

заМІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АЕРОКОСМІЧНОЇ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____ Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ

«___» _____ 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 193 «ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ»

Тема: «Побудова цифрової моделі топографічної карти за результатами зйомки безпілотних літальних апаратів»

Виконавець: студент групи ГС-209М

Овчінніков Нікіта Іванович _____

Керівник: к.ф.-м. н., доцент Беленок Вадим Юрійович _____

Консультант розділу «Охорона навколишнього середовища» :

д.т.н., професор Гай Анжела Євгенівна _____

Консультант розділу «Охорона праці»:

асистент Якимець Ірина В'ячеславівна _____

Нормоконтролер:

к.е.н, доцент Стецюк Михайло Петрович _____

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра аерокосмічної геодезії та землеустрою

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітньо-професійна програма «Землеустрій та кадастр»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

_____ **Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ**

« ____ » _____ 2021р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Овчіннікова Нікіти Івановича

- 1.Тема роботи: «Побудова цифрової моделі топографічної карти за результатами зйомки безпілотних літальних апаратів», затверджена наказом ректора від 11 жовтня 2021 року № 2208/ст.
- 2.Термін виконання роботи: з 11.10.2021 р. по 31.12.2021 р.
- 3.Вихідні дані роботи: нормативно-правова база України у сфері регулювання земельних відносин в Україні: Конституція України, закони України, укази Президента України, постанови Кабінету Міністрів України, статистичні дані Державної служби статистики України, Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру, а також наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених з питань використання земель, формування організаційно-правових та економічних механізмів управління земельними ресурсами.
- 4.Зміст пояснювальної записки. Формування організаційно-економічного механізму охорони зелених зон в містах на засадах сталого розвитку територій. Характеристика об'єкту дослідження. Землеустрій як інструмент збереження рекреаційно-природоохоронних функцій населених пунктів. Охорона навколишнього середовища. Охорона праці.
- 5.Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: 10 таблиць, 16 рисунків.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Опрацювання спеціальної літератури за тематикою роботи.	25.10.2021-27.10.2021	
2	Підготовка матеріалів першого розділу дипломної роботи.	28.10.2021-30.10.2021	
3	Підготовка матеріалів другого розділу дипломної роботи.	01.11.2021-12.11.2021	
4	Підготовка матеріалів третього розділу дипломної роботи.	13.11.2021-25.11.2021	
5	Підготовка матеріалів четвертого та п'ятого розділу дипломної роботи.	26.11.2021-04.12.2021	
6	Оформлення висновків дипломної роботи.	05.12.2021-07.12.2021	
7	Оформлення роботи.	08.12.2021-15.12.2021	
8	Підготовка презентації та доповіді	17.12.2021-20.12.2021	
9	Захист дипломної роботи	20-31. 12. 2021	

7. Консультанти з окремих розділів:

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	Гай Анжела Євгенівна		
Охорона праці	Якимець Ірина Вячеславівна		

Дата видачі завдання: 11 жовтня 2021 р.

Керівник дипломної роботи: _____ Белоусова Н.В.

Завдання прийняв до виконання: _____ Тесленко К.А.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Побудова цифрової моделі топографічної карти за результатами зйомки безпілотних літальних апаратів» має загальний обсяг 115 сторінки, 7 таблиць, 38 рисунків, 20 використаних джерел.

Мета роботи: побудувати цифрову модель топографічної карти по результатам зйомки БПЛА.

Об'єктом дослідження цифрова модель топографічної карти.

Предметом дослідження є застосування безпілотного летального апарату для створення цифрової моделі місцевості.

Методи дослідження. є з'ясування актуальності використання фотограмметрії БПЛА для створення цифрової моделі місцевості на території траси Київ ЧОП 27 кілометр та її околицях. У дипломній роботі обґрунтовано найефективніші методи знімання та обробки даних. Особлива увага приділена плануванню польоту для БПЛА Dji phantom 3 professional та обробці даних у програмному забезпеченні Agisoft Metashape Pro.

Практичне застосування результатів магістерської роботи. У магістерській роботі здійснено зйомка наземних контрольних пунктів з попередньо правильним зпланованим маршрутом польоту та відкаліброваною камерою. Отримані дані завантажуються з БПЛА Dji phantom 3 professional у програмне забезпечення Agisoft Metashape Pro. В подальшому фотографії обробляються, вирівнюються, створюється щільна хмара точок. Результати поетапно перетворюються в побудову текстури моделі, цифрової моделі та ортомозаїки. Створення цифрової карти місцевості для застосування за призначенням.

ЦИФРОВА МОДЕЛЬ МІСЦЕВОСТІ, ТОПОГРАФІЧНО-АЕРОФОТОГРАММЕТРИЧНІ ВИШУКУВАННЯ, ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРІВ, ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС «AGISOFT METASHAPE»

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЦИФРОВІ ТОПОГРАФІЧНІ КАРТИ	10
1.1 Поняття про топографічні карти.....	10
1.2 Поняття про цифрові та електронні карти.....	16
1.3 База топографічних даних.....	20
Висновки до розділу 1.....	22
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА	24
2.1 Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для проведення аерофотозйомки.....	24
2.2 Актуальність завдання оперативного оновлення планів та карт ..	26
2.3 Фотограмметрія БПЛА.....	31
Висновки до розділу 2.....	35
РОЗДІЛ 3. ТЕОРІЯ, АЛГОРИТМ І МЕТОДОЛОГІЯ	36
3.1 Процедури аналізу картографування БПЛА.....	36
3.2 Обробка зображень.....	59
3.2 Побудова моделі.....	75
Висновки до розділу 3.....	85
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	87
4.1 Складання карт несанкціонованих та офіційних звалищ, полігонів сміття.....	87
4.2 Точний авіаоблік популяції диких тварин та запобігання браконьскрства.....	88

4.3 Виявлення лісових пожеж, координація наземних бригад під час їх ліквідації та контроль стану лісу.....	91
Висновки до розділу 4.....	97
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	99
5.1. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів при експлуатації системи електропостачання.....	99
5.2 Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів	102
5.2.1 Розрахунок освітлення та шуму	103
5.3 Пожежна безпека	107
5.4 Інструкція з охорони праці при експлуатації системи електропостачання	109
5.4.1 Правил безпеки перед початком роботи	109
5.4.2 Правил безпеки під час роботи.....	110
5.4.3 Заборонено	110
Висновки до розділу 5.....	111
ВИСНОВКИ	113
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	115
ДОДАТКИ.....	117

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів

GML (Geography Markup Language) – Мова розмітки географії;

БПЛА – безпілотний летальний апарат;

АФС – аерофотозйомка;

ГНСС – глобальні супутникові навігаційні системи;

GSD – роздільна здатність землі;

GPS (Global Positioning System) – система глобального позионування;

INS (Inertial Navigation System) - інерціальні навігаційні системи;

UTM (Universal Transverse Mercator) – Система координат універсальної поперечної проекції Меркатора;

SFM (Structure from Motion) - структура з руху;

MVS (Multi-View Stereo) - багатопоглядовий стерео;

ВСТУП

Актуальність роботи. В даний час суттєво зросло використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для здійснення аерофотозйомки будівельної та житлово-комунальної територій, що веде до виникнення потреби в автоматизованій обробці результатів аерофотозйомки. Одне з найпоширеніших завдань обробки – це автоматичне знаходження області перекриття та поєднання окремих зображень, тобто зшивання зображень у єдиний фотоплан місцевості. Отримана в результаті зшивки інформація про область перекриття та взаємне розташування фотографій може бути використана для побудови точних та актуальних планів місцевості, аналізу будь-яких подій чи змін на місцевості. Ці дані є важливим засобом інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень при реалізації низки практичних завдань – планування забудови території, зведення та реконструкція будівельних об'єктів різного призначення, організація ефективного функціонування їхньої інженерної інфраструктури (енерго-, тепло-, водопостачання тощо), забезпечення техносферної безпеки; виявлення незаконного використання енергетичної інфраструктури; незаконних звалищ відходів.

Застосування космічних засобів дистанційного зондування та традиційних методів аерофотозйомки для вирішення подібних завдань не завжди можливе та ефективно через недостатність у багатьох випадках дозволу одержуваних фотознімків, чутливість до погодних умов, недостатню оперативність при проведенні моніторингу місцевості, складність побудови 3D-моделей місцевості, недостатню гнучкість щодо маршрутів польотного завдання, досить високої вартості робіт. Ці недоліки значно меншою мірою виявляються при застосуванні з метою дистанційного зондування БПЛА.

Під місцевістю в контексті дослідження розуміються території міської та сільської забудови, комунікації (дороги, ЛЕП, трубопроводи та ін.) та інші території з ознаками господарської діяльності людини, що спостерігаються.

Процес побудови фотопланів місцевості починається з виділення ключових точок на зображеннях, завдяки чому стають можливими пошук та зіставлення зображень, що мають перекриття. До нашого часу повністю вирішено проблему вибору типу, параметрів і опціональних можливостей алгоритму детектування ключових точок, тобто його профілю. У більшості систем, що використовуються для побудови фотоплану місцевості, використовується один, задається на етапі проектування, профіль детектування ключових точок для безліч зображень незалежно від їх параметрів. Однак цей профіль може бути не переважним навіть на безлічі зображень одного типу та призначення. Також існують системи з можливістю вибору профілю детектування з багатьох можливих. При цьому дана задача цілком покладається на користувача, зазвичай не є фахівцем в галузі побудови фотопланів будівельної місцевості з безлічі фотознімків, отриманих в результаті проведення аерофотозйомки, і, отже, не має достатньої компетенції для вибору кращого профілю, тобто забезпечує кращий результат. Таким чином, обидва вищезазначені підходи, в загальному випадку, не дозволяють вибирати кращий профіль детектування.

Отже, наукове завдання розробки підходів та алгоритмів, що забезпечують вибір профілю зшивки для кожного конкретного пташиного польоту, незалежно від досвіду та інтуїції, як розробника, так і користувача системи картографування, є актуальною.

Об'єктом дослідження є процес отримання та обробки фотографій місцевості, отриманих у ході проведення аерофотозйомки за допомогою БПЛА.

Предметом дослідження є методи та алгоритми побудови фотоплану місцевості за допомогою аерофотозйомки з використанням БПЛА.

Метою дослідження є підвищення якості фотоплану місцевості за рахунок вибору пріоритетного профілю детектування ключових точок для кожної безлічі зображень, отриманих в результаті виконання аерофотозйомки за допомогою БПЛА.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЦИФРОВІ ТОПОГРАФІЧНІ КАРТИ

1.1 Поняття про топографічні карти.

Зміст топографічних карт.

Коли ви шукаєте щось, скажімо про ліс чи будь-яку гору в пошукових системах, ви також знайдете там якісь відповідні карти. Ці карти показуватимуть місце розташування, а також пояснюють детальні особливості цього лісового чи гірського регіону. Ви зможете знайти точну інформацію, таку як висота гір, різні маршрути навколо них, межі лісу та будь-який конкретний вид, знайдений там, тощо. Ці карти відповідають усім вашим вимогам. Ці детальні карти географічних об'єктів відомі як топографічні карти.

Що таке топографічна карта, або приклади структури визначення всієї топографічної карти та інші суміжні поняття, які допоможуть зрозуміти цю тему. Розуміння цієї теми дуже потрібне, оскільки воно допомагає в реальному житті для різних цілей.

Топографічна карта є детальною і точною ілюстрацією техногенних і природних особливостей на місцях, таких як дороги, залізниці, електроенергія лінії електропередач, контури, висоти, річки, озера та географічні назви. Топографічна карта є двовимірною, уявлення про тривимірне зображення Землі пейзаж.

Значення топографії в основному, це дослідження всіх географічних об'єктів, які присутні на поверхні Землі. Це можуть бути природні чи штучні особливості певного місця. Зазвичай ці об'єкти відображаються через карти. Коли ці об'єкти мають графічне представлення та пояснюються за допомогою карт, їх просто називають топографічними картами.

Яка інформація міститься на топографічній карті. Топографічні карти визначають численні ґрунти ознаки, які можна згрупувати в наступні категорії:

Рельєф: гори, долини, схили, западини як визначені контурами.

Гідрографія: озера, річки, струмки, болота, пороги, водоспади.

Рослинність: лісисті ділянки.

Транспорт: дороги, стежки, залізниці, мости, аеропорти/аеродроми, стоянки гідролітаків.

Культура: забудова, містобудування, влада ЛЕП, трубопроводи, опори.

Межі: міжнародні, провінційні/територіальні, адміністративні, рекреаційні, географічні.

Топоніміка: топоніми, назви водних об'єктів, назви рельєфу, назви меж

Якщо звернутися до легенди карти можна отримати повний список всіх ознак та відповідних їм символів. Також надається інформація вздовж кордонів карти, цінні деталі, які допоможуть зрозуміти та використовувати топографічну карту. Масштаб карти та іншу важливу інформацію про карту, наприклад рік, видання та інформація, що стосується даних карти.

Це ті карти, які надають детальну, вичерпну та точну інформацію про графічне зображення будь-якого природного чи штучного географічного об'єкта, що зустрічається на поверхні Землі.

Контурні лінії використовуються в топографічних картах для надання детальної інформації. Це лінії, які утворюються шляхом з'єднання одних і тих самих точок однакової висоти. Не всі контурні лінії відображаються на топографічних картах, але використовуються їх зразки. Такі карти зазвичай створюються державними органами для управління країною.

Чи схожа топографічна карта на дорожню? Обидва типи карт показують дороги, водні об'єкти, міста і парки, але в цьому схожість закінчується. Топографічні карти показують контури, висоти, лісистість, болото, трубопроводи, енерголінії електропередач, будівлі та різні типи ліній кордону, такі як міжнародні, губернські та адміністративні та багато інших.

Топографічні карти показують універсальну поперечну сітку Mercator (UTM), що дозволяє користувачеві визначити точні позиції. Якщо говорити в основному, топографічні карти дозволяють користувачеві побачити тривимірний ландшафт на двовимірній поверхні.

Що означають кольори? На карті можна знайти різноманітні кольори, кожен з них стосується різних типів функцій. Чорний показує культурні особливості, такі як будівлі, залізниці та лінії електропередач. Це також використовується для відображення географічних назв (топоніміка), певні символи, географічні координати і точні висоти. Синій символізує водні об'єкти, такі як озера, річки, водоспади, пороги, болота. Назви водойм і водотоків також показано синім кольором, як і магнітне схилення та інформацію про сітку UTM. Зелений колір позначає рослинність, наприклад ліси, сади та виноградники. Деякі північні райони Канади нанесені на карту чорно-білим (монохромний). Що таке контурні лінії? Контурні лінії з'єднують ряд рівних точок висоті та використовуються для ілюстрації рельєфу на картах. Вони показують висоту землі над середнім рівнем моря (MSL) в метрах або футах, і може намалюватися з будь-яким бажаним інтервалом. Наприклад, численні контурні лінії, близькі до однієї інші вказують на горбисту або гірську місцевість; на більшій відстані вони вказують на більш пологий схил; а коли вони віддалені один від одного, вони вказують на рівнинну місцевість.

Кarti складаються в масштабі. У кожному випадку масштаб представляє відношення відстані на карті до фактичної відстані на землі. Стандартний

Топографічна карта виготовлена за адресою 1:50 000, де 2 см на карті – це 1 км на землі. Середньомасштабні карти (наприклад, 1:50 000) охоплюють менші області більш детально, тоді як дрібномасштабні карти (наприклад, 1:250 000) охоплюють великі площі менш детально. Національна топографічна система масштабу 1:250 000 карта охоплює ту саму територію, що й шістнадцять. Кarti масштабу 1:50 000.

Масштаб карти	Приклад номенклатури	Розмір аркуша	
		за широтою	за довготою
1:1 000 000	N-36	4°	6°
1:100 000	N-36-41	20'	30'
1:50 000	N-36-41-B	10'	15'
1:25 000	N-36-41-B-в	5'	7'30"
1:10 000	N-36-41-B-в-1	2'30"	3'45"

Рис.1.1 Номенклатура та розміри рамок карт різних масштабів

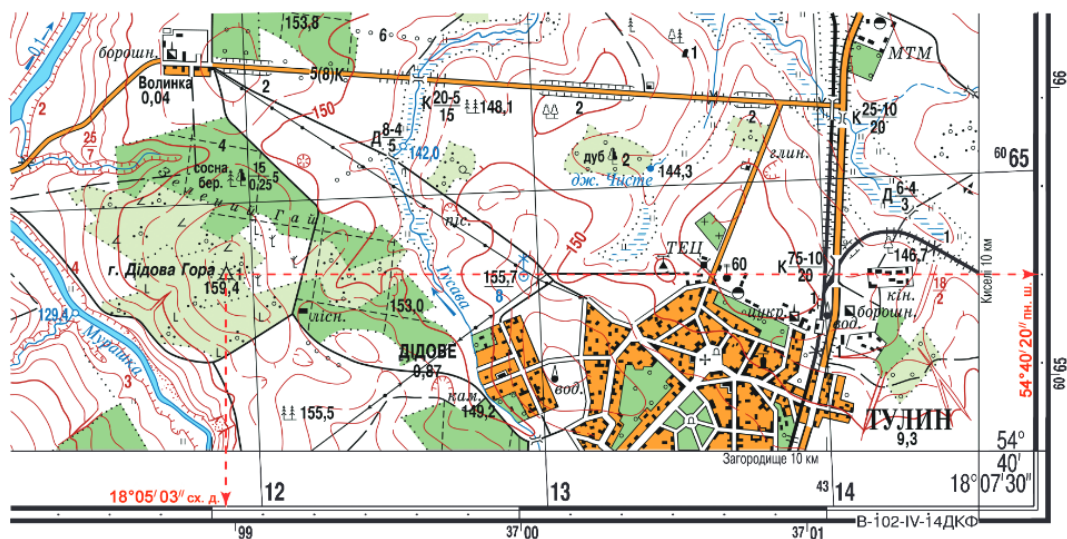
Відстань на карті виміряється так - використовуйте шкалу масштабу внизу кожної топографічної карти, щоб визначити відстані між точками або вздовж ліній на аркуші карти. Використовується вторинна поділка зліва від шкали планки для вимірювання часток кілометра.

Сітка — це правильний візерунок з паралельних ліній, що перетинаються під прямим кутом і утворюють квадрати; це використовується для визначення точних позицій. Щоб допомогти точно визначити своє положення на поверхні землі (або аркуші карти), топографічні карти мають два види систем посилок:

- проекція універсального поперечного меркатора (UTM) (схід/північ),
- географічні: градуси та хвилини (довгота/широта).

Для топографічних карт використовується проекція UTM.

Сітка UTM — це квадратна сітка з ліній, зображених на картах і заснованих на поперечних проекціях Меркатора. Її можна використовувати для точного визначення місцезнаходження об'єктів на карті, відстань або напрямок. Щоб виразити своє місцезнаходження в координатах сітки або географічних координатах.



Визначення географічних координат за рамкою топографічної карти

Рис.1.2 Визначення географічних координат за рамкою топографічної карти

Якщо у вас є GPS-приймач, ваше місцезнаходження може бути таким визначається дуже швидко. Цей супутниковий прийом система відображає позицію з точки зору широти, довгота та висота, забезпечуючи точні дані координати для посилання на карту. (Деякі приймачі також забезпечують пряме перетворення позиції в вибраній сітки карти, наприклад UTM.) З цими GPS координатами, ви можете використовувати географічні або систему відліку сітки UTM на карті щоб визначити, де ти знаходишся.

Топографічні карти відповідають Національній топографічній системі. Вони доступні в двох стандартах масштаби: 1:50 000 і 1:250 000. Площа визначається даним аркушем карти за місцем розташування в Канаді. 1:250 000 карти масштабу ідентифікуються комбінацією цифр і букв, від А до П (наприклад, 13С). Блоки 1:250 000 розділені на 16 сегментів (від 1 до 16), утворюючи блоки використовуються для відображення масштабу 1:50 000.

Призначення топографічних карт

Використання топографічної карти

Вона може мати кілька застосувань, які згадуються нижче:

1. Ці карти можна використовувати для будь-яких цілей географічного планування або архітектури.

2. Її можна використовувати в питаннях науки про Землю та географії.
3. В видобутку корисних копалин та інших цілях, таких як будівництво ставків тощо.
4. В рекреаційних цілях. Наприклад, піші прогулянки чи альпінізм тощо.
5. Також можна використовувати, щоб отримати будь-який детальний опис будь-якої місцевості або будь-якого географічного об'єкта. Наприклад, дренаж, форми рельєфу, ліси, комунікації чи транспортні шляхи тощо.
6. Для отримання детальної інформації про будь-які створені людиною функції.
7. Її також можна використовувати в цивільному будівництві.

Вона може використовуватися урядом для планових або адміністративних цілей або також може використовуватися приватними промисловими гравцями. Ці карти мають дуже вичерпну та детальну структуру будь-якого об'єкта, який зустрічається на поверхні Землі, і ця структура надає всю інформацію про цей конкретний об'єкт за допомогою контурних ліній та графічного зображення. Ця структура може включати в карти такі аспекти:

Таблиця 1.1

Аспекти карти

Категорії	Особливості
Рельєф	Області гір, долин, схилів, западин, визначені контурами
Гідрографія	Водні об'єкти, такі як озера, річки, струмки, болота, пороги, водоспади
Рослинність	Ліс, ліси

Перевезення	Дороги, стежки, залізниці, мости, аеропорти / аеродром, стоянки гідролітаків
Культура	Будівлі, міський розвиток
Енергетика	ЛЕП, трубопроводи, опори
Межі	Міжнародний, провінційний / територіальний, адміністративні, рекреаційні, географічні
Топоніміка	Назви місць, назви водних об'єктів, назви рельєфу, назви меж

1.2 Поняття про цифрові та електронні карти

Сьогодні більшість з нас знайомі з переглядом карт онлайн або використанням їх у навігаційному пристрої. Але хоча багато хто вважає електронні карти відносно новою технологією, насправді електронні карти розпочалися на комерційній основі понад 20 років тому, спочатку з TeleAtlas, а потім з іншими постачальниками карт. Постачальники карт були створені для виготовлення векторних карт (див. «Два типи електронних карт» нижче) для автомобільної промисловості. З тих пір виникли інші компанії, але TeleAtlas залишився провідним постачальником світових навігаційних карт.

Два типи електронних карт

Растрова карта: просто електронне зображення еквівалентної паперової карти. Вона не містить «інтелекту», ні «навігацій» і може бути тільки надрукованою або розглядатися як паперова карта. Векторна (або навігаційна) карта: структурована база даних, що містить всілякі дані, включаючи дорожні, геометрія (фізична дорога форма); дорожні атрибути (назва вул., напрямок транспортного потоку, поворот обмеження тощо); назви міст; точки інтереси (POI); поштові індекси, номери будинків тощо.

Створення електронної карти

Створення векторної карти – це тривалий і складний процес, який поєднує обробку карт на столі та польові обстеження:

1. Паперова або растрова карта спочатку оцифрується групою з обробки даних. Це включає в себе «відстежування» всієї дороги.
2. Усі точки на карті потім геокоднуються (тобто перетворюються на довготу та широту).
3. База даних потім «приписується» шляхом додавання деталей кожної дороги: її назви вулиці, напрямку транспортних потоків тощо.

Більше атрибутів додано з кабінетних досліджень урядових та інших даних.

4. Нарешті оглядають дороги. Це передбачає, що хтось фактично їздить по кожній дорозі та записує:

- зазвичай за допомогою диференціального GPS, який визначає місця з точністю до 50 сантиметрів, і відеокамери
- дорожні обмеження, транспортний потік, знаки, обмеження швидкості, повороти тощо

Цифрові карти: що потрібно знати

У наш час цифрові карти стали більш поширеними. Ми використовуємо їх, щоб дізнатися час і відстань, необхідні для подорожі від однієї точки до іншої. Тепер ці карти доступні на смартфонах через Інтернет.

Цифрові карти

По-перше, цифрові карти — це не що інше, як цифрове зображення реального світу разом із топографією. Це електронна карта, на якій ви можете побачити всі геологічні об'єкти, включаючи створені людиною об'єкти, як-от дороги, через графічний інтерфейс користувача.

Крім того, цифрові карти потребують величезної кількості даних, які збираються з часом. Потім програмне забезпечення компілює ці дані та перетворює їх у віртуальне зображення. Цікаво побачити весь шлях від друкованої карти до цифрової карти вашого телефону.

Подорож

Паперові карти забезпечують базовий ландшафт. Проблема з паперовими картами в тому, що це не карта реального часу. Отже, ви не бачите блокпостів або живого руху тощо. Таким чином, у ньому відсутні конкретні деталі місцевості. Аналогічно, якщо ви можете отримати карту певної місцевості, але не можете збільшити масштаб.

Крім того, ви не можете оновлювати фізичні карти, якщо не купите найновішу версію. У той же час цифрові карти продовжують оновлюватися через оновлення з серверів компанії або через синхронізацію.

Крім того, з появою мобільних комп'ютерів знайти карту будь-якої місцевості за допомогою смартфона легко. Отже, тепер карти завжди доступні у вашій кишені. Подорож від фізичних карт до цифрових карт захоплююча. Легка доступність карт значно полегшує життя. Сучасні електронні карти працюють у поєднанні з Інтернетом та GPS. Ви можете точно знайти, де ви знаходитесь. Це неможливо з фізичними картами.

Ви можете знайти визначні місця прямо на карті. Ви можете знайти банкомат, готелі, відомі пам'ятки та майже все з фізичного світу. Електронні карти також забезпечують різні види, такі як супутниковий, віртуальний та гібридний вигляд.

Сучасні карти більш зручні для користувачів, ніж їхні фізичні аналоги. Крім того, за допомогою програмного забезпечення можна створити тривимірну карту.

