

2. ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

2.1. Ознайомлення з технологією та класифікацією безпілотних літальних апаратів.

Типове аерознімальне обладнання безпілотних літальних апаратів, як правило, містить цифрову камеру або відеокамеру, інколи у гіростабілізованій платформі, та інфрачервону камеру або сканер. В деяких випадках БПЛА обладнують лазерними віддалемірами або лазерними сканерами, а середні та важкі – радіолокаційними станціями із синтезованою апертурою антени (РСА). Безпілотні або дистанційно керовані апарати, безумовно, відповідають всім характеристикам роботизованих систем, і, насамперед, це їх здатність виконувати завдання автоматично, що не потребує присутності виконавця в небезпечних умовах, дає змогу здійснювати монотонну роботу, яка вимагає певних високофахових навичок і концентрації уваги.

Цифрове аерознімання та вимірювання місцевості безпілотними апаратами на сьогоднішній день є актуальним та оптимальним розв'язанням більшості питань в галузі геодезії, картографії та маркшейдерії, тому виникла ідея щодо можливості застосування БПЛА у реєстрації ДТП.

Здійснюючи політ заданого маршруту в автоматичному або в напіваавтоматичному режимі, отримують точні та достовірні матеріали про особливості рельєфу місцевості, на якій будуть проводитися будівельні роботи, здійснюватиметься наземне лазерне сканування, відбуватиметься моніторинг стану автомобільних та залізничних доріг, аеропортів. Отримані матеріали цифрового аерофотознімання є основою для створення цифрових та електронних карт, складання топографічних планів місцевості й можуть стати основою при складанні схем місця аварій.

Існує 4 рівні аерокосмічного знімання: глобальний, регіональний, локальний та точковий, для даного завдання роботи актуально розглядати локальний та точковий рівні, таблиця 2.1.

Таблиця 2.1

Рівні аерокосмічного знімання

Рівень	Об'єкт, що досліджується	Засоби знімання
Глобальний	континент, країна	супутникові
Регіональний	область район	супутникові та авіаційні (середні літаки)
Локальний	Не великі території (поле, місто) масштабом не більше за 1:10 000	авіаційні (середні літаки, гелікоптери)
Точковий	населений пункт, ділянка	легкі літаки, БПЛА

БПЛА являють собою безпілотні літальні апарати без екіпажу на борту. Одним із різновидів безпілотних апаратів є квадрокоптер. Поява перших квадрокоптерів (мультикоптерів) пов'язана з розвитком вертольотобудування. Перший такий літальний апарат, який мав більше двох гвинтів, був створений і випробуваний у 1992 році Георгієм Ботарезом [21]. Новий поштовх у розвитку квадрокоптерів відбувся у ХХІ столітті, але пілотувалися вони вже без участі людини.

Безпілотні літальні апарати включають у свою конструкцію три (трикоптер), чотири (квадрокоптер), шість (гексокоптер), вісім (октокоптер) або, рідше, дванадцять безколекторних електродвигунів із гвинтами причому, гвинтів може бути по одному на двигун або коаксіально по два.

Розглянемо БПЛА мультироторного типу, попередньо умовно поділивши їх на дві основні групи (табл. 2.2):

- легкі, основними перевагами яких є компактність і добра збереженість при падінні;
- важкі, які можна поділити на стійкі (хороша керованість і вітрова стійкість, але час польоту становить до 40 хв.) та зі збільшеним часом польоту.

Таблиця 2.2

Групи безпілотних літальних апаратів (БПЛА)

Тип	Група БПЛА		Вага порожнього апарата, кг	Розмір по діагоналі між моторами, см	Розмір гвинта, дюйм	Час польоту, хв.
I.	легкі		1,5 – 3,0	< 80	11 – 17	25 – 50
II.	важкі	стійкі	3,0 – 6,0	80 – 120	14 – 20	25 – 50
		зі збільшеним часом польоту	3,5 – 4,0	100 – 120	> 25	> 60

На основі детального огляду безпілотних апаратів розроблено класифікацію, яку наведено у таблиці 2.3, [22].

