

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія Аеронавігації

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни

«Безпілотні літальні апарати: загальні відомості»

обов'язкових компонент

освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт
(Оператор безпілотних літальних апаратів)**

за темою – Призначення та функції БПЛА

КРЕМЕНЧУК 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії Аеронавігації,
протокол від 28.08.2023 № 1.

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист
Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекцій:

1. Загальні відомості про БПЛА.
2. Особливості безпілотних авіаційних комплексів.
3. БПЛА для вирішення задач силових структур.
4. Цивільне застосування БПЛА.
5. Функції та завдання БпЛА БпАК.

Рекомендована література:

Основна література:

1. Теорія і практика застосування безпілотних літальних апаратів (дронів) / [КНТ](#), 2023. – 126 с.
2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ “КОМАНДИРУ ПІДРОЗДІЛУ ПО ЗАСТОСУВАННЮ БпАК ТАКТИЧНОГО РІВНЯ” (за досвідом проведення ООС (раніше АТО), О.О. Павлишен (керівник розробки), Г.М. Тимчук, Т.В. Цокур, 2018. – 72 с.
3. UAV Based Remote Sensing, Volume 2, Special Issue Editors Felipe Gonzalez, Toro Antonios Tsourdos, 2017. – 406 p.
4. Aircraft General Knowledge 2 - Electrics and Electronics - 2014

Допоміжна література:

1. Unmanned aircraft systems : UAVS design, development and deployment / Reg Austin. This edition first published 2010. – 365 p.
2. Theory, design, and applications of unmanned aerial vehicles / A. R. Jha. Boca Raton, FL : CRC Press / Taylor & Francis Group, [2016]. 317 p.
3. SMART AUTONOMOUS AIRCRAFT Flight Control and Planning for UAV. Yasmina Bestaoui Sebbane, Université d'Evry, France. 2016 by Taylor & Francis Group, LLC – 434 p.
4. Безпілотна авіація у військовій справі: кол. монографія / С. П. Мосов и др. ; за ред. проф. С. П. Мосова. Київ : Інтерсервіс, 2019. 324 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. [https://nvkarta.com/project/library/uploads/military/bpla/\[bpla\]_ua_dynamics_brochure.pdf](https://nvkarta.com/project/library/uploads/military/bpla/[bpla]_ua_dynamics_brochure.pdf)
2. [https://nvkarta.com/project/library/uploads/military/bpla/\[bpla\]_zastosuvannya_bpak_takty%60chnogo_rivnya.pdf](https://nvkarta.com/project/library/uploads/military/bpla/[bpla]_zastosuvannya_bpak_takty%60chnogo_rivnya.pdf)
3. <https://defence-ua.com/tags/389/>
4. file:///C:/Users/Volk/Downloads/116-Текст%20статті-857-1-10-20211230.pdf
5. Дідур О. Стандарти НАТО в галузі безпіотної авіації. URL : <https://armyinform.com.ua/2020/03/standarty-nato-v-galuzibezpilotnoyi-aviacziyi/> (дата звернення : 01.01.2020).
6. Classification of the Unmanned Aerial Systems. URL : <https://www.e-education.psu.edu/geog892/node/5> (last accessed : 03.11.2020).

Текст лекції

1. Загальні відомості про БПЛА.

У всьому світі використовується велика кількість БПЛА, які розрізняються своєю конструкцією, технологією виготовлення, спектром виконуваних завдань і функціональних можливостей, особливостей застосування, мають свої переваги та недоліки. Згідно з визначенням, схваленим Асамблеєю ІКАО (International Civil Aviation Organization), «безпілотний літальний апарат (дрон) являє собою повітряне судно без пілота, яке виконує політ без командира повітряного судна на борту і або повністю дистанційно керується з іншого місця на землі, з борта іншого повітряного судна, з космосу, або керується за програмою і повністю автономно».