Дані

Цифрові карти потребують великої кількості даних. Для цього потрібні різні системи, такі як дистанційне зондування та ГІС. Також потрібні великі супутникові знімки. Можна сказати, що для цього потрібна велика кількість супутникових знімків, зібраних з часом. Він також потребує великих даних на рівні вулиці.

Крім того, це ще не закінчено, коли збір даних завершено. Було б найкраще, якби ви продовжували оновлювати ці дані. Це тому, що наш фізичний світ змінюється щодня. Отже, нам потрібно часто оновлювати ці

дані, щоб зробити їх актуальними для фізичного світу. Тоді лише ці карти мають сенс. Цифрові карти повинні точно показувати зміну дорожніх умов, а це можливо лише за умови частого збору та оновлення даних.

За приклад роботи цифрових карт ми візьмемо карти мобільного телефону. Коли ви вмикаєте GPS на своєму телефоні, датчик GPS активується і знаходить мінімум чотири наземних супутника GPS. Потім він знаходить точні координати, спілкуючись із супутником.

Крім того, датчик GPS потім передає ці координати програмі цифрового картографування. Програма цифрового картографування бере їх за відправну точку. Потім користувач вибирає кінцеву точку на цифрових картах.

Потім програма цифрового картографування показує візуальну інформацію про найкращий можливий маршрут, використовуючи інформацію датчиків. Програмі цифрового картографування також потрібен Інтернет, щоб отримати останні дані карти та показати дані про дорожній рух у реальному часі.

Крім того, програмне забезпечення цифрового картографування переміщує візуальну карту, коли користувач рухається вперед по маршруту. Для цього потрібен GPS і працююче підключення до Інтернету. Іноді користувач вибирає неправильний шлях. Потім програма цифрового картографування приймає поточні координати та перенаправляє пункт призначення користувача. Весь цей процес відбувається за секунди.

Застосування цифрових карт

Електронні карти мають величезний потенціал. Великі наукові проекти використовують цифрові карти. Геологічні дослідження, гірничодобувна промисловість, землевпорядкування, архітектура і навіть сільське господарство використовують електронні карти з різними цілями. Електронні карти тепер є основною частиною нашого життя.

Відкриття карти вулиць

Крім того, різні комп'ютерні програми та програми для смартфонів надають своїм користувачам цифрові карти для кращої навігації. Вони також

надають дані на рівні вулиць, а також тривимірні зображення, щоб побачити світ віртуально.

Різні військові програми використовують цифрові карти, щоб дізнатися переміщення ворога та зробити наступний крок. Різні системи GPS-навігації використовують електронні карти, щоб показати точне місцезнаходження користувача.

1.3 База топографічних даних.

Топографічна база даних — векторна (об'єктна) база даних, що містить просторове розташування топографічних об'єктів з їх характеристиками. Зміст і деталізація бази відповідають топографічній карті в масштабі 1:10000. Тематичне охоплення включає інформацію про водопровідну мережу, комунікаційну мережу, територію, будівлі та технічні споруди, комунальну інфраструктуру, землекористування, заповідні території, підрозділи територіального поділу та інші об'єкти. База даних доступна у форматі Geography Markup Language (GML). Джерело його даних походить з інших просторових баз даних, які веде Головний офіс геодезії та картографії (наприклад, Реєстр міст, вулиць та адрес, Реєстр земель та будівель, Державний реєстр кордонів), бази даних, які ведуть інші міністерства або установи (наприклад, Міністерство інфраструктури, Держводгосп, Головне управління охорони навколишнього природного середовища),

Метою цієї віньєтки є виконання просторових операцій над векторними даними з Топографічної бази даних.

- **Виготовлення карти землекористування**

Візерунки використання землі витягуються з аерофотознімків шляхом візуальної інтерпретації. Вилучені об'єкти були зібрані на основі геометрично виправлених зображень LANDSAT MSS. Зібрану інформацію було перевірено та перевірено на місцях. Після цього була проведена необхідна картографічна робота для виготовлення друкованих паперових карт.

- **Обмеження звичайних карт у Департаменті**

Звичайні карти є доступним носієм для зберігання та представлення об'єктів місцевості. Різні символи, типи ліній, форми, колір та легенда карти надають пояснення та класифікацію елементів карти. Оскільки карта залежить від масштабу, отримані об'єкти місцевості або з іншими пов'язаними об'єктами для представлення у формі карти.

З іншого боку, пошук інформації з карти та її поєднання з іншими дослідженнями про специфічні властивості земної поверхні не є ні легким, ні дешевим завданням. На додаток до витрат і часу, необхідних для складання та публікації друкованих карт, систематичний характер звичайних картографічних програм може призвести до затримок у розробці програм і у реагуванні на нагальні потреби в топографічній інформації.

Аналізуючи поточну ситуацію та обмеження звичайних процедур картографування, він відображає те, що виробнича лінія має бути переглянута, і є виправданим запровадження нової концепції виробництва геоінформації у відділі.

- **Спосіб мислення**

Цифрова технологія була успішно впроваджена в області картографування наприкінці 1960-х років як засіб прискорення виготовлення карт і, зокрема, етапів побудови графіків і чіткого малювання. Змінюючи технологію за останні два десятиліття зі зростанням кількості систем просторової інформації, концепція топографічної бази даних була запроваджена в кількох картографічних та геодезичних організаціях у світі з метою надання більшої структурної геоінформації спільноті користувачів. Топографічна база даних — це база даних, яка може зберігати та оновлювати топографічну інформацію (просторову інформацію) та відповідну атрибутивну інформацію.

- **Процес проектування бази даних**

Проектування топографічної бази даних у середовищі ГІС включає різні етапи, такі як

- Ідентифікація аналіз вимог користувача
- Проектування загальної моделі даних
- Проектування моделі збору даних
- Вибір фізичної моделі
- Проектування функціональної моделі.
- Модель збору даних

На цьому етапі слід виконати визначення специфікацій збору даних. Ця специфікація відображає контекст системи та вимоги користувача. Це передбачає встановлення стандартів виконання таких вимог. Це передбачає встановлення впровадження стандартів, таких як метод збору даних, методи контролю якості та розробка «моделі якості», специфікації для апаратної/програмної підтримки тощо.

- **Фізична модель**

Це система управління базою даних, яка може обробляти структуру даних і отримувати дані. Для цих процесів специфікація повинна містити визначення характеристик необхідних інструментів, таких як обладнання, модель калібрування системи та пакети програм.

- **Функціональна модель**

Це спеціальна модель даних, яка підтримує погляд користувача на збережені набори даних та їх застосування. На цьому етапі операції/команди, які будуть працювати з даними, збереженими у фізичній моделі, у формі, необхідній користувачам.

Висновки до розділу 1

Отже, жоден інший тип карти не має більш широкого застосування в сучасному суспільстві, ніж топографічна карта, яка зображує місцеву форму поверхні суші за допомогою контуру. Топографічні карти виготовлені і

опубліковані державними установами зазвичай включають як фізичні, так і культурні особливості, що робить карти корисними для муніципального планування, цивільного будівництва, вододілу та інших екологічних досліджень, проектування комунікаційних систем та відпочинку на природі та ін.

Традиційно топографічні карти публікуються в друкованому вигляді, але стають цифровими формами даних топографічних карт широко доступні в деяких країнах. У цифровій формі дані топографічної карти можуть бути легко поєднані з іншими типами даних цифрових карт для виготовлення спеціалізованої карти, яку можна роздрукувати або розповсюдити як електронний атлас.

Крім топографічних контурів, більшість топографічних карт показують гідрологічні особливості і можуть використовувати кольорові візерунки для вказати поширення рослинності та міських територій. Різноманітність культур можуть бути включені.

Електронні карти дуже популярні в даний час, але більш популярні карти які містять інформацію та допомагають розрахувати маршрут та його час до пункту призначення, тобто цифрові карти. Але цифрові та електронні карти мають дуже багато сфер застосування, наприклад: архітектура, землевпорядкування та інше.

Відділ геодезії бази топографічних даних є національною організацією яка відповідає за своєчасне надання геоінформації користувачам. Тому є виправданим введення запропонованої концепції, основною перевагою якої є те, що користувачеві не потрібно суворо дотримуватись стандартних карт якості, він може отримувати різну форму інформації за своїм бажанням.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА

2.1 Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для проведення аерофотозйомки

В даний час істотно зросло використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для здійснення аерофотозйомки місцевості. В результаті виникає потреба в автоматизованій обробці результатів зйомки. Одне з найпоширеніших завдань обробки – це автоматичне знаходження області перекриття та поєднання окремих зображень (зшивання зображень). Це завдання виникає не тільки при аерофотозйомці (АФС), але і при мікрозйомці медичних препаратів або мікрозйомці довгої деталі. Отримана в результаті зшивки інформація про область перекриття та взаємне розташування фотографій може бути використана для побудови точних та актуальних планів місцевості, аналізу будь-яких подій чи змін на місцевості. Дана задача належить до завдань комп'ютерного зору, які в даний час є однією з галузей інформаційних технологій, що швидко розвиваються.

Аерофотознімальний безпілотний літальний апарат запускається, злітає і здійснює посадку в напівавтоматичному режимі, так званий «автопілот», за завантаженим попередньо маршрутом і, пролітаючи по заздалегідь спланованому в ГІС маршруту, виконує цифрову зйомку місцевості, результатом якої є знімки високого дозволу географічним координатам. Виконавши аерофотознімальний маршрут, БПЛА приземляється в точку зльоту і передає отримані дані в ході аерофотозйомки на наземну станцію. Для кожного знімка виходить повний набір цифрової інформації – географічні координати центральної точки знімка, висота зйомки, повний набір телеметричних даних для перенесення та використання у загальноприйнятих системах ГІС, таких як ArcView і MapInfo. Таким чином, всі фотографії є геоприв'язаними за допомогою одно- або двочастотних глобальних супутникових навігаційних систем (ГНСС) приймача і з'являється можливість

зшивки фотографій в єдиний ортофотоплан місцевості. Аерофотозйомка з БПЛА може замінити супутникові знімки високої роздільної здатності для будівельної сфери та ЖКГ. Контроль «з повітря» з використанням знімків може внести якісні зміни до моніторингу місцевості, допоможе запобігти несвоєчасному прийняттю рішень через недостатню інформаційну базу або несвоєчасне отримання даних для експертного аналізу.

Застосування БПЛА у сфері будівництва та ЖКГ дає можливість:

- створювати актуальні електронні карти місцевості;
- оцінювати обсяг робіт та контролювати їх виконання;
- вести оперативний моніторинг стану будівельних об'єктів та територій (БПЛА дозволяє швидко та ефективно будувати карти місцевості);
- визначати індекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – нормалізований вегетаційний індекс), який дозволить отримати оцінку якості ґрунтового покриву досліджуваної території;
- перевіряти якість виконання земельних робіт.

Науковий та технічний прогрес дозволяє сьогодні широко використовувати у будівництві та ЖКГ сучасні технології під час планування та виконання робіт. Такими технологіями, безперечно, є безпілотні літальні апарати. Так, точне будівництво включає велику кількість елементів, які діляться на три основні етапи:

1. Збір інформації про будівельні об'єкти та досліджувану територію.
2. Аналіз інформації та прийняття рішення.
3. Виконання рішень – проведення будівельних операцій.

Перед тим, як розпочати будівництво об'єктів, необхідно провести моніторинг території, щоб скласти точний план витрат на оброблювані площі та отримати дані про стан ґрунтового покриву та рельєфу місцевості. В результаті вимірів складається електронна карта досліджуваної місцевості.

Переваги електронної картки полягають у:

- можливості ведення обліку та контролю всіх будівельних операцій за рахунок базування на точних даних: площі території та її рельєфі, відстані доріг, населених пунктів тощо;
- допомоги проведення повного аналізу умов, що впливають на зростання рослинності на даному полі;
- оптимізації процесу виробництва з метою отримання максимального прибутку, а також раціонального використання ресурсів;
- обліку та аналізу наслідків за різних несприятливих погодних умов та інших показників за допомогою безпілотної авіації;
- формування статистичних довідок та звітів.

Після отримання електронної карти поля можливо проводити обстеження досліджуваної території «з землі» та вносити додаткову інформацію (наприклад, карти шляхів водопостачання, карти утримання основних елементів N, P, K, Ca, Mg, S, Ph у ґрунті) про місцевість у існуючі бази даних.

2.2 Актуальність завдання оперативного оновлення планів та карт

Інформація про стан територій отримують шляхом відстеження змін та відображення їх у поточних документах, базах даних та на картографічних матеріалах. В останній час цей процес називають моніторингом тих чи інших явищ, об'єктів, процесів. Особливе значення має моніторинг земель, що знаходить відображення у створенні та веденні державного земельного кадастру. Земельний кадастр є інформаційною основою державного управління земельними ресурсами, економічного та юридичного регулювання земельних відносин [1, 2].

Державний земельний кадастр є систематизованим зведенням документованих відомостей про місцезнаходження, цільове призначення та правове положення земель Російської Федерації, відомостей про територіальні зони, наявність розташованих на земельних ділянках та міцно пов'язаних з ними об'єктів нерухомості [3]. До державного земельного кадастру включається інформація про суб'єктів та види права на земельні ділянки.

Земельний кадастр складається з комплексу різних юридичних, економічних, технічних, організаційних процесів, об'єднаних метою інформаційного забезпечення земельних відносин. У процесі господарського використання земельних ресурсів постійно відбуваються зміни у складі, якості та продуктивності земель, а також зміни власників землі та кордонів землекористування. Тому виникає потреба у веденні поточного земельного кадастру, головним завданням якого є своєчасне виявлення та внесення до земельно-кадастрової документації всіх законних змін у розподілі та використанні земель, а також виявлення та усунення раніше допущених помилок. Для підтримки даних земельного кадастру на рівні сучасних вимог такі зміни мають бути оперативно внесені не лише до земельно-кадастрової документації, а також відображені на кадастрових планах та картах. Таким чином, виникає потреба у підтримці картографічних кадастрових матеріалів у актуальному стані, а завдання вдосконалення методики моніторингу земель є актуальним. У практиці топографо-геодезичного виробництва рішення про необхідності оновлення приймається залежно від кількості змін, що відбулися на місцевості з моменту створення картки. Вважається, що період оновлення становить: у найважливіших обжитих районах 5-7 років; на інших територіях 10-15 років.

За цей час на території відбуваються суттєві зміни, які доводиться оцінювати як кількісно. Необхідно враховувати важливість змін, та суттєвість пов'язаних з цими змінами подій. При веденні земельного кадастру, наприклад, потрібно засвідчити цілісність меж земельної ділянки [4] за будь-якої зміні облікової інформації, будь то зміна власника, правовстановлюючих документів або дозволеного використання. Це не потребує оновлення планів і карт всієї території. Оновленню підлягають лише локальні ділянки, в межах яких відбулися суттєві зміни. Оновлення великомасштабних планово-картографічних матеріалів ефективно виконується за матеріалами аерофотозйомки.

Подальший розвиток картографування та ведення локального моніторингу територій по аерофотознімкам стримує зайва централізація аерофотогеодезичних робіт. Спеціалізовані авіазагони, оснащені літаками класу не нижче АН-30, не пристосовані для оперативних зйомок локальних ділянок місцевості. Вихід проглядається у децентралізації виконання аерозйомки на основі малої авіації з використанням сучасних цифрових знімальних систем та децентралізації обробки фотограмметричної інформації з метою створення ортофотопланів на базі сучасних цифрових фотограмметричних комплексів.

Для вибіркового оновлення планів та карт пропонується використовувати матеріали оперативної аерофотозйомки (АФС), яка може зайняти проміжне положення між наземною інструментальною зйомкою та космічною зйомкою місцевості під час вирішення завдань картографування. Аерофотозйомка має низку переваг. Така зйомка не вимагає професійної підготовки пілота та екіпажу літального апарату. АФС виконується практично з будь-яких літальних апаратів, починаючи з пілотованих літаків і гелікоптерів і закінчуючи безпілотними авіамоделями. Невисока вартість апаратури та оренди малих літальних апаратів робить аерофотозйомку доступною для багатьох неспеціалізованих підприємств. Питанням застосування відеозйомки для картографування територій присвячено велику кількість теоретичних та експериментальних досліджень.

Перші роботи з телерепортажної зйомки сільськогосподарських та будівельних та інші обґрунтовують можливість практичного використання аерофотозйомки для вирішення задач моніторингу та картографування територій. Відомі публікації з екологічного моніторингу з використанням аерофотозйомки [5].

Ряд робіт присвячено методику створення ортофотопланів за матеріалами аерофотозйомки. Елементи внутрішнього орієнтування відеокамери невідомі та можуть довільно змінюватися під час зйомки. Вони підготували теоретичну основу методів та запропонували алгоритми

обробки метричні зображення. Обробка аерофотознімків виконується звикористанням алгоритмів проєктивної фотограмметрії, інваріантних щодо елементів внутрішнього орієнтування знімків. Іншою особливістю є необхідність вибору такого масштабу зйомки, при якому роздільна здатність знімка на місцевості відповідає графічній точності масштабу створюваного плану. Це обставина, поряд з малим розміром відеокадра та його низькою роздільною здатністю, призводить до покриття знімком на місцевості незначної площі, різкого збільшення кількості кадрів та обсягу камеральних робіт. Наприклад, для створення ортофотоплана масштабу 1:2000 на 1 кв. км території необхідно обробити близько 250-300 аерознімків. Вирішувати подібне завдання без максимальної автоматизації традиційних фотограмметричних процесів недоцільно. Останнім часом на будівельному та добувальному ринках намітилася тенденція глибшого використання БПЛА за рахунок того, що розробляються хмарні веб-платформи для контролю якості та вартості будівництва за допомогою візуального інтерфейсу та високо ефективних аналітичних алгоритмів на основі даних, зібраних у ході аерофотозйомки. Для ефективного та простого рішення для повного циклу будівництва необхідно залучення безпілотної авіації до всіх блоків робіт, представлених на малюнку 1, а саме: проєктування; земляні та дорожні роботи; зведення споруд; благоустрій; експлуатація. Процес моніторингу циклу будівельних етапів. Цей підхід дозволяє вирішувати такі завдання:

Миттєвий вимір відстаней, площі, об'ємів, а також профілів висот із геодезичною точністю. Порівняння фактичного фотоплану із плановим. Накладання генплану, плану земляних робіт, архітектурного плану, плану мереж або будь-якого іншого плану дозволяє оцінити відповідність плану та факту. Спостереження змін, що відбулися на будівельному майданчику за будь-який інтервал часу, за допомогою алгоритмів автоматичного відстеження змін.

Відстеження важливих параметрів роботи або зведення споруд, земляних робіт чи робіт із благоустрою. Контролювання статусу та стану будівельних об'єктів. Взаємодія з колегами та іншими учасниками проекту. Необхідність залучення БПЛА для будівельних робіт обумовлюється ефективністю та вигодою цього підходу, т.к. досягаються наступні результати такої взаємодії: Прискорення проектування до 4 разів. Прискорення польових робіт під час попередніх досліджень до 5 разів. Скорочення витрат на підрядників до кількох мільйонів грн на місяць. Регулярне виявлення невідповідності факту плану. Поліпшений зв'язок між учасниками проекту. Однак застосування БПЛА для вирішення завдань будівництва є дуже актуальним за рахунок свого щодо «невеликого порога входження». На наведеному нижче малюнку відображено порівняння трьох Великі класи методів для повітряного моніторингу об'єктів. Порівняння класів повітряного моніторингу.

БПЛА мають найнижчий ступінь покриття досліджуваної території, однак, зручність використання, невисокі вимоги до кваліфікації оператора, низька вартість апарату, відсутність особливих вимог до злітно-посадкової смуги роблять цей клас моніторингу є найбільш оперативним. Таким чином, використання БПЛА для проведення аерофотозйомки є дуже актуальним напрямом розвитку методів збирання геопросторових даних у сфері будівництва та ЖКГ.

Інтеграція GPS та IMU

GPS або Глонасс можуть забезпечити постійну точність протягом періоду відстеження супутникового сигналу.

Однак між супутниками та приймачами GPS необхідна пряма видимість. В якійсь крайності в умовах, наприклад під тунелем, бортовий GPS-приймач може втратити сигнал і зупинитися працює.

Інерціальна одиниця вимірювання, або IMU, яка є основним компонентом інерціальної навігації система — це електронний пристрій, який вимірює та повідомляє про швидкість, орієнтацію та орієнтацію судна гравітаційні сили,

використовуючи комбінацію акселерометрів і гіроскопів, іноді також магнітометри.

Інерціальні методи навігації використовувалися в широкому спектрі навігаційних додатків у Росії галузі морської, аерокосмічної та космічної техніки. У порівнянні з GPS, інерційний Оновлення навігаційної системи набагато швидше, якщо не безперервно [7]. На відміну від GPS, системи INS забезпечують навігацію шляхом безперервного відстеження інформація про положення, орієнтацію та швидкість за допомогою комп'ютерів і датчиків руху. Як помилки мають тенденцію накопичуватися з часом, системи INS страждають від постійно дрейфуючої позиції рішення. Однак ці помилки позиціонування з'являються повільніше, ніж помилки GPS.

Додаткові характеристики GPS і INS привели до комбінованого GPS/INS зчеплення [6]. Така схема інтеграції забезпечує користувачам імунітет проти миттєвих перебоїв сигналу GPS і виявлення збою сигналу в шумному або заглушеному місці середовище.

Крім того, бортовий IMU необхідний для програм, які потребують інформації про ставлення, наприклад, автопілот і зображення для навігації або географічного посилання.

2.3 Фотограмметрія БПЛА

Визначення та застосування

Фотограмметрія може допомогти відновити положення, орієнтацію, форму та розмір об'єктів картинки. Цифрова фотограмметрія прийшла після аналогової та аналітичної фотограмметрії, що дозволяє світлу падати в фокальну площину і реєструватися електронними детекторами.

Фотограмметрію можна використовувати для аналізу характеристик об'єктів без фізичного контакту,

Методи дистанційного зондування мають подібну здатність отримувати інформацію про поверхню Землі. Але про фотограмметрію говорять, коли переважний інтерес представляють геометричні характеристики. Між тим,

поліпшення комп'ютерного зору здатний забезпечити точність відносні орієнтації шляхом створення надзвичайно щільної тривимірної хмари точок, яка порівнянна з продуктом техніки лазерного сканування.

В останні роки в БПЛА набуває застосування фотограмметрії на основі комп'ютерного зору все ширше використовується. Незважаючи на згадані вище переваги серії, розробка недорогої системи GPS/IMU дозволяє здійснювати навігацію БПЛА до прогнозованого отримання точки з високою точністю також є важливою причиною.

Таблиця 2.1

Основні відмінності між фотограмметрією пілотованих літальних апаратів, фотограмметрії на близькій відстані та фотограмметрії БПЛА

	<i>Антенa</i>	<i>Близький діапазон</i>	<i>БПЛА</i>
Планування	напівавтоматичний	посібник	Автоматично-ручна
Збір даних/Політ	Допоміжний/ручний	Автономність/допоміжна/ручна	Автономність/допоміжна/ручна
Розмір площі	км ²	мм ² -м ²	м ² -км ²
Роздільна здатність зображення/ GSD	См-м	мм-дм	мм-м
Відстань до об'єкта	100м-10км	см біля 300м	м-км
Орієнтація	Звичайний відмінок, останнім часом також косий	Нормальний/косий	Нормальний/косий
Абсолютна точність початкових значень орієнтації	см-дм	мм-м	см-10м
Розмір блоку зображення/ кількість сканувань	10-1000	1-500	1-1000

Просторове застосування (приклад) та особливості	Великі території (картографування, лісове господарство, Гляціологія, 3D моделювання міста)	Маломасштабні території та об'єкти (археологічна документація, 3D моделювання будівель)	Малі та великі площі (археологічна документація, моніторинг небезпек, 3D моделювання будівель і об'єкти)
		Архітектурно-промисловий фотограмметрія	Application in inaccessible areas and dangerous objects
	Вид з повітря	Земний вид	Вид з повітря
			Додаток в режимі реального часу

Історичний розвиток

Розробка БПЛА була сильно мотивована військовим застосуванням. повітряних зміїв, голубів і ракет використовували для шпигунства під час війн у минулому столітті.

У 1979 році один з перших експериментів з БПЛА з нерухомим крилом у фотограмметрії був проведений Пшибіллою та Вестером-Еббінгаузом [9]. Перші випробування були проведені з використанням керованого вручну БПЛА фірми Negi з висотою польоту 150 м над землею і швидкістю 11 м/с.

У 1980 році Wester-Ebbinghaus був першим, хто використав безпілотник з поворотним крилом для фотограмметричних цілей [9].

Нині, з розвитком технологій як апаратного, так і програмного забезпечення, пов'язаного з БПЛА, недорогі та маловисотні БПЛА стають все більш популярними для цивільних зйомок та картографування.

Виробництва

Результати аналізу фотограмметрії цифрової камери включають:

- 3D хмара точок, у якій можна витягти координати розділених точок у тривимірній системі координат.
- Цифрові геометричні моделі, такі як DTM, DSM та 3D-модель.

- Карти та плани з деталями об'єктів та контурними лініями (наприклад, файл DLG)
- Фотографії та зображення, особливо ортофото.

