

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

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
д. ф. – м. н., професор кафедри
_____ Железняк О.О.
" ____ " _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗА ОПП «ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

Тема: «Інформаційна система наземного обслуговування та управління аеропортом»

Виконавець: студент групи ГС – 208 М Дубкова Анастасія Олександрівна

Керівник: доцент Гладілін Валерій Миколайович

Нормоконтролер: _____ к.т.н., доцент Великодський Ю. І

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки , інженерії та технологій

Кафедра аерокосмічної геодезії

Спеціальність 193 «Геодезія, та землеустрій»

Спеціалізація 8.08010105 « Геоінформаційні системи та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Железняк О. О. _____

« __ » _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Дубкової Анастасії Олександрівни

1. Тема дипломної роботи: «Інформаційна система наземного обслуговування та управління аеропортом» затверджена наказом ректора № 594/од від 16 жовтня 2019 р.

2. Термін виконання роботи: з 15 жовтня по 29 грудня.

3. ВСТУП. Розділ I Застосування систем координат у відповідності з вимогами ICAO Топографо- геодезичне забезпечення аеропорту. Визначення координат GPS- спостереженнями. Гравіметричні спостереження. Висотна прив'язка пунктів. Розділ II Зйомка території аеропорту. Технічні засоби зйомки Програмне забезпечення обробки матеріалів зйомки. Розділ III Геоінформаційна система аналізу для управління територією аеропорту. Розділ IV Геоінформаційна система аналізу для управління територією аеропорту. Висновок.

5. Календарний план-графік.

№	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Узгодження змісту дипломної роботи	16.10.2019	
2	Огляд літератури за темою <u>«Інформаційна система наземного обслуговування та управління аеропортом»</u>	23. 10 .2019	
3	Написання першого розділу дипломної роботи	6.011.2018	
4	Підбір літератури за темою «Інформаційна система обслуговування управління та управління аеропортом»	22.11.2019	
5	Систематизація отриманого матеріалу та написання другого розділу дипломної роботи	12.12.2019	
6	Аналіз процесу використання ГІС для аеропорту	20.12.2020	
7	Написання третього розділу дипломної роботи	6.01.2020	
8	Формулювання висновків	12 . 01.2020	
9	Оформлення дипломної роботи	13.01.2020	
10	Підготовка презентації дипломної роботи	12.01.2020	
11	Попередній захист дипломної роботи	31.01.2020	
12	Захист дипломної роботи	6.02.2020	

6. Дата видачі завдання: «16» жовтня 2019р.

Керівник дипломної роботи _____ Гладілін В.М.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняла до виконання _____ Дубкова А.О.
(підпис студента) (П.І.Б.)

Зміст

<u>Вступ</u>	5
<u>Розділ 1</u>	8
1.1 <u>Застосування системи координат у відповідності з вимогами ICAO</u> ...	8
1.2 <u>Топографо-геодезичне забезпечення аеропорту</u>	11
1.3 <u>Визначення координат GPS-спостереженнями</u>	22
1.4 <u>Гравіметричні спостереження</u>	25
1.5 <u>Висотна прив'язка пунктів</u>	32
<u>Розділ 2</u>	40
2.1. <u>Зйомка території аеропорту</u>	40
2.2. <u>Технічні засоби зйомки</u>	44
2.3. <u>Програмне забезпечення обробки матеріалів зйомки</u>	54
<u>Розділ 3. Геоінформаційна система взаємодії технічних наземних служб аеропорту</u>	59
3.1. <u>Взаємодія наземних служб для обслуговування літаків</u>	59
3.2. <u>Інфологічна система аеропорту</u>	70
3.3. <u>План наземних споруд</u>	86
<u>Розділ 4. Геоінформаційна система аналізу для управління територією аеропорту</u>	92
<u>Висновок</u>	101
<u>Список використаних джерел</u>	104

Вступ

Складність управління аеропортом (АП) зумовлена впливом на його функціонування безлічі випадкових факторів, таких як метеорологічні умови, помилки аеронавігаційних систем, затримки повітряних суден (ПС), висотні особливості місцевості, помилки обслуговуючого персоналу, політична нестабільність, напади терористів тощо. До основних напрямків його діяльності належать: реєстрація та обслуговування пасажирів, льотних екіпажів; реєстрація та відправлення багажу, пошти; обслуговування повітряних суден; надання довідково-інформаційних послуг. Тому процес управління аеропортом насамперед має забезпечувати: інтенсивність та ефективність авіаційних пасажирських та вантажних перевезень; безпеку повітряного простору (ПП) над аеропортом та у прилеглих до нього зонах та безпеку безпосередньо на його території, враховуючи район аеродрому як під час нормального режиму роботи, так і при виникненні надзвичайних ситуацій. Досягти зазначених цілей можливо за умови плідної взаємодії структурних компонентів автоматизованої системи управління. При цьому слід враховувати такі особливості, притаманні системі управління повітряним рухом:

- складність, обумовлена наявністю великої кількості ПС, що знаходяться під управлінням, в технічному, технологічному, процедурному обслуговуванні;
- динамічність;
- велика кількість альтернативних дій в управлінні;
- людський фактор як фактор непередбачуваності дій людини [1].

Для аналізу такої складної системи доцільно використовувати статистичне та імітаційне геоінформаційне моделювання поточної обстановки на/або над територією АП та в прилеглих до нього зонах, що дасть змогу спрогнозувати можливі наслідки тих чи інших управлінських впливів та приймати більш точні, надійні та безпечні рішення.

Геоінформаційна складова процесу моделювання повинна забезпечуватися наявністю «електронних» аеронавігаційних карт, перелік яких визначено залежно від основних етапів польоту ПС у документації ICAO (International Civil Aviation Organization).

Актуальність дослідження. ГІС дозволяють спільно аналізувати безліччю типів пов'язаної з просторовим становищем інформації про активи, такі як цифрові ортофотознімки високої роздільної здатності та карти з зображенням генерального плану, споруд, інфраструктури, внутрішнього простору і комунікацій аеропорту. ГІС допомагає операторам аеропортів візуалізувати всі їхні активи, будь то термінальні споруди, об'єкти оренди, засоби освітлення та знаки ЗПС, наземні, підземні та надземні інженерні мережі. Візуалізуючи ці активи, ГІС показує менеджерам аеропорту загальну операційну картину стану всіх об'єктів, допомагаючи ефективно контролювати роботу аеропорту і його служб. Це в рівній мірі відноситься і до таких завдань, як забезпечення безпеки, здійснення перевірок і обслуговування або, наприклад, з'ясування, де в даний момент знаходиться кожен багажний тягач та інші транспортні засоби.

Таким чином, **мета** даної роботи – дослідити інформаційну систему обслуговування та управління аеропортом.

Об'єкт дослідження – геоінформаційні системи.

Предмет дослідження – особливості взаємодії ГІС та наземної служби для аналізу ситуації і управління аеропорту.

Для досягнення поставленої мети, необхідно визначити наступні **завдання**:

- дослідити застосування системи координат у відповідності з вимогами ICAO;
- охарактеризувати особливості зйомки території аеропорту;
- дослідити геоінформаційну систему взаємодії технічних наземних служб аеропорту;

- проаналізувати геоінформаційну система аналізу для управління територією аеропорту.

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених задач був використаний комплекс методів: системний підхід В.М. Глушкова, теорія множин, теорія графів для формалізації відображення знань предметної галузі, методи дискретної математики і математичного моделювання для створення бази картографічних даних, методи фотограмметрії та комп'ютерної графіки.

Розділ 1

Система координат у відповідності з вимогами ІСАО

1.1 Застосування системи координат у відповідності з вимогами ІСАО

Вимоги ІСАО до забезпечення безпеки польотів та льотної придатності авіаційної техніки стають усе більш жорсткими. Авіакомпаніям необхідно виконувати ці вимоги для забезпечення рівноправної участі в комерційній діяльності на світових ринках авіаційних послуг. Тому питанням забезпечення необхідного рівня надійності та льотної придатності авіаційної техніки приділяється все більше і більше уваги.

Згідно з вимогами ІСАО підтримання льотної придатності авіаційної техніки здійснюється за такими принципами:

- льотна придатність повітряних суден (ПС) закладається під час проектування і конструювання з урахуванням попереднього досвіду експлуатації, вимог авіакомпаній, державних вимог стосовно забезпечення безпеки польотів;
- розробка і серійне виготовлення авіаційної техніки проводиться сертифікованими підприємствами;
- державний контроль за льотною придатністю ПС, відповідно до вимог SARPs (Стандартів та Рекомендованої практики), покладається на Державну авіаційну адміністрацію;
- кожен екземпляр ПС у встановленому порядку реєструється в Державному реєстрі і допускається до експлуатації за наявності Сертифікату льотної придатності, який підтверджує відповідність цього екземпляру повітряного судна вимогам льотної придатності;
- підтримання льотної придатності кожного екземпляру ПС при експлуатації забезпечується тим, що експлуатант повинен дотримуватися встановлених правил льотної експлуатації, технічного обслуговування і ремонту ПС. У разі порушення експлуатантом вимог з підтримання льотної придатності ПС, а також виявлення їх небезпечного стану вводяться обмеження на їх експлуатацію або експлуатація ПС припиняється;

– технічне обслуговування і ремонт проводять сертифіковані організації з технічного обслуговування і ремонту;

– усі види робіт з підтримання льотної придатності ПС виконує авіаційний персонал, яких пройшов відповідну атестацію [23, 24, 25].

Відповідно до вимог SARPs, які були розроблені Міжнародною організацією з цивільної авіації (ICAO), у структурі державного регулювання льотною придатністю виділяють системи забезпечення та підтримання льотної придатності (рис. 2.1). Забезпечення льотної придатності проводиться на стадіях проектування та виробництва ПС [54].

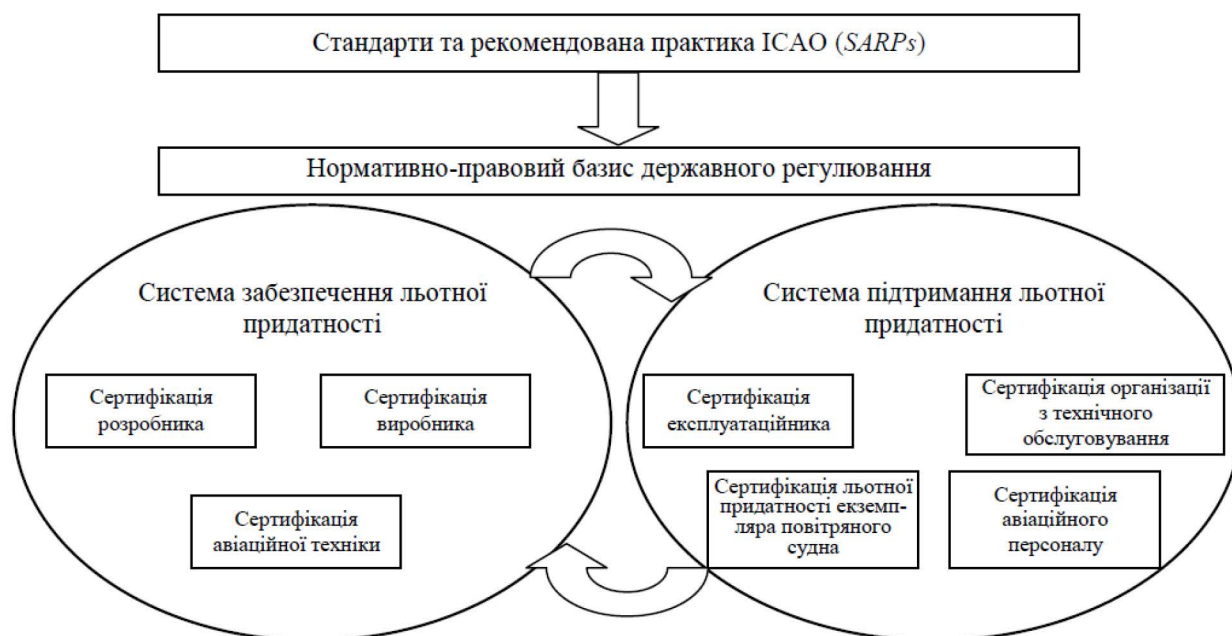


Рис. 2.1. Система державного регулювання льотної придатності повітряних суден

На стадії проектування ПС авіаційна техніка розробляється на заводах, які мають необхідний сертифікат. Виконується розрахунок надійності всіх комплектуючих виробів, систем, видів обладнання та всього літака, що проектується. На основі цих даних визначаються призначені та міжремонтні ресурси, значення контрольних рівнів з надійності для всіх складових ПС. Виготовлення ПС здійснюється на сертифікованих заводах-виробниках АТ, де особлива увага приділяється питанням міцності конструкції, які, своєю чергою, безпосередньо впливають на надійність і льотну придатність ПС. Перед експлуатацією визначається відповідність стану льотної придатності виготовленої

АТ необхідним нормам льотної придатності. Якщо результати задовільні, то ПС надається сертифікат на експлуатацію і літак прибуває до авіакомпаній, на які покладається відповідальність за стан льотної придатності кожного екземпляру ПС, що знаходиться в їх парку.

На стадії експлуатації проводиться підтримання льотної придатності ПС, шляхом забезпечення необхідного рівня безпеки польотів, підвищення стану надійності комплектуючих виробів, систем, видів обладнання ПС та літака в цілому, проведення необхідної сертифікації ПС та авіаційного персоналу, своєчасного проведення технічного обслуговування і ремонту АТ.

У ході експлуатації ПС складаються Директиви льотної придатності, які є необхідними умовами виконання експлуатантами забезпечення необхідного рівня надійності та льотної придатності комплектуючих виробів ПС та літака в цілому [41].

На стадії експлуатації проводиться підтримання льотної придатності ПС, шляхом забезпечення необхідного рівня безпеки польотів, підвищення стану надійності комплектуючих виробів, систем, видів обладнання ПС та літака в цілому, проведення необхідної сертифікації ПС та авіаційного персоналу, своєчасного проведення технічного обслуговування і ремонту АТ. У ході експлуатації ПС складаються Директиви льотної придатності, які є необхідними умовами виконання експлуатантами забезпечення необхідного рівня надійності та льотної придатності комплектуючих виробів ПС та літака в цілому [41].

Оскільки підтримання льотної придатності ПС покладається на експлуатанта, то нині економічно доцільний термін служби і ресурс АТ визначається не стільки фізичним зносом, скільки фінансовими можливостями експлуатанта ПС. Тому перевищення фактичного терміну служби ПС над проектним значенням - поширена практика міжнародної цивільної авіації. Ця практика реалізується двома типами експлуатації ПС - за ресурсом та за станом.

Подовження призначеного ресурсу та строку служби ПС полягає в такому. Для кожного етапу експлуатації ПС на основі лабораторних та льотних випробувань натурної конструкції ПС і прогнозування очікуваних умов

експлуатації встановлюється як величина ресурсу та терміну служби, так і умови його визначення, за яких гарантується безпека польотів. У процесі експлуатації парку ПС на кожному етапі нагромаджується нова інформація про умови експлуатації, знову виявлені дефекти, проводяться додаткові випробування натурної конструкції і розробляються технічні заходи у вигляді додаткових умов (або підтвердження існуючих умов) продовження ресурсу та терміну служби для наступного етапу експлуатації.

На сьогодні продовження ресурсу парку ПС дещо ускладнене внаслідок невеликого нальоту ПС, різноманітності умов експлуатації, якості технічного обслуговування, а також з низки інших техніко-економічних причин. Тому отримала широкий розвиток експлуатація за станом, яка передбачає періодичний контроль чи перевірку комплектуючих виробів з метою встановлення їхньої відповідності визначеному стандарту і з'ясування можливості їхнього подальшого використання. Зазначений стандарт використовується як основа для того, щоб зняти з експлуатації той чи інший компонент чи частину, перш ніж вони відмовлять у процесі експлуатації. Стандарт може коригуватися, виходячи з досвіду експлуатації АТ або схваленої Програми надійності чи Програми технічного обслуговування.

1.2 Топографо-геодезичне забезпечення аеропорту

Геодезичні роботи виконують з метою побудови топографічних карт і планів, а також для вирішення інженерно-геодезичних завдань при вишукуванні, проектуванні й будівництві споруд.

Щоб з'єднати карти, складені для різних ділянок місцевості, в загальну топографічну карту району, області або країни необхідно, щоб всі вимірювання виконувались в єдиній системі координат. Система закріплених на місцевості постійними знаками пунктів, для яких визначені із заданою точністю координати X , Y , H , утворює геодезичну мережу.

Геодезичну мережу створюють за принципом «від загального до часткового». Спочатку на території країни створюють нещільну мережу пунктів,

максимально можливої високої точності. Потім таку мережу поступово згущують, а точність вимірювань знижується.