В даний час безпілотні літальні апарати (БПЛА) здатні вирішувати практично будь-які задачі: запобігання або керування надзвичайними ситуаціями, спостереження і дистанційний збір даних про об'єкти, сектор безпеки, включаючи патрулювання вулиць міст, транспортних розв'язок чи інших територій. Також область застосування БПЛА досить обширна в таких областях: пожежна безпека, сільське господарство, рибальство, лісництво, геодезія, картографування місцевості, географія, геологія, будівництво, засоби масової інформації, кінематографія, нафтогазовий сектор, енергетика.

В залежності від призначення, БЛА оснащуються електронікою, розвідувальною апаратурою, потужним екрануванням від перешкод. Зазвичай мають досить компактні розміри для меншої помітності, але можуть мати і великі розміри, в порівнянні з повнорозмірними літаками.

Відсутність пілота і систем його життєзабезпечення, систем керування і виведення інформації дозволяють реалізувати менші розміри безпілотника для розвідки, велику маневреність для винищувачів, велике корисне навантаження для бомбардувальників і ударних БПЛА.

Розрізняють БПЛА автоматичні, що працюють відповідно до закладених в їх бортовий комп'ютер програмами (літаки-розвідники та ін.), і дистанційно пілотовані літальні апарати (ДПЛА), які також належать до класу БПЛА.

Дистанційно пілотовані літальні апарати (ДПЛА), літальний апарат, пілотований людиною (пілотом, оператором), що знаходяться на пункті керування, розташованому на землі, на повітряному або космічному літальному апараті. ДПЛА є подальшим розвитком телекерованого літального апарату (ЛА), який керується в основному бортовою автоматичною системою. На відміну від телекерованого ЛА, ДПЛА керується оператором не епізодично, а безперервно, в залежності від конкретної обстановки в районі його польоту.

Як правило, ДПЛА обладнується телевізійною камерою зі змінною фокусною відстанню, ІЧ-системою огляду. ДПЛА - складова частина авіаційного, авіаційно-космічних або космічного комплексу. Однією з головних складових частин цих комплексів є система дистанційного керування ЛА (СДУ), що забезпечує можливість отримання, дешифрування і передачі інформації на пункт дистанційного керування в реальному масштабі часу. СДУ

повинна забезпечувати безперервний перешкодостійкий, дуплексний зв'язок, одночасне пілотування декількох ДПЛА, що виконують різні завдання [9].

БПЛА функціонує не абсолютно самостійно, а в складі комплексу. Такий комплекс називають безпілотною авіаційною системою - БАС (Unmanned Vehicle System - UVS). В БАС входить не тільки сам літальний апарат (апарати), але також вся інфраструктура і засоби забезпечення: транспортно-пусковий пристрій, засоби зв'язку, наземний пункт керування, диспетчерські пункти, ретрансляційні вузли, станції підзарядки, засоби транспортування, запуску, посадки і т. д..

Призначення сучасних БПЛА не обмежується тільки військовою сферою. Стрімко розширюється і сфера їх цивільного застосування в нафтогазовій промисловості, на транспорті, в будівництві, сільському господарстві, зв'язку та ін. Повністю автономні безпілотні мобільні засоби зустрічаються рідко. Як правило, автономність не є стовідсотковою: зазвичай оператор має можливість корегувати поведінку апарату або переводити його на ручне дистанційне керування. У військових БПЛА за ступенем автономності мобільних засобів розрізняють системи з керованими об'єктами, коли віддалений оператор є необхідною ланкою системи керування (man-in-the-loop systems) з контрольованими об'єктами; коли всі звичайні завдання вирішуються без участі оператора, а втручання його потрібно тільки в відповідальних випадках (man-on-the-loop systems); і повністю автономні системи, коли оператор тільки ініціює систему для виконання завдання (fully autonomous systems).

2. Особливості безпілотних авіаційних комплексів.