Переваги та обмеження фотограмметрії БПЛА

Переваги

У порівнянні з традиційними методами зйомки землі та картографування, фотограмметрія БПЛА має наступні переваги [8]:

- Більш продуктивний
- Швидший збір даних
- Можливість передачі даних та зображень у режимі реального часу
- Менше ручної роботи
- Можливість оглядати місця, недоступні для людини

У той час як у контракті з методами пілотованої аерофотограмметрії, БПЛА мають переваги, зокрема:

- Можна експлуатувати в ситуаціях високого ризику без загрози для людей
- Можна використовувати на низькій висоті поблизу об'єктів, щоб уникнути блокування хмарами
- Дешева вартість
- Вища роздільна здатність
- Деякі БПЛА можуть злітати та приземлятися без злітно-посадкової смуги

Обмеження

У порівнянні з технікою землевпорядкування та картографування, БПЛА мають кілька недоліків:

- Оператор(-и) мають пройти навчання та отримати схвалення CASA перед польотом у більшості міських районів.
- Не було впроваджено жодних стандартизованих моделей робочого процесу та датчиків.
- Іноді бортовій камері БПЛА з фіксованим крилом може бути важко зафіксувати достатньо деталей фасаду будівлі або об'єкта.

У порівнянні зі звичайними пілотованими літальними апаратами обмеження БПЛА також дуже очевидні, ці обмеження в основному включають:

- Обмежене корисне навантаження у вазі та розмірах, що означає, що БПЛА зазвичай мають невеликі й менш точні камери та навігаційні датчики GPS/INS.
- Більш сприйнятливий до умов навколишнього середовища, особливо вітру. Тому він може працювати лише за відносно хороших погодних умов для підтримки стабільності платформи під час польотів.
- Його висота і площа польоту обмежені.
- Відсутність зв'язку з наземними станціями

Висновки до розділу 2

Безпілотні літальні апарати, що застосовуються донедавна переважно у військовій сфері, знаходять своє місце у цивільних областях. Однією з таких галузей є будівництво. За допомогою БПЛА стає можливим оперативне проведення робіт з моніторингу будівельних об'єктів, а також аерофотознімання досліджуваної території.

Для цілей раціонального управління територіями, призначеними під будівництво, необхідно мати повну та достовірну інформацію про стан природного та господарського комплексу країни в цілому, суб'єкта Федерації чи муніципалітету.

Фотограмметрія на основі комп'ютерного зору, саме зображення (наприклад, якість зображення, земля зображення роздільна здатність і геометрія зображення) є найважливішим для відносного орієнтування зображення і взаємне розташування тривимірних точок. GCP та вимірювання бортового GPS використовуються лише в налаштування блоків пакетів для перетворення тривимірних точок із передбачуваних координат у реальній світовій системі координат у сучасних алгоритмах фотограмметрії БПЛА. Тому в плануванні, слід особливо звернути увагу на зображення, зроблені під час польоту, а не інші фактори.

РОЗДІЛ 3. ТЕОРІЯ, АЛГОРИТМ І МЕТОДОЛОГІЯ

3.1 Процедури аналізу картографування БПЛА

Для фактичної роботи зйомки БПЛА в ній в основному є три етапи, включаючи шлях планування, отримання даних та обробка зображень (чотири кроки, якщо калібрування камери в лабораторії або польовій камері потрібно робити окремо). Знання з електрики та механіки слід застосовувати в планування шляху та процедура збору даних, а фотограмметрія та комп'ютерний зір є використовується лише для обробки зображень. Навпаки, хороший метод планування може бути обраний і перевірений тільки шляхом аналізувати та порівнювати результати. Це основне логічне мислення в цілому аналіз процедури.

У цій главі нижче описана процедура відображення БПЛА від калібрування камери до шляху буде обговорено планування, а потім обробка зображень. Були проведені різні тести, а результати, отримані в результаті обробки зображень, були використані для перевірки деяких запропоновані припущення та методи. 3D-картографування з БПЛА: аналіз процедури та оцінка ефективності.

Калібрування камери

Внутрішня орієнтація — це внутрішня геометрія камери, яка існувала на момент створення зображення захоплення, яке можна використовувати для перетворення системи координат пікселя зображення в простір система координат. В основному, елементи внутрішньої орієнтації в основному включають фокальні довжина, координати зображення основної точки та спотворення лінзи.

Головна точка математично визначається як перетин перпендикуляра через центр перспективи площини зображення. Довжина від головної точки до Центр перспективи називається фокусною відстанню

Спотворення об'єктива погіршує точність позиціонування точок зображення, розташованих на зображенні

літак. Зазвичай його поділяють на дві частини:

Радіальне спотворення: спричиняє зміщення всередину або назовні даної точки зображення

від його ідеального розташування. Радіальне спотворення з ідеально центрованою лінзою може бути

виражено як:

$$\delta_{pr} = k_1 \rho^3 + k_2 \rho^5 + k_3 \rho^7 + \dots \quad (3.1)$$

Де k – коефіцієнт радіального спотворення, а ρ – радіальна відстань від основної точки площини зображення.

- Децентрування спотворення: оптичні центри елементів лінз не є строго колінеарними. Оскільки тангенціальне спотворення лінзи за величиною набагато менше, ніж радіальне спотворення лінзи, воно вважається незначним.

Калібрування бортової камери БПЛА можна виконати за допомогою методів лабораторних випробувань, польових випробувань або самокалібрування. Лабораторний тест зазвичай проводиться шляхом фотографування калібрувальної сітки з рівномірно розподіленими точками. Польове калібрування можна виконати аналогічним чином, фотографуючи рівномірно розподілені НКП під час польоту БПЛА. Самокалібрування означає визначення або обчислення параметрів камери під час роботи. Наразі, хоча самокалібрування має свою перевагу, його точність не завжди є задовільною. Лабораторне калібрування та польове калібрування були розроблені протягом тривалого часу з більш високою точністю, особливо тривимірного калібрування [10].

Використовуючи лабораторний або польовий калібрувальний тест, зазвичай слід враховувати наступні фактори впливу [10]:

- Форма контрольних точок

Перехресні точки краще, ніж точки кола, тому що коло може мати більше спотворення форми.

- Розподіл і положення контрольних точок на зображенні:

У аерофотограмметрії часто потрібно, щоб контрольні точки розподілялися рівномірно в площині зображення.

- Розташування камери та нахил за довготою:

Під час калібрувального тесту краще, якщо камеру можна повертати на різні кути, щоб розрізняти радіальні та тангенціальні коефіцієнти спотворення.

- Шкала між об'єктом калібрування та об'єктом вимірювання:

Кожна камера має свою глибину різкості, що означає, що вона має ближню та дальню межі відстані до об'єкта. Глибина різкості в основному залежить від фокусної відстані, попередньо встановленої відстані до об'єкта та діаметра кола плутанини [11]. Оскільки фокусна відстань зазвичай фіксується під час випробування і для досягнення подібного діаметра кола плутанини, чим більше подібні розміри моделі об'єкта та об'єкта вимірювання, тим вищу точність має калібрування.

- Фокусна відстань, яка часто фіксується під час польоту БПЛА.

Крім того, через дифракцію світла, вплив заломлення атмосфери, вплив кривизни землі та деяких інших факторів, отримане зображення може спотворюватися, одним із поширених недоліків може бути падіння світла від центру зображення до краю [11]. Цей вплив можна зменшити за допомогою кількох лінз і методів постобробки.

Програмне забезпечення можна використовувати для уточнення, включаючи Photoshop або конвертер форматів тощо. Під час вирівнювання фотографій PhotoScan оцінює орієнтацію як внутрішньої, так і зовнішньої камери параметри, включаючи нелінійні радіальні спотворення. Щоб оцінка була успішною, важливо застосувати її процедура оцінки окремо для фотографій, зроблених різними камерами. Після завантаження фотографій програма PhotoScan автоматично розділяє їх на групи калібрування відповідно до зображення роздільна здатність та/або метадані EXIF, як-от тип камери та

фокусна відстань. Всі дії, описані нижче, могли б і мають застосовуватися (або не застосовуватися) до кожної групи калібрування окремо. Групи калібрування можна переставити вручну. Щоб створити нову групу калібрування.

Потім перемістіть фотографії з однієї групи в іншу. Виберіть фотографії, які потрібно перемістити, і перетягніть їх до цільової групи в лівій частині камери. Щоб помістити кожену фотографію в окрему групу, ви можете скористатися командою «Розділити групи».

Типи камер PhotoScan підтримують чотири основні типи камер: камеру з рамою, камеру «риб'яче око», сферичну камеру та циліндричну камеру. Якщо вихідні дані в групі калібрування були зняті рамковою камерою, успішно для оцінки параметрів орієнтації камери необхідна інформація про приблизну фокусну відстань (пікс). Очевидно, що для обчислення значення фокусної відстані в пікселях достатньо знати фокусну відстань у мм разом із значенням. Розмір пікселя датчика в мм. Зазвичай ці дані витягуються автоматично з метаданих EXIF. Камера з рамою з об'єктивом «риб'яче око». Якщо для отримання вихідних даних використовувалися дуже широкі об'єктиви, стандарт Модель камери PhotoScan не дозволить успішно оцінити параметри камери. Тип камери «риб'яче око». Налаштування ініціалізує реалізацію іншої моделі камери, щоб відповідати надшироким спотворенням об'єктива. Сферична камера (рівнопрямокутна проекція). Якщо вихідні дані в межах групи калібрування було знято сферичною камерою, налаштування типу камери, то буде достатньо для розрахунку програми параметри орієнтації камери.

Додаткова інформація не потрібна, окрім зображення рівнопрямокутної форми. Якщо вихідними даними в групі калібрування є набір панорамних зображень, зшитих відповідно до циліндричної моделі, буде достатньо налаштування типу камери програма для розрахунку параметрів орієнтації камери. Додаткова інформація не потрібна. Якщо вихідні зображення не мають даних, PhotoScan вважатиме, що фокусна відстань дорівнює 50 мм (35 мм

плівковий еквівалент). Однак якщо початкові припущені значення суттєво відрізняються від фактичної фокусної відстані, що, ймовірно, призведе до збою вирівнювання. Отже, якщо фотографії не містять метаданих EXIF, краще вказати фокусну відстань (мм) і датчик - розмір пікселів (мм) вручну. Як правило, ці дані вказуються в специфікації камери або можуть бути отримані з якогось інтернет-джерела.

Перевірка калібрування камери

Відкрийте меню Інструменти → Вікно Калібрування камери.

За замовчуванням PhotoScan оцінює внутрішні параметри камери під час вирівнювання та оптимізації камери на основі початкових значень, отриманих з EXIF. Якщо *розмір пікселя* та *фокусна відстань* (обидва в мм) відсутній у зображенні EXIF і, отже, у вікні калібрування камери, їх можна ввести вручну перед на обробку відповідно до даних, отриманих зі специфікацій камери та об'єктива. Якщо використовується попередньо калібрована камера, можна завантажити дані калібрування в одному з підтримуваних форматів за допомогою Кнопка завантаження у вікні.

Щоб запобігти коригування попередньо відкаліброваних значень за допомогою PhotoScan під час обробки, необхідно перевірити прапорець *Fix Calibration*. PhotoScan може обробляти зображення, зроблені різними камерами в одному проекті. В даному випадку зліва рамка вікна *Camera Calibration* з'явиться кілька груп камер, розділених за замовчуванням відповідно до роздільної здатності зображення, фокусна відстань і розмір пікселів. Групи калібрування також можна розділити вручну, якщо це так необхідно.

У разі використання надширококутного об'єктива або об'єктива «риб'яче око», рекомендується змінити тип камери з *Frame* (за замовчуванням) до значення *Fisheye* перед обробкою переглянути.

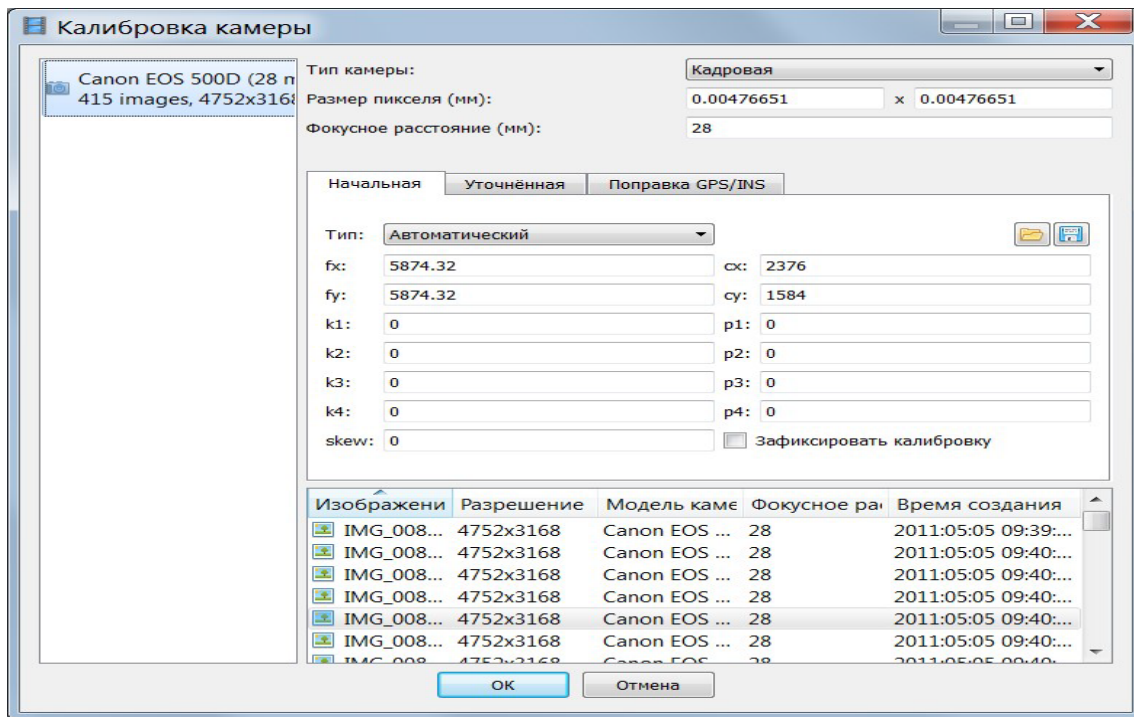


Рис.3.15 Калібрування камери

Планування польоту та збір даних

Політ БПЛА може бути автономним, напівавтономним або керованим вручну. Протягом останніх років тенденція до отримання зображень рухається до автономних польотів, де планування польотів є надзвичайно важливим. Однак деякими системами можна керувати лише вручну, а з міркувань безпеки в деяких районах автономні польоти заборонені. Іншою важливою причиною ручного керування є збереження стабілізації, оскільки за поганих погодних умов, особливо при відносно сильному вітрі, в автономній моделі неможливо керувати точною блоковою конфігурацією. Таким чином, використовуючи ручне керування, виправлення зображення може бути легше на етапі обробки.

Крім того, відповідно до параметрів проекту однієї програми, при проектуванні траєкторії або траєкторії польоту слід враховувати три різні випадки :

- Моделювання рівних або помірних поверхонь місцевості
- Моделювання нерівних або гірських районів
- Моделювання тривимірних будівель або інших об'єктів

В основному, перше і друге називаються рельєфними або топографічними картами, а третє – 3D-реконструкцією або моделюванням. У наступній частині цієї глави окремо обговорюватимуться планування польоту для 3D-реконструкції та картування місцевості, планування польоту для 3D-реконструкції набагато простіше, тому в цій статті буде лише короткий огляд. В основному зосереджено роботу на плануванні польотів з метою картографування місцевості, про що буде детально розказано нижче.

Планування польоту для тривимірного моделювання структури: як зазначалося вище, політ і отримання даних 3D-моделювання є простим, оскільки деякі з найважливіших продуктів, такі як орто-мозаїка, не потрібні для моделювання 3D-структур. Зазвичай немає необхідності підтримувати той самий рівень польоту (для унікального масштабу зображення) або однакове накладання під час польоту. Це може бути реалізовано як ручним, так і автоматичним польотом. Зазвичай, якщо потрібно змоделювати всю конструкцію (наприклад, будівлю), автоматичний політ можна виконати, зробивши круговий політ навколо конструкції, показаний як Шлях1 (червоний) на малюнку нижче. Крім того, якщо деталі однієї поверхні, як-от грань будівлі, особливо необхідні, нижче Шлях2 (зелений) можна додати до дайте більше деталей і кращу точність. В основному, роторний БПЛА, як мультикоптер, підходить для цього застосування завдяки гнучкості.

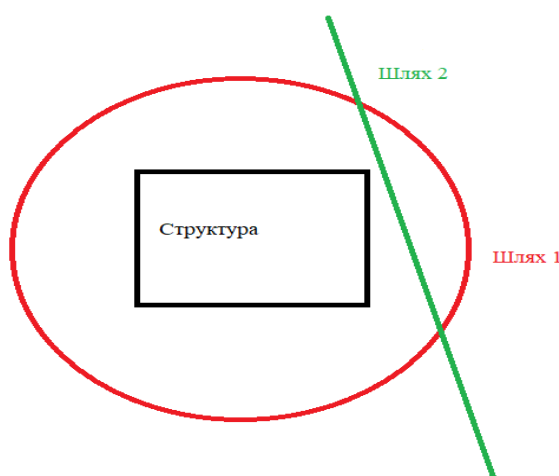


Рис.3.1 Планування шляху для реконструкції 3D структури

Планування польоту для картографування місцевості:

Планування польоту для картографії місцевості набагато важче, ніж для 3D-реконструкції. Дизайн планування польоту зазвичай визначається параметрами проекту, які варіюються від одного проекту до іншого. У цій процедурі необхідно реалізувати деякі математичні алгоритми. Нижче наведена частина буде розділена на дві частини. У першій частині буде прологічну схему планування карток місцевості. У другій частині обговорюватиметься процедура картографування місцевості, включаючи етап початкового планування та етап подальшого розгляду в роботі. Логічний потік планування картографування місцевості:

Планування польоту для картографування місцевості - це питання безпеки польоту, це більше стосується отримання бажаної точності і точності даних (відбитих у висоті польоту і якість зображення на етапі планування). Отже, щоб одержати хороший набір даних, політ необхідно ретельно спланувати.

По-перше, постобробка нещодавньої фотограмметрії БПЛА переважно включає три етапи – зіставлення зображень, SfM та MVS. Кожен крок вимагає перекриття зображень, що означає, що можна обробляти лише зображення, які мають області перекриття з іншими зображеннями. Отже, перекриття зображень є першим та найважливішим фактором, який слід враховувати.

По-друге, різні проекти БПЛА вимагають різної точності та точності. Досягнення необхідної мети необхідно враховувати різні параметри.

По-третє, політ БПЛА та збір даних зазвичай залежить від безлічі різних факторів, таких як вітер та поверхня місцевості, ці фактори необхідно враховувати, якщо потрібний точний результат картування. Основна логічна схема розробки плану польоту показана на діаграмі нижче.

Найважливішими впливовими факторами при плануванні польотів БПЛА є висота польоту, відсоток вхідного перекриття, вітер і поверхня місцевості. Серед цих чотирьох факторів, вхідний відсоток перекриття та висота польоту можуть бути попередньо визначені та змінені відповідно до

вимог диспетчера, тоді як, з іншого боку, вітер і поверхню місцевості можна лише приблизно дослідити або передбачити, і може знадобитися план польоту бути відповідно зміненим. Детальніше про теорію та використані алгоритми буде розказано нижче.

Процедура картографування місцевості:

1) Початковий етап планування:

На початковому етапі планування основна ідея, реалізована в цій роботі, полягає в спрощенні 3D сценарію до 1D, що означає, що тривимірна траєкторія польоту повинна бути спрощена до окремих точок на одній загальній площині, щоб задовольнити вимоги бортового навігатора — GPS/INS, оскільки GPS може реалізувати лише позиціонування точки, якщо планування польоту здійснюється у світовій системі координат. Ці цільові точки називаються маршрутними точками в польоті БПЛА.

Ще одним важливим фактором є синхронізація GPS і датчика камери. Під час польоту ми повинні переконатися, що камера робить фотографії в той самий час, коли GPS вимірює маршрутну точку, щоб потім фотографії можна було автоматично позначати географічними тегами. Один із способів усвідомити це — за допомогою хронометражу — встановити проміжок часу камери та використовувати GPS, який має функцію імпульсу за секунду. Однак цей метод має багато обмежень: по-перше, невеликого БПЛА корисне навантаження становить менше 500 грамів, неможливо носити з собою професійні камери для аерофотокартографування, натомість він може носити невелику компактну камеру, яка може не мати достатньої кількості налаштування проміжної зйомки. Використання внутрішнього таймера легкої компактної камери обмежує швидкість зйомки, як правило, до 10 с+. По-друге, набагато складніше синхронізувати дані з положеннями точок GPS, оскільки годинник автопілота і камери можуть дрейфувати. Крім того, на швидкість платформи БПЛА під час польоту може впливати багато різних факторів, просто встановлення постійного часу ніколи не може точно визначити зображення точки маршруту. Тому для більшості сучасних карт місцевості

застосовується електричні з'єднання між бортовою системою GPS і камерою і запускаємо камеру для фотографування, коли GPS досягає призначених точок маршруту.

У цій главі нижче висоту польоту та відсоткове перекриття потрібно обговорити спочатку, щоб виявити вплив цих двох факторів на відображення БПЛА. А потім буде надано кілька алгоритмів, які показують, як можна спочатку розрахувати точки польоту БПЛА на основі цих двох факторів.

Висота польоту

Висота польоту безпосередньо пов'язана з якістю зображення і, таким чином, важлива для обробки зображень на основі зору.

По-перше, як обговорювалося вище, точність і відстань вибірки з землі (або роздільна здатність на землі) зазвичай визначаються для певного проекту БПЛА. Приблизну оцінку точності для всієї стереомоделі перед будь-яким фактичним вимірюванням можна передбачити за такими формулами «Правило великого пальця»

$$\sigma_x = \sigma_y = m_B \sigma_B \quad (3.2)$$

$$\sigma_z = m_B \frac{H}{B} \sigma_B \quad (3.3)$$

Де m_B – число масштабу, рівне $\frac{H}{f}$, f – фокусна відстань;

σ_B – точність вимірювання зображення, зазвичай від 1/5 до 1/2 пікселя.

Примітка: хоча вищезгадану функцію можна використовувати лише на етапі планування для приблизної оцінки, вона забезпечує основне співвідношення між точністю та висотою, що є важливим показником. Більше того, відстань вибірки на землі (GSD) або роздільна здатність землі можна виразити як: $GSD = \text{розмір пікселя датчика зображення} \times \text{точність}$, і роздільна здатність пов'язані з висотою польоту. Враховуючи певний GSD і загальну необхідну точність всього проекту, приблизну висоту можна

розрахувати перед будь-яким реальним польотом. Якщо точність не вказана для одного проекту, менша висота польоту БПЛА може дати більший масштаб для фотографій, тому роздільна здатність фотографій або наземна відстань вибірки (GSD) вища. У свою чергу, вища роздільна здатність може привести до більшої кількості деталей DSM, отриманих з фотографій. Крім того, вища роздільна здатність дозволить точніше визначити особливості на фотографіях, що дозволить підвищити точність. Випробування висоти польот. Деякі тести були проведені, щоб перевірити вплив висоти польоту на результати.

Перекриття введеного відсотка:

По-перше, вхідне відсоткове перекриття вплине на області перекриття, якщо висота польоту та фокусна відстань тощо залишаються однаковими протягом усього польоту, чим більше відсоток перекриття, тим більше області перекриття. Менший вхідний відсоток перекриття зменшить кількість ліній польотів і, таким чином, скоротить час польоту. Однак, оскільки площа моделі, створеної фотографіями, насправді обмежена загальними областями перекриття, менший відсоток перекриття також означає меншу загальну область між сусідніми фотографіями і, таким чином, може призвести до гіршого результату постобробки — меншої точності. Загалом, для великої платформи БПЛА необхідно проектувати принаймні 60% перекриття по широті (переднє) і 25% по довготі (збоку). Для маленького БПЛА ці два значення зазвичай встановлені на 75%+ і 65%+ (Ip, AWL, 2005). Алгоритми розрахунку шляхових точок проектів БПЛА

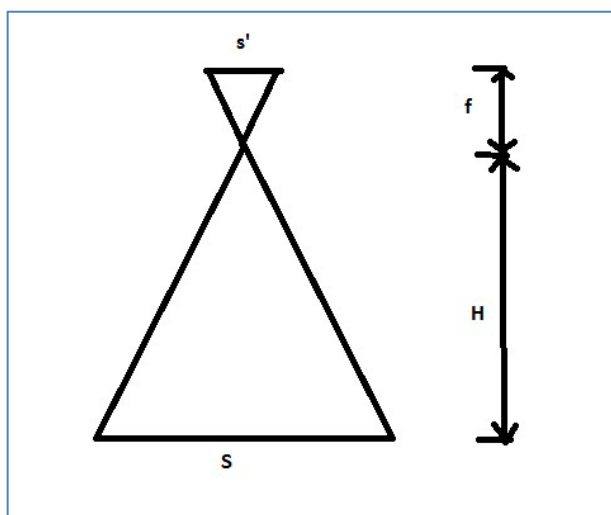


Рис.3.2 Взаємозв'язок геометрії між висотою польоту H , фокусною відстанню f , розміром датчика s' та покриттям землі S

Як показано на малюнку вище, на етапі проектування ми спочатку розглянемо найпростіший випадок (ідеальна ситуація), коли траєкторія польоту паралельна поверхні місцевості. З рівняння (1) можна розрахувати приблизну висоту польоту на основі необхідного GSD. Потім, на цьому кроці, можна записати наведені нижче два рівняння [11], щоб виразити взаємозв'язки між вищевказаними параметрами.

$$\frac{s'_1}{f} = \frac{S_1}{H} \quad (3.4)$$

$$\frac{s'_2}{f} = \frac{S_2}{H} \quad (3.5)$$

Де s'_i - висота і ширина датчика камери, S_1 і S_2 - дві сторони покриття землі.

i визначаються камерою, тому залишаються незмінними протягом усього польоту. Фокусна відстань зазвичай встановлюється на найменшу і зазвичай залишається незмінною під час польоту, щоб отримати найбільше покриття та рівномірний масштаб зображення. Таким чином, з наведених вище рівнянь можна розрахувати ґрунтове покриття зображення.