Таблиця 2.3

Класифікація безпілотних літальних апаратів (БПЛА)

БПЛА за способом керування			
безпілотні некеровані	безпілотні автоматичні	дистанційно-пілотовані літальні апарати (ДПЛА)	
Класи БПЛА			
«мікро» (до 10 кг, час польоту близько години, висота польоту до 1 км)	«міні» (до 50 кг, час польоту декілька годин, висота польоту до 3–5 км)	«середні» – «міді» (до 1 т., час польоту 10–12 годин, висота польоту до 9–10 км)	«важкі» (> 1 т., час польоту до 24 годин, висота польоту до 20 км)
За призначенням			
розвідувальні	бойові	багатоцільові	
За способом старту			
з злітної смуги	з катапульти	з руки	

За способом приземлення			
за допомогою парашута	літаковий спосіб		за допомогою вертикальної осі
За максимальною висотою польоту			
маловисотні ($H < 1$ км)	середньовисотні ($1 \text{ км} < H < 4 \text{ км}$)	висотні (4 км $< H < 12$ км)	стратосферні ($H > 12$ км)
За часом отримання зібраної інформації			

Продовження табл. 2.3

після посадки	в умовах реального часу	періодично в ході сеансів зв'язку
---------------	-------------------------	-----------------------------------

2.2 Рекомендації щодо використання квадрокоптера за різних погодних умов.

Технологія застосування БПЛА дозволяє виконувати цифрове аерознімання місцевості; фото- та відеореєстрацію з невеликих висот подій та об'єктів місцевості для побудови різномасштабних топографічних планів; безпечно використовувати цифрове аерознімання у важкодоступних і небезпечних місцях без ризику для здоров'я персоналу [23]. Всупереч окресленим перевагам аерознімання із застосуванням БПЛА існують проблемні питання, які суттєво впливають на достовірність отриманих матеріалів: низька якість зображення, що виникає внаслідок складних погодних умов, та похибки, які пов'язані з нестабільністю польоту. Отже, необхідно більш детально ознайомитися з метеорологічними умовами, які впливають на аерознімання місцевості із застосуванням БПЛА [24].

Метеорологічні чинники суттєво впливають на зліт, посадку та політ за маршрутом літального апарата: в одних випадках ці впливи сприятливі, в інших – у крайній мірі небажані. Перед початком здійснення польоту оператору БПЛА необхідно ретельно вивчити фактичні та очікувані значення метеорологічних параметрів.

Як показали численні дослідження [25-29], до найбільш істотних показників, що впливають на нормальне функціонування БПЛА, належать турбулентність атмосфери при польоті в складних метеорологічних умовах і, перш за все, вітрові пульсуючі навантаження, що мають стохастичний характер. Випадкові короточасні

переміщення повітряних мас часто виключають можливість отримання достовірної оглядової інформації та ускладнюють процес інтерактивного керування літальним апаратом. Специфічною ознакою турбулентних рухів є стохастичний характер просторово-тимчасових пульсацій параметрів (швидкість, щільність, температура та ін.) [30]. БПЛА легкого класу, що мають значні експлуатаційні переваги в «нормальних» умовах їх застосування, виявляються, як зазначалося раніше, досить чутливими до впливу факторів зовнішнього середовища. Причому мова йде не тільки про умови освітленості, але насамперед про дії факторів «неспокійної» атмосфери, в якій може протікати політ.

Тактично-технічні характеристики перспективних безпілотних апаратів дають можливість застосувати БПЛА при максимальній швидкості вітру 12 м/с низько над землею та 15 м/с на висоті. Ця швидкість вітру дозволяє автоматиці БПЛА зберігати стійкість апарата в повітрі при різких поривах вітру в режимі автоматичного польоту або дати час на реакцію оператора БПЛА на вирівнювання літального апарата. Мала вага БПЛА не дає літальному апарату достатньої стійкості при сильних поривах вітру, тому обмеження вводяться з урахуванням того, що оператор контактує з БПЛА тільки візуально за допомогою апаратури дистанційного керування, що призводить до збільшення часу реакції оператора у нештатних ситуаціях.

