

**А. В. Колесник**

## **ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ З ЗАХИСТОМ ВІД FPV-ДРОНІВ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БОЮ**

***Анотація:** в даній тезі розглядаються інженерні споруди з інтегрованими засобами захисту від FPV-дронів у сучасних умовах ведення бою. Зважаючи на активне використання безпілотних літальних апаратів для розвідки та атак під час бойових дій, важливість протидії таким загрозам значно зростає. Основна увага приділяється методам захисту, які включають матеріали з високою стійкістю до ударів, засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ), інфраструктуру з адаптивною геометрією та інтегровані системи виявлення і перехоплення дронів. Описуються переваги таких споруд у забезпеченні безпеки особового складу, техніки та важливих об'єктів, а також потенційний вплив новітніх технологій на покращення ефективності захисних систем.*

***Ключові слова:** інженерні споруди, FPV-дрони, методи захисту від удару*

***Abstract:** this thesis considers engineering structures with integrated means of protection against FPV drones in modern combat conditions. Due to the active use of unmanned aerial vehicles for reconnaissance and attacks during combat operations, the importance of countering such threats has increased significantly. The focus is on defence methods that include materials with high impact resistance, electronic warfare (EW), adaptive geometry infrastructure, and integrated drone detection and interception systems. The article describes the advantages of such structures in ensuring the safety of personnel, equipment and important facilities, as well as the potential impact of the latest technologies on improving the effectiveness of defence systems.*

***Keywords:** engineering structures, FPV drones, methods of impact protection.*

### **Вступ**

FPV-дрони (дрони з першою особою) та їх використання в умовах бойових дій дає перевагу у виявленні цілей і точності нанесення ударів. Водночас, це змушує переглянути підходи до будівництва та захисту інженерних споруд, що застосовуються на передовій і в тилу. Захист від FPV-дронів є важливим аспектом забезпечення безпеки військових об'єктів, особового складу і техніки [1].

### **Основна частина**

Загрози від FPV-дронів важко переоцінити, так як вони мають низку характеристик, які роблять їх особливо небезпечними у бойових умовах [1]:

- маневреність і швидкість. Так дрони здатні обходити перешкоди та швидко змінювати напрям руху, що дозволяє їм проникати навіть у важкодоступні місця. Особливо це небезпечно місць перебування особового складу;

- висока точність ураження. Так здатність оператора бачити об'єкт атаки «очима дрона» дозволяє здійснювати високоточне наведення, а саме головне виконувати коригування руху по місцю з врахуванням змін ситуації на полі бою;

- малі розміри і невелика вага. Через компактні розміри та низький рівень шуму, їх важко помітити на «безпечній» відстані і вони легко проникають через традиційні захисні конструкції (дверні отвори, бійниці тощо.).

- різноманіття бойового навантаження. FPV-дрони можуть нести невеликі вибухові заряди, здатні знищувати техніку, укріплення та особовий склад.

Для ефективного захисту від FPV-дронів сучасні інженерні споруди мають бути здатні як знижувати ризик ураження, так і виявляти або знищувати дрони ще до досягнення ними цілі. Серед інженерних рішень для захисту можна виділити наступні:

- захисні бар'єри і сітки. Використання захисних сіток із дрібними осередками або тканинних бар'єрів довкола критичних об'єктів може бути ефективним способом захисту. Такі

сітки перешкоджають проходженню дронів, захищаючи техніку, персонал і обладнання. Оскільки FPV-дрони зазвичай маневрують на висоті до 50 метрів, сітки потрібно розташовувати на висоті та відстані, достатніх для затримання або перенаправлення дронів подалі від об'єкта (особового складу);

- підземні укриття і захисні куполи. Для зниження ймовірності прямого ураження критичні об'єкти доцільно розміщувати під землею або в укриттях із залізобетону. Крім того, можна застосовувати захисні куполи, які роблять проникнення дрона у споруду неможливим. Куполи можуть бути посилені металевими пластинами або сітками, що зменшує ризик ураження навіть при вибуху дрона над поверхнею укриття. Додатковим захистом може служити поворот коридору під  $90^{\circ}$  перед входом до укриття, так як зменшує можливість для маневру оператора дрона та забезпечує особовий склад від наслідків вибуху заряду дрона;

- протидронові системи спостереження та виявлення. Застосування радарних, оптичних та акустичних систем допомагає виявляти дрони ще на підльоті. Сучасні засоби виявлення здатні фіксувати дрони навіть при їх низькому профілі, що дає можливість завчасно попередити атаки [2]. Такі системи можуть використовуватись як окремо, так і інтегруватися з іншими засобами оборони для автоматизованого реагування;