Потім визначене відсоткове перекриття можна використовувати для розрахунку точок шляху разом із зображенням покриття землі.

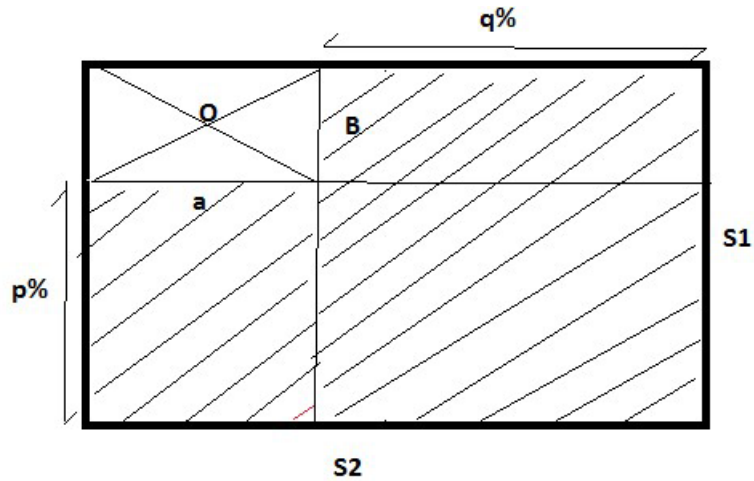


Рис.3.3 Розрахунок маршрутної точки O на основі відсотка накладання зображень і покриття зображення.

Відповідно до наведеної вище геометрії, дві нижченаведені функції для обчислення відстані між послідовними фотографіями в одній смузі B і відстані між сусідніми смугами a можна записати як:

$$B = S_1 (1 - p\%) \quad (3.6)$$

$$a = S_2 (1 - q\%) \quad (3.7)$$

Де $p\%$ – відсоток прямого перекриття, а $q\%$ – відсоток бічного перекриття.

Маршрутна точка GPS насправді є центром прямокутника (B х a), як показано вище.

Аналогічно, усі маршрутні точки можна розрахувати таким чином, доки не буде охоплено всю зону зйомки.

Потім точки маршруту текстового файлу можуть бути перетворені в реальну систему координат, експортовані та інтегровані в систему керування польотом, яка перетворює координати та додаткові параметри в команди керування і, нарешті, реалізується за допомогою управління БПЛА. Він міг би самостійно пересуватися від точки до точки, залежно від можливостей автономної мобільності БПЛА під час польоту.

2) Подальший етап розгляду

Цілями цього етапу є:

- Для забезпечення безпеки польоту БПЛА
- Щоб забезпечити кращу практику для досягнення вищої якості даних та отримання зображень.
- Щоб задовольнити попередні вимоги до обробки зображень.

На вищезгаданому початковому етапі планування одновимірні маршрутні точки були розраховані на основі висоти польоту, процентного перекриття та інших відомих параметрів.

Якщо розглядати лише ідеальну ситуацію, початкового етапу достатньо для польоту БПЛА, насправді багато програмного забезпечення для планування навіть не розглядають другий етап, це може бути добре для великого пілотованого літального апарату, але для картування місцевості малого БПЛА, польоту на малій висоті зі світлою платформою буде залежати від багатьох можливих впливових факторів, таких як вітер, поверхня місцевості тощо. Тому для отримання кращих результатів необхідно враховувати всі ці фактори, а також кращу геометрію для стереофото.

Подальший етап розгляду додає орієнтації камери до маршрутної точки, таким чином змінюючи одновимірні маршрутні точки назад на 3D геометрію.

Розгляд геометрії зображення

Для картографування фотограмметрії БПЛА існує загальна вимога літати прямо і вирівняно з точки зору поверхні місцевості, щоб отримати достатньо однорідний масштаб фотографій. Однак через малу висоту польоту БПЛА, а також через те, що алгоритми обробки зображень БПЛА, подібні до фотограмметрії закритого діапазону, вимога конвергентної геометрії зображення, таким чином, також потрібна, щоб задовольнити вимоги перетину епіполярної геометрії. Ці два «компроміси» ускладнюють планування польотів БПЛА.

Просунуту траєкторію польоту зі збіжною орієнтацією зображення можна спланувати як наступний малюнок.



Рис.3.4 Хороша орієнтація зображення

Як видно, лінія польоту все ще підтримується прямолінійно для створення однорідних масштабів фотографій, в той же час відносно змінена орієнтація платформи (камери) може забезпечити кращу геометрію для обробки зображень. Злегка нахилений кут камер може бути реалізований бортовим компасом через автопілот.

Інший більш простий метод полягає в польоті БПЛА під певним кутом до траєкторії польоту (для Fixedwing без посадкових лап), як показано на рис.7 нижче. Таким чином, зображення, зроблені на сусідніх смугах, утворять конвергентну геометрію, що добре підходить для постобробки.

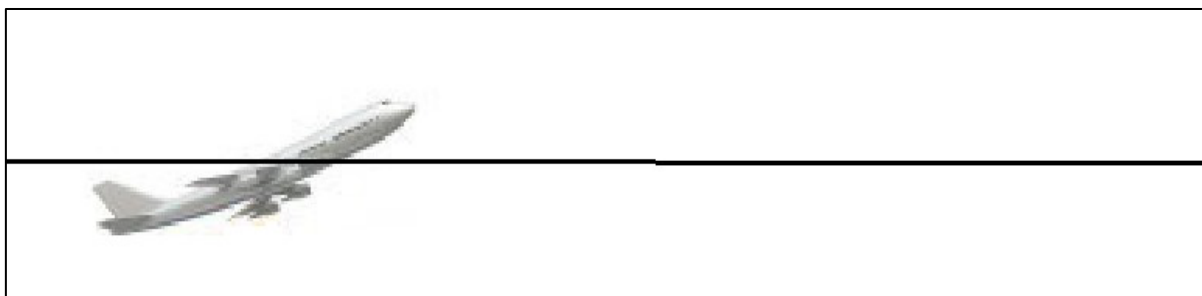


Рис.3.5 Платформа БПЛА з певним кутом до траєкторії польоту під час польоту

Розгляд вітру

Вітер в основному матиме два впливи на відображення фотограмметрії БПЛА — збільшить турбулентність платформи та зменшить перекриття зображень [12].

- Турбулентність платформи через сильний вітер:

Як зазначалося вище, малогабаритні БПЛА мають нестабільні платформи зображення, оскільки вони легко піддаються вітру під час польоту. В результаті блоки зображень часто складаються з поєднання похилих і майже вертикальних зображень, ці похилі зображення, ймовірно, буде важко орто-виправити на етапі обробки. Що ще важливіше, необхідно враховувати питання безпеки через вібрацію платформи. Можливість безпечної роботи на вітрі має велике значення для вибору БПЛА. Швидкість вітру на висоті польоту завжди є одним з перших міркувань перед польотом. У відкритих полях швидкість вітру, ймовірно, не сильно змінюється між висотою землі та висотою польоту, тоді як у міських районах будівлі, дерева та наземні утворення часто блокують або зменшують вплив вітру біля землі, значно сильніші вітри відчувають БПЛА під час польоту. Тому інформацію про швидкість вітру необхідно перевіряти перед будь-яким рейсом, щоб забезпечити безпеку.

- Зображення накладається на розгляд через вплив вітру

Вітер зазвичай має безпосередній вплив на перекриття зображення. Оскільки під час польоту використовується режим маршрутної точки GPS, одним із засобів, щоб уникнути цього впливу, є завчасна перевірка напрямку вітру над цікавим районом і політ безпілота в напрямку вітру вгору або вниз, а не бокового вітру, тому що поперечний вітер зазвичай призводить до великого «крабового кута».

У цьому випадку траєкторія польоту буде зберігатися в тому ж напрямку (напрямок швидкості БПЛА, як показано вище), однак напрямок головки БПЛА (швидкість повітря БПЛА) утворюватиме кут із траєкторією польоту, тому сусідні зображення також утворюватимуться кут один до одного, що зменшить ділянки перекриття.

На практиці напрямок вітру може змінюватися під час польоту, тому його важко передбачити перед кожним польотом. У наш час деякі бортові датчики пілота БПЛА можуть вимірювати напрямок вітру та вектор швидкості на основі швидкості землі та повітря. Після того, як швидкість вітру V_w буде

розрахована бортовим датчиком, автопілот вирішить, чи задоволений він певним порогом, якщо ні, БПЛА повернеться до вихідної точки. Для БПЛА цей поріг становить:

$$V_w < \frac{7m}{s} \quad (3.8)$$

Тоді кут краба можна розрахувати так:

$$x = \arcsin\left(\frac{V_w \sin|a-b|}{Va}\right) \quad (3.9)$$

Де a - напрямок траєкторії польоту, а b - напрямок вітру.

Якщо розрахований кут нахилу краба перевищує певне значення, скажімо, 15 градусів, для малого БПЛА, проектне перекриття може бути серйозно зруйновано. Єдиний засіб – почекати, поки вітер впаде, або збільшити відсоток перекриття введення перед польотом.

Врахування поверхні місцевості:

Природну поверхню місцевості дуже важко змодельовати, навіть одну попередньо зйомку ЦМВ можна отримати для зони інтересу перед польотом, БПЛА не можуть літати повністю відповідно до визначених особливостей поверхні. Тому в цій роботі всі поверхні місцевості були спрощені до двовимірної прямої або кривої лінії, що представляє основну характеристику поверхні місцевості, яку необхідно відобразити.

В основному, двовимірну лінію можна витягти з існуючої моделі поверхні (наприклад, ЦМВ) шляхом розрахунку шляху потоку з контурних ліній, як показано на малюнку нижче.

Тоді витягнутий шлях потоку можна ще спростити. І, нарешті, можна отримати чотири типи спрощених двовимірних ліній, що представляють поверхні місцевості, як показано на рис.8 нижче.

В основному, більшість поверхонь місцевості можна спростити до одного з чотирьох типів або як їх комбінацію. Для різних типів поверхні місцевості слід застосовувати різні стратегії польоту.

Для кожного з них запропановано кілька можливих планів польотів.

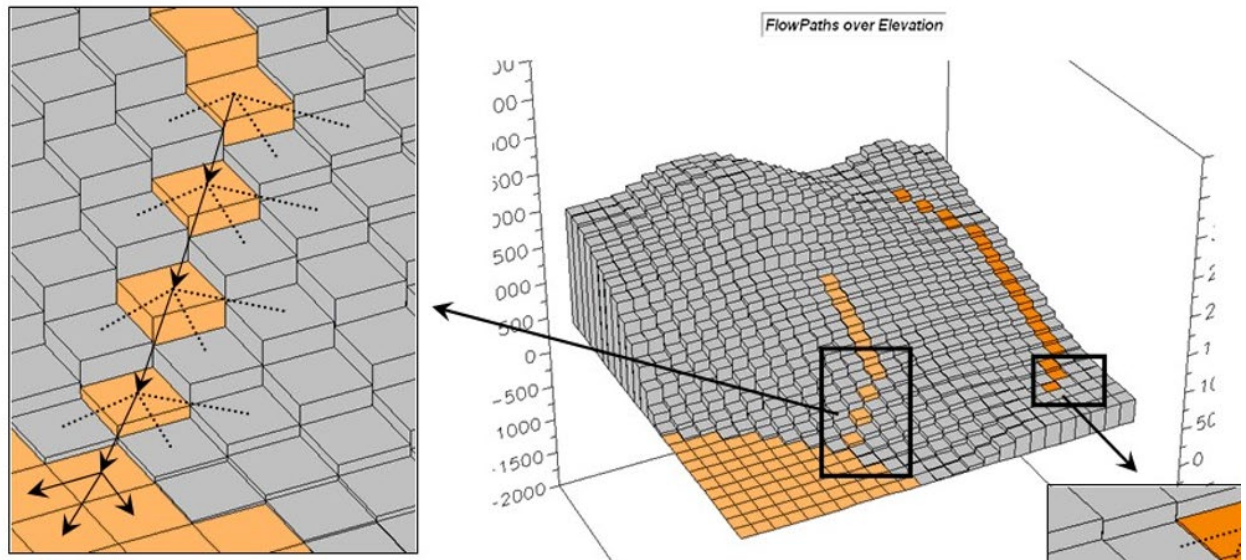


Рис. 3.4 Розрахунок шляху потоку моделі поверхні

- Сухопутний потік рухається вниз по найкрутішому шляху
- Розповсюджується на рівнинних ділянках (клітини однакової висоти)
- Зупиняється в депресії (всі навколишні клітини більші)

Тоді витягнутий шлях потоку можна ще спростити. І, нарешті, можна отримати чотири типи спрощених двовимірних ліній, що представляють поверхні місцевості.

В основному, більшість поверхонь місцевості можна спростити до одного з чотирьох типів або як їх комбінацію. Для різних типів поверхні місцевості слід застосовувати різні стратегії польоту.

Для кожного з них запропановано кілька можливих планів польотів.

План польоту для сценарію (1):

Сценарій прямолінійної місцевості відносно легший, ніж інші, не потрібно враховувати багато обмежень. Цей тип лінії зазвичай представляє рівну територію, наприклад міські парки або заповідники. Основні маршрутні

точки, згенеровані на основі початкового планування та орієнтації камери, обговорювані в розділі «Розгляд геометрії», можна безпосередньо застосувати.

План польоту для сценарію (2):

У гірських районах або іншому екстремальному рельєфі місцевості важко або навіть неможливо підтримувати достатні умови: «проміжки» між фотографіями можуть бути створені надмірним рельєфом, якщо проводити лише паралельні лінії польоту. Однак цей «газ» можна «заповнити» смужками, що пролітають на різній висоті та перпендикулярно початковій траєкторії польоту, як показано на малюнку нижче, де червоні лінії є початковими смугами польоту, а зелені — це смуги для виправлення, які потрібно заповнити. можливі «прогалини». Для планування польоту над гірською місцевістю необхідно добре знати зміни висоти, щоб уникнути зіткнення та забезпечити достатній дизайн польоту.

План польоту для сценарію (3):

Така ситуація станеться, якщо необхідно отримати деталі поверхні підйому або спуску. Як показано на малюнку нижче, якщо до цієї ситуації застосувати прямолінійний політ, область перекриття зображення між двома сусідніми смугами зменшиться в напрямку вгору. Тому там, де є великі перепади висоти між початковою та кінцевою точками, рекомендовані передні та бічні перекриття, а також висота польоту повинні бути розроблені для найвищої точки землі, таким чином можна задовольнити основні вимоги проекту. Крім того, для забезпечення безпеки БПЛА має злітати з найвищої точки. Крім того, якщо схил пагорба дуже великий, як показано на правому зображенні на рис. 9 нижче, смуги, можливо, доведеться розділити на різні групи, і кожна група має різну висоту.

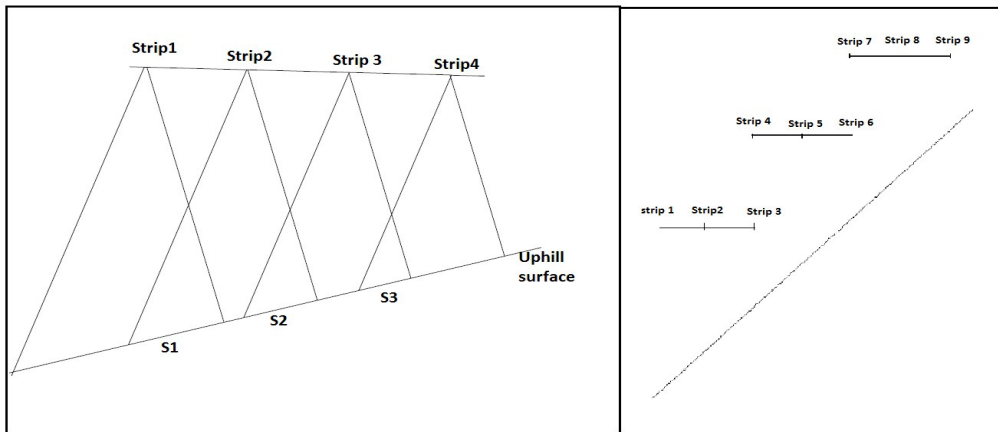


Рис.3.5 Польотні смуги в горі.

- Ліворуч: перекриття зображень зменшується в напрямку вгору;
- Праворуч: розділіть прольоти на різні групи з різною висотою відповідно до підйому.
- Strip1 – Полоска та її номер.
- Uphill surface - поверхність в гору.

Кращим рішенням є політ БПЛА паралельно поверхні пагорба, як показано на малюнку нижче, кожна смуга польоту має різну висоту для підтримки однакового масштабу зображення, а також можна підтримувати однакове перекриття між смугами. Однак цей режим польоту може бути важко реалізувати БПЛА. Таким чином, гнучкі гвинтокрили, як гелікоптер, можуть використовуватися для виконання такого роду польотів.

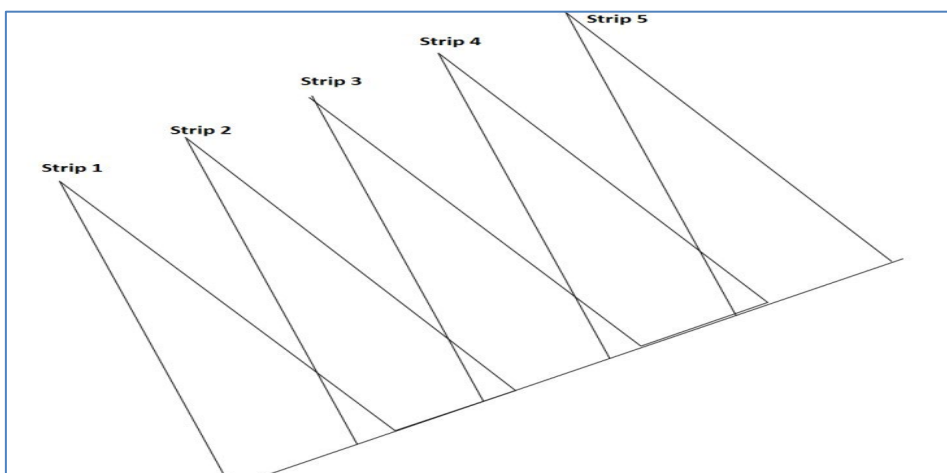


Рис.3.6 Взлетно-посадочная полоса параллельно поверхности холма

- План польоту для сценарію (4):

Для цього сценарію, оскільки спостерігається різка зміна області, що цікавить, польотні смуги потрібно розділити на дві групи, і кожна група має різну висоту польоту відповідно до висоти місцевості, щоб однаковий масштаб зображення зберігався як для вищого, так і для нижчого рельєфу.

Крім того, якщо потрібні деталі поверхні підйому, аналогічний метод використовується в сценарії.

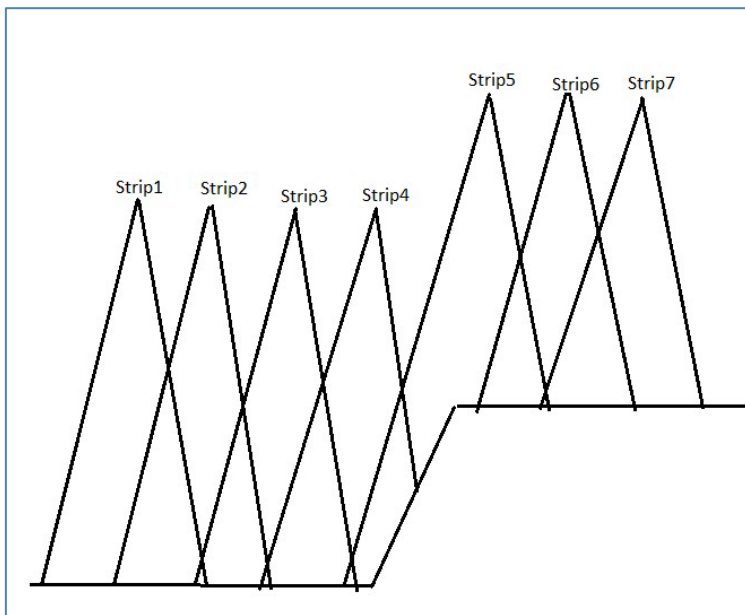


Рис.3.7 Польотні смужки для різкої зміни поверхні.

На закінчення, для картографування місцевості траєкторія польоту повинна більш-менш відповідати лінійним особливостям топографії, що фотографується.

Вимірювання наземних контрольних точок

Оскільки пряме георефрендинг за допомогою лише GPS/INS все ще недостатньо точне, особливо для невеликих БПЛА, де можна встановити лише легкий чіп псевдодіапазону GPS або приймач DGPS. Основну істину можна отримати під час польоту БПЛА.

Теоретично, розмір і форма наземних контрольних пунктів, кількість НКП і розподіл НКП можуть впливати на кінцеві результати.

Форма і розмір НКП:

Існують переважно два типи НКП — точки кола або точки перехресної лінії. У порівнянні з точками кола, точки перехресної лінії мають наступні переваги:

Менше спотворення, ніж коло чи точки; Якщо частина хреста відсутня, закрита або знищена під час польоту, центр завжди можна знайти.

Інша річ, яку слід враховувати, це те, що НКП повинні бути дуже чіткими на зображенні, щоб його можна було легко підняти. Таким чином, при проектуванні розмірів НКП необхідно враховувати роздільну здатність на землі та висоту польоту. На рис. 21 показано НКП, використаний в одному з наших тестів топографічного картографування (чорний килим 30 x 30 см з хрестом білої стрічки 5 см):

Кількість і геометричний розподіл НКП:

Традиційно кількість НКП має великий вплив на результати фотограмметрії, тому що для всього блоку зображень зазвичай виконується лише одне налаштування блоку пакетів, деякі алгоритми навіть фіксують вимірювання НКП і розглядають їх як відомі значення під час найменших квадратів. коригування. Для традиційної аерофотограмметричної зйомки, чим більше НКП, тим краща точність і точність проекту, якщо відносна точність наземної зйомки краща, ніж сама фотограмметрія. Але точність або точність не сильно зміниться, коли кількість НКП досягне певного рівня. Тим часом встановлення та вимірювання НКП може бути найбільш трудомісткою роботою в цій галузі. Є загальне прохання збалансувати час і точність зйомки. Кращий геометричний розподіл НКП також може зменшити кількість НКП, необхідних для необхідної точності та точності. Для контурного контролю всього блоку в традиційній аерофотограмметрії тести, проведені іншими, довели, що дуже незначне покращення досягається шляхом додавання контролю до внутрішньої частини блоку. Тому розподіл контролю по периметру блоку продовжує залишатися оптимальним шаблоном контурного контролю. Іншими словами, НКП повинні бути розкидані навколо

контрольних пунктів, а не лише з одного боку контрольних пунктів. Для вертикального контролю контрольну точку краще розташувати в обмеженій зоні без зміни висоти, щоб уникнути помилок екстраполяції та інтерполяції, як показано нижче.

Нові речі для поточного дослідження БПЛА на основі комп'ютерного зору (обробка зображень):

Однак із розвитком нових технологій комп'ютерного зору структура від техніки руху використовує інкрементальне коригування пакетів тдля уточнення положень камери та 3D точок після того, як зображення додається до пакетного налаштування, цей метод значною мірою підвищив точність взаємного розташування всіх зображень і тривимірних точок. Лише під час останньої ітерації виконується коригування блоків пакетів із вимірюваннями НКП для корекції масштабу, трансформації та повороту всіх зображень і 3D точок, а також лише незначної зміни взаємного розташування фотографій. Крім того, ці значення НКП розглядаються лише як «спостережувані невідомі» у коригуванні найменших квадратів (теорія структури від руху буде детально обговорена в наступних розділах). Тим часом, тривимірна хмара точок, створена стереометодом, може досягати субпіксельного рівня високої точності (близько 2,3 см наземної роздільної здатності для 80-метрового польоту в наших проектах). Таким чином, вимірювання НКП не мають такого великого впливу, як раніше, на кінцеві результати. Це також дозволяє зменшити загальну кількість НКП, що використовуються в одному проекті БПЛА.

Для перевірки впливу кількості та розподілу НКП на кінцевий результат проекту БПЛА проведено декілька тестів. Як НКП, так і контрольні точки вимірювали за допомогою мережевого RTK-GPS.

Враховуючи хороший огляд неба на тестовій зоні, RTK-GPS насправді працює дуже добре (точність ~ 2 см). Контрольні знімки довели послідовність вимірювань GPS. Таким чином, мережевий RTK GPS був обраний для порівняння.

У кожному з тестів значення мережевого RTK GPS цих контрольних точок порівнювалися з відповідними значеннями, отриманими за допомогою фотограмметрії БПЛА.

3.2 Обробка зображень

З розвитком невеликих БПЛА на цивільному ринку, кращі рішення для постобробки для обробки знятих зображень стали гарячою темою дослідження протягом останніх кількох років. Традиційне програмне забезпечення, таке як LPS, INPHO тощо, насправді підходить для великої пілотованої аерофотограмметричної платформи з високоточними датчиками (наприклад, GPS/IMU/vision). З низькою точністю бортового GPS на БПЛА ці програмні пакети зазвичай не можуть забезпечити достатніх результатів.

Більшість із цих програмних пакетів фактично використовують подібні алгоритми для порівняння зображень і створення розріджених тривимірних хмар точок, але може бути відмінність у процедурі ущільнення 3D-хмар точок (Deshogue, 2013). Деякі інші пакети програмного забезпечення для фотограмметрії закритого діапазону, такі як VisualSFM, Bundler, PMVS та новітнє програмне забезпечення SURE, також можуть працювати з зображеннями БПЛА низького класу в передбачуваній системі координат.