За таким принципом в Україні геодезичну мережу ділять на:

- державну геодезичну мережу;
- мережі згущення;
- зйомочні мережі.

Розрізняють планові мережі (з визначеними координатами X , Y), висотні мережі (з визначеними висотами H) і планово-висотні мережі (з визначеними координатами X , Y і висотами H).

Планові геодезичні мережі створюють астрономічним, геодезичним або супутниковим способом. Висотні геодезичні мережі створюють геометричним нівелюванням, тригонометричним нівелюванням або супутниковим способом.

Теодолітний хід слугує зйомочною основою для виконання топографічних зйомок. Теодолітні ходи проектують на існуючих картах та планах крупного масштабу у вигляді замкнених полігонів і розімкнених ходів (рис. 2.1.). Вибір точок теодолітного ходу виконують у польових умовах. При цьому дотримуються наступних вимог.

1. Потрібно забезпечити гарну видимість суміжних точок ходу і якомога більшої кількості об'єктів місцевості в радіусі 100 – 150 м.
2. Місце навколо станції має бути зручним для встановлення теодоліта.
3. Необхідно потурбуватись про довгострокове збереження точки.
4. Довжини ліній теодолітного ходу мають бути в межах 40 – 350 м.
5. Лінії між точками мусять проходити по місцевості, найбільш зручній для виконання лінійних вимірювань.

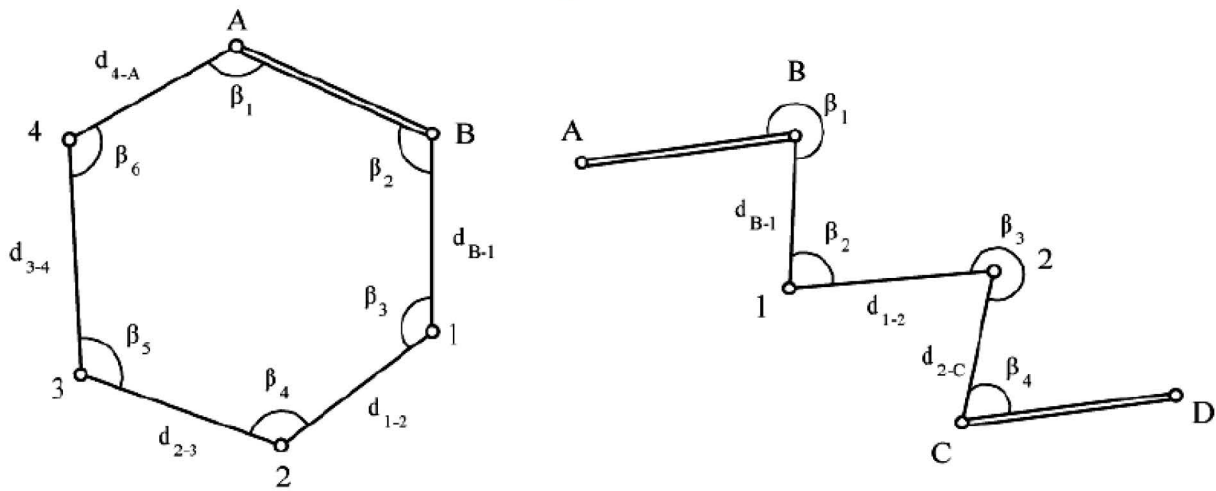


Рисунок 2.1. Теодолітний хід. а – замкнений; б – розімкнений

Просторове положення (координати) станцій теодолітного ходу визначають на основі кутових і лінійних вимірювань. Горизонтальні кути вимірюють теодолітом повним прийомом, кути нахилу вимірюють при одному положенні вертикального круга. Довжини ліній вимірюють мірними стрічками в прямому і зворотному напрямках.

Система координат – це спосіб завдання положення точок в просторі. Головна властивість всіх систем координат – положення будь-якої точки однозначно визначається її координатами. Так само як за адресою можна знайти лише одну будівлю в межах міста.

Люди здавна вимірювали все, що піддається виміру. Відстань, швидкість, час ... Технологічний прогрес цивілізації можна простежити по еволюції вимірювальних приладів: від мотузки з вузликами до надточних атомних годин. І будь-які вимірювання в просторі немислимі без системи координат. Найвідоміша з усіх і широко використовувана, безумовно, прямокутна система координат. Існують ще полярна, сферична і багато інших систем.

Вибір конкретної системи координат залежить в першу чергу від зручності застосування щодо поставленого завдання. А так багато систем координат пояснюється різноманіттям світу і широтою людської діяльності.

Геодезичні системи координат мають більш широке визначення. Так, вони теж задають положення точок в просторі, і простором в цьому випадку завжди

служить наша планета, але так як наша планета не куля ідеально сферичної форми то існує безліч геодезичних систем координат, а з ними і стільки ж складнощів при переході від однієї системи до іншої.

Математично точно описати фігуру Землі практично неможливо, тому що неможливо поставити кінцеву функцію, яка представить поверхню Землі. Спрощене уявлення фігури Землі – це геоїд. Фігура, яка виходить, якщо уявити, що на нашій планеті немає материків і островів, а є лише нескінченний світовий океан. Поверхня цього океану і визначить поверхню геоїда. Основна властивість геоїда в тому, що вектор сили тяжіння в будь-якій точці геоїда перпендикулярний його поверхні (становить з поверхнею прямий кут). Якщо ми прив'яжемо до нитки вантаж, то нитка вкаже нам напрямок точно в центр мас Землі, а для геоїда ще й буде перпендикулярна його поверхні. Фігура геоїда постійно уточнюється і ускладнюється. Але навіть спрощений і неточний геоїд для практичного застосування виявився занадто складним.

З настанням космічної ери фігура Землі була виміряна максимально точно, і на підставі даних вимірювань отримали параметри загально-земного еліпсоїда, середньоквадратичне відхилення поверхні (похибка) від істинного значення (від найбільш точного геоїда) для всієї планети у якого мінімальна. Найпопулярніший в наші дні еліпсоїд – WGS 84, який представляє собою уточнений еліпсоїд GRS 80. На ньому заснована загальносвітова геодезична система координат WGS 84. Вона відома, в першу чергу, завдяки широкому розповсюдженню супутникової навігації (GPS), що використовує цю систему. WGS-84 (World Geodetic System 1984) – світова геодезична система координат 1984 року.

WGS 84 – це геоцентрична система координат, тобто початок відліку для неї – центр Землі. Координати задаються в градусах, як широта і довгота, відповідно від екватора і Гринвіча. Але як ми вже повинні розуміти ці кути вимірюються на еліпсоїді, прийнятому за основу, а це означає, що, використовуючи інший еліпсоїд, ми отримаємо інші координати тієї ж точки.

На бувшій території СРСР використовувався інший еліпсоїд – еліпсоїд Красовського. Його параметри були отримані в 1940 році методом високоточних геодезичних вимірювань. Так як цей еліпсоїд спочатку призначався для державної системи координат, він досить точно описує поверхню планети для всієї території колишнього СРСР і непридатний для використання, наприклад, в Австралії. Правда найбільша точність досягається тільки для західної частини Росії, там все-таки столиця.

Самі по собі системи координат помилку в визначення положення точки в просторі не вносять, так як величина помилки – це завжди порівняння з еталонним значенням, якого просто не існує, якщо використовувати тільки одну систему координат. Помилка виникає при переході від однієї системи до іншої. Наприклад, якщо просто перекласти координати точки з еліпсоїда WGS 84 на еліпсоїд Красовського, то помилка може досягти сотень метрів.

Для переходу з однієї системи координат до іншої існує набір параметрів, який називається геодезичним датумом. Суворий підхід має на увазі складну математику, але навіть спрощений спосіб перерахунку координат дає достатню точність.

Координатною основою при здійсненні робіт із землеустрою є Державна геодезична референтна система координат УСК-2000.

Система координат УСК-2000 встановлюється за умови паралельності її осей просторовим осям системи ITRS. За поверхню відліку в системі координат УСК-2000 приймається референц-еліпсоїд Красовського.

Система координат УСК-2000 має однозначний геодезичний зв'язок із системою ITRS/ITRF2000. Нормальні висоти геодезичних пунктів визначаються в Балтійській системі висот 1977 року, вихідним початком якої є нуль Кронштадтського футштока.

Система координат УСК-2000 на місцевості закріплена пунктами ДГМ.

Геодезичною основою при здійсненні робіт із землеустрою є:

- пункти ДГМ 1-3 класів;

- пункти геодезичних мереж згущення (далі - ГМЗ) 4 класу, 1 та 2 розрядів;
- пункти знімальної геодезичної мережі.

Координати пунктів ДГМ, ГМЗ та поворотних точок меж геопросторових об'єктів визначаються:

- геодезичними (еліпсоїдальними) координатами – широта (В), довгота (L), висота (Н);
- прямокутними координатами (x, y) в проекції Гаусса-Крюгера в системі координат УСК-2000 або місцевих системах координат, що однозначно зв'язані із системою координат УСК-2000.

Використання Державної геодезичної референтної системи координат УСК-2000 проводиться з дотриманням таких принципів:

- використання міжнародного досвіду впровадження геодезичних референтних систем координат;
- застосування строгих математичних методів забезпечення координатних операцій перетворення та трансформування координат від малоточних систем координат до високоточних;
- врахування адміністративно-територіального устрою України;
- використання існуючої нормативно-технічної та програмно-методичної інфраструктури ведення Державного земельного кадастру.

Роботи із землеустрою виконуються в системі координат УСК-2000 або місцевих системах координат, однозначно зв'язаних із системою координат УСК-2000.

Паспорти місцевих систем координат затверджуються наказами Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру на територію Автономної Республіки Крим, території областей, міст Києва і Севастополя.

Місцеві системи координат застосовуються для ведення державного земельного кадастру на території, на яку поширюється відповідна система координат.

Картографічні матеріали та документація із землеустрою, які створені в системах координат СК-42, СК-63 та місцевих системах координат, утворених від них, переводяться в систему координат УСК-2000 або місцеву систему координат, однозначно зв'язану із системою координат УСК-2000.

Комплекс польових робіт із землеустрою включає:

- побудову ГМЗ 4 класу, 1 та 2 розрядів;
- створення знімальної геодезичної мережі;
- знімання на місцевості об'єктів кадастру;
- оброблення та оформлення матеріалів виконаних польових геодезичних робіт.

Координати пунктів ГМЗ визначаються:

- спостереженнями ГНСС;
- ГНСС у статичному режимі;
- побудовою лінійно-кутових мереж, прокладанням полігонометричних ходів 4 класу, 1 та 2 розрядів.

Знімальна геодезична мережа створюється з метою згущення ДГМ та ГМЗ до щільності, що забезпечує виконання знімання геопросторових об'єктів.

Координати пунктів знімальної геодезичної мережі визначаються:

- спостереженнями ГНСС у статичному режимі;
- спостереженнями ГНСС у режимі мережевого RTK;
- побудовою лінійно-кутових мереж та прокладанням полігонометричних ходів.

Апаратура супутникових радіонавігаційних систем для знімання геопросторових об'єктів використовується відповідно до Порядку використання апаратури супутникових радіонавігаційних систем під час проведення топографо-геодезичних, картографічних, аерофотознімальних, проектних, дослідницьких

робіт і вишукувань та кадастрових зйомок, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13 липня 1998 року № 1075.

Знімання геопросторових об'єктів на місцевості виконується методами, визначеними Інструкцією з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98), затвердженою наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09 квітня 1998 року № 56, зареєстрованою у Міністерстві юстиції України 23 червня 1998 року за № 393/2833, та Інструкцією про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затвердженою наказом Державного комітету України із земельних ресурсів від 18 травня 2010 року № 376, зареєстрованою у Міністерстві юстиції України 16 червня 2010 року за № 391/17686.

Під час використання супутникових геодезичних приймачів ГНСС для визначення точок знімальної основи та зйомки геопросторових об'єктів із застосуванням технологій RTK розробниками документації із землеустрою перевіряється диференційне поле координатних поправок, які задаються мережами ГНСС.

Контроль диференційного поля координатних поправок під час роботи з використанням технологій RTK здійснюється не менше ніж на двох найближчих пунктах ДГМ і ГМЗ, координати яких отримуються у адміністратора банку геодезичних даних.

Розбіжність у значеннях координат контрольних пунктів не повинна перевищувати 0,1 м у містах обласного значення, 0,2 м - в інших містах і селищах, 0,3 м - у сільських населених пунктах і 0,5 м - за межами населених пунктів.

Обробка матеріалів зйомок при виконанні робіт із землеустрою здійснюється в системі координат УСК-2000 або в місцевій системі координат, однозначно зв'язаній із системою координат УСК-2000.

Під час обробки лінійно-кутових вимірювань вводиться поправка у виміряні напрями та лінії за перехід на площину Гаусса-Крюгера.

Поправка в горизонтальне направлення D_{12} за кривизну зображення геодезичної лінії на площині Гаусса-Крюгера обчислюється за формулами

$$y_m = \left| \frac{(y_1 - 300000) + (y_2 - 300000)}{2} \right|;$$

$$D_{12} = 0,00253 y_m D_x;$$

$$y_m = \left| \frac{(y_1 - 300000) + (y_2 - 300000)}{2} \right|;$$

$$D_x = x_2 - x_1,$$

де x_1, y_1 – прямокутні координати початкової точки лінії;

x_2, y_2 – прямокутні координати кінцевої точки лінії.

Поправка в лінію Dd_{12} за перехід на площину Гаусса-Крюгера обчислюється за формулою

$$Dd_{12} = \frac{y_m^2}{2R_m^2} s,$$

де s – горизонтальна віддаль виміряної лінії;

R_m - середній радіус кривизни еліпсоїда Красовського, який для території України становить 6 378 кілометрів.

Для обробки супутникових геодезичних спостережень використовується прикладне програмне забезпечення виробників приймачів ГНСС.

Перехід від просторових прямокутних координат X, Y, Z у системах координат ITRS/ITRF2000 до просторових прямокутних координат X, Y, Z в системі координат УСК-2000 виконується за методом Гельмерта з використанням таких наближених параметрів:

$$\begin{aligned}\Delta X &= -24,322 \text{ м,} \\ \Delta Y &= 121,372 \text{ м,} \\ \Delta Z &= 75,847 \text{ м,}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\epsilon_x &= 0''; \\ \epsilon_y &= 0''; \\ \epsilon_z &= 0'';\end{aligned}$$

$$\mu = 0,$$

де $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ - величини зміщення центра системи координат ITRS/ITRF2000 відносно центра системи координат УСК-2000 за осями X, Y, Z;

e_x, e_y, e_z - величини кутів повороту осей системи координат ITRS/ITRF2000 відносно осей системи координат УСК-2000 за осями X, Y, Z;

m – величина зміни масштабного коефіцієнта.

Перетворення просторових прямокутних координат X, Y, Z у геодезичні B, L, H здійснюється з використанням еліпсоїда Красовського з такими параметрами:

- велика піввісь - 6 378 245 м;
- стиснення - 1:298,3.

Для перерахування геодезичних координат на площину в проекції Гаусса-Крюгера із списку проєкцій, запропонованих програмою, в якій здійснюється обробка супутникових геодезичних спостережень, вибирається поперечна проєкція Меркатора або Transverse Mercator та задаються параметри:

- початок відліку широти - 0° ;
- початок відліку довготи – значення довготи осьового меридіана місцевої системи координат відповідно до паспорта місцевої системи координат;
- північний умовний зсув початку системи координат – 0 м для місцевих систем координат Автономної Республіки Крим, областей, міст Київ та Севастополь; для місцевих систем координат населених пунктів – значення відповідно до паспорта місцевої системи координат;
- східний умовний зсув – 300 000 м для місцевих систем координат Автономної Республіки Крим, областей, міст Київ та Севастополь; для місцевих систем координат населених пунктів – значення згідно з паспортом місцевої системи координат;

- масштабний коефіцієнт – 1,0000.

Для переходу від геодезичних висот H у нормальну систему висот – Балтійську систему висот 1977 року – використовується модель квазігеоїда для території України.

Площа геопросторового об'єкта на площині Гаусса-Крюгера визначається аналітичним методом за прямокутними координатами x_i та y_i поворотних точок його меж за формулою

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$$

де

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i+1} - x_{i-1}),$$

де $i = 1, 2, 3, \dots, n$ – кількість поворотних точок.

Визначення геодезичних площ геопросторових об'єктів виконується строгим методом на поверхні референт-еліпсоїда або до значення площі, обчисленої за координатами x, y в проекції Гаусса-Крюгера, вводиться поправка D_p , яка обчислюється за формулою

$$D_p = -\frac{y_m^2}{R_m^2} P,$$

де R_m - середній радіус кривизни еліпсоїда Красовського, який для території України становить 6378 кілометрів;

p - обчислена площа геопросторового об'єкта на площині Гаусса-Крюгера;

y_m - обчислюється за формулою.

$$y_m = \left| \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - 300000)}{n} \right|,$$

де y_i – прямокутна ордината поворотної точки межі геопросторового об'єкта;

n - кількість поворотних меж геопросторових об'єктів.