- протидронові перешкоди і засоби РЕБ. Системи радіоелектронної боротьби (РЕБ) здатні ефективно блокувати сигнали управління між оператором і дроном, що робить FPV-дрон некерованим і часто призводить до його падіння. Антени для генерації перешкод доцільно розміщувати навколо критичних об'єктів або мобільних укриттів, що забезпечує зону захисту від дронів;

- вогневі засоби для знищення дронів. Для ефективного знищення дронів на підльоті можна використовувати кулемети, автоматичні гранатомети, спеціалізовані рушниці та лазерні установки та ін. Важливо, щоб засоби ураження мали достатню точність і були розташовані на вигідних позиціях. Додатково можна використовувати автоматичні системи, оснащені штучним інтелектом для ідентифікації та ураження дронів, що дозволяє оперативніше реагувати на загрозу, розміщені на ключових позиціях інженерних споруд.

Захист від FPV-дронів носить комплексний характер і включає також елементи маскуванню та зниження електромагнітної видимості об'єктів:

- маскувальні сітки дозволяють знизити видимість укріплень для оптичних камер дронів;
- радіопоглинаючі матеріали можуть зменшувати радіолокаційну помітність об'єктів, що ускладнює їх виявлення;

- електромагнітне маскуванню (створення «радіо тиші») надає додатковий рівень захисту від розвідки та атак;

Додатково укриття можна доповнювати протидроновими міні-дронами або навіть звичайними FPV-дронами, налаштованими на патрулювання. Такі дрони можуть запускатися автоматично при виявленні загрози і здійснювати захоплення або знищення ворожого FPV-дрона ще на підльоті. Вони ефективні при застосуванні у великих масштабах та можуть інтегруватися з іншими засобами оборони для повного захисту периметру.

Інженерні споруди з захистом від FPV-дронів є відносно новим напрямком, що вимагає постійного вдосконалення [3]. Основними викликами залишаються на сьогоднішній день:

- постійне вдосконалення дронів. FPV-дрони стають швидшими, маневренішими і важче виявляються радіолокаційними системами;

- необхідність швидкого розгортання. В умовах активних бойових дій критично важливо мати можливість оперативно встановлювати захисні та маскувальні елементи.

- економічна ефективність. Вартість захисних заходів має бути виправданою порівняно з загрозою, яку становлять дрони.

## Висновки

Інженерні споруди з захистом від FPV-дронів є важливим елементом сучасних військових операцій, що забезпечує зниження ризику втрат серед особового складу, техніки та об'єктів інфраструктури. Використання сіток, протидронових систем, укриттів, засобів РЕБ, вогневих засобів, а також активних систем захисту дозволяє ефективно протидіяти загрозі FPV-дронів та зберегти стратегічну перевагу в бою. Інженери та військові продовжують працювати

над інноваціями в цій галузі, щоб ефективно протистояти загрозі дронів і забезпечувати захист військ та критичних об'єктів у зонах бойових дій.

Список використаної літератури:

1. Олексенко, О., Місюк, Г., Ікаєв, Д., Коршок, В. і Палка, В. (2024) «Основні тенденції застосування безпілотних літальних апаратів у російсько-українській війні», збірник наукових праць державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, 21(3), с. 99-105. [doi: 10.37701/dndivsovt.21.2024.12](https://doi.org/10.37701/dndivsovt.21.2024.12).

2. Баган, В., Костюк, В., Купріненко, О. і Жирна, О. (2024) «Науково-методичний підхід визначення ступеня небезпеки повітряної цілі розрахунком бойової машини з турельною кулеметною установкою», збірник наукових праць державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, 21(3), с. 14-22. [doi: 10.37701/dndivsovt.21.2024.02](https://doi.org/10.37701/dndivsovt.21.2024.02).

3. Болотов, Г., Приступа, А., Степенко, С., & Пархоμεць, В. (2024). Обґрунтування типу мультикоптерного дрону для використання у складі мультиагентних систем. Технічні науки та технології, (2 (36), 162–172. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-2\(36\)-162-172](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-2(36)-162-172).

**Колесник Андрій Вікторович** – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [andrey.engineer@gmail.com](mailto:andrey.engineer@gmail.com).

**Kolesnik Andrii V.** - PhD student of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [andrey.engineer@gmail.com](mailto:andrey.engineer@gmail.com).