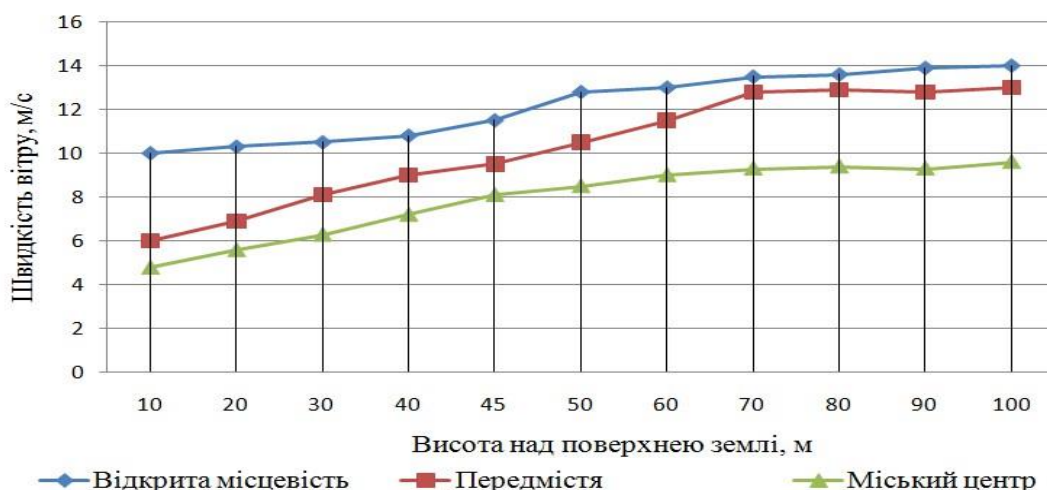


Рис. 2.1 Графік зміни швидкості вітру в залежності від висоти та місцевості польоту БПЛА.

Особливу увагу оператору слід приділити під час керування польотом БПЛА на пограничний шар. Як видно із рис. 2.35, швидкість вітру різко підвищується на висоті 45 м над усіма типами підстилаючої поверхні. Приземний шар також характеризується високою турбулентністю, тому пограничний атмосферний шар суворо обмежений для польотів легкої авіації через високу нестабільність атмосфери.

Таким чином, БПЛА обмежені у користуванні: на малій висоті – прикордонним шаром, на великій – силою вітру, температурою та вологістю.

На рис. 2.2 наведено розроблену схему повітряного коридору застосування БПЛА.

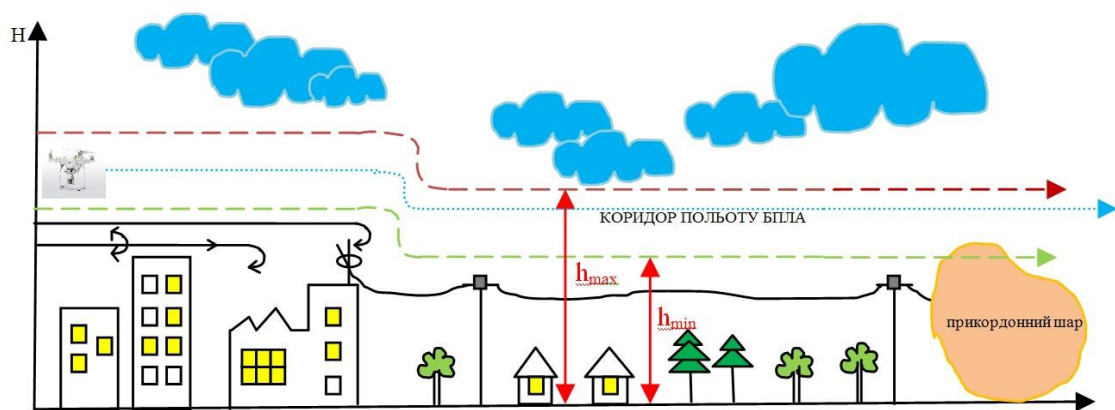


Рис 2.2 Схема повітряного коридору застосування БПЛА

У теплий період повітряні маси достатньо стабільні, у холодний період вони активно переміщуються та зазнають значної трансформації. У ході застосування БПЛА в холодний період необхідно враховувати хмарність на маршруті польоту. При температурі повітря від $+5^{\circ}$ до -10° влучення БПЛА в зону туману призводить до обмерзання літального апарата, порушення його аеродинамічних, вагових параметрів та до втрати БПЛА. Отже, у 84,3 % календарних днів року малі БПЛА можна застосовувати без яких-небудь обмежень, ураховуючи поправку за вітер під час розрахунку довжини маршруту руху, у 12,5 % вірогідність повітряної аварії

збільшується, у 3,2 % застосування БПЛА можливе лише в окремих, у край необхідних випадках або взагалі заборонено.