Під час визначення довжин ліній та напрямів, обчислених за прямокутними координатами x , y поворотних точок меж геопросторових об'єктів у проекції Гаусса-Крюгера, у довжини ліній та напрями вводяться обернені поправки (зі знаком «-») за перехід від площини Гаусса-Крюгера на поверхню референт-еліпсоїда за формулами, наведеними у пункті 10 цього Порядку.

Топографічні карти і плани складають в камеральних умовах графічно (вручну) або в електронному вигляді, якщо при виконанні польових робіт була складена цифрова модель місцевості або використовувався електронний тахеометр з відповідним блоком обробки і зберігання вимірювальної інформації. Тут розглядається принцип графічної побудови топографічного плану на основі результатів вимірювань і обробки знімальної основи, тахеометричної і горизонтальної зйомки. Топографічні карти будуються на даних отриманих з плотера та графічно будівничих плотерів з точністю 0,05мм .

Якщо розграфка планів масштабу 1: 2000 і 1: 5000 виконується відповідно до розграфки топографічних карт, то на зовнішні рамки буде винесена сітка географічних координат. Для цього по геодезичним координатами кутів планшета визначають їх прямокутні координати і інтерполіруванням будують сітку прямокутних координат.

1.3 Визначення координат GPS-спостереженнями

За останні півтора десятка років став доступним для використання значний потенціал Глобальної системи визначення місцеположення (GPS), призначеної для навігації та визначення координат різних об'єктів, для наукових та прикладних досліджень. Головними факторами бурхливого розвитку GPS є її все погодність, оперативність, висока точність, малі габарити приймальної апаратури, простота експлуатації і відносно невелика вартість. До цього слід додати, що конфігурація орбіт GPS-супутників дозволяє практично з будь-якої точки земної поверхні

приймати сигнали щонайменше від чотирьох супутників, а як показує практика спостережень їх число коливається від п'яти до десяти. Висока точність забезпечується принципом вимірювань, який базується на визначенні псевдо відстаней «GPS-супутник – GPS-приймач» за різницями фаз сигналів, прийнятих від супутників, та сигналу, що генерується приймачем.

Вищенаведене визначає актуальність і перспективність використання GPS для рішення широкого спектру наукових задач, пов'язаних з вивченням Землі:

- побудова та підтримка земної системи відліку, яка задається координатами та швидкостями рухів пунктів спостережень,
- вивчення нерівномірності обертання та руху полюсів Землі,
- дослідження деформацій земної поверхні,
- дослідження земної атмосфери та іоносфери.

Якщо на глобальному рівні такі методи космічної геодезії, як радіоінтерферометрія з наддовгими базами (VLBI), лазерна локація штучних супутників Землі (SLR) та лазерная локація Місяця (LLR), можуть конкурувати з GPS-технологією, то її використання на регіональному рівні та на локальних геодезичних мережах є поза конкуренцією через її простоту експлуатації, дешевизну та мобільність груп спостерігачів [16].

Отже, поява нових геодезичних технологій, зокрема широке впровадження у виробництво одночастотних супутникових радіонавігаційних приймачів нового покоління, вимагає розробки нових способів оптимального проектування геодезичних мереж та удосконалення методів вимірювань.

За останні роки в Україні проведено значний обсяг GPS-спостережень на пунктах Державної геодезичної мережі (ДГМ) з метою перевизначення їх положень у новій референційній системі координат. Такі спостереження проводяться виключно двочастотними GPS-приймачами за спеціальними методиками. Всього таких спостережень проведено більше ніж на 800-стах пунктах із 20000 пунктів ДГМ. Зрозуміло, що обсяг робіт із згущення мережі ще є величезний і потребує чималих організаційно-фінансових зусиль.

Альтернативним шляхом згущення геодезичної мережі є використання мережі перманентних GPS-станцій, що є складовими Європейської перманентної мережі (EPN). Але і в цьому випадку, зважаючи на їх незначну кількість на території України (всього дванадцять), це не вирішує зазначеної проблеми. Лише запровадження національної програми активних перманентних станцій, тобто таких станцій, які у режимі реального часу зможуть передавати диференційні поправки на GPS-приймач будь-якого користувача у будь-яке потрібне йому місце, повинно вирішити проблему координатного забезпечення [29]. Важливе місце у цьому процесі будуть відігравати одночастотні GPS-приймачі, зважаючи на їх доступність.

Побудова GPS-мереж вимагає врахування специфіки GPS-технологій. До них слід віднести: залежність точності визначення компонент векторів від їх довжини та тривалості GPS-вимірювань.

Посібники практичного застосування GPS-технологій, мають суттєві розбіжності щодо рекомендацій із тривалості спостережень на векторах із довжинами у межах 10-50 км [17]. Крім цього ці рекомендації не завжди чітко визначені і достовірні. У технічних паспортах GPS-приймачів для векторів довжиною до 10-20 км, зазвичай, наводяться регресійні залежності точності виміру векторів від їхньої довжини. Однак вони не враховують тривалості спостережень. Наразі для мереж із векторами 10-50 км та більше можна тільки наближено розрахувати точність визначення їх компонент [48].

Збільшення часу спостережень для вимірів одно частотними GPS - приймачами призводить до зростання кількості надлишкових вимірів, що зміцнює жорсткість мережі, але не завжди при цьому підвищується точність визначення координат пунктів.

У GPS-мережах із значною кількістю надлишкових вимірів частина вимірів може бути спотворена похибками, значення яких перевищують загальний фон похибок. Поява цих похибок може мати місце навіть при умові 100 - відсоткового розв'язку неоднозначностей усіх векторів. Найчастіше ці похибки можуть з'являтися на пунктах із незадовільними умовами видимості супутників. Очевидно

у результаті зрівноваження мережі поправки у ці виміри будуть максимальними і вони будуть збільшувати похибку одиниці ваги. Відповідно частина вимірів, яка максимально спотворена похибками, може негативно впливати на точність визначення координат пунктів.

Для таких мереж є актуальним розв'язок проблеми апостеріорної оптимізації вимірів. Він полягає в ідентифікації вимірів, спотворених похибками, які перевищують загальний фон похибок усіх вимірів. Необхідність розв'язку цієї проблеми також виникає при опрацюванні GPS – спостережень у режимі реального часу.

1.4 Гравіметричні спостереження

Як відомо, основним науковим завданням геодезії є визначення поверхні та зовнішнього гравітаційного поля Землі на основі астрономічних, геодезичних і гравіметричних вимірювань. Близько двох з половиною

тисячоліть тому поняття плоскої Землі змінилося на кулеподібну Землю і поставило завдання визначення її радіуса. За часів І. Ньютона під фігурою Землі розуміли стиснутий еліпсоїд обертання, а завданням геодезії стало визначення двох його параметрів – великої піввісі і стиснення. У кінці XVIII і на початку XIX ст. геодезисти й астрономи виявили розходження параметрів еліпсоїда, визначених у різних частинах світу, величини яких значно перебільшували помилки вимірювань. Це призвело до появи поняття геоїда – рівневої поверхні потенціалу сили тяжіння, яка проходить через початок відліку висот і яку запропонував німецький вчений Лістінг у 1873 році. З введенням поняття геоїда почався період, у якому основна задача геодезії полягала у визначенні поверхні геоїда і найбільш близького до нього поверхні еліпсоїда. Цей період тривав понад 100 років і був завершений у середині XX ст. Сучасний період розвитку вищої геодезії почався роботами М. С. Молоденського, який сформулював основну задачу геодезії як задачу визначення фізичної поверхні та зовнішнього гравітаційного поля Землі та їхніх змін з часом. Задача Молоденського є найповнішою порівняно із задачею визначення геоїда, оскільки за Молоденським можна визначити зовнішнє

гравітаційне поле Землі, тобто всіх рівневих поверхонь, а не однієї єдиної поверхні геоїда. Але поверхня геоїда на континентах не визначається за вимірюванням на її поверхні. Визначення поверхні Землі зводиться до встановлення єдиної системи координат положення опорних пунктів, закріплених на ній.

Геодезія у вузькому змісті розглядає методи і техніку вимірювань на місцевості в локальному районі для побудови планів і карт. Сукупність цих робіт називають топографічним зніманням або топографією. Прикладна або інженерна геодезія – розділ геодезії, в якому розглядаються методи і засоби геодезичних вимірювань, необхідних для забезпечення будівництва й експлуатації різних інженерних споруд. Морська геодезія – розділ геодезії, задачею якої є створення опорної мережі на поверхні або на дні океану для забезпечення геофізичних знімань континентального шельфу та дослідженні океанічного дна. Космічна геодезія – розділ геодезії, в якому для визначення поверхні і гравітаційного поля використовують результати спостережень штучних і природних небесних тіл. Вища геодезія займається визначенням поверхні усієї Землі, визначаючи координати опорних точок цієї поверхні й елементи гравітаційного поля в єдиній координатній системі на основі вимірювань, які виконують на фізичній поверхні Землі. Фізична геодезія або геодезична гравіметрія розв'язує задачу визначення поверхні та гравітаційного поля Землі, використовуючи вимірювання елементів гравітаційного поля на її поверхні. Усі ці окремі розділи тісно взаємопов'язані. Поверхня Землі змінюється з плином часу в силу різних причин. Вивченням цих змін займається геодинаміка – наука, що досліджує причини, характер і зміни в часі динамічних процесів, які відбуваються під дією геофізичних силових полів (гравітаційного, магнітного, термічного тощо).

Гравітаційне поле Землі вважають однорідним у геодезії (топографії) і прикладній геодезії. Вища, космічна і фізична геодезії завжди розв'язують задачі в неоднорідному гравітаційному полі реальної Землі.

Сучасний стан розвитку геодезії характеризується створенням єдиної державної або світової системи геодезичних координат та параметрів зовнішнього гравітаційного поля Землі, в яку увійдуть пункти високоточних супутникових

мереж і нові тривимірні геоцентрична система координат, а також нова система нормальних висот, оновлена або модернізована гравіметрична система, нова міжнародна земна опорна система (ITRS) і міжнародна небесна опорна система (IGRS) [8].

Так зросла потреба в створенні високоточної гравіметричної інформації у зв'язку із широким впровадженням супутникових технологій під час внесення геодезичних завдань і навігаційного забезпечення. У великих обсягах виконують гравіметричні вимірювання, проводять науково-дослідні роботи в галузі інструментальної та геодезичної гравіметрії. Це передусім відбувається у високорозвинутих країнах світу. В багатьох країнах такі вимірювання виконують на супутникових пунктах спостережень балістичними гравіметрами, а неперервні вимірювання прискорення вільного падіння виконують криогенними гравіметрами [53]. Підвищення точності визначення просторових координат гравіметричних пунктів за допомогою супутникових технологій дає змогу розглянути можливості визначення прискорення сили притягання за вимірюваннями прискорення вільного падіння і геодезичними просторовими координатами. Розвиток геодезії, гравіметрії, астрономії та інших наук дає можливість створювати комплексні системи вимірювань даних про координати, орієнтуванню та різних характеристик гравітаційного поля.

Гравіметричні зйомки земної поверхні й акваторій морів і океанів дають необхідну вихідну інформацію для вирішення наукових завдань фізичної геодезії, наукових і прикладних завдань геофізики, а також інших прикладних задач. Це перш за все: вивчення гравітаційного поля, фігури та розмірів Землі, розвідування корисних копалин та вивчення будови літосфери. До появи штучних супутників Землі гравіметричні зйомки були основним і єдиним джерелом інформації для вивчення гравітаційного поля Землі. Але із запуском ШСЗ і появою супутникової альтиметрії гравіметричні знімання не втратили свого значення і продовжують займати важливе місце серед основних джерел інформації про тонку структуру гравітаційного поля Землі [6].

Гравіметрична вивченість Землі за наземними і морськими гравіметричними зйомками до середини 80-х років ХХ ст. була дуже нерівномірною, а в даний час гравіметричним зніманням покриті значні площі як на континентах, так і на морях і океанах. Наведемо загалом узагальнені відомості про загальну картину гравіметричної вивченості [3]. Картосхема середніх значень аномалій у вільному повітрі для трапецій $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ для усієї поверхні Землі складена на основі матеріалів Міжнародного гравіметричного бюро і Ламонтської геологічної обсерваторії.

Гравіметрична вивченість держав Європи переважно покрита детальними гравіметричними зйомками, але для деяких країн (колишня Югославія, Албанія) взагалі немає матеріалів гравіметричного знімання або дуже мало цих даних (Греція). На територію Західної Європи і Північну Африку складено карту аномалій Буге Міжнародним гравіметричним бюро у масштабі 1:10 000 000.

Гравіметрична вивченість держав Азії є дуже нерівномірною. Так, гравіметричні знімання інтенсивно проводять у більшій частині території країн (Індія, Японія, Сирія, Ірак), водночас у багатьох державах Азії залишаються невивченими високогірні області Тибету та Гімалаїв, а також території Туреччини, Південного Афганістану.

За останні роки є значний прогрес у розвитку гравіметричних зйомок на Африканському континенті. Але гравіметрична вивченість держав Африки є дуже неоднорідною. Найкраще вивчена північно-західна частина Африканського континенту, менш вивчені північно-східні і південно-східні райони Африки.

Гравіметрична вивченість Північної Америки більш однорідна, ніж Азії і Африки. На території США і більшій частини Канади є складені гравіметричні карти масштабу 1:250 000. Порівняно слабше вивчені Аляска, західні та північні райони Канади. Слабко вивчені значні території Мексики і Центральної Америки. Держави Південної Америки також вивчені дуже слабко. У значному ступені покриті гравіметричним зніманням лише Аргентина, Чилі й Уругвай.

Достатньо рівномірно вивчена територія Австралії та акваторія до неї шельфу. Більша частина території суходолу покрита детальними зйомками.

Вивченням гравітаційного поля Антарктиди та прибережних районів океану займались у багатьох країнах світу. Гравіметричними вимірюваннями займались у колишньому СРСР, США, Японія, Англія, Австралія, Франція, Нова Зеландія, Бельгія, Чилі. Загалом в Антарктиді, за даними таких досліджень, створено близько восьми тисяч гравіметричних пунктів.

Гравіметричні дослідження у Світовому океані проводили спеціалісти колишнього СРСР, США, Японії, Австралії, Нідерландів, Канади, Англії, Італії, Данії і багатьох інших держав. На акваторії Світового океану найкраще вивченим є Атлантичний океан. За осередненими аномаліями за трапеціями $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ у північній і центральній частинах океану майже немає невивчених областей. Гірше вивчена південна частина океану, особливо у самих південних широтах. Складені гравіметричні карти в трьох редукціях – аномаліях у вільному повітрі, Буге та ізостатичних.

В Індійському океані достатньо добре вивчені лише акваторії північної півкулі, у південній півкулі прокладені лише окремі гравіметричні маршрути. На акваторію Індійського океану складена гравіметрична карта масштабу 1:5 000 000 для геолого-геофізичного атласу Індійського океану. Також опублікована гравіметрична карта осереднених аномалій Буге за трапеціями $1^{\circ} \times 1^{\circ}$.

Гравіметрична вивченість Тихого океану істотно покращена за останні роки. Добре вивчена північна частина океану, дещо гірше вивчена центральна частина і тільки прокладені окремі маршрути надводних гравіметричних вимірювань у південних областях океану.

У Північно-Льодовитому океані гравіметричними зніманнями покрита значна частина прибережних районів і південна частина океану масштабу 1:1 000 000, враховуючи шельф Росії.

Суттєвим доповненням гравіметричної вивченості Світового океану, які отримані за безпосередніми морськими гравіметричними вимірюваннями, слугує інформація про гравітаційне поле з використанням даних супутникової альтиметрії. За такими спостереженнями визначені аномалії у вільному повітрі для трапецій $15' \times 15'$, отриманих у Міжнародному гравіметричному бюро за даними із

ШСЗ «Seasat» і «Geos-3» для акваторій Світового океану, обмеженими паралелями 72° північної широти і 60° південної широти, а також з використанням геодезичних програм ШСЗ «Geosat» і «ERS-1».

У досупутниковий час гравітаційне поле було відомим з високою точністю тільки в деяких регіонах світу й отримане за допомогою наземних і на борту літаків вимірювань. У цей час детальність поля прискорення вільного падіння для потреб геодезії, геофізики і океанографії оцінюється величиною 1 мГал для гравіметричних аномалій, а відповідна точність висот геоїда (квазігеоїда) від 1 до 2 см. Отже, потреба в точному визначенні гравітаційного поля Землі є очевидною.