До особливостей безпілотних авіаційних комплексів можна віднести очікуване зниження вартості життєвого циклу такого комплексу в порівнянні з авіаційним комплексом, що включає пілотовані літаки, за рахунок:

- менших експлуатаційних витрат, особливо для БПЛА, які в мирний час не застосовуються, а знаходяться на базі зберігання;
- економії коштів на підготовку екіпажу і персоналу;
- значно меншої вартості самого безпілотного літака в порівнянні з пілотованим аналогом, за рахунок виключення ряду систем життєзабезпечення пілота, і відповідно меншої розмірності.

Основним недоліком безпілотних літаків в порівнянні з пілотованими є менша гнучкість і автономність застосування, обумовленим недостатнім в даний час рівнем розвитку програмного забезпечення, що не завжди дозволяє повністю компенсувати відсутність екіпажу на борту.

З огляду на вищевикладені недоліки, слід зазначити кілька завдань, повна автоматизація вирішення яких в найближчому майбутньому може бути ускладнена через наступні причини:

- пасажирські перевезення, що вимагають підвищеної надійності, яку забезпечує екіпаж на борту, і здатен взяти на себе керування в разі збою в роботі автоматичної системи керування, а також вжити нестандартні дії з порятунку літака в критичній ситуації;

- застосування в якості літака поля бою для безпосередньої вогневої підтримки військ, коли потрібне ретельне візуальне дослідження складної і швидкоплинної наземної обстановки, що виключає нанесення удару по своїм військам;

- застосування в якості маневреного винищувача в надзвичайних ситуаціях, що характеризуються високою динамічністю, складністю, багатоваріантністю маневру, для досягнення успіху в яких не останню роль відіграє нестандартний підхід пілота.

При деяких завданнях БПЛА може бути альтернативним засобом, що забезпечує рішення задач, недоступних пілотованого аналогу.

До таких завдань відносяться, перш за все, дії пов'язані з фізіологічними обмеженнями на організм людини. У числі таких обмежень можна відзначити:

- більшу тривалість польоту, несумісну з працездатністю екіпажу;
- тривалий політ на великій швидкості з урахуванням рельєфу місцевості, пов'язаний з тривалою дією різних перевантажень;
- маневрування з перевантаженнями і кутовими швидкостями, які перевищують порогові значення, що переносяться організмом людини;
- застосування на борту літака радіоелектронних засобів, що створюють поля які негативно впливають на людину;
- застосування літального апаратів умовах хімічного або радіоактивного зараження.

3. БПЛА для вирішення задач силових структур.

В даний час БПЛА широко застосовують для вирішення завдань силових структур. Перш за все, для пошуку і контролю ситуації, використовуючи мікролітаки та дрони, що запускаються з руки, і призначені для з'ясування тактичної обстановки, і закінчуючи стратегічними безпілотниками, що курсують більше доби на висотах до 20 км і здійснюють моніторинг в залежності від поставленого завдання. БПЛА літакового типу також можуть бути задіяні для:

- радіоелектронної боротьби;
- ретрансляції зв'язку, в тому числі і від інших БПЛА;
- лазерного позначення цілей;
- тренування персоналу комплексів протиповітряної оборони в якості авіаційних помилкових цілей або повітряних мішеней.



Рисунок 1. Приклад зображення, що отримує оператор ДПЛА

4. Цивільне застосування БПЛА.

В цивільних цілях безпілотні літальні апарати знаходять основне застосування для різного моніторингу, з метою:

- спостереження за громадським порядком, транспортним рухом, державним кордоном, заповідниками і надання інформаційної допомоги у виявленні та затриманні правопорушників;
- контролю над станом доріг, транспортних розв'язок, залізничних вузлів, інженерних споруд, нафто і газопроводів;
- екологічного моніторингу, науково-дослідних завдань, допомоги службам прогнозу погоди, інформаційного забезпечення при надзвичайних ситуаціях (лісові пожежі, техногенні катастрофи тощо.).