З практичної точки зору зрозуміло, що у разі виконання усіх необхідних заходів, які спрямовуватимуться на адаптацію конструкції БПЛА до її експлуатації в складних погодних умовах, повинна мати місце деяка межа або, інакше кажучи, граничні умови експлуатації, при яких використання БПЛА є можливим.

Сформульовано основні обмеження у застосуванні БПЛА для картографування ДТП:

1) метеорологічні: вітер більше 12 м/с у приземному шарові та більше 15 м/с на висоті 100 м; низька хмарність; густий туман; гроза; град; сильний дощ (більше 3 мм/год); густий мокрий сніг; сніговий покрив більше 10 см; температура повітря нижча -35°C та вища $+40^{\circ}\text{C}$;

2) ситуаційні: лісові масиви; великі ділянки, покриті чагарниковою рослинністю; сільськогосподарські поля з високими культурами; райони аеродромів та аеропортів; наявність АЕС; опори високовольтних ліній електропередачі на маршруті аерознімання.

2.3. Розгляд можливостей фіксації дроном об'єктів ДТП, та об'єктів, які знаходяться в зоні аерофотознімання.

Таблиця 2.4

Опрацювання об'єктів квадрокоптером, які зображуються на схемі ДТП.

Об'єкти які зображуються на схемі ДТП:	Можливість повністю опрацювати об'єкт квадрокоптером:
- ділянка дороги, на якій сталася ДТП	+ (рис 5.2)
- сталі орієнтири	+ (рис. 5.7)
- сліди гальмівного шляху коліс ТЗ	+
- інші сліди та предмети, що стосуються пригоди	+
- координати місця зіткнення, наїзду відносно сталих орієнтирів	+ (рис 5.5)

- ширина проїжджої частини разом із роздільними смугами	+ (рис 5.4)
- ширина тротуарів, узбіччя	+
- розміри ділянок з різним станом дорожнього покриття	+
- розташування дорожньої розмітки	+ (рис 5.7)
- розташування світлофорів, дорожніх знаків	+ (рис 5.7)
- розташування шлагбаума, засобів сигналізації, дорожніх знаків на пішоході до залізничного переїзду	+
Зворотня сторінка схеми місця ДТП:	

Продовження табл. 2.4

- марка (модель) пошкодженого ТЗ	+ (рис 5.2)
- номерний знак ТЗ	частково можливо
- власник (співвласник) ТЗ	-
- серія та номер полісу обов'язкового страхування та назва страхової організації	-
- перелік видимих пошкоджень ТЗ	частково можливо
- вид пригоди	+
- кількість учасників ДТП	+
- порушення пункту Правил дорожнього руху	-
- результати огляду та стан сп'яніння	-
- тип ТЗ	+

2.3.1 Конфіденційність особистих даних і анонімність людей які потрапили на знімки аерофотознімання квадрокоптером.

Конфіденційність – властивість, яка не підлягає розголосові; довірливість, секретність, суто приватність [31].

Закон України від 02.10.1992 р.

Конфіденційною є інформація про фізичну особу, а також інформація, доступ до якої обмежено фізичною або юридичною особою, крім суб'єктів владних повноважень. Конфіденційна інформація може поширюватися за бажанням (згодою) відповідної особи у визначеному нею порядку відповідно до передбачених нею умов, а також в інших випадках, визначених законом.

При аерофотозніманні квадрокоптером, є можливість використовувати ефект розмиття осіб та номерних знаків, які не є учасниками дорожньо-транспортної події. Такий захід діє за технологією знімання вулиць та об'єктів компанією Google, він забезпечить конфіденційність об'єктів і обличь перед засобами масової інформації, та потрапляння в розгляд справи, до якої вона не відноситься, у нашому випадку це номерні знаки, обличчя, в деяких випадка приватні території, будівлі (рис 2.4).