Побудова нових гравіметричних мереж у різних країнах стало необхідними завдяки появі Міжнародної стандартної гравіметричної мережі (IGSN-71), підвищенні вимог до точності і надійності мереж, можливості використовувати нові абсолютні та відносні прилади, нові методики вимірювань, а також зростання інтересу до моніторингу часових вимірювань прискорення вільного падіння тощо.

Державна гравіметрична мережа України є основою для виконання гравіметричних досліджень, які спрямовані на вивчення гравітаційного поля і зовнішньої фігури Землі та їхніх змін з плином часу, виконання інших наукових і народногосподарських завдань та метрологічного забезпечення гравіметричних знімів. Вона слугує єдиною гравіметричною системою на територію України. Високоточна державна гравіметрична мережа – це сукупність закріплених на місцевості системою гравіметрично пов'язаних між собою пунктів, у яких виконують абсолютні та відносні вимірювання прискорення вільного падіння, а також визначають висоти і координати цих пунктів. Її ділять на Державну фундаментальну гравіметричну мережу (ДФГМ) і Державну гравіметричну мережу 1-го класу (ДГМ-1).

До початку 60-х років ХХ ст. в Україні існувало лише три маятникові пункти опорної гравіметричної мережі I класу, які були визначені Центральним науково-дослідним інститутом геодезії і картографії (ЦНДГіК) СРСР. Ці пункти перебували в підвальних приміщеннях фундаментальних будівель міст Полтава, Харків і Одеса.

Надалі в зв'язку з появою нових, точніших гравіметрів, упродовж 1965–1970 років Інститут фізики Землі АН СРСР на території СРСР побудував опорну гравіметричну мережу I класу, яка на території України, охоплювала вищезгадані пункти плюс опорний пункт в аеропорту «Жуляни» міста Київ. Мережа цих пунктів створена з використанням гравіметрів ГАГ-1 і ГАГ-2, зі застосуванням способу багатократних групових спостережень. Мережа складалася із системи замкнутих полігонів, прив'язаних до маятникових пунктів, та мала прямі зв'язки з пунктом «Москва» (клас А) – головним опорним пунктом СРСР. Середня квадратична похибка передачі абсолютних значень прискорення сили тяжіння (ПСТ) на пунктах становила $\pm 0,035$ мГал [21].

Останній раз роботи зі створення в Україні Державної опорної гравіметричної мережі I класу (ДГМ-I класу) проводилось у 1979–1983 роках Підприємством № 7 Головного управління геодезії і картографії (ГУГК) СРСР.

Державна гравіметрична мережа України як складова гравіметричної мережі СРСР залучає до свого складу гравіметричні мережі I, II, III класів. Наявна гравіметрична мережа України I класу складається зі 17-ти основних пунктів, одного вихідного фундаментального гравіметричного національного пункту Полтава та 37-ми рядових пунктів. Вона не відповідає сучасним вимогам щодо точності й щільності пунктів. Упровадження в практику гравіметричних робіт абсолютних балістичних гравіметрів високої точності й супутникових технологій для визначення просторових геодезичних координат зумовлює необхідність модернізації мережі на новому рівні точності. Наразі державна гравіметрична мережа I класу країни, створена ще за часів існування СРСР, оцінюється зі середньою квадратичною похибкою значення прискорення вільного падіння пунктів приблизно в 30 мкГал. Прогнозована точність модернізованої мережі має підвищитися не менше ніж утричі, тоді вона слугуватиме основою для розвитку мереж нижчих класів і гравіметричних знімачів усіх масштабів. Зауважимо, що пункти державної гравіметричної мережі II класу не забезпечують за точністю обґрунтування гравіметричного знімання масштабу 1: 50 000 і більше. Останніми роками, у зв'язку з масовим запровадженням супутникових технологій визначення

місцеположення географічних об'єктів місцевості, а особливо з розвитком методів GPS-нівелювання, які дають можливість визначати висоти над рівнем моря, виникла потреба побудови високоточної моделі поверхні квазігеоїда для всієї території України на базі достовірної й точної гравіметричної інформації. Для вирішення вказаних завдань точність вимірювання прискорення вільного падіння в будь-якій точці Землі має бути в межах 0,01–0,1 мГал щодо початкового світового гравіметричного рівня [21]. Як ми вже зазначали вище, для певної території України існує невідповідність гравіметричної мережі за якістю й щільністю пунктів, що не дає змогу в межах європейських проектів здійснити її у в'язку з нівелірними мережами сусідніх країн, побудувати модель квазігеоїда сантиметрової точності. Тільки за умови поєднання високоточного гравіметричного вимірювання на базі зйомок масштабу 1:50 000 та більше з супутниковими геодезичними спостереженнями можна побудувати нову, інтегровану у світову, систему геодезичного забезпечення країни [21, 22].

1.5 Висотна прив'язка пунктів

У підготовчий період на підставі завдання на проектування здійснюють збір і вивчення наявних матеріалів на район пошуків: топографо-геодезичних, гідрометеорологічних, інженерно-геологічних, геоморфологічних, економічних і ін. Особливу увагу приділяють при цьому збору і вивченню картографічних матеріалів, топографічних планів і матеріалів аерозйомок минулих років.

У підготовчий період проводять повітряну аеродромну рекогнацію з вертольота або літака з метою обстеження місцевості для уточнення розміщення та орієнтування льотного поля, а також наземну рекогнацію з

метою оцінки наземно-грунтових і гідрогеологічних умов місцевості і уточнення обсягів вишукувальних робіт.

У підготовчий період встановлюється проект організації польових вишукувальних робіт та в першу чергу складають проект опорної геодезичної мережі згущення для виробництва топографічних зйомок. І нарешті, відповідно до

проекту організації досліджень складають технічне завдання на вишукування і формують дослідницький підрозділ.

У польовий період виконують комплекс інженерно-геодезичних, гідрометеорологічних, інженерно-геологічних та інших робіт як наземними, так і повітряно-космічними і наземно-космічними методами. Зокрема, в останні роки стали знаходити застосування комбіновані аерозйомки, коли ситуаційні подробиці місцевості знімають аерофотограмметричними методами, а рельєф з використанням звичайною або електронною тахеометричною зйомкою. При вишукуванні аеропортів все більш широке застосування стали знаходити наземно-космічні методи топографічних зйомок із застосуванням систем супутникової навігації «OP8».

У камеральний період здійснюють обробку даних польових вишуквальних робіт, складають топографічні плани, профілі, цифрові моделі місцевості і готують звіти про проведені дослідницькі роботи. На етапі камеральних робіт широко застосовують засоби автоматизації і обчислювальну техніку для реєстрації, редагування, обробки даних досліджень і підготовки топографічних планів на графобудівниках і їх електронних версій – ЦММ.

Планово-висотні основи майданчиків аеропортів. Топографічна зйомка.

Планово-висотну основу, що створюється для виробництва топографічних зйомок при дослідженнях аеропортів, одночасно служить і геодезичною основою для винесення проекту аеропорту в натуру, тобто, для геодезичного супроводу будівельного процесу. Тому точність планово-висотного обґрунтування повинна відповідати вимогам як знімальних, так і розбивочних робіт.

Основу планово-висотного обґрунтування аеропортів становить регулярна сітка поздовжніх і поперечних теодолітно-нівелірних ходів, що утворюють квадрати з розмірами 400 x 400 м (рис. 2.3а).

Для згущення отриманої таким чином мережі прокладають теодолітні ходи, що утворюють сітку квадратів з розмірами сторін 200 x 200 м, а іноді застосовують

мікротріангуляцію (рис. 2.3б) шляхом розбиття кожного 400-метрового квадрата діагоналями.

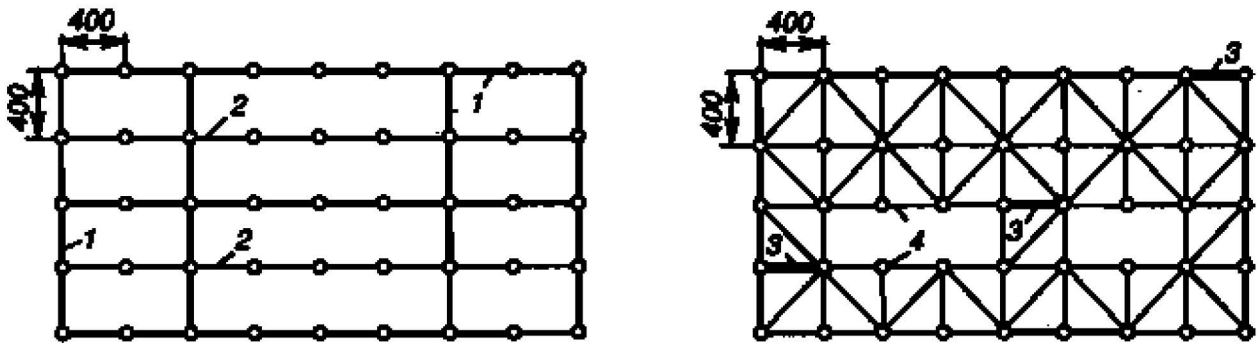


Рисунок 2.3 (а,б). Схема знімальної основи території аеропорту: а – аеродромна полігонометрія; б – мікротріангуляція; 1 – полігонометрія і нівелювання; 2 – теодолітні ходи і нівелювання; 3 – базили; 4 - сторони мікротріангуляції

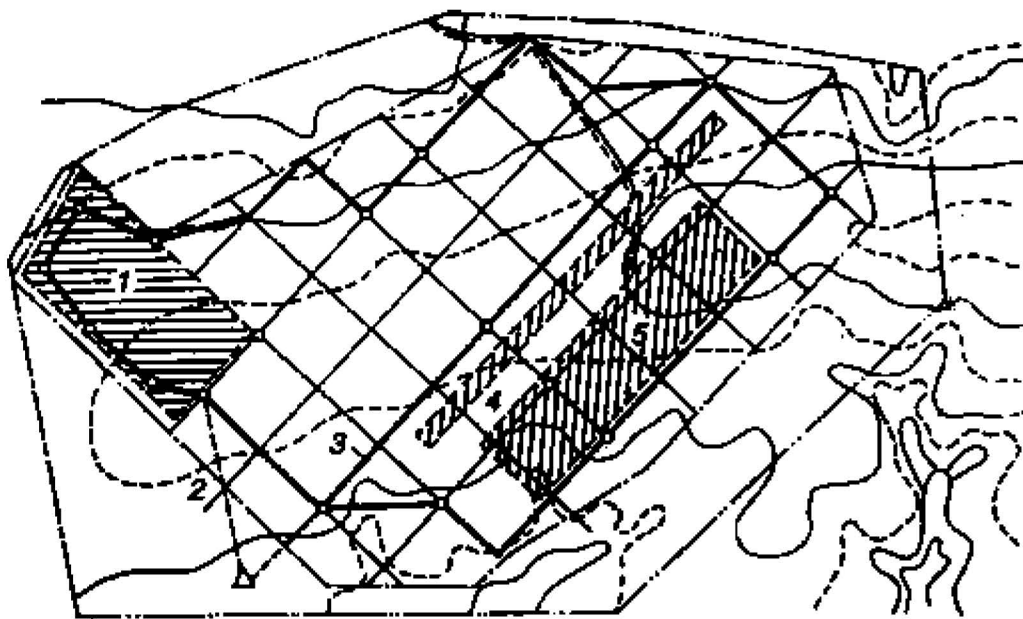


Рисунок 2.4. Схема планово-висотного обґрунтування аеропорту: 1 – житлова зона; 2 – контрольна прив'язка; 3 – головна опорна мережа; 4 – проектована ШЗПС; 5 – проектована службова зона

Опорну геодезичну мережу орієнтують паралельно передбачуваного напрямку ШЗПС (рис. 2.4), якщо вона виявляється встановленою на стадії підготовчих вишукувальних робіт. В інших випадках опорну геодезичну мережу орієнтують по напрямку пануючих вітрів, найвигіднішому рельєфу або у напрямку зручних повітряних підходів. Головну опорну лінію обґрунтовує вішат за допомогою теодоліта паралельно осі ЗПС на відстані 80-130 м від неї, при цьому в ході польових вишукувальних робіт її виносять в натуру перш за все. Вибравши за головною опорною лінією геодезичного обґрунтування центральну точку, в обидві сторони від неї по головній лінії відміряють 400-метрові відрізки на всю намічену довжину майданчика аеропорту. Кінці кожного 400-метрового відрізка закріплюють надійними кілками. Потім за допомогою теодоліта розбивають перпендикулярні напрямки на ширину майданчика аеропорту. Кінці 400-метрових поперечних відрізків також закріплюють. Розбивку опорної геодезичної мережі завершують прокладкою полігонометричного ходу по замикаючому контуру планово-висотного обґрунтування (рис. 2.4).

Висотною основою майданчика аеропорту служать мережі нівелювання III класу, що прокладаються зазвичай по сторонам сітки квадратів. Усередині полігонів прокладають нівелірні ходи IV класу.

Пункти опорної геодезичної мережі в вершинах 400-метрових квадратів закріплюють капітальними (бетонними) або тимчасовими (дерев'яними) знаками, які влаштовують закритими, що не підносяться над рівнем землі. Оскільки кожен знак планової геодезичної мережі служить одночасно і знаком висотного обґрунтування майданчика, їх закладають на глибину 0,5 м нижче максимально можливої глибини сезонного промерзання ґрунту.

На місцевості знаки позначають таким чином, щоб їх можна було легко виявляти не тільки в ході виконання наземних геодезичних робіт, але і при аеровишукуваннях, де вони вже виконують роль опізнавальних знаків. Для цієї мети знаки обкопують канавами і позначають кам'яними або щебеневими відсіпаннями.

Створену на майданчику проектованого аеропорту опорну геодезичну мережу прив'язують до пунктів державної геодезичної мережі з подальшим обчисленням координат центрів знаків в державній системі координат і обчисленням абсолютних їх висот. При відсутності поблизу проектованого аеропорту пунктів державної геодезичної мережі планово-висотну основу майданчиків аеропортів створюють наземно-космічними методами з застосуванням систем супутникової навігації «OP8».

Для забезпечення необхідної точності топографічних зйомок і розбивочних робіт середні квадратичні помилки положення пунктів опорної геодезичної мережі не повинні перевищувати ± 10 см, а помилки в висотах знаків - ± 25 мм.

Топографічну зйомку майданчика аеропорту виробляють з метою отримання топографічного плану і ЦММ, необхідних для подальшої розробки генерального плану аеропорту і проектування всіх його споруд. ЦММ при цьому необхідна в разі системного автоматизованого проектування аеропорту, тобто, на рівні САПР-А.

В ході топографічних зйомок, які виконуються в залежності від стадії проектування в масштабах 1: 5000, 1: 2000 і 1: 1000, знімають деталі рельєфу; кордону сільськогосподарських і лісових угідь; населені пункти; річки та водойми; автомобільні і залізничні дороги; окремі споруди і об'єкти; наземні і підземні комунікації і т.д. В ході виробництва топографічних зйомок обов'язково визначають висоти предметів і об'єктів, що піднімаються над землею (опори ЛЕП, стовпи повітряних ліній зв'язку, окремі будівлі, труби промислових підприємств, окремі дерева і інші повітряні перешкоди). На топографічних планах при цьому крім звичайної інформації показують і висоти цих повітряних перешкод.

При вишукуваннях аеропортів застосовують такі можливі методи топографічних зйомок: нівелювання по квадратах, тахеометричну, фототеодолітну, аеро- і комбіновану зйомку та наземно-космічну. Вибір того чи іншого виду топографічних зйомок залежить від ряду факторів і перш за все від стадії проектування, обсягів вишукувальних робіт, характеру місцевості, термінів

проектування і оснащеності проектно-вишукувальної організації відповідним парком геодезичного обладнання.

Зйомка нівелювання по квадратах – традиційний вид топографічної зйомки, широко використовуваний при вишукуваннях аеропортів, особливо на стадіях детального проектування. Це дуже точний вид зйомки, однак, в той же час і найбільш складний, дорогий і трудомісткий. Проте інформація, що отримується цим методом, представляється у вигляді, зручному для подальшого вирішення проектних завдань (зокрема, для вертикального планування майданчиків аеропортів) як традиційно за топографічними планами, так і автоматизація з використанням регулярних ЦММ в вузлах правильних прямокутних сіток. Особливо перспективним методом зйомки нівелюванням по квадратах являється використання реєструючих (електронних) нівелірів, що дозволяють автоматизувати процес збору, реєстрації та обробки даних і істотно підвищити продуктивність польових і камеральних робіт при одночасному підвищенні якості (безпомилковість інформації) кінцевих результатів.

