема в сільськогосподарському виробництві. FPV-дрони (first-person view) дозволяє оператору бачити зображення з камери дрона в реальному часі. Це робить їх дуже зручними для використання в таких завданнях, як моніторинг, обстеження та навчання.

Підготовка майбутніх спеціалістів професійної освіти до роботи з FPV-дронами у сільськогосподарському виробництві є важливою задачею. Вона дозволяє майбутнім фахівцям оволодіти необхідними знаннями та навичками для ефективного використання цієї технології у своїй професійній діяльності.

Вивчення принципів роботи та використання FPV-дронів у сільськогосподарському виробництві під час підготовки майбутніх спеціалістів професійної освіти має такі особливості:

1. Вивчення FPV-дронів має бути інтегровано в освітній процес таким чином, щоб воно було органічно пов'язане з іншими дисциплінами, зокрема з такими, як агрономія, технології рослинництва, технології тваринництва, інноваційні технології в сільськогосподарському виробництві.

2. Вивчення FPV-дронів має містити значний практичний компонент. Майбутні фахівці повинні мати мож-

ливість самостійно керувати дронами та виконувати різні завдання у сільськогосподарському виробництві.

Для ефективної підготовки майбутніх спеціалістів професійної освіти до роботи з FPV-дронами у сільськогосподарському виробництві необхідно підготувати педагогічні кадри, які мають необхідні знання та навички для викладання FPV-дронів у сільськогосподарському виробництві.

Виконання цих завдань дозволить забезпечити майбутнім спеціалістам професійної освіти якісну підготовку до роботи з FPV-дронами у сільськогосподарському виробництві та допоможе їм успішно використовувати цю технологію у своїй професійній діяльності.

Ключові слова: роторний дрон, дрони з фіксованим крилом, квадрокоптер, FPV-дрон.

Tolmachov V.S., Marynchenko Ye.O. Features of learning the principles and use of FPV drones in the preparation of future vocational education specialists

Unmanned aerial vehicles are developing very quickly and are increasingly being used in various fields, in particular in agricultural production. FPV drones (first-person view) allow the operator to see images from the drone's camera in real time. This makes them very convenient for use in tasks such as monitoring, surveying and training.

Training future specialists in vocational education to work with FPV drones in agricultural production is an important task. It allows future specialists to acquire the necessary knowledge and skills to effectively use this technology in their professional activities.

The study of the principles of operation and use of FPV drones in agricultural production during the training of future specialists in professional education has the following features:

1. The study of FPV drones should be integrated into the educational process in such a way that it is organically connected with other disciplines, in particular with such as agronomy, plant breeding technologies, animal husbandry technologies, innovative technologies in agricultural production.

2. Learning FPV drones should have a significant practical component. Future specialists must be able to independently control drones and perform various tasks in agricultural production.

In order to effectively train future vocational education specialists to work with FPV drones in agricultural production, it is necessary to train pedagogical personnel who have the necessary knowledge and skills to teach FPV drones in agricultural production.

Completion of these tasks will provide future vocational education specialists with high-quality training for working with FPV drones in agricultural production and will help them successfully use this technology in their professional activities.

Key words: rotary drone, fixed wing drones, quadcopter, FPV drone.