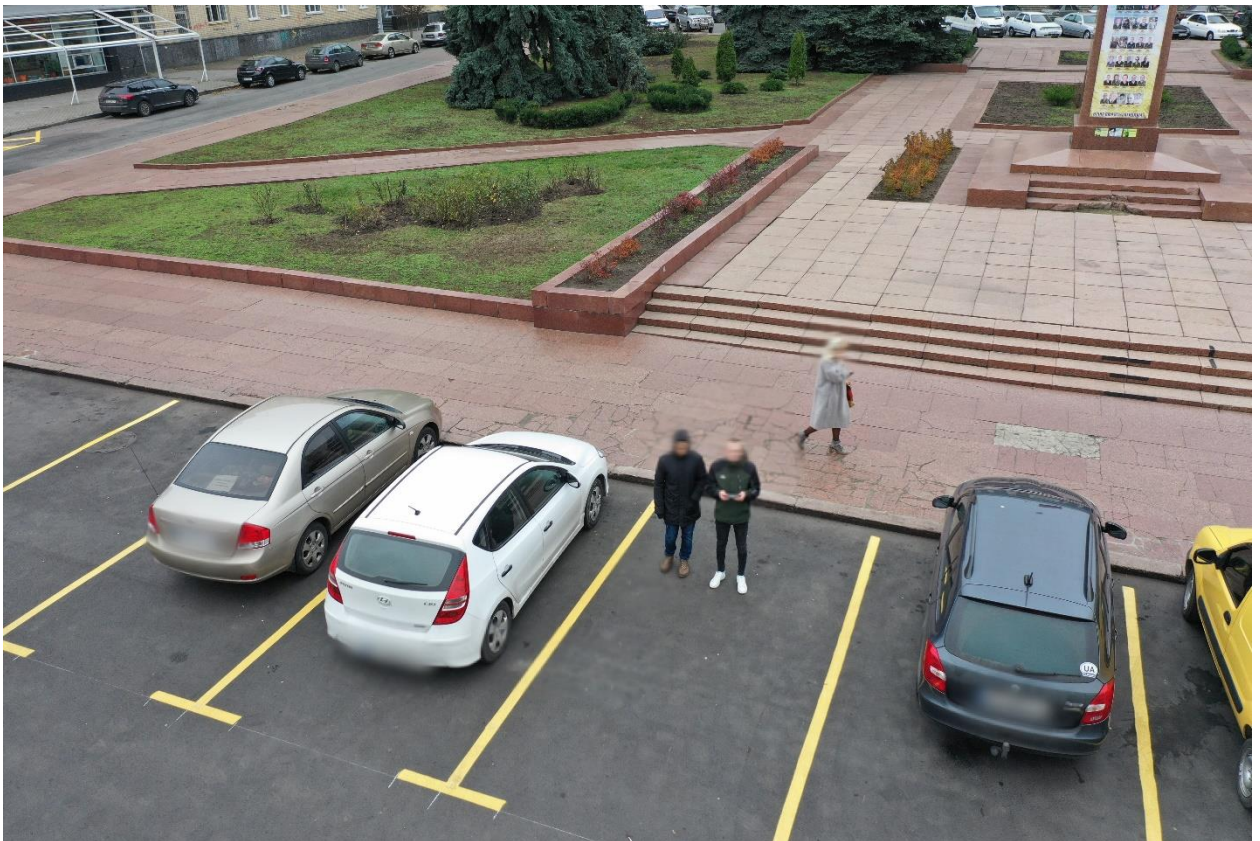


Рис. 2.4 Використання ефекту розмиття обличь та номерних знаків.

Висновки

1. Проведено ознайомлення з безпілотними літальними апаратами та їх класифікацією. БПЛА являють собою безпілотні літальні апарати без екіпажу на борту. Одним із різновидів безпілотних апаратів є дрон (квадрокоптер).
2. Досліджено та встановлено основні обмеження застосування безпілотного апарату для фіксації аварій: метеорологічні – вітер більше 12 м/с у приземному шарові та більше 15 м/с на висоті 100 м; низька хмарність; густий туман; гроза; град; сильний дощ (більше 3 мм/год); густий мокрий сніг; сніговий покрив більше 10 см; температура повітря нижча - 35° С та вища + 40° С;
3. Ситуаційні обмеження – лісові масиви; великі ділянки, покриті густою чагарниковою рослинністю; сільськогосподарські поля з високими культурами; райони аеродромів та аеропортів; наявність АЕС; опори високовольтних ліній електропередач на маршруті аерознімання. Висота польоту обмежена до 120 метрів у контрольованому повітряному просторі та 50 метрів у повітряному просторі військових та спеціальних зонах, та в межах прямої видимості.
4. Технологічне використання цифрового аерознімання дозволяє вирішувати питання об'єктів та місцевості дозволяє покращити розв'язання питань щодо моніторингу дорожньої інфраструктури, спостерігати за рухом транспорту а також реєструвати дорожньо-транспортні пригоди, тому питання використання дрону для реєстрації місця ДТП є актуальним.