Усередині опорної геодезичної мережі (сітки квадратів 400 x 400 м і 200 x 200 м) розбивають пікетажну сітку 40 x 40 м для знімання в масштабі 1: 2000 і 20 x 20 м – для зйомки в масштабі 1: 1000 і закріплюють її точками і сторожками з відповідними позначками. Крім вершин пікетажної сітки на її сторонах відзначають сторожками і плюси, відповідні характерні точки ситуації і рельєфу місцевості. Після цього здійснюють геометричне (а іноді тригонометричне) нівелювання поверхні. Зазвичай з однієї стоянки приладу знімають всі точки, що розміщуються в 200-метровому квадраті. За результатами проведених вимірювань складають ЦММ і топографічний план місцевості (рис. 2.5).

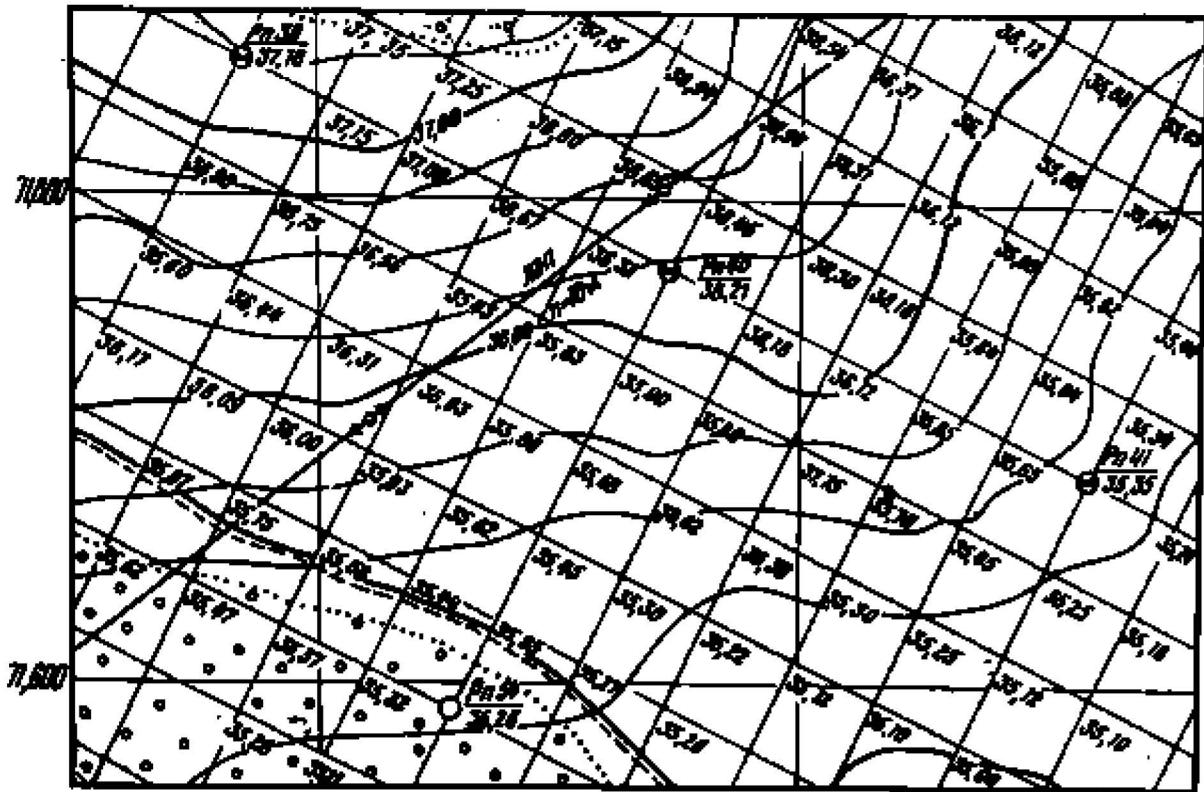


Рисунок. 2.5. Фрагмент топографічного плану, підготовленого за матеріалами зйомки методом нівелювання по квадратах

Тахеометричні зйомки знаходить все більш широке застосування при дослідженнях майданчиків аеропортів. Ця обставина пов'язана насамперед з тим, що вона дозволяє істотно скоротити обсяги польових вишукувальних робіт та перенести значну їх частину в камеральні умови із забезпеченням автоматизації підготовки топографічних планів і ЦММ з використанням комп'ютерів і графічних будівельників. Ще більш перспективним цей вид зйомки стає при використанні електронних тахеометрів з автоматичною реєстрацією результатів вимірів на магнітних носіях інформації. Найбільш часто тахеометрах використовують для зйомок майданчиків під житлові та службові зони аеродромів.

Фототеодолітну зйомку, враховуючи рівнинний характер місцевості, де розміщують майданчики аеродромів, застосовують головним чином при зйомках повітряних підходів.

Аерозйомка і особливо комбінована аерозйомка в поєднанні з електронною тахеометрією і системами супутникової навігації «OP8» незабаром повинні замінити інші, які використовуються в даний час види зйомок майданчиків

аеропортів. Це пов'язано з неминучим переходом на якісно нові технології і методи системного автоматизованого виробництва проектно-вишукувальних робіт, що вимагають максимального збільшення продуктивності вишукувальних робіт при широкому залученні засобів автоматизації і обчислювальної техніки.

Відмінною особливістю аерозйомок при вишукуванні аеропортів є те, що пункти знімальної основи перед зальотами маркують під знаки, а аерозйомочні маршрути, як правило, прокладають паралельно напрямку льотної смуги.

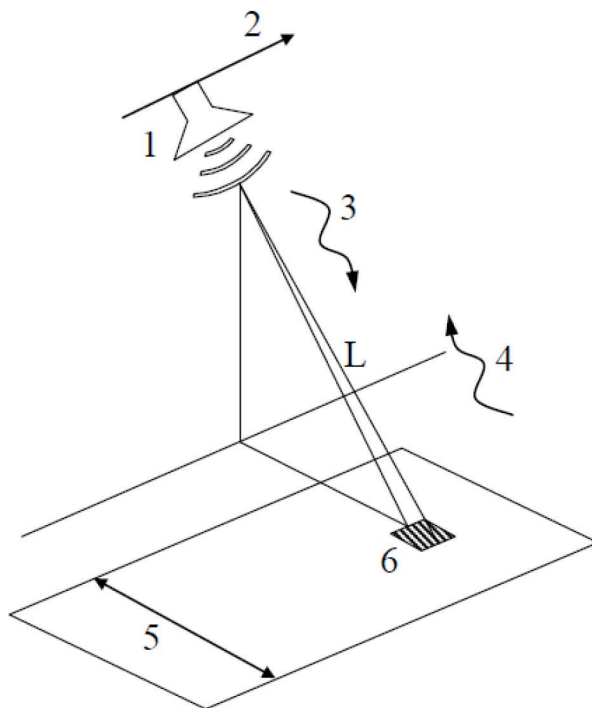
Наземно-космічні зйомки з використанням систем супутникової навігації «ОР8» при дослідженнях аеропортів все ширше застосовують як для планово-висотного обґрунтування всіх видів топографічних зйомок, так і для безпосереднього їх виконання в базовому варіанті їх виробництва із застосуванням базових станцій «ООР8». Це один з найбільш сучасних і перспективних видів топографічних зйомок майданчиків аеропортів.

Розділ 2

Принципи зйомки території аеропорту

2.1. Зйомка території аеропорту

Принцип дії активних знімальних систем полягає в наступному: на носій встановлюється передавач з антеною, який посилає в напрямку Землі імпульс, і після деякої паузи виконується прийом відбитого сигналу. Інтенсивність відбитого сигналу залежить від дальності і є різною для різних типів об'єктів.



- 1 – антенна
- 2 – направление движения
- 3 – зондирующий сигнал
- 4 – отраженный сигнал
- 5 – полоса наблюдения
- 6 – объект

Рисунок 3.1. Принцип дії радіолокаційних знімальних систем

Відбитий сигнал повернеться назад через інтервал часу:

$$\Delta t = 2L / c,$$

де c – швидкість світла,

L – відстань від об'єкта до супутника,

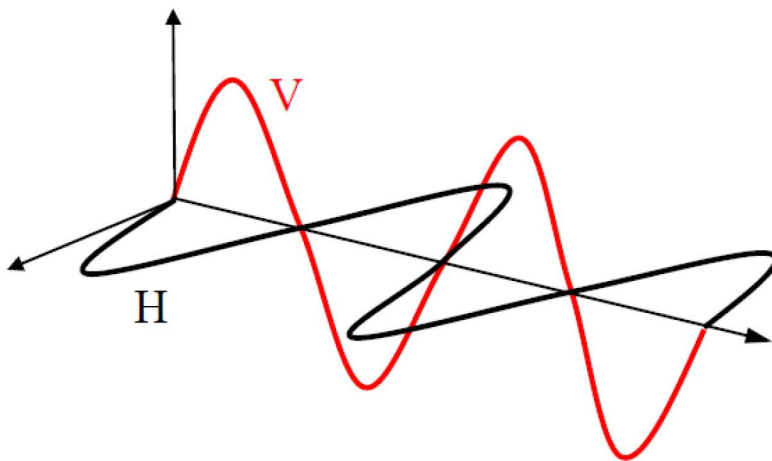
2 враховується, так як сигнал, який проходить шлях L двічі.

Таким чином, вимірюючи Δt , можна знайти відстань до об'єкта.

Радіолокатор переміщається разом з носієм, зчитуючи по рядках сигнал, таким же чином, як і сканери.

Важливим фізичним параметром радарної зйомки є поляризація. Поляризація це передача і отримання сигналу, що поширюється в певній площині.

Поляризаційні площини зазвичай бувають горизонтальні H і вертикальні V .



HH і VV – однакові поляризації або спільні поляризації.

HV і VH – перехресні або непарні поляризації

Рисунок 3.2. Види поляризації

Вертикально-поляризована хвиля буде взаємодіяти з вертикальними стеблами шару рослин

Горизонтально-поляризована хвиля буде проникати крізь шар рослин.

Комбінування різних поляризацій може покращувати різні класифікації, наприклад – визначення різних класів рослинності.

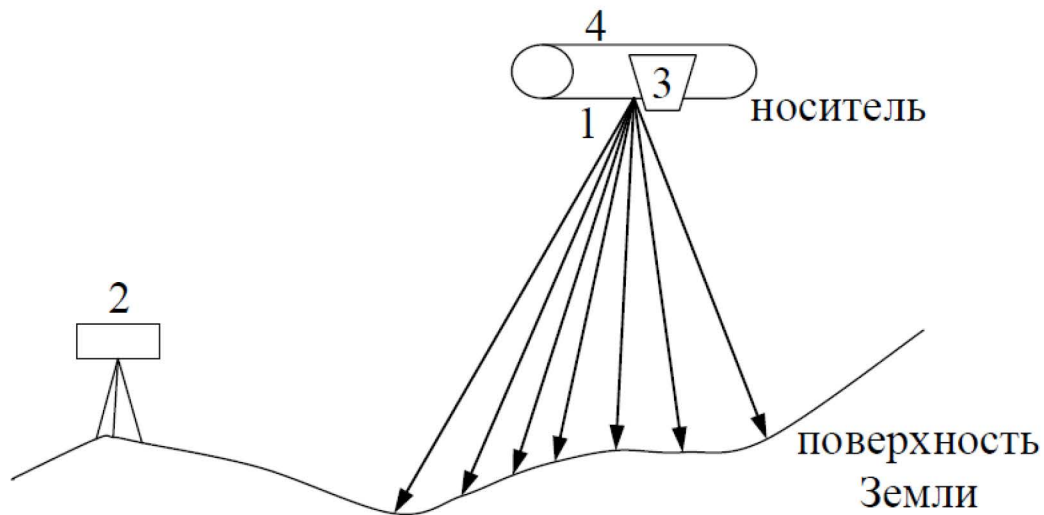
Переваги радіолокаційних знімальних систем:

- + Не залежить від хмарності, туману і зміни дня і ночі;
- + Космічні РЛС мають перевагу глобального доступу, широкого охоплення (тобто місцевості, видимої на землі), регулярного повтору зображень, великого архіву даних, низької вартості отримання даних, прийняттого дозволу зображень;
- + Бортова літакова РЛС має перевагу високої роздільної здатності;

+ Застосовують для вивчення водних поверхонь, визначення меж берегових ліній, зон підтоплення і т.п.

Недоліки радіолокаційних знімальних систем:

- нижча роздільна здатність, в порівнянні з аерофотозніманням і цифровою зйомкою;
- вартість вища, ніж аерофотозйомка і цифрова зйомка.



1 – лазерний сканер

2 – базова станція GPS

3 – аерофотоапарат

4 – навігаційна система GPS / IMU

Рисунок 3.3. Схема повітряного лазерного сканування

Активним елементом лідара є лазер, що працює, як правило, в імпульсному режимі з робочою довжиною хвилі в ближньому інфрачервоному діапазоні спектру. Лазер випромінює короткохвильові імпульси, напрям поширення яких регулюється оптичною системою і скануючим елементом. У кожному елементарному вимірі в процесі сканування реєструються похила дальність (псевдо) до точки відображення і значення кута, що визначає напрямок поширення зондуючого променя в системі координат сканера. Залежно від моделі повітряного лазерного сканера можлива реєстрація більше одного (до десяти) відображень для кожного одиничного імпульсу, що призводить до збільшення щільності точок лазерних відображень (ТЛО).

Відбитий сигнал після прийому дискретизується, тобто перетворюється в цифровий вигляд.

Крім реєстрації просторових координат точок проводиться визначення інтенсивності відбитого сигналу.

До складу знімальної апаратури входять: лазерний сканер, навігаційна система (GPS / IMU), цифровий аерофотоапарат і мережа наземних базових станцій.

Навігаційна система (GPS / IMU) забезпечує набір елементів зовнішнього орієнтування для кожного відображення.

Аерофотоапарат здійснює отримання цифрових аерофотознімків.

Мережа наземних базових станцій необхідна для уточнення просторового положення носія під час польоту.

Переваги лазерних знімальних систем:

- + Результат зйомки – тривимірне цифрове зображення;
- + Ефективні при обстеженні ліній електропередач, міст і т.п.;
- + Висока точність одержуваної інформації;
- + Висока продуктивність;
- + Висока оперативність збору даних;
- + Не залежить від сезонних обмежень.

Недоліки лазерних знімальних систем:

- висока вартість;
- залежність від стану атмосфери;
- неможливість його застосування при зйомці місцевості з великих висот, зниження точності зі збільшенням висоти зйомки.

Фотографічне зображення будується в центральній проекції.

Центральна проекція – це спосіб побудови зображення прямолінійними променями, що проходять через 1 точку.

Центр проекції – вузлова точка об'єктива.

Предметна площина – площина, в якій знаходиться об'єкт.

Площина картини – площина, в якій стоять зображення.

Щоб вести обробку знімків треба знати закони побудови зображень. Якщо знімок і предметна площина паралельні, а об'єкт плоский, то зображення подібне до об'єкта і ніяких кутів враховувати не треба. В реальності предметна площина ніколи не буває горизонтальною, а знімки під час польоту отримують кути нахилу. Очевидно, що зображення на такому знімку не буде подібне до об'єкта. Оскільки зображення будується за законом центральної проєкції, то і перетворюватися воно буде за цим же законом.

2.2. Технічні засоби зйомки

Лінійна сканерна камера ADS100

Нова авіаційна сканерна камера ADS100 була презентована в березні 2013 року. принципформування зображення зберігся таким же, яким він був і для попередньої моделі, ADS80:

три лінійних сенсора, спрямовані вперед, назад і в надир і складаються з декількох спектральних лінійок, формують «цифровий килим». Проте, камеру ADS100 відрізняють значні удосконалення.

Основна відмінність ADS100 - збільшення смуги захоплення з 12 000 до 20 000 тисяч пікселів поперек маршруту для всіх лінійок і, відповідно, збільшення продуктивності. У ADS100 відсутня панхроматичний канал, всі кольорові канали мають найвищу дозвіл (20 000 пікселів).

Надірним сенсор має додаткову лінійку в зеленому каналі: дві зелені лінійки зміщені один щодо одного на полі пікселя, що дозволяє в результаті інтерполяції реалізувати так званий «режим високого дозволу».

Наступне важливе вдосконалення - це наявність режиму тимчасової затримки і накопичення сигналу (TDI - time-delay integration) для компенсації зсуву зображення. Всі використовувані CCD лінійки є матрицями з 16 рядками, що дозволяє застосовувати різні режими TDI (від 1 до 15 пікселів). Наявність TDI-режиму дає можливість літати на більших швидкостях при гірших умовах освітлення.