Узгодження зображень

На сьогоднішній день узгодження зображень є автоматичним методом, який може ідентифікувати та виміряти відповідні точки зображення, які розташовані на ділянці накладання кількох зображень. Через велику кількість даних БПЛА, піраміда зображення іноді використовується під час процесу. Для зіставлення зображень БПЛА основні методи узгодження зазвичай класифікуються на 2 категорії— узгодження на основі площі та відповідності на основі характеристик. Деякі з останніх пакетів програмного забезпечення для фотограмметрії БПЛА використовують і поєднують обидві методи для отримання відносно більшої кількості точок (ключових точок)

збігу з більш високою точністю. Ці програмні пакети зазвичай дотримуються наведеної нижче блок-схеми для створення точок збігу та пар зображень.

Узгодження на основі площі (ABM) є класичним методом, який використовується в традиційній аерофотограмметрії, але він рідко обговорюється в останніх публікаціях. ABM використовує сіре значення пікселів для опису відповідних об'єктів. В алгоритмах ABM невелике вікно пікселів у відповідних зображеннях статистично порівнюється з вікнами такого ж розміру на еталонному зображенні. Тому передумовою ABM є те, що розподіл рівня сірого відповідного зображення та опорного зображення має бути досить подібним, а оскільки значення сірого пікселя пов'язане з орієнтацією зображення, масштабом зображення, параметрами камери та освітленням тощо, нижча якість БПЛА зображення (у порівнянні з фотографією пілотованого літального апарату) зазвичай не відповідають вимогам ПРО. Таким чином, узгодження на основі функцій стає найважливішою технікою узгодження в наші дні для узгодження зображень БПЛА. Його потрібно спочатку застосувати до зображень БПЛА, щоб отримати початкові пари збігу. Потім можна реалізувати відповідність на основі площ, щоб отримати більш точні пари ключових точок.

Масштабно-інваріантне перетворення ознак (SIFT) є найпоширенішим сьогодні алгоритмом відповідності на основі ознак. Його опублікував Девід Лоу в 1999 році, а в 2004 році був удосконалений [13]. Виявлення функцій є незмінними до масштабу та повороту зображення, і показано, що вони забезпечують надійне узгодження в значному діапазоні афінних спотворення, зміни точки зору 3D, додавання шуму та зміни освітлення.

1. Виявлення та вилучення ознак

На першому етапі обчислень виконується пошук усіх зображень, щоб знайти місця потенційних точок інтересу. Функція різниці Гаусса (DOG) застосовується для ідентифікації цих місць, які є незмінними щодо масштабу та орієнтації. Слід звернути увагу на те, що багато з цих місць-кандидатів є спеціальними точками, такими як кути об'єкта, ребра тощо. Потім у цих

місцях ключові точки вибираються на основі стабільності. Після цього кожній ключовій точці призначається одна або кілька орієнтацій на основі локальних напрямків градієнта зображення. Нарешті, локальні градієнти зображення вимірюються у вибраному масштабі в області навколо кожної ключової точки

2. Відповідність характеристик

Зіставлення функцій для двох зображень: опорне зображення та відповідне зображення:

Для еталонного зображення найкраще відповідність кандидату для кожної ключової точки в ньому визначається шляхом визначення його найближчого сусіда в базі даних ключових точок із відповідного зображення. Найближчий сусід визначається як ключова точка з мінімальною евклідовою відстанню для інваріантного вектора дескриптора. Однак більш ефективним і точним способом є порівняння відстані замкнутого сусіда з відстанню другого замкнутого сусіда. Нижче наведено функції зіставлення функцій:

$$R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{i128})$$

$$S_i = (s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{i128})$$

$$d(R_i, S_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^{128} (r_{ij} - s_{ij})^2}$$

(3.10)

Опис ключових моментів на опорному зображенні та опис ключових моментів у відповідному зображенні; подібність опису між будь-якими двома пунктами точки збігу повинні задовольняти, відстань замкнутого сусіда R_i ; у відповідному зображенні, відстань до другого найближчого сусіда R_i у відповідному зображенні.

Зіставлення функцій для великого набору даних БПЛА:

Для більшості проектів БПЛА потрібно зіставити набагато більше двох зображень, узгодження кожної пари зображень в одному великому проекті

(зазвичай є сотні зображень) є дуже трудомісткою роботою. Тому деякі програмні пакети розробили спрощені методи, використовуючи значення вбудованих GPS/IMU для підвищення ефективності.

Одним із методів підвищення ефективності зіставлення зображень у парі зображень є [14]:

- *Оцінка приблизних областей перекриття на основі даних GPS та пошук точок збігу зображень у межах області перекриття:*

Щоб підвищити швидкість збігу, [14] обмежить простір пошуку на 10% більше, ніж приблизна область перекриття на основі малюнка нижче. На рис. показано метод перекриття, де заштрихована область є фактичною площею перекриття, а область всередині пунктирної лінії є простором пошуку ключових точок.

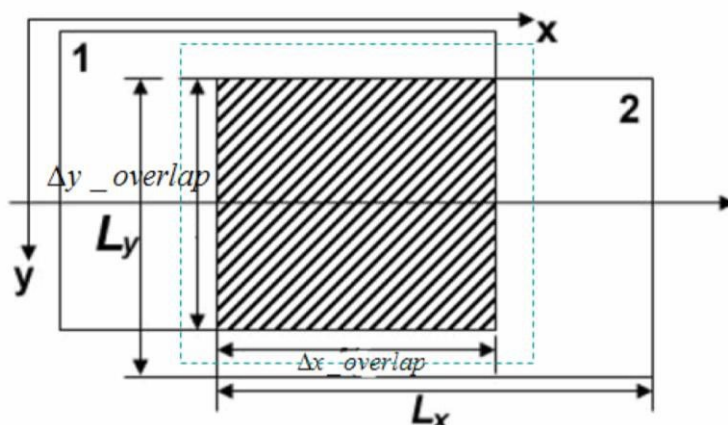


Рис.3.8 Обмежений простір для пошуку ключових точок

Однак, знову ж таки, цей метод спрощення підходить лише для БПЛА з відносно високою точністю GPS, для БПЛА з низькою точністю бортового GPS-приймача або за деяких обставин, коли сигнал GPS поганий, або де виникає сильний вітер (серйозна вібрація платформи викликає велику різницю між фактичним перекриттям та спроектоване перекриття), цей метод може спричинити серйозні проблеми і, таким чином, зазвичай виходить з ладу.

Кращий і більш можливий спосіб підвищити ефективність узгодження всього проекту БПЛА:

- *Метод відповідності ознак підмножини:*

Очевидно, що повне попарне узгодження для всіх вхідних зображень у великому проєкті БПЛА є одним із найбільш трудомістких кроків. Однак, якщо збігаються пари можна скоротити до різних підмножин, ефективність значно підвищиться. Крім того, загальні обчислення також можна зменшити[15].

Насправді, через регулярний відсоток перекриття, різноманітність точок огляду та великі площі, охоплені великими проєктами БПЛА, більшість зображень на початку польоту не збігаються із зображеннями в кінці польоту, як показано на нижче малюнок. Таким чином, можна заощадити багато часу на збіг, якщо підмножини можна визначити надійно та ефективно. А в топографічних проєктах БПЛА, зокрема, підмножини можна вибрати на основі попередньо визначеного відсотка перекриття, виміряних бортових даних GPS, а також класифікації видимості (завантажити зображення, перевірити, які зображення перекриваються)

Для кожного зображення в n Хоче б ви мати L проєкт, інші $n-1$ фотографії повинні бути узгоджені з ним.

Всього будуть пари, $C_n^2 = \frac{n^2-n}{2}$ що дуже трудомістко. (Зелені точки: фотографії; червоні лінії: відповідний зв'язок між першою фотографією та іншими)[16].

Після ідентифікації цих підмножин узгодження ознак може бути здійснено лише серед пар зображень у межах однієї підмножини, а узгодження зображень у різних підмножинах може виконуватися одночасно. Таким чином, для проєкту БПЛА з n зображеннями загальний розрахунок відповідності може бути зменшений $C_n^2 = \frac{n^2-n}{2}$ до менших чисел залежно від кількості та розміру підмножин.

Налаштування Photoscan

Agisoft Metashape Professional дозволяє генерувати щільні хмари точок із геопривязкою, текстуровані полігональні моделі, цифрові моделі висот і ортомаїки з набору зображень, що перекриваються, з відповідною

довідковою інформацією. У цьому розділі описано основні етапи обробки генерації ЦМВ/Ortomosaic. Робочий процес для набору зображень із контрольними точками землі.

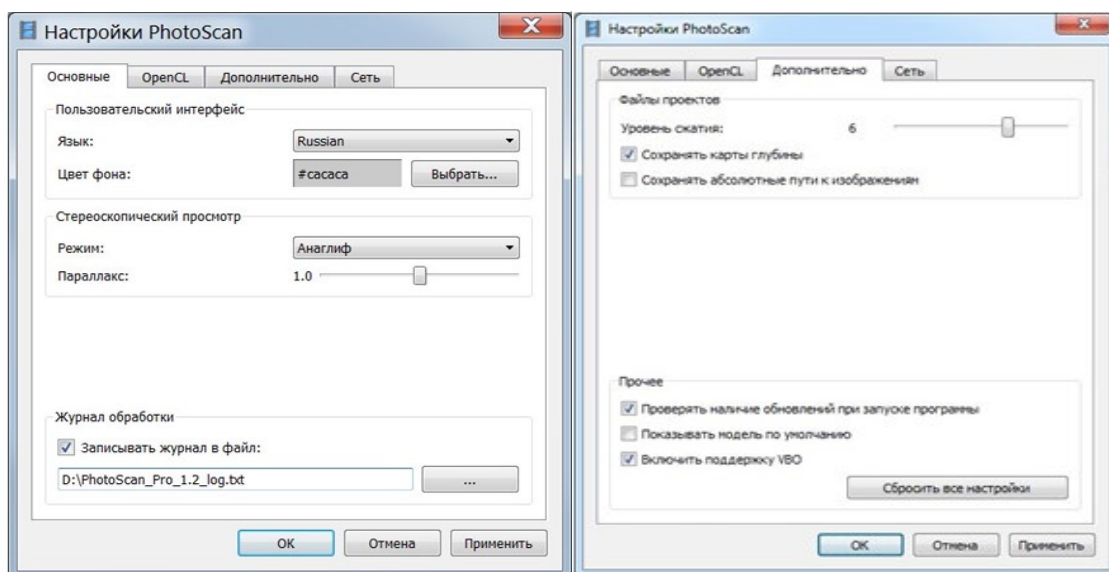


Рис.3.9 Основні та додаткові настройки Photoscan

Встановіть наступні значення для параметрів на вкладці Загальні :

Стереорежим: анагліф (використовуйте апаратне забезпечення, якщо ваша графічна карта підтримує Quad Buffered стерео) *Стереопаралакс*: 1.0

Записати журнал у файл: вкажіть каталог, де Agisoft Metashape буде збережено (у разі звернення до служби підтримки програмного забезпечення це може знадобитися). Встановіть такі параметри на вкладці GPU : Увімкніть будь-які пристрої GPU, виявлені PhotoScan у діалоговому вікні. Виберіть опцію «Використовувати ЦП», якщо менше двох графічних процесорів використано. Встановіть наступні значення для параметрів на вкладці "Додатково":

- Рівень стиснення проекту: 6
- Зберігати карти глибини: увімкнено
- Зберігати абсолютні шляхи зображення: вимкнено
- Перевірити наявність оновлень під час запуску програми: увімкнено
- Увімкнути підтримку VBO: увімкнено

Завантаження фотографій

Перед початком будь-якої операції необхідно вказати, які фотографії будуть використовуватися як джерело для 3D реконструкція. Фактично, самі фотографії не завантажуються у PhotoScan, поки вони не знадобляться. Так, під час «завантаження фотографій» ви вказуєте лише фотографії, які будуть використані для подальшої обробки.

Якщо всі фотографії або підмножина фотографій були зняті з однієї позиції камери - станції камери, для PhotoScan для їх правильної обробки необхідно перемістити ці фотографії в групу камер і позначити групу як Camera Station. Важливо, щоб для всіх фотографій у Camera Station групі відстані між центрами камер були мізерно малі порівняно з мінімальною відстанню камери-об'єкта. 3D модель реконструкція вимагатиме принаймні дві станції камери з фотографіями, які перекриваються. Однак можна експортувати панорамне зображення для даних, знятих лише з однієї камери.

Завантажені фотографії відображаються на панелі робочої області разом із прапорцями, що відображають їх статус[17].

Поруч із назвою фотографії можуть з'явитися такі прапорці:

NC (не калібрований) повідомляє, що доступних даних EXIF недостатньо для оцінки фокусної відстані камери. В цьому випадку PhotoScan передбачає, що відповідну фотографію було зроблено за допомогою об'єктива 50 мм (35 мм плівковий еквівалент). Якщо фактична фокусна відстань значно відрізняється від цього значення, може знадобитися ручне калібрування.

NA (не вирівняно) повідомляє, що параметри орієнтації зовнішньої камери ще не оцінені для поточної фотографії. Зображення, завантажені у PhotoScan, не будуть вирівняні, доки ви не виконаєте наступний крок – вирівнювання фотографій.

Мультиспектральні зображення. PhotoScan підтримує обробку мультиспектральних зображень, збережених як багатоканальні (односторінкові) файли TIFF. Основні етапи обробки мультиспектральних зображень виконуються на основі первинного каналу, який може бути обраний користувачем. Під час ортомозаїчного експорту всі спектральні смуги

обробляються разом для формування мультиспектральна ортомозаїка з тими ж смугами, що й на вихідних зображеннях. Загальна процедура обробки мультиспектральних зображень не відрізняється від звичайної процедури для звичайні фотографії, за винятком додаткового кроку вибору основного каналу, який виконується після додавання зображень до проекту. Для досягнення найкращих результатів рекомендується вибирати спектральну смугу, яка є різкою і настільки ж максимально детально.

Жорсткі камери. PhotoScan підтримує обробку мультиспектральних наборів даних, знятих кількома синхронізованими камерами працює в різних спектральних діапазонах. У цьому випадку для кожної позиції доступні кілька зображень (площин). і PhotoScan оцінить окреме калібрування для кожної площини, а також їх відносну орієнтацію всередині установка камери.

Припущенням за замовчуванням є те, що синхронізовані камери мають однакове положення в просторі. У разі відстані між камерами не можна нехтувати, PhotoScan може обчислити відносне зміщення камери.

PhotoScan також дозволяє обробляти відеодані, що може бути корисно для сценаріїв швидкої перевірки, наприклад. Відео має бути розділене на кадри, які надалі використовуватимуться як вихідні зображення для 3D реконструкція.

Додати фотографії

Щоб додати фотографії, виберіть команду *Додати фотографії* у меню *Робочий процес* або натисніть *Додати фотографії* кнопку розташовану на панелі інструментів *Робоча область*. У діалоговому вікні *Додати фотографії* перегляньте вихідну папку та виберіть файли для обробки.

Завантажити положення камери

На цьому кроці задається система координат майбутньої моделі за допомогою позицій камер.

Примітка. Якщо положення камери невідомі, цей крок можна пропустити. Процедура вирівнювання фотографій, однак у цьому випадку буде потрібно більше часу.

Відкрийте панель *Посилання* за допомогою відповідної команди з меню *Координати маркера*

Виберіть файл, що містить положення камер інформацію. Найпростіший спосіб – завантажити простий файл із розділеними символами (*.txt, *.csv), який містить x- та у- координати та висота для кожної позиції камери (дані про орієнтацію камери, тобто значення нахилу, крену та повороту, також можна імпортувати, але дані не є обов’язковими для посилання на модель). У діалоговому вікні *Импорт CSV* вкажіть роздільник відповідно до структури файлу та виберіть рядок щоб почати завантаження з. Зауважте, що символ # вказує на рядок із коментарями, який поки не враховується як нумерація рядків. Вкажіть для програми, який параметр вказано в кожному стовпці через налаштування правильні номери стовпців у розділі *Столбцы* діалогового вікна. Також рекомендується вказати дійсні системи координат у відповідному полі для значень, що використовуються для даних центрів камер. Перевірте свої налаштування в полі зразка даних у діалоговому вікні *Импорт CSV*.

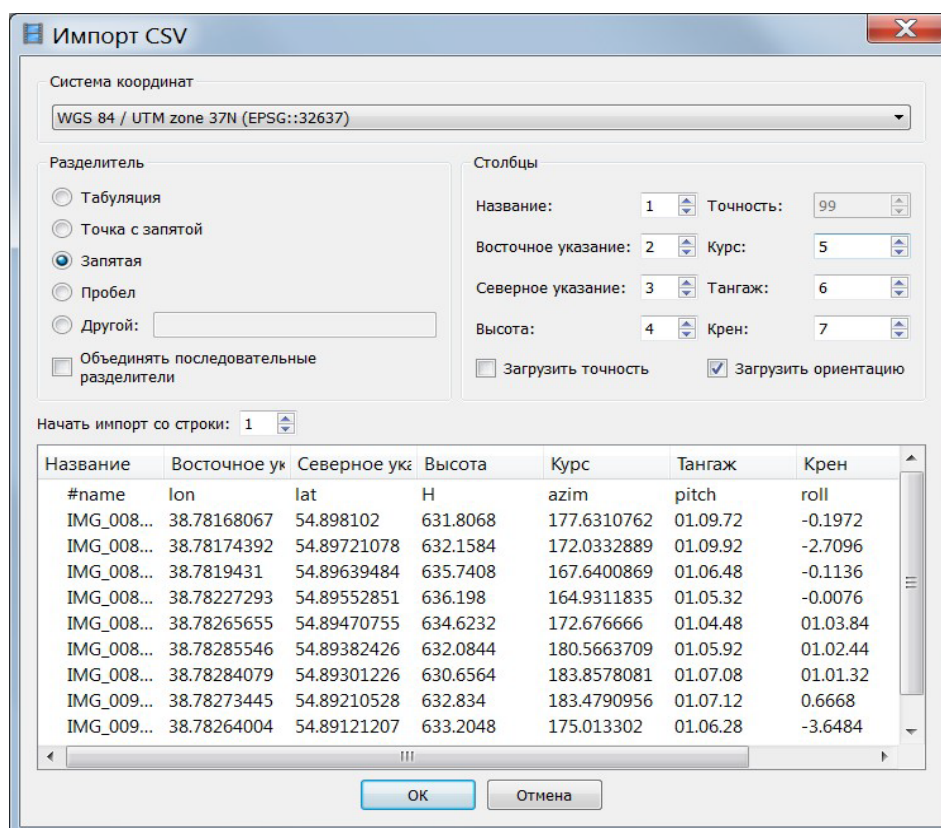


Рис.3.10 Імпорт CSV

У діалоговому вікні «Налаштування довідкових матеріалів» відповідну систему координат зі списку, якщо ви ще не вибрали її у діалоговому вікні *Імпорт CSV*. Налаштуйте *точність камери* в метрах і градусах відповідно до точності вимірювання:

Висоту землі слід вказати у випадку дуже косої стрільби та визначити середній рівень землі рівень висоти над еліпсоїдом у вибраній системі координат. Натисніть кнопку ОК, і положення камер будуть позначені в перегляді *моделі* з використанням їхніх географічних координат:

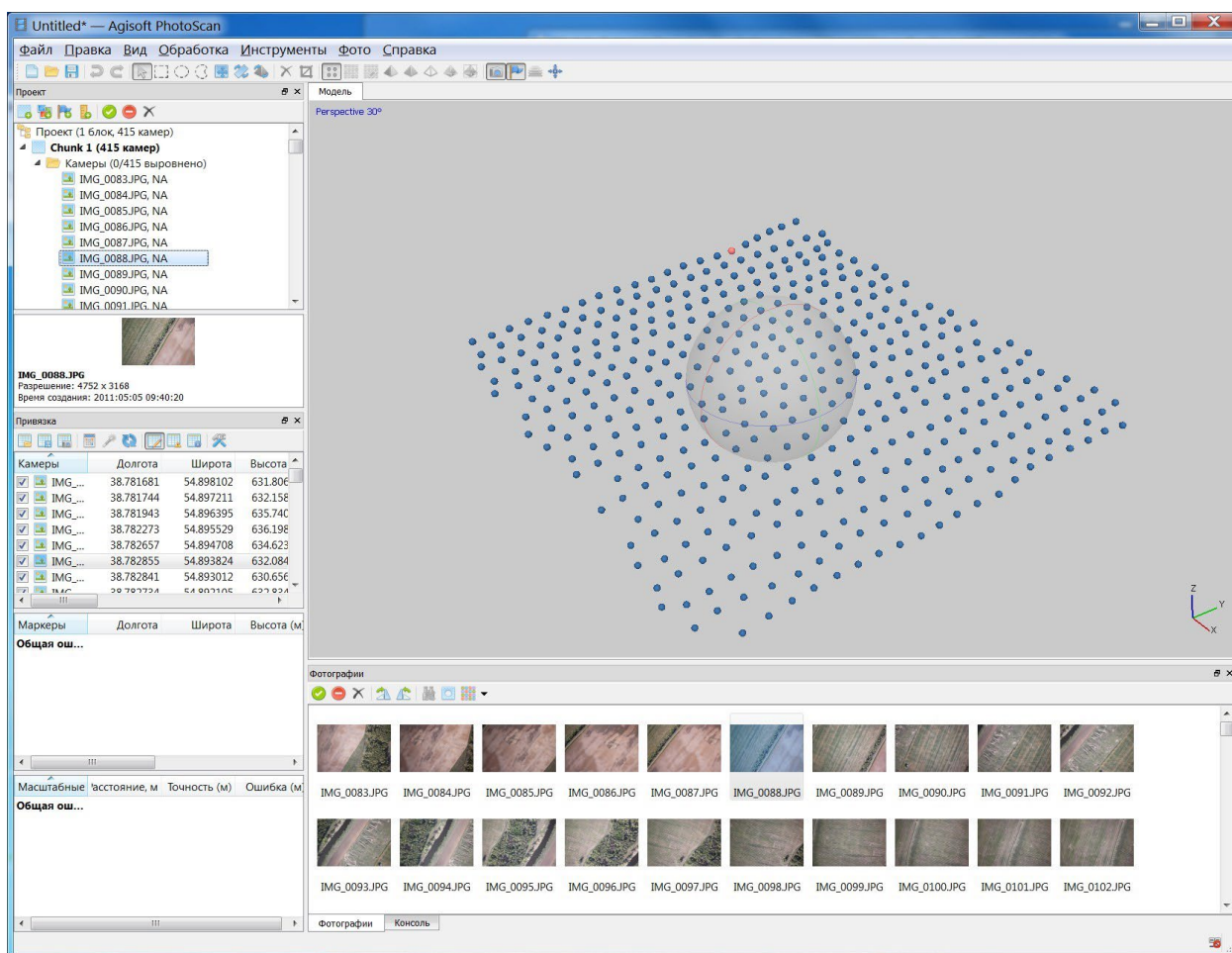


Рис.3.11 Положення камер в їх географічних координатах

Якщо ви не бачите нічого в режимі перегляду моделі, навіть якщо були дійсні координати камери імпортовано, переконайтеся, що на панелі інструментів.

Вирівнювання фотографій

Після завантаження фотографій у PhotoScan їх потрібно вирівняти. На цьому етапі PhotoScan знаходить камеру розташування та орієнтацію для кожної фотографії та створює модель розрідженої хмари точок. Після завершення вирівнювання відобразяться обчислені положення камер і розріджена хмара точок.

Ви можете перевірити результати вирівнювання та видалити неправильно розміщені фотографії, якщо такі є. Погане введення, наприклад, нечіткі фотографії, може погано вплинути на результати вирівнювання. Щоб допомогти вам виключити погано сфокусовані зображення з обробки PhotoScan пропонує функцію автоматичної оцінки якості зображення. Зображення зі значенням якості менше 0,5 одиниць рекомендується вимкнути і, таким чином, виключити з фотограмметричної обробки, за умови, що решта фотографій охоплює всю сцену реконструйовано. Щоб вимкнути фотографію, скористайтеся кнопкою Вимкнути на панелі інструментів панелі «Фотографії». PhotoScan оцінює якість зображення для кожного вхідного зображення. Значення параметра розраховується на основі на рівні різкості найбільш сфокусованої частини зображення.

Наступні параметри керують процедурою вирівнювання:

Точність. Вищі налаштування точності допомагають отримати точніші оцінки положення камери. Нижча точність налаштування можна використовувати, щоб отримати приблизне положення камери за короткий проміжок часу. Висока точність - програмне забезпечення працює з фотографіями оригінального розміру, середнього значення спричиняє зменшення масштабу зображення в 4 рази (2 рази з кожної сторони), при низькій точності вихідні файли зменшено в 16 разів, а найнижче значення означає подальше зменшення масштабу в 4 рази більше. Найвищий налаштування точності збільшує масштаб зображення в 4 рази. Оскільки позиції зв'язкових точок оцінюються на основі ознак, знайдених на вихідних зображеннях, воно може мати значення покращити вихідне фото для точної

локалізації зв'язкової точки[18]. Однак налаштування найвищої точності рекомендується лише для дуже чіткі дані зображення і переважно для дослідницьких цілей завдяки відповідній обробці досить трудомісткий.

Попередній вибір пари

Процес вирівнювання великих комплектів фотографій може зайняти багато часу. Значна частина цього періоду часу витрачається на збіг виявлених ознак на фотографіях. Параметр попереднього вибору пари зображень може прискорюватися підвищити цей процес завдяки вибору підмножини пар зображень, які потрібно зіставити. У попередньому відборі Generic. У цьому режимі пари фотографій, що накладаються, вибираються шляхом збігу фотографій із меншою точністю спочатку.

У режимі попереднього вибору еталон пари фотографій, що перекриваються, вибираються на основі виміряні місця розташування камер (за наявності). Для похилого зображення необхідно встановити висоту землі значення (середня висота землі в тій же системі координат, яка встановлена для даних координат камери) у діалоговому вікні «Параметри» на панелі «Посилання», щоб процедура попереднього вибору працювала ефективно.