Крім цього, БПЛА можуть знайти застосування, як:

- літаки-ретранслятори систем зв'язку, з огляду на можливість тривалості баражування (в середньому 24-36 годин);
- сільськогосподарські літаки, які при проведенні авіа хімічних робіт змушені виконувати польоти на висотах близько декількох метрів, що пов'язано з підвищеною вірогідністю зіткнення із землею та іншим перешкодами (наприклад, кроною або верхівками дерев, електричними стовпами), а також для вивчення ґрунту, вологості, контролю агротехнічних операцій і т.п.;
- вантажні літаки (наприклад, для оперативної доставки вантажів в умовах Крайньої Півночі і високої непрохідності наземного транспорту)

При виборі альтернативи між пілотованим і безпілотним літаком слід проводити їх комплексне порівняння з урахуванням всієї сукупності переваг та недоліків застосування БПЛА при вирішенні того чи іншого завдання.



Рисунок 2. Приклад використання БПЛА-квадрокоптера в сільському господарстві.

БПЛА типу «дрон» або «квадрокоптер» широко застосовуються для доставки посилок, пошти і вантажів, для запилення і хімічної обробки в сільському господарстві, в туризмі та кіно і телеіндустрії для зйомок, з боку поліції і МНС для моніторингу дорожньої або природної обстановки.

В останні роки спостерігаються сфери, де створюються передумови для використання БПЛА для автоматизації процесів або полегшення виконання цілого ряду завдань і функцій. Однією з таких сфер може стати сфера геодезії і картографії, для обміру та цифровізації земельних карт і ділянок, сфера сільського господарства для запилення, боротьби з шкідниками, контролю і моніторингу посівів.

Однією з головних характеристик, по якій можна відрізнити БПЛА від ДПЛА, є наявність повноцінної системи автоматичного керування. Так, для керування БПЛА стратегічного і тактичного призначення найчастіше застосовують стаціонарні пункти керування. Для керування БПЛА оперативного призначення доцільно розміщувати пункти керування на мобільних платформах - на автомобілях або кораблях, а для керування легкими апаратами невеликого радіусу дії найчастіше використовують носяться портативні комплекти, швидко розгортаються і збираються в польових умовах.

Схема БПЛА включає: пристрої отримання видової інформації (супутникову навігаційну систему, пристрої радіолінії видовий і телеметричної інформації, командно-навігаційної радіолінії з антенно-фідерним пристроєм, пристрій обміну командною інформацією, пристрій інформаційного обміну, бортову цифрову обчислювальну машину, пристрій зберігання видової

інформації); оглядові пристрої (телевізійне, інфрачервоне, радіолокаційне та т.п.), що забезпечують необхідну зону захоплення на місцевості; вбудований блок живлення (забезпечує узгодження по напрузі і струмів споживання бортового джерела живлення і пристроїв, що входять до складу корисного навантаження, а також оперативний захист від коротких замикань і перевантажень в електромережі). Для забезпечення зв'язку на значні відстані і підвищення перешкодозахищеності за рахунок просторової селекції в комплексах керування БПЛА широко використовуються гостро направлені антенні системи.

5. Функції та завдання БПЛА БпАК.

№	Функції	Завдання
1.	Розвідка (спостереження)	<ul style="list-style-type: none"> – збір інформації в інтересах попередження, прогнозування і виявлення НС; – спостереження за станом об'єктів; – розвідка стану об'єктів та інформаційна підтримка під час ліквідації НС; – контроль за результатами ліквідації НС; – збір інформації для оцінки збитків від НС
2.	Цілевказання	– цілеспрямоване передавання з борта БПЛА даних у масштабі реального часу про об'єкти, на яких необхідно ліквідувати НС (на яких ліквідується НС)
3.	Відновлення та ретрансляція зв'язку	<ul style="list-style-type: none"> – відновлення функціонування лінії зв'язку; – збільшення дальності дії управління БПЛА в умовах відсутності прямого зв'язку; – ретрансляція даних з борта БПЛА в умовах відсутності прямого зв'язку; – ретрансляція інформаційних повідомлень населенню
4.	Підсвічування в темний час	– локальне підсвічування вночі місця, де відбувається НС
5.	Радіаційна, хімічна та біологічна розвідки	<ul style="list-style-type: none"> – моніторинг потенційно небезпечних зон; – оцінка рівня радіації; – виявлення загрози; – ідентифікація отруйних речовин; – ідентифікація біологічних засобів; – попередження та визначення місця розташування загрози
6.	Виявлення мін (вибухонебезпечних об'єктів)	<ul style="list-style-type: none"> – виявлення й установлення місця розташування мінних полів і окремих мін з повітря; – виявлення й установлення місця розташування вибухонебезпечних об'єктів
7.	Пошук і рятування	– виявлення місця розташування осіб (тварин), які