Лінійна сканерна камера ADS100

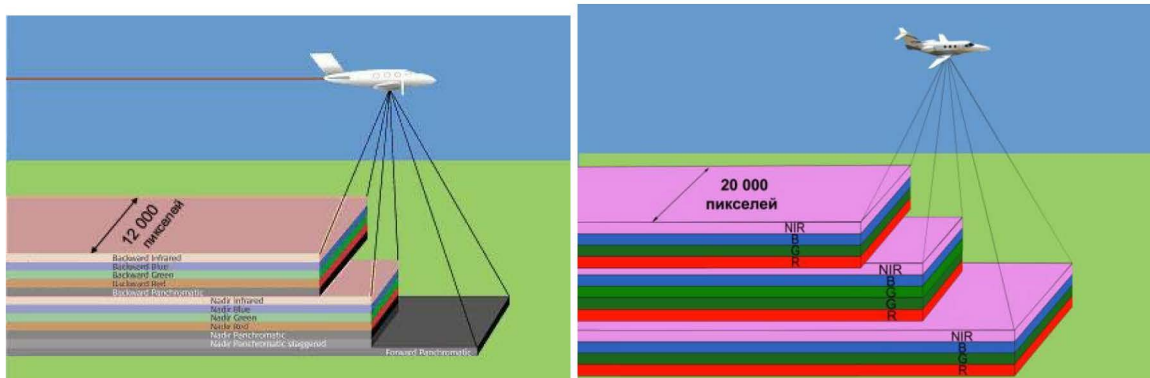


Схема отримання зображень камер ADS 80 ADS 100



Приклад зйомки камери ADS 100

Для введення великих масивів просторово-розподілених даних у ГІС використовуються спеціальні периферійні пристрої. Для цифрування паперових картографічних матеріалів в умовах офісу призначені дигітайзери (ручне введення даних) і сканери (автоматичне введення даних). При цифруванні за допомогою дигітайзера картографічні об'єкти обводяться по зовнішньому контуру чи осьовій лінії (векторне представлення). Сканер повністю копіює всю поверхню вихідного графічного джерела, площа карти розбивається на окремі елементи певного розміру (растрове представлення), кожному елементу присвоюється код кольору. Скановане зображення може відразу перетворюватися в растрові дані формату якогось ГІС-пакета чи використовуватися для розпізнавання і векторного цифрування об'єктів ручним (екранне дигітизування) або автоматизованим способом (векторизація).

Для збору і просторової прив'язки даних у польових умовах використовуються приймачі GPS і електронні геодезичні прилади. Сучасні моделі цих пристроїв можуть працювати як автономно, обмінюючись даними з ПК за допомогою flash-карт, так і бути прямо підключеними до мобільного ПК.

У спеціальних організаціях, що займаються створенням і відновленням топографічних карт, використовуються периферійні пристрої, які дозволяють

розпізнавати й цифрувати рельєф за аерознімками – оптичні або цифрові стереофотограметричні станції.

Дигітайзер (digitizer, digitiser, tablet, table digitizer, digitizer tablet, digital tablet, graphic tablet, - синоніми – цифрувач, графічний планшет, графічний пристрій введення даних, графоповторювач – іноді використовуються терміни «сколка», «таблетка») - пристрій для ручного цифрування картографічної і графічної документації у вигляді послідовності точок, положення яких описується прямокутними декартовими координатами площини. Дигітайзер складається з плоскої панелі (tablet) з мережею горизонтальних і вертикальних провідників і магнітно-індукційного курсора. Залежно від призначення може комплектуватися курсорами двох типів: курсором з індукційним кільцем (за розмірами і конфігурацією подібний до курсора миші) для високоточного введення або пером (stylus, pen stylus) - для низько-точного введення координат. Технічні характеристики дигітайзерів визначаються:

- розмірами робочої області;
- загальними габаритами, приблизно відповідними форматам А4- А0;
- просторовою точністю курсора;
- просторовою точністю поля дигітайзера, закладеною в його конструкцію, тобто величиною мінімального кроку між сусідніми провідникам.

Сумарна точність зчитування координат для більшості моделей дигітайзерів звичайно знаходиться в межах десятих чи сотих часток міліметра. Великоформатні (А1, А0) столи можуть кріпитися на підставці. Робоче поле столу може бути виконане з прозорого матеріалу і мати підсвічування.

Картографічні матеріали, призначені для цифрування, кріпляться на робочу область дигітайзера. За допомогою курсора зчитувача вказується кілька контрольних точок з відомими координатами, після чого встановлюється відповідність між координатними системами матеріалів, що цифруються, і дигітайзера. У процесі подальшої роботи всі координати, що зчитуються, будуть автоматично перетворюватися у встановлену систему координат.

Ручне дигітизування надає оператору свободи вибору, точності опису картографічних об'єктів. Частота зчитування координат точок залежить від типу об'єкта, звивистості його контурів, вимог проекту, кваліфікації оператора і багатьох інших факторів. При правильному виборі техніки цифрування можна значно скоротити кількість опорних точок, що описують контури об'єкта при збереженні заданої точності. За необхідності можна використовувати режим потокового цифрування, коли задається відстань (звичайно 1-5 мм), через яку курсор автоматично зчитує координати, оператору необхідно тільки вести курсор уздовж заданої лінії. При цій технології цифрування може створюватися надлишкова кількість точок на прямих ділянках, а також можливі помилки на місцях, де вигин лінії менше кроку автоматичного зчитування.

Курсор дигітайзера може бути оснащений різною кількістю функціональних кнопок (звичайно 4 або 16). Функції цих кнопок можна програмувати, наприклад, задавати номери кнопок зчитування координат, закінчення об'єкта, замикання полігону чи переходу в потоковий режим за вимогою різних операторів. Багато моделей дигітайзерів оснащуються системою налаштування, що дозволяє їм працювати з різними пакетами ГІС і САПР. У зв'язку зі значною складністю і вартістю (вартість дигітайзерів досягає \$3000-4000) та появою порівняно дешевих сканерів дигітайзерне введення просторових даних сьогодні практично цілком витиснуто технологіями екранного дигітизування. Основним виробником картографічних дигітайзерів залишилася фірма CalComp (лінія моделей DrawingBoard).

Сканер (scanner) – синонім «скануючий пристрій» - пристрій аналого-цифрового перетворення зображення для його автоматизованого введення в комп'ютер у растровому форматі шляхом сканування (послідовного перегляду і зчитування смуг зображення) у відбитому чи прохідному світлі з непрозорого і прозорого оригіналу (кольорового, монохромного напівтонового, штрихового).

Технічні характеристики й сфери застосування сканерів залежать від виду і технології подачі матеріалу, що сканується, просторового дозволу (визначається кількістю елементів растра на дюйм, звичайно 300-600 dpi і більше), точністю

розпізнавання кольору і півтонів (характеризується кількістю біт, що описують кожен елемент растра). Розрізняють планшетні сканери (flatbed scanner), барабанні сканери (drum scanner), роликові сканери (sheet-feed scanner) і ручні сканери (handheld scanner). Застосування останніх у ГІС обмежене малим форматом сканованого аркуша в додатках щодо розпізнавання тексту.

Основою сканера є лінійка зі світлочутливими елементами, що рухається вздовж документа, який сканується (у планшетних сканерах), або сканований документ протягується вздовж нерухомої лінійки (у барабанних і роликових сканерах).

Найбільш поширені моделі планшетних сканерів фірм Epson, Canon, AGFA, Mustek, HP, UMAX. У зв'язку з конструкційними особливостями формат планшетних сканерів не перевищує А3. Планшетні сканери можуть сканувати документи з оптичним розділенням до 4800 dpi і глибиною кольору до 42 біт/піксел, оснащуються слайд-пристроями для сканування фотонегативів і спеціалізованим програмним забезпеченням для корекції сканованих матеріалів.

Програмне забезпечення, призначене для планшетних сканерів, дозволяє здійснювати контроль якості і корекцію сканованого матеріалу. Для забезпечення заданої точності сканування використовуються спеціальні контрольні пластини з точно нанесеними мітками. За допомогою спеціального програмного забезпечення порівнюються еталонні характеристики пластини з сканованою копією, визначаються розміри локальних перекручувань і розробляються коригувальні виправлення для кожного сканера. Для сканування великоформатних картографічних документів розроблені різні моделі роликових сканерів. Сканери фірм Intergraph і Contex сканують кольорові, чорно-білі карти і плани формату А1-А0, а також рулонні матеріали з роздільною здатністю 400-800 dpi, товщина матеріалу, що сканується, може досягати 15 мм (наприклад, наклеєні на фанеру чи алюмінієві аркуші міські архітектурні плани). Роликові сканери мають похибку 0,1% на довжину сканованого документа, що для аркуша карти розміром 384x368 мм дасть похибку близько 0,3-0,4 мм. Спеціалізовані планшетні сканери мають кращі характеристики точності – 0,05%, але теж не забезпечують потрібного

стандарту. Зазначені вище вимоги задовольняють тільки барабанні сканери, що застосовують для професійного «топографічного» сканування і створення цифрових копій карт.

У таких сканерах особлива увага приділяється мінімізації і повному виключенню можливих перекручувань, що виникають у процесі сканування. Матеріал, який сканується, жорстко кріпиться на спеціальному барабані, при обертанні барабана документ рухається уздовж нерухомої скануючої лінійки. Застосовуються спеціальні електродвигуни для забезпечення рівномірного руху барабана без затримки чи ривків, спеціальні системи стабілізації електроживлення, що виключають впливи коливання напруги, системи амортизації для гасіння вібрацій. Такі пристрої встановлюються на спеціальній основі, у приміщенні підтримуються стабільні вологість і температура, для керування створене спеціальне програмне забезпечення. Загальна вартість таких програмно-апаратних комплексів може досягати 100 000-150 000 дол. США. Наприклад, барабанний сканер CCS 500-50 TF (Tangent, USA) з урахуванням програмного забезпечення і налагодження коштує близько 150 000 дол. США, аналогічна апаратура російського складання ProfScan 5020C -14 500 дол. США.

GPS-приймачі. GPS-приймачі є користувацьким компонентом GPS-приймачі. GPS-приймачі є користувацьким компонентом системи GPS (Global Positioning System, Глобальна система місцевизначення, система супутникового місцевизначення, система супутникового визначення координат) і призначені для визначення географічних координат і висот щодо координатно-висотної системи WGS-84.

До діючих у наш час систем супутникового місцевизначення відносять системи GPS (NAVSTAR) – США і ГЛОНАСС (GLONASS) – Російська Федерація. Основне розроблення і розгортання компонентів цих систем проводилися в 70-90-х роках XX ст. Система GPS цілком розгорнута в 1993 р.; ГЛОНАСС – у 1996 р. (на орбіту виведені всі супутники).

У складі обох систем місцевизначення виділяють три підсистеми (сегменти):

1) підсистему наземного контролю і керування (controlsegment) – мережу наземних станцій, що забезпечує супутники точними координатами (ефемеридами) та іншою інформацією;

2) підсистему комплексу супутників (space-segment), що складається з 24 космічних апаратів, оснащених кількома атомними цезієвими стандартами частоти-часу, які постійно передають на частотах L1 і L2 сигнали для вимірювання псевдовідстаней кодовим і фазовим методами, мітки часу й інші повідомлення, необхідні для місцевизначення;

3) підсистему апаратури користувачів (user-segment), яка містить приймачі місцевизначення з антенами, накопичувачами результатів вимірювань, іншим оснащенням і програмним забезпеченням обробки даних.

Визначення координат базується на визначенні відстаней від приймача до 3-6 супутників і побудови геодезичних засічок. Оскільки точне місце розміщення кожного супутника розраховане для кожного моменту часу, відстань до нього визначається за часом запізнювання радіосигналу. Існує два види радіокоду, переданого супутниками, військовий (більш точний) і цивільний (менш точний). Для підвищення точності місцевизначення приймачами GPS використовується кілька радіоканалів для прийому сигналу від одного супутника, застосування фазового методу розрахунку дальності, використання роботи двох приймачів одночасно і спеціального програмного забезпечення для камеральної обробки даних польової зйомки. При використанні додаткових методів точність визначення горизонтальних і вертикальних координат на місцевості може досягати 1-3 мм. На точність визначення координат впливає взаєморозміщення супутників на небесній півсфері (супутники повинні знаходитися в різних секторах і по можливості вище 15° над обрієм), радіозатінення деревами і спорудами, радіовідбиття від горизонтальних і вертикальних поверхонь.

Приймачі місцевизначення (GPS receivers, GLONASS receivers, GPS/GLONASS receivers) - електронні пристрої, що приймають сигнали супутників з метою місцевизначення. Приймачі місцевизначення розрізняють, від якого супутника приймається сигнал, розділяють ці сигнали, ведуть спостереження

за ними, вимірюють, переводять результати в цифрову форму, попередньо їх обробляють, зберігають та ін. Приймачі бувають послідовного спостереження (1-2 канали) і багатоканальні (multi channel) рівнобіжного спостереження (6-12 і більше каналів), застосовуючи кодовий метод вимірювання; одночастотні L1 і двочастотні L1 і L2, що вимірюють кодовим і фазовим методами; безкодові, що вимірюють різниці фаз подвоєних частот L1, L2; мініатюрні, ручні, малогабаритні; розраховані на прийом сигналів GPS, ГЛОНАСС чи обох систем. Моделі приймачів GPS поділяються на кілька класів за конструктивними особливостями, функціональними можливостями і точністю визначення координат.

Приймачі навігаційного класу точності визначають координати точки стояння при зупинках і в русі з точністю 100-30 м, розраховують азимут і відстань до заданої точки. Конструктивно приймачі виконані в єдиному корпусі з антеною, дисплеєм, клавіатурою керування, блоком енергоживлення. Розміри і зовнішній вигляд цих пристроїв фірм Gramlin, Magellan порівнянні з мобільними телефонами; на корпусі розміщені рідинно-кристалічний дисплей і клавіатура; передбачені рознімання для зв'язку з ПК.

Для ГІС-проектів фірмою Trimble розроблений спеціальний тип приймачів, що містить блок приймача, наріжну антену, блок енергоживлення і блок реєстрації даних. За допомогою таких комплексів можна не тільки визначати координати точок (до 5000 точок з описами), а й ідентифікувати їх з використанням спеціальної бібліотеки описів. Точність визначення координат з використанням таких комплексів становить 0,6-1 м. Передбачено обмінні формати даних з багатьма пакетами ГІС.

Точність геодезичного класу (1-5 мм) досягається при використанні диференціальних станцій – комплексу двох високоточних приймачів. Один із приймачів установлений стаціонарно і постійно вимірює свої координати. Шляхом статистичної обробки численних вимірів координати точки стояння визначаються з дуже високою точністю. Інші приймачі, використовувані в мобільному варіанті, підтримують постійний радіозв'язок з базовою станцією й одержують від неї виправлення для визначення координат. Приймачі геодезичного класу випускають

фірми Trimble, Leica, Ashtech, Sokkia, Carl Zeiss. За допомогою таких систем створюються високоточні опорні геодезичні мережі, що потім можуть згущатися за допомогою електронних геодезичних приладів і низькоточних GPS-приймачів.

Електронні геодезичні прилади. Пристроями, призначеними для використання в геодезії, є: теодоліт (theodolite) – для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів; далекомір (distancemeter) – для вимірювання відстаней; нівелір (level) – для визначення перевищень горизонтальною лінією візування; тахеометр (tachemeter) – для виміру горизонтальних і вертикальних кутів, довжин ліній і перевищень.

Сучасні геодезичні прилади вимірюють горизонтальні і вертикальні кути з точністю до 1 кутової секунди. Вмонтовані лазерні далекоміри дозволяють визначати відстані з точністю до 1 см на 1 км на максимальній відстані до 3,5 км. Багато приладів відомих фірм Leica, Sokkia, Carl Zeiss, Trimble мають властивість масштабування функціональних можливостей. На один корпус може міститися різний набір оптико-механічних і електронних компонентів.

Прилади початкового рівня оснащуються автоматичними електронними калькуляторами з відображенням на екрані вертикального і горизонтального кутів, похилої відстані, горизонтального прокладення і перевищення. Прилади середнього класу оснащуються мікропроцесорами з набором прикладних програм і пам'яттю, яка дозволяє зберігати дані про вимірювання і ідентифікацію 1000-3000 точок.

Вмонтоване програмне забезпечення дозволяє безпосередньо в ході вимірювання вирішувати такі завдання: виконання зворотної засічки, спостереження й зрівнювання теодолітного ходу, вимірювання зі зсувами, винесення в натуру координат об'єктів, вимірювання площ і об'ємів та ін. Універсальні робочі станції можуть виконувати виміри без участі людини, автоматично відслідковуючи переміщення маркера на місцевості. Ці прилади можуть підключатися прямо до мобільного ПК або обмінюватися даними з комп'ютерами за допомогою flash-карт. До складу багатьох пакетів ГІС входять операції обробки даних геодезичних вимірювань (наприклад, модуль COGO –

координатна геометрія, модуль пакету ARC/INFO фірми ESRI). Стереофотограметричні станції.