Інформація про висоту землі має супроводжуватися даними про рискання, тангаж, крен для камер. рихання, кинь, Дані рулону мають бути введені в панель посилання. Ви можете увімкнути обидва параметри, щоб ще більше прискорити обробку.

Цифра вказує верхню межу точок ознак на кожному зображенні, які слід враховувати як поточний етап обробки. Використання нульового значення дозволяє PhotoScan знайти якомога більше ключових точок, але це може призвести до великої кількості менш надійних точок.

Вирівняти фотографії

Виберіть команду Вирівняти фотографії з меню Робочий процес. Встановіть наступні рекомендовані значення для параметрів у діалоговому вікні Вирівняти фотографії :

Точність: висока (налаштування нижчої точності можна використовувати, щоб отримати приблизне положення камери в менший час)

Попередній вибір пари: Reference + Generic (якщо положення камери невідомі – тільки. Необхідно використовувати загальний режим попереднього вибору)

Обмежити функції маскою: вимкнено (увімкнено, якщо якісь області були замасковані)

Ліміт ключових балів: 40 000

Ліміт прив'язної точки: 4000

Адаптивна підгонка моделі камери: увімкнено (щоб дозволити оцінку параметрів спотворення PhotoScan). За короткий проміжок часу (залежить від кількості зображення в проекті та їх роздільна здатність) ви отримаєте розріджену модель хмари точок, показану на моделі. Розташування та орієнтація камери позначаються синіми прямокутниками на виді вікно.

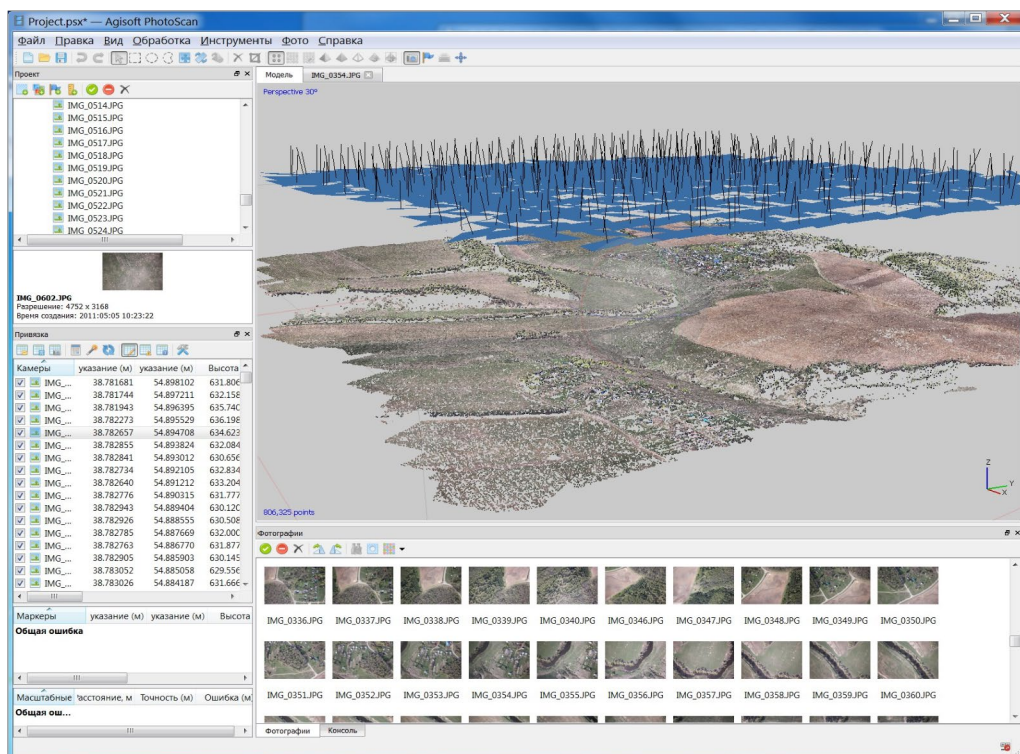


Рис.3.12 Розріджена хмара точок

Побудова щільної хмари точок

PhotoScan дозволяє створити і візуалізувати модель щільної хмари точок. На основі оцінки камери позицій програма обчислює інформацію про

глибину для кожної камери, яку потрібно об'єднати в одну щільність хмари точок. PhotoScan, як правило, створює надзвичайно щільні хмари точок, які мають майже таку саму щільність, якщо не щільніше, як хмари точок LIDAR. Щільну хмару точок можна редагувати та класифікувати в PhotoScan середовища і використовується як основу для таких етапів обробки, як Build Mesh, Build ЦМВ, Build Tiled Model.

Крім того, хмару точок можна експортувати до зовнішнього інструменту для подальшого аналізу.

Функція якість вказує бажану якість реконструкції. Для отримання більш детальної інформації можна використовувати налаштування вищої якості і точної геометрії, але для їх обробки потрібно більше часу. Інтерпретація якості параметри тут подібні до параметрів точності, наведених у розділі «Вирівнювання фотографій». Єдина відмінність полягає в тому, що в даному випадку налаштування якості Ultra High означає обробку оригінальних фотографій, а кожен наступний крок передбачає попереднє зменшення розміру зображення в 4 рази (по 2 рази з кожної сторони).

Режим глибинної фільтрації на етапі реконструкції генерації щільної хмари точок PhotoScan розраховує карти глибини для кожного зображення. Через деякі фактори, як-от шум або погано сфокусовані зображення, можуть бути деякі відхилення точки. Щоб розібратися з викидами, PhotoScan має кілька вбудованих алгоритмів фільтрації, які відповідають на виклики різних проектів. Якщо в сцені є важливі дрібні деталі, які просторово виділяються реконструйовано, то для важливих функцій рекомендується встановити режим м'якої глибинної фільтрації не слід відсортувати як винятки [19]. Це значення параметра також може бути корисним для повітряних проектів наприклад, якщо в цій зоні є покрівлі з поганою текстурою. Якщо реконструйована площа не містить значущих дрібних деталей, то це розумно щоб вибрати режим агресивної глибинної фільтрації, щоб відсортувати більшість викидів.

Режим фільтрації помірної глибини дає результати, які знаходяться між помірним і агресивним підходом. Якщо ви хочете повторно використовувати карти глибини, доступні в фрагменті, виберіть відповідну якість і глибину значення параметрів фільтрації.

PhotoScan дозволяє імпортувати хмару точок для інтерпретації на подальших етапах обробки як щільну хмару точок. Якщо ви хочете завантажити щільну хмару точок, отриману з якогось зовнішнього джерела (фотограмметрія технології, лазерне сканування тощо), ви можете скористатися командою Імпортувати точки з меню Файл.

Створіть щільну хмару точок

На основі приблизних положень камер програма обчислює інформацію про глибину для кожної камери об'єднати в єдину щільну хмару точок.

Виберіть команду «Створити щільну хмару» у меню «Робочий процес» Встановіть наступні рекомендовані значення для параметрів у діалоговому вікні Створення щільної хмари :

Якість: середня ; *Фільтрація глибини:* агресивна (якщо геометрія сцени, яку потрібно реконструювати. Рекомендується встановлювати численні дрібні деталі або нефактурні поверхні, наприклад дахи. М'який режим фільтрації глибини, щоб важливі функції не були розібрані.

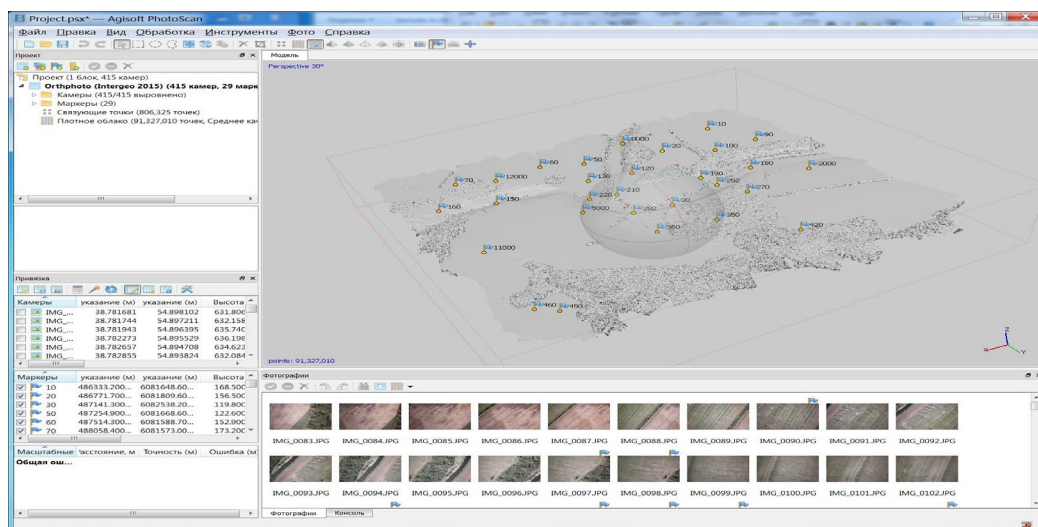


Рис. 3.13 Щільна хмара точок

Точки з щільної хмари можна видалити за допомогою інструментів виділення та *Видалити/Обрізати* інструменти, розташовані на панелі інструментів. Побудувати сітку (необов'язково: можна пропустити, якщо полігональна модель не потрібна як остаточний результат) Після реконструкції щільної хмари точок можна створити модель полігональної сітки на даних щільної хмари. Виберіть команду «Побудувати сітку»

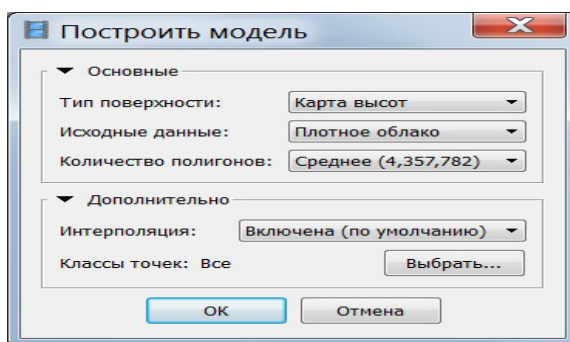


Рис.3.14 Побудувати модель

Встановіть наступні рекомендовані значення для параметрів у діалоговому вікні Build Mesh : *Тип поверхні:* поле висоти *Вихідні дані:* густа хмара. *Кількість полігонів:* середнє (максимальна кількість граней в отриманій моделі. Значення позначені поруч із *Високим/Середнім/Низьким* мітки попередньо встановлених налаштувань засновані на кількості точок ущільна хмара. *Інтерполяція:* увімкнено.)

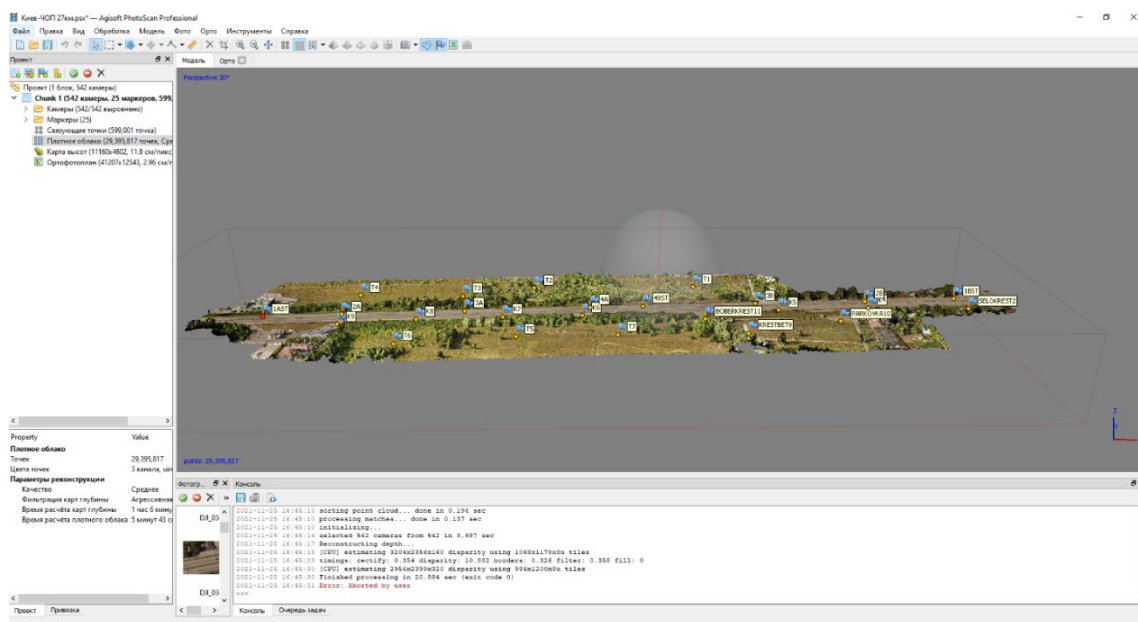


Рис. 3.15 Щільна хмара точок Київ ЧОП 27 км

3.2 Побудова моделі

Побудова моделі текстури

Калібрування кольору

Якщо під час зйомки умови освітлення суттєво змінилися, рекомендується використовувати параметр «Калібрувати кольори» перед процедурою створення текстури. Варіант може допомогти для рівномірної яскравості та балансу білого зображень по набору даних. Зверніть увагу, що для великих наборів даних

Процедура калібрування кольорів може виявитися досить трудомісткою. Визначає, які дані слід взяти за основу для оцінки площ, що перекриваються. Розріджена хмара – найшвидша, але найприближніша оцінка. Модель - дає більш точні результати, але тільки за умови, що поверхня досить деталізована. Це значення параметра є рекомендованим, якщо метою є калібрування кольорів для покращення якості текстура моделі.

ЦМВ - це розумна альтернатива значенню "Модель" для великих наборів даних, коли його неможливо реконструювати є суцільна полігональна модель (сітка). Відкалібрувати баланс білого у додатковій опції, яка вмикається.

Потім йде створення текстури 3D моделі. З'явиться діалогове вікно перебігу з поточним статусом обробки.

Режими відображення текстур

Режим відображення текстури визначає, як текстура об'єкта буде упакована в атлас текстур. Вибір режиму відображення текстури допомагає отримати оптимальну упаковку текстури і, відповідно, кращу візуальність якості кінцевої моделі.

Режим за замовчуванням — це загальний режим відображення; це дозволяє параметризувати текстурний атлас для довільної геометрії. Не робиться жодних припущень щодо типу сцени, що підлягає обробці; програма намагається створити максимально однорідну текстуру.

Адаптивний ортофото

У режимі адаптивного ортофото відображення поверхня об'єкта розбивається на плоску частину і вертикальні області. Плоска частина поверхні текстурована за допомогою орфографічної проекції, а вертикальна - регіони текстуруються окремо для підтримки точного представлення текстури в таких регіонах. У режимі адаптивного ортофото відображення програма прагне створити більш компактну текстуру відображення майже плоских сцен, зберігаючи хорошу якість текстури для вертикальних поверхонь, наприклад стіни будівель.

Ортофото

У режимі відображення Ортофото вся поверхня об'єкта текстурована в орфографічній формі проекція. Режим ортофото відображення створює ще більш компактне представлення текстури ніж у режимі адаптивного ортофото за рахунок якості текстури у вертикальних областях. Режим сферичного відображення підходить лише для певного класу об'єктів, які мають кульоподібну форму.

Це дозволяє експортувати атлас безперервної текстури для цього типу об'єктів, так що це набагато простіше щоб відредагувати його пізніше. Під час створення текстури в режимі сферичного відображення дуже важливо встановити обмеження коробка правильно. Вся модель повинна знаходитися в межах рамки. Червона сторона межі коробка повинна бути під моделлю; він визначає вісь сферичної проекції. Знаки на передній частині сторони визначають 0 меридіан.

Одне фото

Режим відображення однієї фотографії дозволяє генерувати текстуру з однієї фотографії. Фото буде використовуватися для текстуровання, його можна вибрати зі списку «Текстура».

Зберігати uv

У режимі Кеер uv mapping створюється атлас текстури, використовуючи поточну параметризацію текстури. Це може використовуватися для відновлення атласу текстур з використанням іншої роздільної здатності або

для створення атласу для моделі параметризовані у зовнішньому програмному забезпеченні.

Параметри генерації текстури

Наступні параметри керують різними аспектами створення атласу текстур: Текстура з (лише в режимі відображення однієї фотографії). Визначає фотографію, яка буде використовуватися для текстурування. Доступно лише в режимі відображення однієї фотографії. Режим змішування (не використовується в режимі однієї фотографії) Вибирає, як значення пікселів з різних фотографій будуть об'єднані в кінцевій текстурі.

Мозаїка - передбачає двоетапний підхід: змішує низькочастотну складову для перекриття зображення, щоб уникнути проблеми з швом (середньозважене значення, вага залежить від кількості параметри, включаючи близькість відповідного пікселя до центру зображення), хоча висока частотна складова, що відповідає за деталі зображення, береться з одного зображення - того, що представляє хорошу роздільну здатність для області, що цікавить, тоді як огляд камери майже по нормі до реконструйовану поверхню в цій точці[20]. Середній – використовує середньозважене значення всіх пікселів з окремих фотографій залежить від тих самих параметрів, які враховуються для високочастотної складової в режимі мозаїки.

Максимальна інтенсивність - вибирається фотографія, яка має максимальну інтенсивність відповідного пікселя.

Мінімальна інтенсивність - вибирається фотографія, яка має мінімальну інтенсивність відповідного пікселя.

Вимкнено – фотографія для отримання значення кольору для пікселя вибирається так само, як і для високої частотна складова в мозаїчному режимі.

Розмір текстури / кількість

Визначає розмір (ширину та висоту) атласу текстур у пікселях і визначає кількість файлів для текстури для експорту. Експорт текстури в декілька файлів дозволяє архівувати більшу роздільну здатність кінцевої текстури

моделі, тоді як експорт текстури високої роздільної здатності в один файл отже бути невдалим через обмежену оперативну пам'ять.

Генерація багатосторінкового атласу текстур підтримується лише для режиму загального відображення та параметра Keep UV, якщо імпортована модель містить правильний макет текстури. Додатково можна налаштувати наступні розширені параметри.

Якщо сцена містить тонкі структури або рухомі об'єкти, які не вдалося реконструювати як частину полігональної моделі, може бути корисно увімкнути цю опцію, щоб уникнути ефекту ореолу на тотримана текстура. Для створення текстури HDR потрібні HDR-фотографії на вхід.

Щоб покращити результуючу якість текстури, може бути розумно виключити погано сфокусовані зображення обробка на цьому етапі. PhotoScan пропонує функцію автоматичної оцінки якості зображення. Зображення якісні значення менше 0,5 одиниць рекомендується вимкнути і таким чином виключити з генерації текстур процедури. PhotoScan оцінює якість зображення як відносну різкість фотографії по відношенню до інших зображен. Значення параметра розраховується на основі рівня різкості найбільш сфокусованою частина картини.

Побудова цифрової моделі висот

PhotoScan дозволяє створити та візуалізувати цифрову модель висот (ЦМВ). ЦМВ представляє поверхню у вигляді звичайної сітки значень висоти. ЦМВ можна раструвати з щільної хмари точок, розрідженої точки хмари або сітки. Найбільш точні результати обчислюються на основі даних щільної хмари точок. PhotoScan вміє виконувати вимірювання точки, відстані, площі, об'єму на основі ЦМВ, а також генерувати поперечні перерізи для частина сцени, обрана користувачем. Додатково можна розрахувати контурні лінії для моделі і зображується або над ЦМВ, або в ортомозаїчному режимі у вигляді ортограми в середовищі PhotoScan.

ЦМВ можна розрахувати лише для референтних або масштабованих проектів. Тому переконайтеся, що ви встановили систему координат для вашої. ЦМВ розраховується для частини моделі в межах рамки.

Тип проєкції

Географічна – дозволяє вибрати географічну систему координат зі спадного списку або завантажити параметри налаштованої географічної системи координат. Система координат встановлена за замовчуванням – це система координат, вибрана раніше для самої моделі. Ви можете переключитися на інший, за умови наявності відповідних параметрів перетворення датума.

Площина. PhotoScan дозволяє спроектувати ЦМВ на площину, встановлену користувачем. Ви можете вибрати проєкцію площині та орієнтації отриманої ЦМВ. Площину можна визначити за набором маркерів (якщо немає 3 маркерів у потрібній площині проєкції, його можна задати 2 векторами). Проєкційний тип площини може бути корисним для генерування матриць вимірів у проєктах, що стосуються фасадів.

Циліндричний - дозволяє проєктувати ЦМВ на циліндричну поверхню. У цьому випадку значення висоти обчислюється як відстань від поверхні моделі до циліндричної поверхні.

Вихідні дані

Рекомендується розраховувати ЦМВ на основі даних щільної хмари точок. Попередні дані про висоту, результати можна генерувати з розрідженої хмари точок, уникаючи кроку Build Dense Cloud для обмеження часу. Якщо режим інтерполяції вимкнено, це призводить до точних результатів реконструкції, оскільки лише області відновлюються точки щільної хмарності точок. З увімкненим (за замовчуванням) режимом інтерполяції PhotoScan обчислить ЦМВ для всіх областей сцени, які видно принаймні на одному зображенні. Рекомендується для налаштування ввімкнути (за замовчуванням). В екстрапольованому режимі програма генерує бездірну модель з деякими даними про висоту, яка екстраполюється до обмежувальної рамки.

Точкові заняття

Параметр дозволяє вибрати клас (класи) точок, які будуть використовуватися для обчислення ЦМВ.

Щоб створити цифрову модель місцевості (DTM), необхідно спочатку класифікувати точки щільної хмарності. Розділіть їх щонайменше на два класи: точки землі та інші. Запропоновані значення вказують на координати нижнього лівого та верхнього правого кутів усієї області растеризовано, область визначається за допомогою рамки. Значення роздільної здатності показує ефективну роздільну здатність землі для ЦМВ, оцінену для вихідних даних. Розмір результату ЦМВ, розрахована з урахуванням роздільної здатності землі, представлена в текстовому полі є загальний розмір.

Будівельний ортофаз

Експорт ортомозаїки зазвичай використовується для створення зображень високої роздільної здатності на основі вихідних фотографій і реконструйована модель. Найпоширенішим застосуванням є обробка даних аерофотозйомки, але це також може бути корисно, коли потрібен детальний огляд об'єкта. PhotoScan дозволяє виконувати редагування ортомозаїчних швів для кращих візуальних результатів.

Параметри калібрування кольору

Визначає, які дані слід взяти за основу для оцінки площ, що перекриваються. Бажано, виберіть вихідний тип даних відповідно до поверхні, на яку ви плануєте спроектувати ортомозаїку. Розріджена хмара – найшвидша, але найприблизніша оцінка. Модель - дає більш точні результати, але тільки за умови, що поверхня досить деталізована. ЦМВ - це розумна альтернатива значенню "Модель" для великих наборів даних, коли його неможливо реконструювати суцільну полігональну модель (сітку).

Побудуйте ЦМВ

Цифрову модель висот можна створити на основі моделі щільної хмари або сітки. Зазвичай спочатку варіант є кращим, оскільки він забезпечує більш точні результати (низькополігонна модель, яка використовується як джерело

даних, може призвести до неточної ЦМВ) і дозволяє здійснювати швидшу обробку, починаючи з етапу генерації сітки можна пропустити.