		підлягають рятуванню в умовах НС, і передача інформації про них на встановлені пункти її приймання; – оперативна доставка засобів рятування до осіб, які підлягають рятуванню
8.	Гасіння пожеж	– виявлення людей у приміщеннях будівлі під час ліквідації пожеж; – застосування для гасіння локальної пожежі у важко доступних місцях; – гасіння пожеж в умовах висотних будівель; – доставка необхідних засобів (канати, пожежні рукави, захисні речі тощо) для рятування людей під час пожеж
9.	Транспортування вантажів (засобів рятування)	– доставка медичних препаратів у важкодоступні місця і під час НС для надання оперативної медичної допомоги; – доставка продуктів харчування у важкодоступні місця під час НС; – доставка рятувального обладнання
10.	Протидія аматорським БПЛА	– захоплення аматорських БПЛА; – збиття аматорських БПЛА



Рисунок 3. Повітряна розвідка (спостереження) пожежі за допомогою БПЛА



а)



б)



в)

Рисунок 4. Апаратура розвідки (спостереження) БПЛА: а) RGB-камера;
б) багатоспектральна камера; в) інфрачервона камера



Рисунок 5. Безпілотник з функцією підсвічування вночі



а)

б)

Рисунок 6. Повітряна розвідка за допомогою БПЛА:

а) з апаратурою радіаційної розвідки;

б) з апаратурою хімічної розвідки



Рисунок 6. Варіант безпілотника для виявлення мін



Рисунок 7. Доставка медичних препаратів за допомогою БПЛА



Рисунок 8. Локальне гасіння пожежі за допомогою БПЛА



Рисунок 10. АнтиБПЛА із сіткою

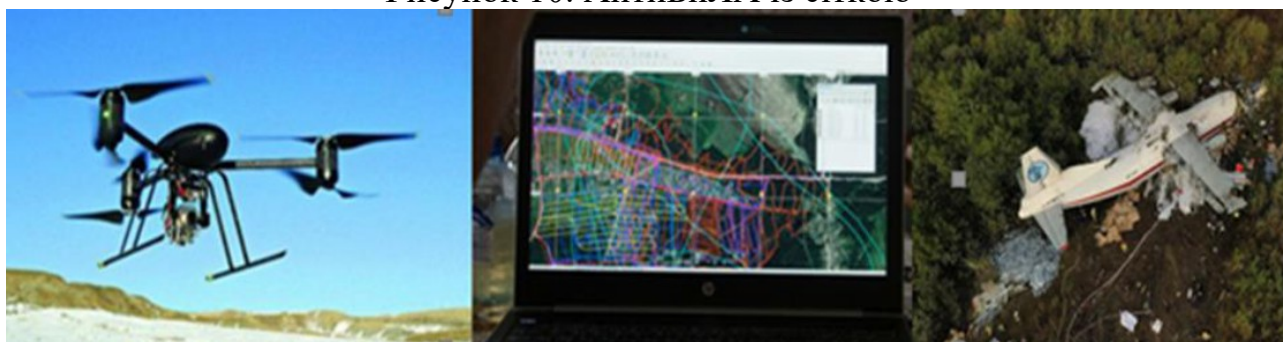


Рисунок 11. Пошук і рятування з використанням БПЛА