Стереофотограметричні станції призначені для побудови об'ємних зображень рельєфу земної поверхні за двома аерофотознімками поверхні Землі. За конструктивним виконанням і технологією обробки знімків розрізняють аналогові (працюють з негативами чи фотовідбитками) і цифрові (працюють зі сканованими знімками) стереофотограметричні станції. З використанням спеціальної оптичної системи виконується суміщення стереопари знімків у поле зору оператора і створюється «віртуальна» тривимірна модель. За допомогою спеціальних аналітичних алгоритмів на стереомоделі рельєфу проводяться (цифруються) горизонталі. Ця технологія використовується при масовому створенні і відновленні топографічних карт у спеціалізованих організаціях. Пристрої цього типу виробляються і в Україні – у державному науково-виробничому підприємстві «Геосистема» (м. Вінниця).

2.3. Програмне забезпечення обробки матеріалів зйомки

Візуалізація (visualization, visualisation, viewing, display, displaying, синонім – графічне відтворення, відображення – у ГІС, комп'ютерній графіці і картографії) – проектування і генерація зображень, у тому числі геозображень, картографічних зображень та іншої графіки на пристроях відображення (переважно на екрані дисплея) на основі вихідних цифрових даних і алгоритмів їхнього перетворення.

Крім екрана дисплея, картографічні зображення можуть бути відображені на великих екранах за допомогою проєкційної системи чи виведення у вигляді твердої копії на папері, плівці за допомогою принтера чи плотера.

Дисплей (display, display device), синоніми – пристрій відображення, відеоекран – пристрій (система) виведення, що здійснює візуальне подання чи відображення (display, displaying) виведених даних на екран комп'ютера (screen), монітор. За конструкцією розрізняють дисплеї на основі електроннопроменевих трубок (ЕПТ-монітор, CRT-display) і рідинно-кристалічні дисплеї (РК-дисплеї, LCD-display), плазмові дисплеї (plasma-panel display). Сучасні комп'ютерні дисплеї

характеризуються розміром екрана, підтримуваними стандартами роздільної здатності, швидкістю відновлення зображення на екрані, відповідністю вимогам електробезпечності і відсутності іонізуючого випромінювання, зручністю керування і налаштування.

Дисплеї на основі електронно-променевої трубок є найбільш давньою і поширеною технологією візуалізації цифрових зображень. Зображення формується шляхом опромінення електронним променем плям люмінесцентної речовини на передній стінці вакуумної трубки. Колір формується злиттям трьох близько розміщених плям з різним колірним світінням – червоним, зеленим і синім (red, green, blue; RGB-модель); інші кольори та їхні півтони формуються шляхом змішування основних кольорів. Зображення формується з окремих зерен (пікселів), що складаються з трьох різнобарвних плям, розмір зерна становить 0,2- 0,28 мм. Розмір екранів ЕПТ-дисплеїв складає масштабний ряд 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23 і 24 дюйми по діагоналі. Підтримуються такі стандарти роздільної здатності для відображення інформації: VGA (640x480 пікселів); SVGA (800x600 пікселів); XGA (1024x768 пікселів). Монітори з діагоналлю 17 і більше дюймів можуть підтримувати просторову дрібність 1280x1024; 1600x1200; 1792x1344; 1920x1440; 2048x1536 пікселів (можливість такої роздільної здатності визначається характеристиками і драйверами відеокарти). Для передачі кольору використовуються три основні колірні RGB-моделі: 8 біт на піксел – 256 кольорів; 16 біт на піксел, High Color – 56 тис. кольорів і відтінків; 24 біт на піксел – True Color, більше 16 млн кольорів і відтінків. На якість сприйняття зображення значно впливає частота відновлення зображення на екрані, при низьких швидкостях (менше 65 Гц) стає помітним мерехтіння екрана. Оптимальною швидкістю відновлення екрана вважається 85-95 Гц. У своїх ЕПТ-дисплеях основні фірми-виробники Samsung, Samtron, LG, NEC, Philips, Sony, Hansol, Mitsubishi застосовують технології створення плоских екранів, зменшення геометричних і яскравих перекручувань, зменшення енергоспоживання.

З появою технології рідинно-кристалічних дисплеїв почалося поступове збільшення їхніх розмірів і екранного розділення. Пікселі на цьому типі пристроїв

формується зі світлодіодів трьох основних кольорів, видимість чи невидимість світлодіода визначається станом рідкого кристала. Сучасні рідинно-кристалічні дисплеї (на основі TFT-матриці) для настільних комп'ютерів характеризуються розмірами від 15 до 24 дюймів, розмірами пікселя 0,28-0,3 мм, підтримкою екранної дрібності 1280x1024; 1600x1200 пікселів. Такі дисплеї мають значно менші розміри порівняно з ЕПТ-аналогами, меншим енергоспоживанням і відсутністю іонізуючого випромінювання. Рідинно-кристалічні дисплеї розміру 12-15 дюймів і роздільної здатності до 1280x1024 пікселів також використовуються в різних моделях ноутбуків. Повнокольорові дисплеї з діагоналлю 2-3,5 дюйма і роздільною здатністю до 320x240 використовуються в портативних моделях ПК, а також пристроях мобільного зв'язку.

Принтер (printer), синонім – друкувальний пристрій – пристрій відображення текстової (алфавітно-цифрової) і графічної інформації, що базується на тому чи іншому принципі друку. Розрізняють друкувальні пристрої: пелюсткові або ромашкові, принтери – послідовні шрифтові ударні пристрої типу механічних друкарських машинок (забезпечують тільки алфавітно-символьний друк і практично вийшли чи виходять із використання); матричні принтери з генерацією знака у вигляді точок растра шляхом удару голок друкуючої голівки по фарбувальній стрічці (з просторовим розділенням до 300 dpi), лазерні принтери, у яких зображення переноситься лазерним променем на папір чи інший матеріал методом ксерографії, забезпечуючи високий просторове розділення (звичайно 300-1200 dpi) і аналогічні їм принтери з перенесенням зображення за допомогою матриці світлодіодних елементів, які називають світлодіодними принтерами; термопринтери і принтери з термопереносом, що базуються на принципі термодруку на термочуттєвому чи звичайному папері відповідно; струминні принтери з видавлюванням фарбувальної речовини через сопла форсунок (звичайно до 1200 dpi). За можливостями відтворення кольору принтери поділяються на багатокольорові і монохромні, або чорно-білі, принтери, що забезпечують штриховий і/чи напівтоновий друк.

Принтери переважно призначені для друку сторінкових документів формату А4-А3, до яких входить як текст, так і графіка. Технічні характеристики сучасних принтерів визначаються просторовим дозволом друку, швидкістю виведення чорно-білої чи кольорової сторінки, вартістю друку однієї сторінки, стійкістю зображення під впливом вологи чи світла, розмірами, додатковими функціями.

Фірми HP, Epson, Canon, Lexmark, Samsung, Xerox виробляють широкий спектр пристроїв різного типу і класу. До складу модельних рядів відомих фірм входять як моделі початкового рівня зі швидкістю друку до 10 стор/хв, так і професійні моделі з можливістю друку 25-35 повнокольорових сторінок за хвилину, які здатні працювати в обчислювальній мережі й оснащені власними накопичувачами інформації. Постійно розширюється модельний ряд пристроїв, що мають в одному корпусі функції лазерного або струминного принтера, копіра і сканера.

Для друку великоформатних документів застосовуються технології розбиття на окремі сторінки з подальшим склеюванням. До принтерів також іноді відносять пристрої з технологією струминного друку для рулонних документів шириною до 153 см. Відмінність високопродуктивних великоформатних принтерів з високим просторовим розділенням друку від плотерів (графопобудовників) растрового типу досить умовна.

Плотер (plotter), синоніми – графобудівник, автоматичний координатограф – пристрій відображення, призначений для виведення даних у графічній формі на папір, пластик, фоточуттєвий матеріал чи інший носій шляхом креслення, гравіювання чи фото-реєстрації іншим способом. Розрізняють планшетні плотери (flatbed plotter) з розміщенням носія на плоскій поверхні, барабанні плотери (drum plotter) з носієм, що закріплюється на обертовому барабані, рулонні, або роликові, плотери (roll-feed plotter) із креслярською голівкою, що переміщується в одному напрямку при одночасному переміщенні носія в перпендикулярному йому напрямку.

За принципом побудови зображення плотери поділяються на векторні і растрові. Векторні плотери створюють зображення пером чи олівцем. Растрові

плотери, успадковуючи конструктивні особливості принтерів, створюють зображення шляхом рядкового відтворення і за способом друку поділяються на електростатичні плотери з електростатичним принципом відтворення, струминні – базуються на принципі струминного друку (видавлюванні фарбувальної речовини через сопла форсунок), лазерні - відтворюють зображення з використанням світлового променя чи лазера, світлодіодні – відрізняються від лазерних плотерів способом перенесення зображення з барабана на папір, термічні плотери, мікрофільм-плотери, або фотоплотери з фіксацією зображення на світлочутливому матеріалі.

Основні конструктивні та експлуатаційні характеристики плотерів: формат відтвореного зображення-оригіналу, що варіює звичайно від А4 до А0 для плотерів нерулоного типу чи вимірюється робочою довжиною барабана і максимальною довжиною рулону (до декількох десятків метрів) для рулонного типу; розмір робочого поля; точність; просторове розділення растрових плотерів (звичайно в межах 300-2500 dpi); швидкість промальовування або виготовлення одиниці продукції заданого формату; наявність чи відсутність власної пам'яті (буфера); інтерфейс і програмне забезпечення. Деякі моделі плотерів комплектуються або можуть оснащуватися насадками, що доповнюють їх функціями сканера.

У наш час найбільшого поширення набули струминні плотери фірми Hewlett Packard, що дозволяють друкувати повнокольорові картографічні документи формату А4-А0. Такі пристрої оснащуються системою безупинної подачі чорнила, системою моніторингу запасу чорнила й оповіщення про їх можливу недостачу для друку заданого документа, системою відрізання паперу чи нарізання на аркуші певного формату. Оскільки документи, передані на друк, мають растровий формат, обсяг файлу Друку може досягати кількох сотень мегабайт. Моделі плотерів, призначені для повнокольорового великоформатного друку, оснащуються високошвидкісними інтерфейсами SCSI, Fire-Wire, USB для обміну даними з комп'ютерами, власними графічними процесорами і дисковими накопичувачами.

Розділ 3

Геоінформаційна система взаємодії технічних наземних служб аеропорту

3.1. Взаємодія наземних служб для обслуговування літаків

Аеропорти цивільної авіації є елементами авіатранспортної системи країни. З цієї точки зору аеропорт – це підприємство, яке здійснює регулярний прийом і відправку пасажирів, багажу, вантажів і пошти, організацію та обслуговування польотів повітряних суден.

Для виконання цих функцій сучасний аеропорт має велику кількість складних і дорогих споруд. Він насичений автоматизованими пристроями, різноманітною механізацією і розгалуженою мережею інженерних комунікацій. Весь цей комплекс споруд і устаткування повинен забезпечувати з високим ступенем надійності регулярність і безпеку польотів повітряних суден, дозволяти швидко, з великими зручностями і комфортом обслуговувати пасажирів і переробляти значні потоки вантажів.

З інженерної точки зору аеропорт – це комплекс інженерних споруд і устаткування, призначений для здійснення технологічних процесів з обслуговування пасажирів, вантажних і поштових перевезень, організації та обслуговування польотів повітряних суден.

Територію аеропорту можна умовно розділити на дві частини (рис. 4.1.): аеродром з приаеродромною територією і службово-технічна територія.

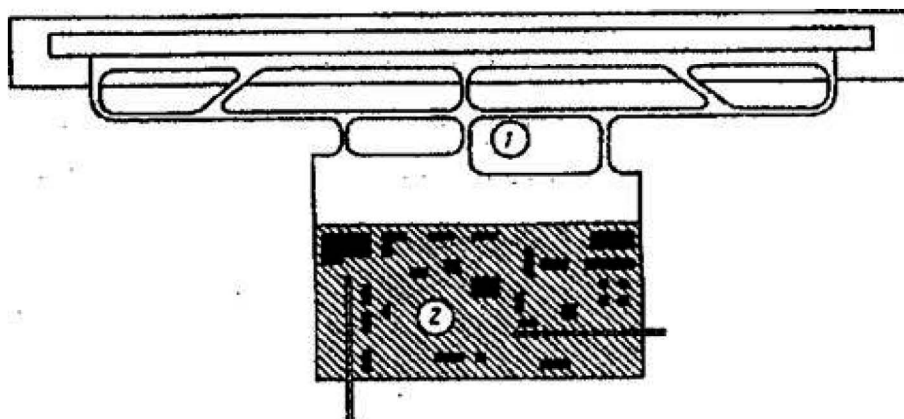


Рис. 4.1. Частина аеропорту:

1 - аеродром; 2 - службово-технічна територія

Аеродром – головна частина аеропорту.

Аеродром – це спеціально підготовлена земельна ділянка з комплексом споруд і устаткування, що забезпечує зліт, посадку, рулювання, стоянку і обслуговування польотів повітряних суден. В межах аеродрому виконуються також деякі види обслуговування пасажирів (посадка, висадка та транспортування по маршруту перон - аеровокзал) і операції, пов'язані з навантаженням (вивантаженням) в повітряне судно (з повітряного судна) багажу, вантажів і пошти.

Аеродром включає в себе льотну смугу, руліжні доріжки, перон, місця стоянки для технічного обслуговування, зберігання приписаних до аеропорту повітряних суден, спеціальний майданчик.

Приаеродромна територія - прилегла до аеродрому місцевість в установлених межах, над якою в повітряному просторі проводиться маневрування повітряних суден.

Повітряний простір над аеродромом і прилеглою до нього місцевістю у встановлених межах називається районом аеродрому.

Службово-технічна територія (СТТ - частина території аеропорту, де розміщуються будинки і споруди, призначені для виконання технологічних операцій з обслуговування пасажирських, вантажних і поштових перевезень, організації і обслуговування польотів повітряних суден.

Деякі споруди та обладнання аеропорту розташовуються відокремлено, поза його територією, але умовно можна віднести до аеродрому або службово-технічної території. До таких споруд відносяться, наприклад, деякі об'єкти радіонавігації, посадки і управління повітряним рухом (УПС), перевалочні склади ПММ і ін.

Генеральний план - одна з найважливіших частин проекту аеропорту, яка визначає його розташування на місцевості, комплексне рішення планування і благоустрій території, розташування на ній будівель, споруд, транспортних комунікацій, інженерних мереж, обладнання систем управління повітряним рухом,

радіонавігації і посадки повітряних суден і організацію соціально-побутового обслуговування.

У генеральному плані відображаються результати вирішення великого комплексу взаємопов'язаних завдань - технологічних, містобудівних, архітектурно-будівельних, санітарно-гігієнічних, соціальних, екологічних, економічних.

Льотна смуга (ЛС) призначена для зльоту і посадки літаків. На аеродромі може бути одна або кілька льотних смуг.

Льотна смуга включає в себе ряд елементів.

Злітно-посадкова смуга (ЗПС) - частина льотної смуги, спеціально підготовлена і обладнана для зльоту і посадки літаків.

Злітно-посадкова смуга може бути ґрунтова (ГЗПС) і з штучним покриттям (ШЗПС). Деякі аеродроми можуть мати тільки ГЗПС або тільки ШЗПС. Льотні смуги класифікованих аеродромів, як правило, включають одночасно ШЗПС та ГЗПС, які разом складають робочу площу льотної смуги.

В межах ЗПС виконуються розбіг літака при зльоті і пробіг після посадки. Розташування в межах ЗПС повітряних ділянок злітної і посадочних дистанцій, обумовлено необхідністю створити певний запас в довжині ЗПС на випадок можливих відхилень в техніці пілотування або внаслідок інших випадкових причин і забезпечити таким чином безпеку зльоту і посадки літаків.

ЗПС може бути обладнана наземними радіотехнічними засобами, які в сукупності з бортовим обладнанням літака забезпечують успішне виконання посадки без участі пілота або при його частковій участі. Такі злітно-посадочні смуги відносять до ЗПС для інструментальної посадки.

Система інструментальної посадки - це комплекс наземного та бортового обладнання, призначеного для забезпечення пілота, а в загальному випадку - бортової системи управління, безперервної інформацією про поточний стан літака щодо лінії курсу, глісади планування і про відстань від початку ЗПС.