Виберіть команду *Build ЦМВ* у меню *Workflow*

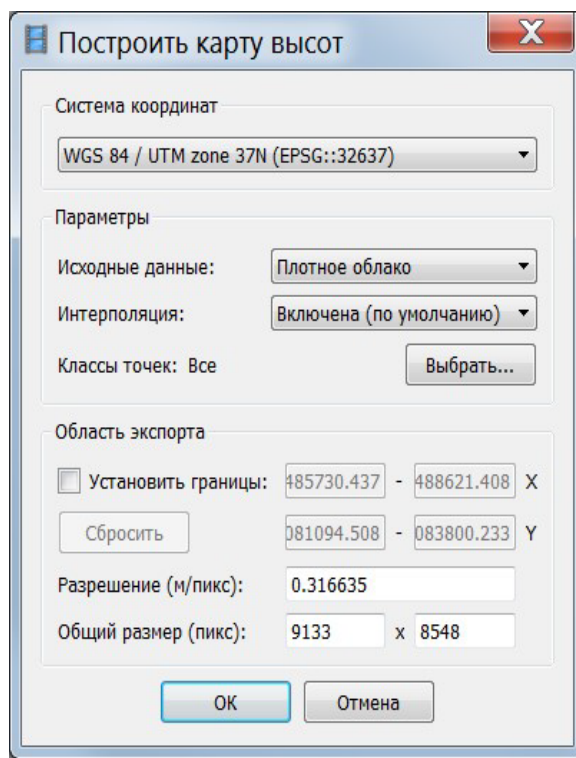


Рис.3.16 Побудова цифрової моделі висот

Систему координат слід вказати відповідно до системи, яка використовується для посилання на модель. На етапі експорту можна буде спроектувати результати в іншу географічну систему координат. Після завершення процесу генерування ЦМВ можна відкрити відновлену модель в орто-виді двічі клацнувши мітку ЦМВ у вмісті фрагмента на панелі Робочої області:

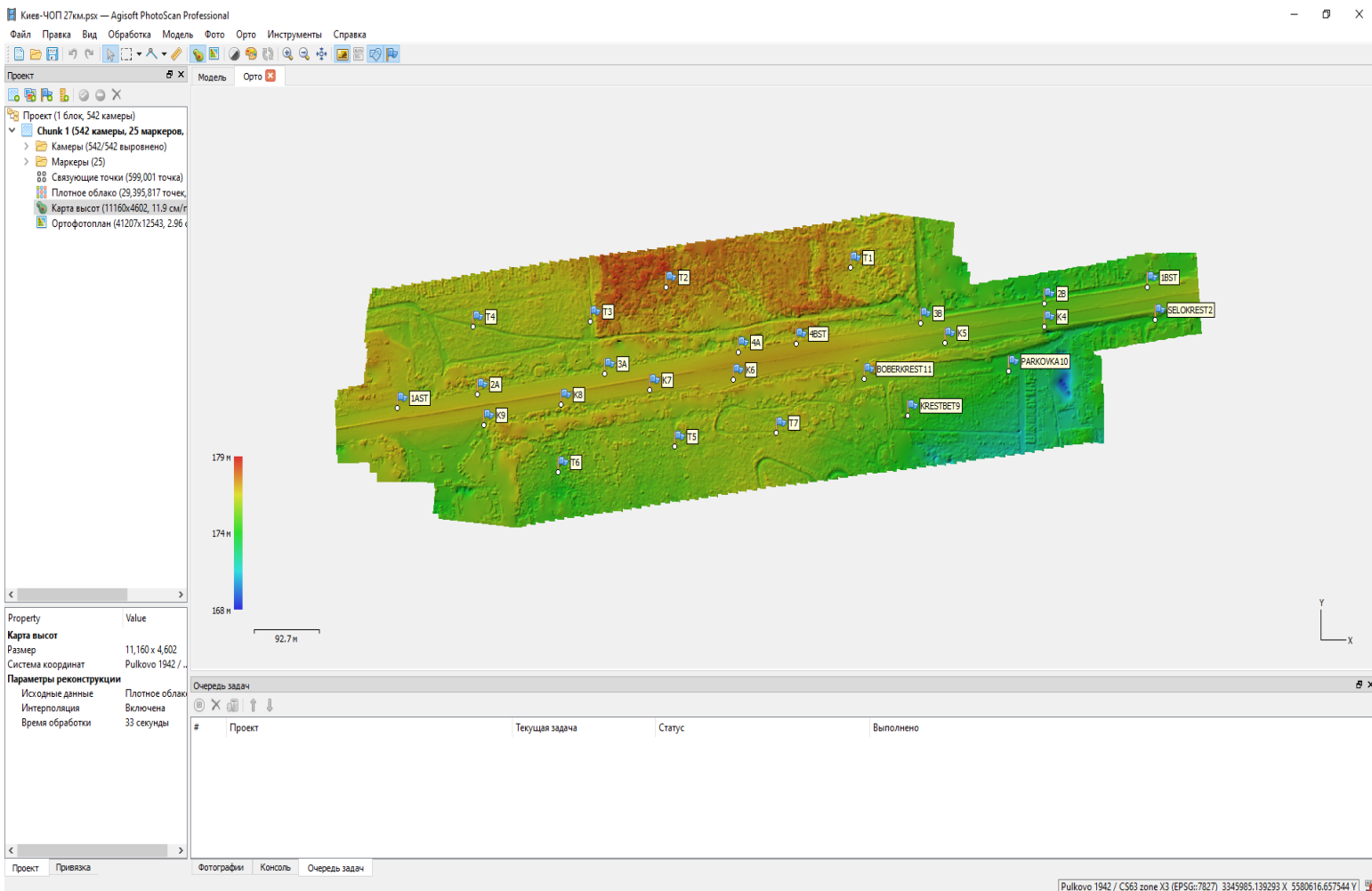


Рис. 3.17 Карта градієнт висот Київ-ЧОП 27 км

Побудуйте ортомазичні параметри

Генерація матриць вимірів у циліндричній проекції PhotoScan визначає координати x і y точки на циліндр у такий спосіб: x - вздовж кривої в нульовій площині, y - вздовж нульового елемента циліндрична поверхня (нульова лінія), де мають бути визначені нульова площина та нульова лінія. PhotoScan пропонує чотири методи проектування на циліндричну поверхню. Вони відрізняються тим, як визначено чотири основних елементи - вісь і радіус циліндра, нульову площину і нульову лінію. Поточний регіон. Циліндр вписаний в обмежувальну рамку: вісь проходить через хрест знак на нижній стороні обмежувальної рамки перпендикулярно до нижньої площини; радіус визначено як одна половина коротшої сторони прямокутника в нижній частині обмежувальної рамки. Нульова площина йде через центр обмежувальної рамки перпендикулярно осі; нульова лінія обмежує сторону коробки,

протилежній стороні з вертикальними мітками. Поточний вигляд. Вісь встановлюється як лінія від точки огляду до центру обертання для моделі. Радіус визначається як одна половина найкоротшого з усіх ребер обмежувальної рамки. Нульова площина проходить через центр обертання моделі перпендикулярно осі; нульова лінія проходить через найвищу точку (у системі координат, що стосується монітора) кривої в нульовій площині. Маркери. Необхідно принаймні три маркера. Перша пара встановлює вісь. Третій маркер визначає нульову точку, тобто визначає нульову площину та нульову лінію, за умови, що радіус є відстанню від третьої маркер до осі. X/Y/Z. Вісь — це лінія, паралельна відповідній декартовій осі — X/Y/Z, що проходить через центр обмежувальної рамки. Радіус (r) визначається як половина найкоротшого краю обмежувальної рамки. Нульова площина проходить через центр обмежувальної рамки перпендикулярно осі; нульова лінія – це лінія, протилежна лінії розрізу. Показано визначення лінії розрізу для кожного з трьох можливих варіантів на малюнку нижче.

Поверхня

Створення ортомозаїки на основі ЦМВ особливо ефективно для обробки даних аерофотозйомки сценарії, що дозволяють заощадити час на етапі генерації сітки. Як варіант, дозволяє сітчастий тип поверхні для створення ортомозаїки для менш поширених, але досить затребуваних додатків, таких як генерація ортомозаїків для фасадів будинків або інших моделей, на які взагалі можна не посилалися.

Мозаїка (за замовчуванням) - реалізує підхід з поділом даних на кілька частотних областей які змішуються незалежно. Найвищий частотний компонент змішується вздовж лінії шва лише кожен подальший крок від лінії шва призводить до меншої кількості предметних доменів до змішування.

Середній – використовує середньозважене значення всіх пікселів з окремих фотографій. Вимкнено – значення кольору для пікселя береться з фотографії, при цьому вид камери є майже вздовж нормалі до реконструйованої поверхні в цій точці.

Значення за замовчуванням для розміру пікселя в діалоговому вікні Експорт ортомозаїки відноситься до роздільної здатності вибірки землі, таким чином, менше значення встановлювати марно: збільшиться кількість пікселів, але ефективна роздільна здатність не буде. Однак, якщо це має сенс для цієї мети, значення розміру пікселя може бути змінено користувачем в одиницях системи координат або в метрах.

PhotoScan створює ортомозаїку для всієї області, де доступні дані поверхні. Деякі етапи реконструкції 3D-моделі можуть зайняти тривалий час. Повний ланцюжок операцій міг в кінцевому підсумку триватиме 4-6 годин при створенні моделі з сотень фотографій. Не завжди вдається виконати всі операції за один запуск. PhotoScan дозволяє зберігати проміжні результати у файлі проекту.

Побудуйте ортомази

Виберіть потрібну поверхню для процесу генерації ортомозаїки: сітку або матрицю виміру та режим змішування. Розмір пікселів буде запропоновано відповідно до середньої роздільної здатності оригіналу зображення. Відповідно до розміру поверхні та розміру вхідного пікселя загальний розмір ортомозаїки (у пікселях) буде розраховано та відображено в нижній частині діалогового вікна. Згенерований ортомозаїк можна переглядати в режимі Орто, подібно до цифрової моделі висот. Це може можна відкрити в цьому режимі перегляду, двічі клацнувши мітку ортомозаїки на панелі Робоча область.

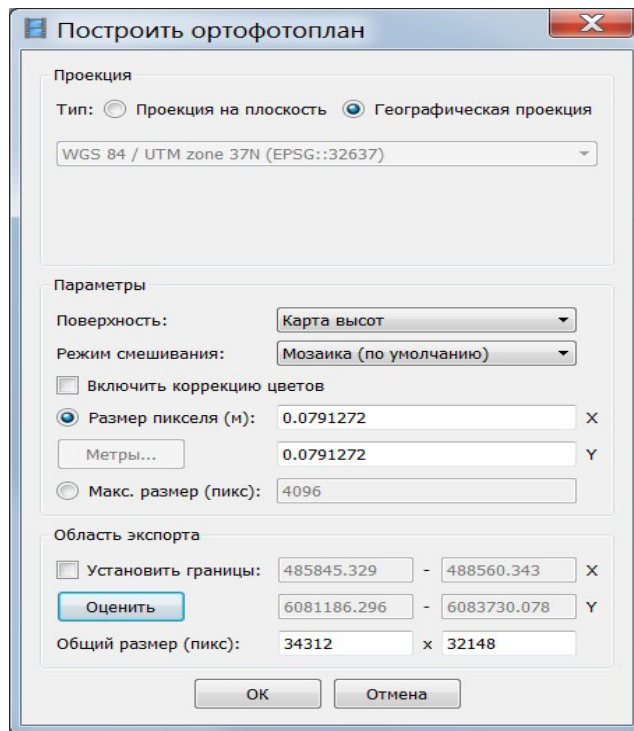


Рис.3.28 Настройка побудови ортофотоплана

Висновки до розділу 3

3D-картографування та моделювання БПЛА – це поєднання різних технологій і технік, включаючи механічні, електричні, геодезії, фотограмметрію та комп’ютерний зір технології.

Механічна частина - це в основному просто платформа. Електрична частина в основному включає в інтеграція датчиків. GPS, IMU і датчики зору є основними компонентами борту датчики для картографування. Автопілот забезпечує зв'язок між бортом датчики та сама платформа БПЛА. Зйомку землі зазвичай проводять одночасно час як політ. У той час як фотограмметрія та технології комп’ютерного зору можна використовувати обробляти зображення для виготовлення 3D-моделі та інших продуктів.

Після виконання всіх основних дій таких як: калібрування камери, планування польоту та збору даних, вимірювання наземних контрольних точок, обробки зображень, налаштування photoscan, завантаження фотографій, вирівнювання фотографій, побудова щільної хмари точок,

побудова моделі текстури, побудова цифрової моделі висот, побудова ортомазичних параметрів та ортомазів, ми отримаємо результат – цифрову карту місцевості Київ-ЧОП 27км зображену в програмі Agisoft (Додаток А, Додаток Б) та зображену в програмі Autocad (Додаток В, Додаток Г).

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Складання карт несанкціонованих та офіційних звалищ, полігонів сміття.

За допомогою БПЛА можна проводити моніторинг несанкціонованих звалищ. Апарат облітає територію та робить відео та фотозйомку околиці. З даних можна створити ортофотоплан і зробити модель ділянки з звалищем. У такий спосіб можна визначити тип сміття: побутовий, будівельний. Періодичний моніторинг звалищ дозволяє оцінити швидкість їх зростання, створити план ліквідації та застосувати заходи до появи нових забруднень.

Контроль за екологічним станом нашої планети дозволить відстрочити природні катаклізми та зменшити шкідливий вплив токсинів на живі організми. Сміттєві вивезення – це актуальна проблема нашого часу, яка потребує негайного вирішення.

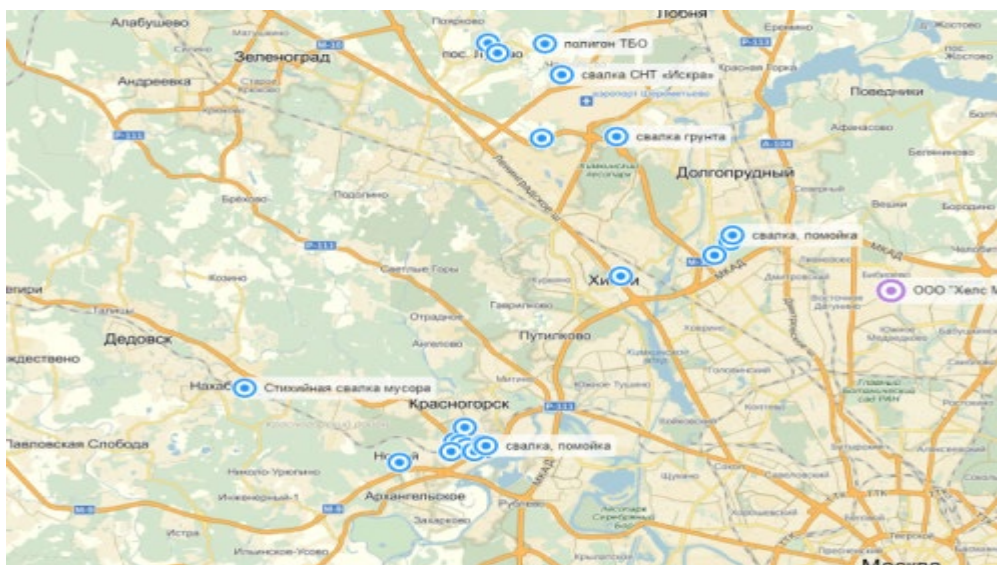


Рис.4.1 Карта несанкціонованих та офіційних свалок

Картування несанкціонованих та офіційних звалищ, полігонів сміття

Обліт території на БПЛА дозволяє оперативно встановити місцезнаходження несанкціонованих звалищ побутового та будівельного сміття, а потім відтворити ортофотоплан та цифрову модель сміттєвої ділянки, побудувати високоточну тривимірну модель місцевості та зробити замір

поточного обсягу сміття. Регулярна зйомка полігонів та неофіційних звалищ дозволяє оцінити динаміку їх зростання та розрахувати збільшення обсягу за контрольний період часу.



Рис.4.2 Несанкційовані смітникові звалища

4.2 Точний авіаоблік популяції диких тварин та запобігання браконьєрства

Авіаоблік диких тварин – один із найбільш точних способів визначення їх чисельності, просторового поширення та місць концентрації. На підставі отриманої з борту БПЛА фото-, відео та тепловізійної зйомки проводиться підрахунок виявлених тварин у зоні огляду. Отримані зображення прив'язуються до географічних координат визначення координат тварин. Фотографії та тепловізійні знімки тварин накладаються одна на одну для автоматичного обліку.



Рис.4.3 Точний авіаоблік популяції диких тварин

Прихований пошук браконьєрів та документування їх діяльності

Патрулювання для пошуку браконьєрів виконується на БПЛА літакового типу, обладнаному керованою гіростабілізованою відеокамерою з

28-кратним збільшенням із оглядом усієї нижньої півсфери (360 градусів, нескінченне обертання) або на літаку з потрійним корисним навантаженням (тепловізор, відеокамера та фото). Відеосигнал обох камер (видимого та ІЧ спектрів) передається в режимі реального часу на наземну станцію. Літак обладнаний електричним двигуном та практично непомітний у польоті, що дозволяє вести приховане спостереження за незаконною діяльністю. У випадку, якщо браконьєри виявляють переслідування і намагаються втекти з місця злочину, БПЛА слідує за ними і веде фото- та відеофіксацію подій (скидання зброї, снастей або улову під час переслідування), збираючи доказову базу для подальшого розслідування.



Рис.4.5 Зйомка браконьєрів

Точний облік популяції диких тварин за допомогою БПЛА

У зв'язку з плачевним станом нашої екології, зростанням браконьєрства, популяції тварин стрімко скорочуються. Щоб запобігти повному зникненню деяких видів, потрібно проводити контроль над їх кількістю. Найбільш зручно здійснювати моніторинг за допомогою літального апарату БПЛА. Він дозволяє здійснювати авіаоблік популяцій тварин. Виходячи з даних, отриманих з БПЛА, складаються моделі місць з найбільшою кількістю дичини. У результаті виходить повноцінний звіт з точною кількістю тварин та траєкторією їх пересування.

Автоматизований облік проводиться на основі фотографій та тепловізійних зйомок. Ці знімки поєднуються і за отриманою картинкою перераховують чисельність тварин за встановленими державою методиками.

Браконьери загрожують зникненню рідкісних популяцій тварин. Вони знищують їх заради прибутку та задоволення. Найзручніше проводити пошук браконьєрів за допомогою БПЛА літакового типу, який обладнаний спеціальною камерою з 28-кратним збільшенням та нескінченним обертанням об'єктива на 360 градусів.

Переваги БПЛА:

- непомітний під час польоту;
- дозволяє проводити прихований контроль за несанкціонованою діяльністю;
- проводить як фото-, так і відеозйомку;
- можна обладнати літальний апарат тепловізійною камерою;
- дозволяє облік популяцій тварин;
- допомагає стежити за лісовими пожежами
- Літальний апарат – незамінний помічник у боротьбі за чисту екологію. Він допомагає стежити за несанкціонованою діяльністю проти природи та робити прогностні плани на майбутнє.



Рис.4.2 зйомка з БПЛА

4.3 Виявлення лісових пожеж, координація наземних бригад під час їх ліквідації та контроль стану лісу

Патрулювання лісового фонду виконується на БПЛА літакового типу, обладнаному керованою гіростабілізованою відеокамерою із оглядом усієї нижньої півсфери. Патрульний політ за нормальної видимості виконується на висоті 600-800 метрів. Помітивши дим, оператор спрямовує БПЛА до димової точки. Для документування лісових пожеж проводиться фотографування місць виникнення за допомогою фотоапарата або відеокамери. За кожною лісовою пожежею встановлюється спостереження з повітря з його виявлення і до повної ліквідації. Обліт пожежі провадиться 2-3 рази на день. При кожному огляді на карту наносяться межі пожежі та її площа для оцінки динаміки розповсюдження. Оператор визначає основний напрямок поширення та пов'язані з цим загрози, наявність окремих вогнищ горіння, небезпечних ділянок, місця переходу вогню через мінералізовані смуги, виявляє місцезнаходження людей та техніки. Проведення детального огляду лісової пожежі (контроль за роботою лісопожежних команд) проводиться з висоти 200-400 м. Для виявлення прихованих вогнищ горіння застосовуються комбіновані (оптичний та ІЧ діапазон) відеокамери.



Рис.4.4 Зйомка для виявлення лісових пожежів

Лісне господарство Ліс – це цілісна екологічна система, створена у виробничих цілях. Лісове господарство, як і інші галузі, потребує планування та регулярного обстеження, щоб функціонування структури було результативним. Для всіх етапів створення та обслуговування інфраструктури підійде безпілотний літальний апарат (БПЛА) або безпілотне повітряне судно.

Картографування та контроль стану лісу Схема створення лісогосподарських карт – трудомісткий процес, який включає комплекс робіт, вироблений залежно від умов. Технологічні прийоми допомагають використовувати раціональний спосіб складання достовірних карток. Безпілотні апарати забезпечують лісогосподарські підприємства інформацією про простір, що займає рослинність, у короткий термін. Метою використання безпілотника також є звіряння дійсних меж насаджень та зазначених у кадастровій документації даних. Показники про територію впливають на розрахунки витрат на обробку та оцінку ефективності господарства. Різниця площ, зазначених у паперових документах 70-80-х років, та дійсних розмірів територій на сьогоднішній день призводить до помилок у розрахунках, що проводяться для закупівлі матеріалів для обслуговування.



Рис.4.3 Контроль стану лісів

Інвентаризація лісових масивів

Регулярний моніторинг лісових земель допомагає актуалізувати електронну документацію та зіставити її із прогнозованими раніше результатами. За час інтенсивної експлуатації лісового масиву погіршується якість сировини та зменшується її кількість. Велика площа та наявність місць, важкодоступних для автомобіля, створюють проблеми для інвентаризації фонду. БПЛА надає точні дані навіть про важкодоступну місцевість та виконує обстеження території у стислий термін.



Рис.4.4 Зйомка стану лісів

Лісотаксація

Безпілотник з успіхом виконує завдання лісотаксатора – виділяє однозначні межі, оцінює характеристики окремих земельних ділянок та виділяє їх типи для екстрополяції обставин та моделі зростання лісового масиву. Отримані від безпілотного апарату дані лягають основою вибірки для статистичних методів вирішення можливих проблем та інтерполяції результатів, отриманих на пробних майданчиках.

Аналіз, захист та планування лісового фонду

Інформація, яку надає безпілотник, допомагає оцінити наявні лісові запаси та виявити неефективні ділянки господарських угідь.

За допомогою аерофотозйомки з використанням інфрачервоного випромінювання визначається співвідношення порід дерев, осередки поширення шкідників та хвороб.

Завдяки цій інформації робляться:

дії щодо винищення шкідників;

профілактичні заходи щодо попередження захворювань;

коригується обсяг рубок;

змінюється площа вирубки;

розміщуються дороги для перевезення сировини та майданчика навантаження.

Своєчасний аналіз та передача даних допомагає розподілити ресурси для забезпечення необхідного результату та планувати майбутні обсяги вирубки.

Оперативний моніторинг

Дані, що отримуються під час обстеження, надають повну картину про стан лісу на момент проведення моніторингу:

Патрулювання території лісового господарства спрощує контроль за обсягом вирубки та дотриманням наведених правил.

Відстеження динаміки природних процесів (освіта ярів та зсувів).

Перевірка результативності заходів, вжитих відновлення лісу.

Оцінка екологічних та економічних збитків через природні умови (пожежі під час посухи, грози, урагани).

Оперативна розробка плану ліквідації спалахів.

Дослідження, що проводиться в режимі реального часу, також допомагає в боротьбі з несанкціонованою діяльністю людини



Рис. 4.5 Зйомка лісів з БПЛА

Виявлення та контроль несанкціонованої діяльності (браконьєри)

Безпілотні літальні апарати забезпечують високий рівень безпеки лісогосподарських угідь та інших об'єктів власності незалежно від погодних умов та доби. БПЛА виявляють людей, які перебувають на території та виконують несанкціоновані роботи.

Деталізовані знімки та можливість зависання безпілота над об'єктом спостереження дозволяють ідентифікувати правопорушників та призвати їх до відповідальності. Такі функції обладнання забезпечують своєчасну реакцію охорони та служб безпеки на діяльність злочинного характеру, її припинення та запобігання можливим негативним наслідкам. Збільште ефективність та безпеку лісової промисловості за допомогою безпілотних літальних апаратів.



Рис.4.6 БПЛА в роботі

Послуги з аерофотозйомки лісових господарств виконуються на БПЛА літакового, обладнаним професійним фотоапаратом.

Для проведення оперативного моніторингу можлива комплектація БПЛА гіростабілізованим підвісом з відеокамерою та тепловізором та системою передачі відео у прямому ефірі.

Перелік робіт, що виконуються для лісового господарства:

- Створення високоточного ортофотоплана місцевості з роздільною здатністю до 1 см/піксель.
- Зіставлення фактичного місцезнаходження об'єктів із кадастровим планом (інвентаризація об'єктів та виявлення порушень меж охоронної зони);
- Екологічний моніторинг. Картування офіційно діючих полігонів твердих побутових відходів та несанкціонованих сміттєзвалищ, у режимі фото-відеофіксації;
- Прихований пошук браконьєрів та документування їх діяльності;
- Деревна таксація;
- Повна інформація щодо стану лісових ділянок, включаючи точні координати індивідуальних дерев;

- Картування несанкціонованих та офіційних звалищ, полігонів сміття;
- Виявлення несанкціонованої діяльності, включаючи незаконне вирубування дерев з відеофіксацією порушення та визначення точних координат місця.
- Зіставлення фактичного місцезнаходження об'єктів із кадастровим планом (інвентаризація об'єктів та виявлення порушень меж охоронної зони);
- Екологічний моніторинг. Картування офіційно діючих полігонів твердих побутових відходів та несанкціонованих сміттєзвалищ, у режимі фото-відеофіксації;
- Прихований пошук браконьєрів та документування їх діяльності;
- Деревна таксація;
- Повна інформація щодо стану лісових ділянок, включаючи точні координати індивідуальних дерев;
- Картування несанкціонованих та офіційних звалищ, полігонів сміття;
- Виявлення несанкціонованої діяльності, включаючи незаконне вирубування дерев з відеофіксацією порушення та визначення точних координат місця.

Висновки до розділу 4

В даний час існує багато видів відходів, які не розпадаються протягом сотень років. Населення викидає поліетилен, пластик, скло та інші матеріали у непризначених для цього місцях. Все частіше з'являються несанкціоновані звалища, які завдають великої шкоди природі. Щоб контролювати ситуацію, потрібно проводити регулярний моніторинг вивезення сміття за допомогою БПЛА.

Також БПЛА допомагає вести облік диких тварин та місць їх проживання, щоб запобігти браконьєрству. На підставі отриманих даних з БПЛА проводиться перерахунок чисельності за схваленими державними методиками для всієї території, що вивчається.

Аерозйомка допомагає задокументувати і відстежити природні явища, що протікають у засадженій місцевості, наприклад контроль пожежі та напрямку її розповсюдження, окрім вогнища та просто контроль стан масиву.

Безпілотник позбавляє потреби здійснювати об'їзд великомасштабної території та надає справжні відомості для відстеження тенденцій розвитку екосистеми та можливого регулювання відхилень.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Під час роботи на виробництві на людину можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема.

Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

5.1. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів при експлуатації системи електропостачання

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 «Небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Класифікація» на працівника під час роботи можуть діяти наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- підвищена або понижена температура повітря в робочій зоні;
 - низька освітленість робочої зони;
 - підвищена або понижена вологість повітря;
 - підвищена або понижена циркуляція повітря;
 - підвищений рівень шуму на робочому місці;
 - підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
 - підвищений рівень статичної електрики.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. Останні за характером впливу на людину підрозділяються на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші – на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори.

Ураження електричним струмом

Ураження електрострумом виникають у результаті доторкання до дротів, що несуть струм, а також при контактуванні з обладнанням що знаходиться під напругою, чи з поганим заземленням.

Вітрогенератор обладнаний складними електронними пристроями, при розробці яких забезпечувався захист від електричних джерел небезпеки,

пов'язаних з надмірними струмами. При підключенні цих і будь-яких інших електротехнічних пристроїв пам'ятайте, що неминучі ризики, створювані для людей протіканням електричного струму, все-таки існують. Виділення тепла в системах електротехнічного монтажу часто є результатом протіканням надмірного струму по проводах з недостатнім перетином або через погані контакти. Акумулятори можуть викидати струми небезпечної величини. У випадку короткого замикання в проводах, що йдуть від акумулятора, може виникнути пожежа. Щоб усунути цей ризик, необхідно встановити в ланцюгах, що підключаються до акумулятора, плавкі запобіжники або автоматичні вимикачі відповідного номіналу.

Ступінь і тяжкість ушкодження тканин залежать, головним чином, від сили струму, що проходить через тіло людини, напруги і тривалості дії, а також від того, змінний він або постійний. Патологічні зміни виникають відразу при проходженні струму через організм або виявляються пізніше у вигляді ускладнень. Електричний струм чинить на тканину теплову, хімічну й механічну дію і лишає на шкірі «знаки струму» — на місці його входу і виходу в результаті трансформації електроенергії в теплову.

Механічні джерела небезпеки

Оберткові лопати являють собою найбільш серйозне механічне джерело небезпеки. Лопаті ротора вітрогенератора виготовлені з дуже міцного термопластика. Швидкість руху лопатей перевершує 400 км/годину. При такій швидкості краї лопатей майже невидимі й можуть нанести серйозну травму. Ні за яких умов не слід установлювати турбіну в таких місцях, де можливий контакт людини з лопатями ротора, що рухаються.

Успішна профілактика виробничого травматизму та професійної захворюваності можлива лише за умови ретельного вивчення причин їх виникнення. Для полегшення цього завдання прийнято поділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на такі основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, економічні, психофізіологічні.

Організаційні причини:

Відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів щодо охорони праці; порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням.

Технічні причини:

Несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисного огороження, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

Санітарно-гігієнічні причини:

Підвищений (вище ГДК) вміст у повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни.

Економічні причини:

Нерегулярна виплата зарплати; низький заробіток; неритмічність роботи; прагнення до виконання понаднормової роботи; праця за сумісництвом чи на двох різних підприємствах.

Психофізіологічні причини:

Помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; монотонність праці; хворобливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі; незадоволення роботою; несприятливий психологічний мікроклімат у колективі.

5.2 Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів

Мікроклімат приміщення - це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні.

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99.

Робота оператора верстата відноситься до категорії Пб по важкості праці.

Енерговитрати за цією категорією становлять - до 233-290 Вт.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень приведені в таблиці 1.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

Параметри мікроклімату приміщення, де знаходиться конвеєрна установка приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Нормування параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість		Швидкість руху, χ	
		верхня межа	нижня межа	оптимальна	допустима	оптимальна	допустима
холодний	Пб	19-23	13-19	40-60	75	0,2	не більше 0,4
теплий		22-29	15-20	40-60	70 при 25 °С	0,3	0,2-0,5

При роботі системи вентиляції, провітрюванні у приміщенні може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при технологічних процесах в цеху і знаходяться в повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК

наведено в таблиці 5.2.

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ проектом передбаченні наступні рішення:

- застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами які встановлені безпосередньо на дільницях біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення;

- необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні;

- застосовувати природну вентиляцію: організовану та неорганізовану.

Таблиця 5.2

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони в приміщенні, де знаходиться установка

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Вуглець (окис СО)	3	1	4

5.2.1 Розрахунок освітлення та шуму

Освітлення виробничих приміщень здійснюється штучним і природним світлом.

Система природного освітлення цеху відноситься до бокової. Характеристика зорових робіт - середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» розряд зорової роботи III, підрозряд «в». При боковому освітленні КПО (ен) = 1,2.

Нормоване значення КПО для даного виробничого приміщення

розраховуємо за формулою:

$$eN = \epsilon n m N \quad (5.1)$$

де mN - коефіцієнт світлового клімату, $mN = 0,9$.

$$eN = 0,91,2 = 1,08.$$

Природне освітлення - одностороннє і здійснюється через вікна.

Фактичні значення штучної освітленості можна виміряти за допомогою люксметра. Це буде $E_{шт.факт}$ в лк, або розрахувати за формулою:

$$E_{шт.розрах} = \frac{N \cdot \eta \cdot \Phi_l \cdot U \cdot Z}{S \cdot K} \quad (5.2),$$

де N – кількість світильників, η – кількість ламп в одному світильнику, Φ_l – світловий потік однієї лампи в Лм, U – коефіцієнт кольору стін і стелі (0,35 – 0,6), Z – корекційний коефіцієнт світильника (0,75 – 0,9), S – площа приміщення, яке освітлюється в м² K - коефіцієнт запасу (1,1). Світловий потік Φ_l знаходять з формули $\Phi_l = I \cdot \Delta \omega$ (3), де $\Delta \omega$ – тілесний кут. При рівномірному випромінюванні $\Phi_l = 4 \cdot \pi \cdot I$ (4), де I – сила світла. У деяких випадках за Φ приблизно беруть потужність лампи

Правильна експлуатація установок природного і штучного освітлення відіграє важливу роль для створення високого рівня освітленості в приміщеннях і економії електроенергії, що витрачається на штучне електричне освітлення. Норми освітленості при штучному освітленні занесені до таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Норми освітлення робочих поверхонь у виробничому приміщенні

Характеристики зорової роботи	Високої точності
Мінімальний розмір об'єкту розпізнавання,	Від 0,3 до 0,5
Розряд зорової роботи	III
Підрозряд зорової роботи	В

Контраст об'єкта розпізнавання з фоном		Середній, малий,
Освітленість	Загальне	500
Штучне освітлення	Комбіноване	2000

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

Шум – безладне поєднання звуків різної частоти і інтенсивності. Він виникає при механічних коливаннях у твердих, рідких та газоподібних середовищах.

Рівень звука вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) = 20 \lg \left(\frac{U}{U_0} \right), \quad (5.3)$$

де L - рівень шуму, дБ,

P - звуковий тиск, Па,

U₀ - коливальна швидкість, 5·10⁻⁸ м/с,

P₀ - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним 2·10⁻⁵ Па.

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц (відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»).

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 3.3.6.037-99 і наведені в таблиці 5.4.

Для зменшення рівня шуму до допустимого в цеху двигуни виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну

раковину.

Таблиця 5.4

Рівень звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підосви ніг або сідниці). В таблиці 5 подані допустимі рівні вібрації на постійних місцях.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.5.

В чисельнику - середньоквадратичне значення вібрації, $(\text{м/с}) \cdot 10^{-2}$, у знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонансу, динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і

будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

Таблиця 5.5

Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Вид вібрації: на непостійних робочих місцях у виробничих приміщеннях	Октавні смуги із середньгеометричними частотами									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація	$\frac{1,3}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	$\frac{2,8}{115}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$

5.3 Пожежна безпека

Всі норми пожежної безпеки описані в ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою». Є й інші положення про пожежо-і вибухобезпеку.

Горючими компонентами на ОЦ є : персональна ЕОМ, принтер, дисплей, меблі, книги, документи, ізоляція кабелів і ін.

Джерелами запалювання в ОЦ можуть бути електронні схеми від ЕОМ, прилади, що застосовуються для технічного обслуговування, обладнання електроживлення, кондиціонування повітря, де в результаті різних порушень утворюються перегріті елементи, електричні іскри й дуги, здатні спричинити загоряння горючих матеріалів.

Згідно [5] приміщення які містять ЕОМ належать до категорії «В».

Одним з найбільш важливих завдань протипожежного захисту є захист будівельних приміщень від руйнувань і забезпечення їх достатньої міцності в умовах впливу високих температур при пожежі. Враховуючи високу вартість

електронного обладнання ОЦ, а також категорію його пожежної небезпеки, будівля для ОЦ і частини будівлі іншого призначення, у яких передбачено розміщення ЕОМ, повинні бути 1 і 2 ступеня вогнестійкості.

Для виявлення початкової стадії загоряння й оповіщення служби пожежної охорони використовують системи автоматичної пожежної сигналізації (АПС). Крім того, вони можуть самостійно пускати в хід установки пожежогасіння, коли пожежа ще не досягла великих розмірів. Системи АПС складаються з пожежних оповіщувачів, ліній зв'язку й приймальних пультав (станцій).

Ефективність застосування систем АПС визначається правильним вибором типу оповіщувачів і місць їх установки. При виборі пожежних оповіщувачів необхідно враховувати конкретні умови їх експлуатації: особливості приміщення й повітряного середовища, наявність пожежних матеріалів, характер можливого горіння, специфіку технологічного процесу й т.п.

До засобів гасіння пожежі, призначених для локалізації невеликих загорянь, належать пожежні стовбури, внутрішні пожежні водопроводи, вогнегасники, сухий пісок, азбестові ковдри й т.п..

Газові вогнегасники застосовуються для гасіння рідких і твердих речовин, а також електроустановок, що перебувають під напругою.

У виробничих приміщеннях ОЦ застосовуються головним чином вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, схоронність електронного встаткування, діелектричні властивості вуглекислого газу, що дозволяє використовувати ці вогнегасники навіть у тому випадку, коли не вдається знеструмити електроустановку відразу.

Якщо у інформаційному центрі не вдалося уникнути пожежі, необхідно слідувати твердо установленому порядку дій при пожежі.

Керівник установи, співробітники і обслуговуючий персонал у разі виникнення пожежі або її ознак (дим, запах горіння або тління різних матеріалів і т. п.), а також кожен громадянин зобов'язані:

- негайно повідомити про пожежу за телефоном в пожежну охорону (при цьому необхідно назвати адресу об'єкта, місце виникнення пожежі, а також повідомити своє прізвище);
- прийняти по можливості заходів з евакуації людей, гасіння пожежі та збереження матеріальних цінностей.

5.4 Інструкція з охорони праці при експлуатації системи електропостачання

У кожному приміщенні має бути призначений відповідальний за пожежну безпеку, вивішена на видному місці табличка із зазначенням його посади та прізвища.

Інструкція встановлює основні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки у службових та конторських приміщеннях.

Вимоги інструкції є обов'язковими для усіх працюючих в приміщеннях. Працівники службових і конторських приміщень зобов'язані дотримуватися вимог загальної об'єктової та даної інструкцій про заходи пожежної безпеки. До самостійної роботи допускаються працівники, які пройшли вступний протипожежний інструктаж та протипожежний інструктаж на робочому місці. Засоби протипожежного захисту (пожежні крани, пожежна та охоронно-пожежна сигналізація, первинні засоби пожежогасіння тощо), які є у приміщеннях, слід утримувати в справному стані. Усі працівники повинні вміти користуватись наявними вогнегасниками, іншими первинними засобами пожежогасіння та внутрішніми пожежними кранами, знати місце їх знаходження. Відстань від найбільш віддаленого місця приміщення до місця розташування вогнегасника не повинна перевищувати 20 м.

5.4.1 Правил безпеки перед початком роботи

Потрібно Оглянути приміщення, робоче місце, переконатися у відсутності захащеності приміщення та евакуаційних проходів.

Перевірити стан електроприладів, особливу увагу звернути на відсутність пошкоджень проводки, штепсельних вилок і розеток, вимикачів.

При виявленні порушень протипожежного режиму вжити заходів по їх усуненню.

5.4.2 Правил безпеки під час роботи

Меблі та обладнання мають розміщуватись таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (завширшки не менш 1 м). Евакуаційні шляхи та виходи необхідно постійно утримувати вільними, нічим не захарашувати.

Електромережі, електроприлади і апаратура повинні експлуатуватись тільки у справному стані, з урахуванням вказівок та рекомендацій підприємств-виготовлювачів. У разі виявлення пошкоджень електромереж, вимикачів, розеток та інших електроприладів, слід негайно відключити їх та прийняти необхідні заходи до приведення у пожежобезпечний стан.

Документи, папір та інші горючі матеріали слід зберігати на відстані не менш 1 м від електрощитів, електрозборок і електрокабелів, 0,5 від світильників та 0,25 м від приладів опалення.

5.4.3 Заборонено

На робочому місці забороняється:

- влаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні некалібровані плавкі вставки в запобіжниках, прокладати електричні проводи безпосередньо по горючій основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами), використовувати саморобні подовжувачі, які не відповідають вимогам Правил улаштування електроустановок.
- пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвішування одягу та інших предметів, обгортати електролампи і світильники, заклеювати ділянки електропроводки горючою тканиною, папером.

- використовувати побутові електрокипятильники, чайники і таке інше (окрім приміщень, спеціально відведених для цього), залишати без нагляду увімкненими в електромережу кондиціонери, комп'ютери, лічильні та друкарські машинки тощо.
- захарашувати підступи до засобів пожежогашіння, використовувати пожежні крани, рукави і пожежний інвентар не за призначенням.
- зберігати документи, різні матеріали, предмети та інвентар у шафах (нішах) інженерних комунікацій.
- палити (крім спеціально відведених для цього адміністрацією місць, позначених написом "Місця для паління" та забезпечених урною чи попільницею з негорючого матеріалу).
- проводити зварювальні та інші вогневі роботи без оформлення відповідного дозволу, застосувати легкозаймисті рідини.

Висновки до розділу 5

Отже, існують різні причини і виробничі фактори, які можуть бути небезпечними для людини. Помилкові дії та недотримання правил безпеки можуть спричинити тяжкі або летальні випадки.

Мікроклімат приміщення та компоненти які входять у нього мають важливу роль в організації зниження впливу шкідливих виробничих факторів до них також відноситься освітлення та шум. Незадовільне освітлення ускладнює виконання роботи, може призвести до нещасного випадку і захворювання органів зору.

Багато факторів впливають на забезпечення безпечних умов в приміщеннях, які потребують обрахунку. Розрахунок та дотримання всіх норм є гарантією безпеки на виробництві.

Пожежі в обчислювальних центрах (ОЦ) становлять особливу небезпеку, тому що пов'язані з великими матеріальними втратами. Характерна риса ОЦ - невеликі площі приміщень. Як відомо пожежа може виникнути при

взаємодії горючих речовин, окиснення й джерел запалювання. У приміщеннях ОЦ присутні всі три основні фактори, необхідні для виникнення пожежі.

Завданням охорони праці та пожежної безпеки в ОЦ є усунення всіх небезпечних предметів, речовин, які можуть спричинити пожежу та встановлення правил безпечного поводження з ними.

ВИСНОВКИ

Метою даної роботи був процес отримання та обробки фотографій місцевості, отриманих у ході проведення аерофотозйомки за допомогою БПЛА для створення цифрової карти місцевості. Для цього була взята місцевість траси Київ ЧОП 27 кілометр та її околиці з використанням даних взятих з безпілотного летального апарату Dji phantom 3 professional. Для створення цифрової карти місцевості використовувалось програмне забезпечення Agisoft Metashape Pro та Agisoft.

Перший етап роботи, що був процесом підготовки, полягав у калібруванні камери, плануванні польоту та збору даних. Для цифрової камери калібрування в основному використовувалось для визначення внутрішньої орієнтації. Оскільки планування шляху та отримання даних буде мати великий вплив на частину обробки зображень, добре знаючи, як планування вплине на результат і які стратегії слід використовувати на етапі планування можна сказати, що це дуже важливий етап. Також важливим було вирішення методу польоту автономного чи ручного, тому що обидва варіанта мають свої переваги та недоліки. Вимірювання наземних контрольних точок є однією з найважливіших процедур у традиційних проектах аерофотограмметрії. Виявилось, що більшість з цих точок досить чітко видно на знімках польоту на 80 метрів, але не в хорошій якості на знімках, зроблених під час 120-метрового польоту через відносно нижчу роздільну здатність на землі.

Другим етапом роботи було обробка зображень. Насправді, з удосконаленням технології та техніки комп'ютерного зору з'явилося кілька надійних програмних пакетів для фотограмметрії БПЛА, розроблених за останні роки, які спеціально розроблені для невеликих БПЛА з дешевими датчиками на борту, такими як Pix4D, Agisoft Metashape тощо. Більшість із цих програмних пакетів фактично використовують подібні алгоритми для порівняння зображень і створення розріджених тривимірних хмар точок, але може бути відмінність у процедурі ущільнення 3D-хмар точок. З цього можна

зробити висновок, що програмне забезпечення Agisoft Metashape дозволяє нам ефективно пройти весь технологічний процес, починаючи з завантаження, вирівнювання та створення щільної хмари точок до побудови маркерів, моделі текстур, цифрової моделі, ортомозаїки та кінцевого результату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Архипов, О.П. Персонафицированное преобразование представлений цветных изображений на мониторе ПЭВМ. [Текст] / О.П. Архипов, З. Зыкова З. // Системы и средства информатики, 2012. – 22:1 (2012), С. 22–37.
2. Архипов, О.П. Применение полутоновых представлений при анализе изменений цветных изображений. [Текст] / О.П. Архипов, З.П. Зыкова Информатика и ее применения, 2014. – 8:3, С.90–99.
3. Архипов, О.П., Метод регистрации морфинга трехмерного объекта на основе данных натурального эксперимента [Текст] / О.П. Архипов Ю.А. Маньяков, Д.О. Сиротинин // Системы и средства информатики, 2010. – 20:1, С.91–105.
4. Аффинное преобразование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Affine_transformation, свободный (дата обращения: 15.05.16).
5. Буча, В.В., Выделение и векторизация линейных объектов на цветных картографических изображениях [Текст] / В.В. Буча, С.В.Абламейко // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат навук, 2005. – № 1. – С. 98-105.
6. Lewantowicz .A. H.(1992), “Architectures and GPS/INS Integration: Impact on Mission Accomplishment”, procs of IEEE Position, Location and Navigation Symposium 1992, New York, USA, 284-289.
7. Greenspan. R.L. (1996), “GPS and Inertial Integration”, Journal of Global Positioning System: Theory and Applications, Vol. 2, No 7.
8. Newcome, L. R., “Unmanned Aviation: A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles”, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., Reston, VA, 2004, 172 pp.
9. Eisenbeiss, H, (2004), “A Mini Unmanned Aerial Vehicle (UAV): System Overview and Image Acquisition”, procs of International Workshop on

"processing and visualization using high-resolution imagery" 2004, Pitsanulok, Thailand, 18-20 November

10. Wang, W, Guo, B, Li, X., and Cao J. "Influence factors evaluation on high-precision planar calibration of non-metric digital camera." *The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information science* 37, 2008: B1.

11. Kraus, K., "Photogrammetry: geometry from images and laser scans", de Gruyter, 2007

12. Eisenbeiss, H., "UAV Photogrammetry", Institute of Geodesy and Photogrammetry, ETH Zurich, 2009, 34-35.

13. Lowe, David G. "Distinctive image features from scale-invariant keypoints." *International Journal of Computer Vision* 60.2 (2004): 91-110.

14. Shi, Juan, Jinling Wang, and Yaming Xu. "Use of GPS/INS observations for efficient matching of UAV images."

15. Faig, W. (1985), *Lecture Notes on Aerial Triangulation and Digital Mapping*, Monograph 10, School of Surveying, The University of New South Wales, Kensington, N.S.W., Australia.

16. Elaksher, Ahmed F., and Zhang.C., "Mapping road surface condition using Unmanned Ariel vehicle

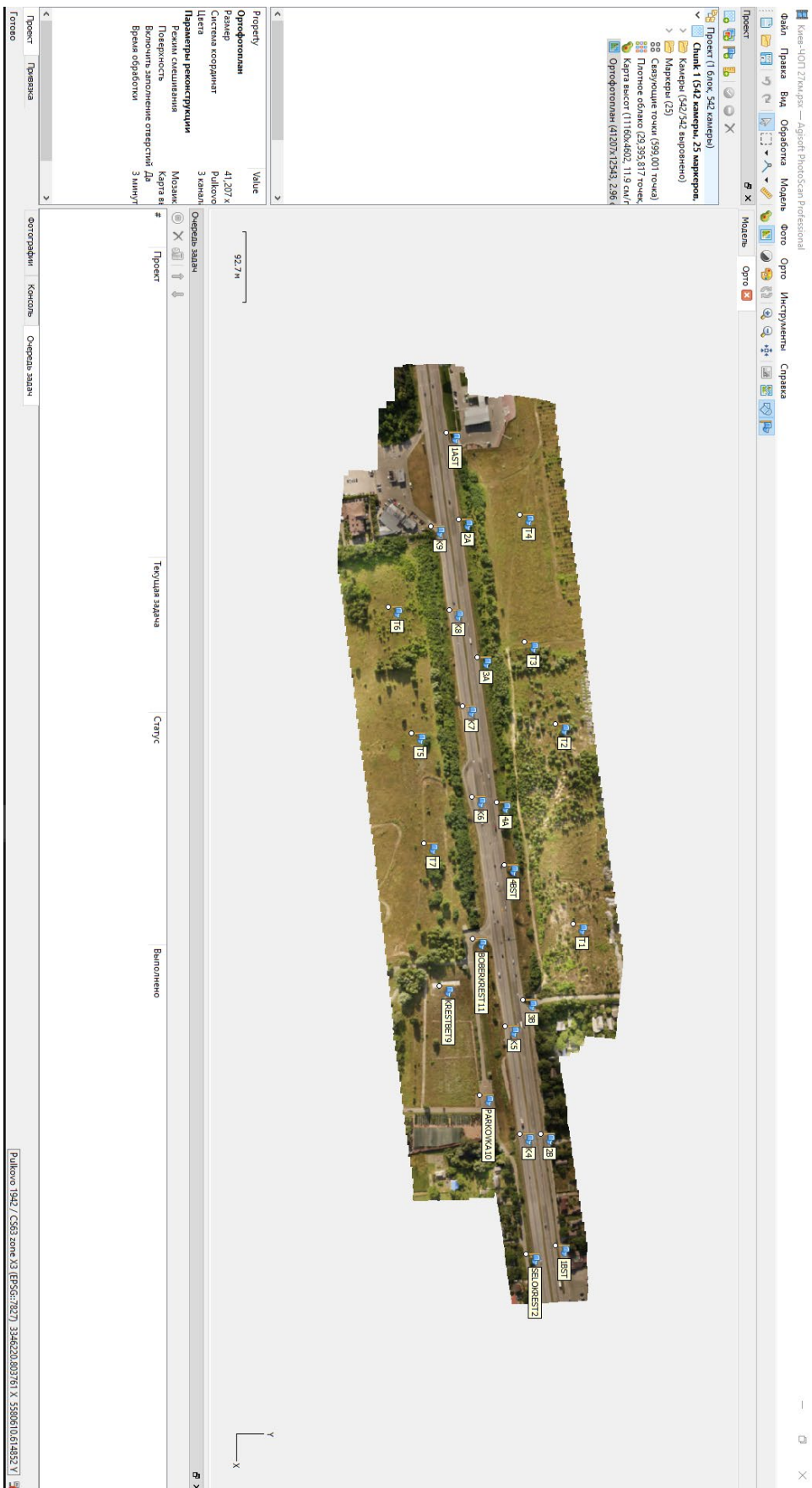
17. Cramer, M. 2001. "Performance of GPS/Inertial Solutions in Photogrammetry", Journal of D. Fritsch & R. Spiller, eds, 'Photogrammetric Week '01', Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg, 49–62.

18. Gonzalez, J. P., Nagy, B., & Stentz, A., "The geometric path planner for navigating unmanned vehicles in dynamic environments", *Procs of ANS 1st joint emergency preparedness and response and robotic and remote systems*, 30, 2006.

19. Harwin, S, and Lucieer.A., (2012), "Assessing the accuracy of georeferenced point clouds produced via multi-view stereopsis from unmanned aerial vehicle (UAV) imagery." *Remote Sensing* Vol.4, No.6, 1573-1599.

20. Helava, U. V. (1988), "Object space least square correlation." *Procs of International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* 27.B3 321-331

ДОДАТКИ



Додаток Б

Клиент: ЧОП "Земляк" — Agisoft Photoscan Professional

Файл Правка Вид Обработка Модель Фото Орто Инструменты Справка

Модель Орто

Проект: Проект (1 блок: 542 камеры)

- Струк 1 (542 камеры, 25 маркеров, 599 точек)
- Камеры (542/542 выровнено)
- Маркеры (25)
- Связанные точки (399,001 точка)
- Плотное облако (29,395,817 точек, Среда)
- Карта высот (11160x4602, 11.9 см/пикс)
- Орфофотограмм (4120x12543, 2.96 см/пикс)

Property Value

Плотное облако 29,395,817

Точек 3 канала, uin

Цвета точек

Параметры реконструкции

Качество Среднее

Фильтрация карт глубины Адресная

Время расчета карт глубины 1 час 6 мину

Время расчета плотного облака 5 минут 43 с

Перспектива 30°

Консоль

```
2021-11-28 16:45:10 sorting point cloud... done in 0.196 sec
2021-11-28 16:45:10 processing matches... done in 0.137 sec
2021-11-28 16:45:10 initializing...
2021-11-28 16:45:14 selected 542 cameras from 542 in 3.687 sec
2021-11-28 16:45:17 reconstructing depth...
2021-11-28 16:45:18 [CPU] estimating 320x423x6160 disparity using 1068x1178x8u tiles
2021-11-28 16:45:28 [CPU] estimating 0.354 disparity: 10.882 borders: 0.326 filter: 0.368 fall: 0
2021-11-28 16:45:30 [CPU] estimating 296x623x9230 disparity using 966x1100x8u tiles
2021-11-28 16:45:31 Finished processing in 20.984 sec (exit code 0)
2021-11-28 16:45:31 Error: Aborted by user
```

DL_03

Консоль Очередь задач

Готово