Руліжні доріжки (РД) з'єднують між собою різні елементи аеродрому та призначені для рулювання і буксирування літаків. Число і розміщення руліжних доріжок на аеродромі залежить від багатьох факторів, до числа яких можна

віднести: інтенсивність руху літаків; типи експлуатованих літаків і кількісне співвідношення їх інтенсивностей руху, вимоги забезпечення безпеки злітно-посадкових операцій і пропускної здатності аеродрому; розміщення глісадних радіомаяків, льотних смуг, споруд пасажирського і вантажного комплексу, спеціальних майданчиків і ін.

Пероном називають спеціально обладнаний майданчик на аеродромі, призначений для стоянки повітряних суден на період посадки та висадки пасажирів, навантаження і розвантаження пошти та вантажів і виконання оперативних форм технічного обслуговування повітряних суден. При необхідності в аеропорту може бути передбачений спеціальний вантажний перон, який розташовують поблизу вантажного складу на деякому віддаленні від пасажирського перону. Вантажний перон призначений для стоянки повітряних суден, що перевозять лише вантажі, для виконання вантажних операцій і проведення оперативних видів технічного обслуговування повітряних суден.

Крім перону, в аеропорту передбачаються місця стоянок (МС), призначені для зберігання і технічного обслуговування літаків, приписаних до даного аеропорту.

На цих стоянках проводиться післяполітне і передпольотне технічне обслуговування літаків. Післяполітне технічне обслуговування виконується при поверненні літака на базовий аеродром після завершення рейсу і при залишенні літака на нічну стоянку.

Передпольотне технічне обслуговування проводиться перед вильотом літака, якщо з моменту проведення попереднього технічного обслуговування минув час, встановлений для літака даного типу, і літак не вилетів, а також після нічної стоянки літака.

Таким чином, слід розрізняти місця стоянки літаків на пероні і місця стоянки зберігання літаків (МС).

Можливі три варіанти взаємного розташування перону і МС:

МС знаходяться у віддаленні від перону;

МС примикають до перону;

МС суміщені з пероном.

Розміщення МС у видаленні від перону відноситься до періоду початку експлуатації реактивних літаків. У цей період післяполітне і передпольотне обслуговування літаків включало виконання порівняно трудомістких робіт, що вимагають спеціального обладнання. Сюди ж входило випробування двигунів, що створювало підвищений шум. Це виключало можливість проведення післяпольотного і передпольотного обслуговування літаків поблизу перону і вимагало значного видалення МС від вокзальних приміщень.

У міру розвитку авіаційної техніки та накопичення досвіду її експлуатації зменшувалася трудомісткість і тривалість післяпольотного і передпольотного технічного обслуговування. Зокрема, перевірка роботи авіадвигунів літаків стала здійснюватися шляхом їх запуску без спеціального випробування.

Все це дозволило, по-перше, наблизити МС до перону, по-друге, дообладнати частину стоянок перону для виконання післяпольотного і передпольотного технічного обслуговування і використовувати їх в якості МС в періоди зниження інтенсивності руху літаків в аеропорту. В даний час безпосереднє примикання МС до перону в практиці проектування аеропортів визнано найбільш раціональним.

Таке їх взаємне розташування скорочує втрати часу і витрати на пересування літаків з перону на МС і назад. Використання стоянок перону для післяпольотного і передпольотного обслуговування дозволяє скоротити кількість МС.

При повному поєднанні МС з пероном виключається рух літаків між пероном і МС і пов'язані з цим непродуктивні витрати, скорочуються загальна кількість стоянок літаків і площі штучних покриттів в аеропорту. Разом з тим збільшується число стоянок на суміщеному пероні, що призводить до його розтягнутості.

Повне поєднання МС і перону може бути виправдане лише в окремих випадках на основі техніко-економічних розрахунків.

Розмір місця стоянки залежить від розрахункового типу літака, способу заходу літака на стоянку і виходу з неї і від обраної схеми установки літака на стоянці.

Розмір місця стоянки зазвичай визначається з умови можливості її використання літаками, що входять в одну групу. При визначенні розрахункового типу літака з числа входять в дану групу, вирішальними є такі характеристики, як радіуси повороту носового колеса, центру основних опор і кінцеві точки крила, кут повороту носового колеса, база шасі і розмах крила.

Службово-технічна територія (СТТ) аеропорту призначена для розміщення на ній будівель, споруд і транспортних шляхів, необхідних для виконання технологічних процесів обслуговування пасажирів, переробки вантажів і пошти, технічного обслуговування повітряних суден, задоволення господарсько-побутових потреб аеропорту та розміщення адміністративного персоналу.

Структура генплану СТТ визначається розташуванням льотних смуг аеродрому, під'їзду з боку міста, конфігурацій будівель і споруд, схемою внутрішньо-портових доріг, проїздів, площ і особливостями природних умов ділянки.

СТТ розташовують безпосередньо біля кордонів аеродрому з боку основних комунікацій, забезпечуючи мінімальні шляхи рулювання повітряних суден, пересування пасажирів, раціональне використання відводяться землям, скорочення протяжності інженерних комунікацій, компактність забудови, застосування максимально можливого блокування будівель і споруд, зниження експлуатаційних і будівельних витрат по будівлях та спорудах. Для розміщення на території СТТ будівель і споруд та забезпечення їх ефективного функціонування передбачають їх технологічне зонування з урахуванням спеціалізації і кооперування, технологічних і транспортних зв'язків між будівлями і спорудами, безпечного маневрування повітряних суден, руху спецавтотранспорту, засобів механізації тощо.

Планування мережі внутрішньо-портових доріг повинна забезпечувати найкоротший і зручний зв'язок між усіма будівлями, спорудами і об'єктами аеропорту.

Категорію під'їзної дороги до аеропортів приймають в залежності від найбільшої годинної і добової інтенсивності руху автотранспорту з урахуванням перспективного розвитку аеропорту. Під'їзні залізничні колії, як правило, призначені для доставки будівельних матеріалів і обладнання в період будівництва, а також паливно-мастильних (при відсутності трубопровідного транспорту) та експлуатаційних матеріалів. В аеропортах I-II класів можуть бути використані під'їзні залізничні колії.

Аеровокзальний комплекс, призначений для обслуговування авіапасажирів, включає аеровокзал, привокзальну площу і примикаючі до будівлі аеровокзалу частини перону (як правило, ближні МС).

При експлуатації в аеропорту декількох аеровокзальних терміналів передбачається їх спеціалізація за видами обслуговування (відправлення, прибуття), напрямками польотів, типам і пасажиро-місткістю повітряних суден, міжнародних та внутрішніх ліній з урахуванням прийнятих методів обслуговування пасажирів.

Обслуговування пасажирів міжнародних і внутрішніх авіаліній в одній будівлі аеровокзалу передбачається в роздільних спеціальних зонах.

Комплекс аеровокзальних приміщень включає різні зони обслуговування: зони проведення адміністративних формальностей прикордонного, митного, імміграційного, ветеринарного, санітарно-карантинного, фіто-санітарного контролю та внутрішніх справ, авіаційної безпеки зони з наземного забезпечення авіаперевезень, а також адміністративно-побутові приміщення та приміщення додаткового обслуговування, пов'язані з діяльністю зазначених органів, служб та інших відділів аеровокзалу.

В аеровокзалі передбачається технологія обслуговування різних категорій пасажирів та обробки багажу, що забезпечує мінімально можливі витрати часу на всі технологічні операції, чіткий поділ потоків пасажирів, виділення зон обслуговування пасажирів, а також інформування про шляхи руху і призначення окремих зон і приміщень, безпеку пасажирів при знаходженні в аеровокзалі. При

проектуванні аеровокзалів передбачається принцип єдності технологічних та планувальних рішень.

Будинки і споруди для обслуговування вантажних перевезень, які становлять вантажний комплекс, призначені для обробки, зберігання, експедиційного, прикордонного та митного обслуговування вантажів, що прибувають і відправляються з аеропорту.

У складі вантажних комплексів передбачають:

- стелажний склад із зоною комплектації і розкомплектації контейнерів (при наявності контейнеризованого вантажу), а також при необхідності санітарно-карантинного, ветеринарного та фіто-санітарного контролю;
- склад тимчасового зберігання (при міжнародних перевезеннях вантажів) з зонами митного, прикордонного, ветеринарного та інших видів контролю;
- склад небезпечних вантажів (при організації їх тимчасового зберігання);
- адміністративно-службові приміщення;
- вантажний перон;
- вантажний двір;
- блок допоміжних приміщень і спеціальних сховищ;
- криті майданчики і рами для великовагових і довгомірних вантажів;
- контрольно-пропускні пункти вантажного перону і двору;
- огорожі вантажного комплексу;
- насосну станцію пожежогасіння та оборотного водопостачання;
- трансформаторну підстанцію і очисні споруди.

Авіаційно-технічна база (АТБ) призначена для здійснення технічного обслуговування і ремонту ПС. Вона включає наступний комплекс будівель, споруд і пристроїв:

- ангар для технічного обслуговування ПС;
- виробнича будівля;
- ангарна секція для мийки ПС;
- будівля лабораторій;
- будинок технічного бригад;

- майданчик для миття ПС зі спорудами оборотного водопостачання і нейтралізації забруднюючих стоків;

- майданчик для видалення наземного обмерзання;

- предангарний майданчик;

- майданчик для розміщення ємностей зливу ПММ.

Для забезпечення виробничої діяльності аеропорту і авіапідприємств, розташованих на його території, передбачається комплекс виробничих будівель і споруд допоміжного призначення.

Будівля управління призначена для розміщення дирекції та інших адміністративних служб авіапідприємства, а також окремих допоміжних служб і представництва авіакомпаній. Основним показником адміністративної будівлі аеропорту є його проектна місткість, яка визначається штатною чисельністю адміністративно-управлінського персоналу авіапідприємства і окремих його служб, розміщення яких передбачається в цьому будинку.

Готель аеровокзалу призначений для короткочасного перебування пасажирів у випадках затримок рейсів і інших позаштатних ситуаціях.

Цехи бортового харчування призначені для приготування, короткочасного зберігання та відпуску на повітряні судна раціонів бортового харчування, а також обробки використаного бортовий посуду і літакового знімного буфетно-кухонного інвентарю.

Якщо будівля цеху бортового харчування, стоїть окремо, то вона розташовується ближче до перону, не більше 1000 м від максимально віддаленої стоянки повітряного судна.

Виробничо-технічна база передбачається для розміщення спецмашин і автотранспорту. База включає будівлю для розміщення штату / управління служби спецтранспорту з санітарно-побутовими та навчальними приміщеннями, місця стоянки і консервації машин, пункти миття і чищення машин.

Зонами оперативного обслуговування являються майданчики для стоянки спецмашин, які в аеропортах I і II класів мають у своєму розпорядженні на

територіях служб, що експлуатують ці спецмашини, а в аеропортах III - V класів зони обслуговування можуть бути об'єднані.

База аеродромної служби забезпечує процес експлуатаційного утримання аеродрому, тобто підготовку аеродрому до злітно-посадкових операцій. Вона включає будівлю для розміщення особового складу аеродромної служби і водійського складу служб аеропорту, що забезпечує експлуатаційне утримання аеродромів, споруди для зберігання (відкритого і закритого) обладнання і ремонтних матеріалів, а також стоянки причіпних механізмів і приписних машин з експлуатаційного утримання аеродромних покриттів.

Значення виробничих площ основних будівель і споруд бази аеродромної служби залежать від класу аеродрому.

База аеродромної служби включає наступні будівлі та споруди:

- адміністративно-побутові;
- виробничі майстерні;
- закриті склади: хімічного реагенту, фарб і розчинників, технічних матеріалів;
- відкриті склади – майданчики з навісом для мастик, пиломатеріалів, піску, щебеню, брукхту і сміття;
- відкриті і закриті стоянки для аеродромних засобів механізації.

Територія бази аеродромної служби розташовується поблизу льотного поля і забезпечує найкращий виробничий взаємозв'язок і взаємодію з іншими службами аеропорту, а також вільний виїзд, маневрування і рух спецмашин і аеродромних механізмів.

Ремонтно-експлуатаційні майстерні (РЕМ) аеропортів, як правило, розташовуються на СТТ аеропортів. Майстерні призначені для виконання регламентних форм технічного обслуговування засобів УВС радіонавігації і посадки, електровз'язку та електротехнічного обладнання, а також ремонтування зазначених коштів із заміною деталей і вузлів. Склад виробничих приміщень та ділянок РЕМ визначається відповідно до його функціонального призначення.

Навчально-технічний блок передбачається за спеціальною вимогою завдання на проектування. Потужність навчально-технічних блоків характеризується місткістю, яка визначається чисельністю слухачів, одночасно розміщуються в навчальних класах. До складу навчально-технічного блоку повинні входити навчально-лабораторний корпус, тренажерний корпус, житловий корпус (гуртожиток).

Профілакторій льотного складу характеризується його місткістю і залежить від інтенсивності руху літаків в аеропорту, типів повітряних суден, чисельності екіпажів і кількості кінцевих рейсів. Будівля профілакторію, льотного складу як самостійне спорудження слід передбачати при кількості місць не менше 50. Будівля профілакторію льотного складу при кількості місць менше 50 рекомендується передбачати у вигляді приміщень для відпочинку льотного складу в блоці з готелем аеропорту.

Службові столові розміщуються в безпосередній близькості від місця роботи персоналу, але не далі 200 м (в межах пішохідної доступності 7-10 хв). Режим роботи їдалень визначається режимом роботи аеропорту, так, щоб всі зміни, в тому числі нічна, була забезпечені гарячим харчуванням.

Склади матеріально-технічного майна забезпечують закриті і відкрите зберігання майна відповідно до встановленої технології їх зберігання і переробки. Основним показником, який визначає обсяг переробки матеріально-технічних ресурсів, є вантажообіг.

Будинки й споруди служби по пошуковому і аварійно-рятувальному забезпеченні польотів призначені для розміщення льотного складу служби та спецтранспорт, необхідного для – проведення аварійно-рятувальних та пошуково-рятувальних робіт. Персонал служби та спецтранспорт розміщуються в будівлях основної і стартової аварійно-рятувальної станції (АРС). В АРС має бути передбачено розташування необхідної кількості пожежних автомобілів (ПА), а також аварійно-рятувальних та санітарних автомобілів.

3.2. Інфологічна система аеропорту

Інфологічна модель займає особливе місце по відношенню до інших моделей. Вона дає форматизований опис предметної області незалежно від структур даних. Інфологічна область моделювання даних охоплює природні для людини концепції відображення реального світу.

Створення цієї моделі є першим кроком процесу формалізації. На відміну від представлення на природній мові вона в основному виключає неоднозначність за рахунок використання засобів формальної логіки.

Одне з основних понять інфологічної моделі – об'єкт. Це поняття пов'язано з подіями: виникнення, зникнення і зміна. Об'єкти можуть бути атомарними і складовими.

Атомарний об'єкт - це об'єкт певного типу, подальше розкладання якого на більш дрібні об'єкти усередині даного типу неможливе.

Складовий об'єкт включає множину об'єктів (кортежі об'єктів). Застосовуючи це визначення, рекурсивно можна одержати довільну структуру складових об'єктів.

Звичайно об'єкт має деяку властивість або взаємозв'язок (зв'язок) з іншими об'єктами. Властивість може не бути визначене формально, а лише охарактеризована як деяке твердження згідно множини об'єктів.

Інфологічна модель дозволяє виділити три категорії факторів: істинні, значущі і помилкові. З одного боку, це забезпечує моделі додаткову гнучкість, з іншого - створює певні складнощі.

Відмінності між традиційними і інфологічними моделями даних аналогічні відмінностям між сутністю і істиною. В багатьох моделях більшість повідомлень відноситься до однієї з двох категорій: істинні або помилкові. Інфологічна модель допускає можливість представлення будь-якого повідомлення з якоюсь частинкою достовірності, тобто у вигляді аналога думки. Аналіз такого повідомлення можливий при обліку конкретного контексту. В правильному контексті повідомлення істинне. Але і помилкове твердження може розглядатися як сутність.

Цілі інфологічного моделювання - формалізація об'єктів реального світу предметної області і методів обробки інформації відповідно до поставлених задач обробки і вимог представлення даних природними для людини способами збору і представлення інформації.

Інфологічні моделі дозволяють одержувати довільні представлення простих подій. На їх основі можуть бути сконструйовані також типи моделей, подібні підтримуваним сильно типізованим моделям. В таких моделях посилання на об'єкти і самі об'єкти розділені, а повідомлення інтерпретуються з урахуванням контексту. Це дозволяє реалізувати множинність посилань і забезпечити різноманітність інтерпретації.

Інфологічна модель може включати ряд компонентів (рис. 1.2). Принциповою особливістю даної моделі є можливість відображення як процесів і об'єктів, які формалізуються засобами формальної логіки, так і процесів, які надалі не формалізуються.

Основними компонентами інфологічної моделі є:

- опис предметної області;
- опис методів обробки;
- опис інформаційних потреб користувача.

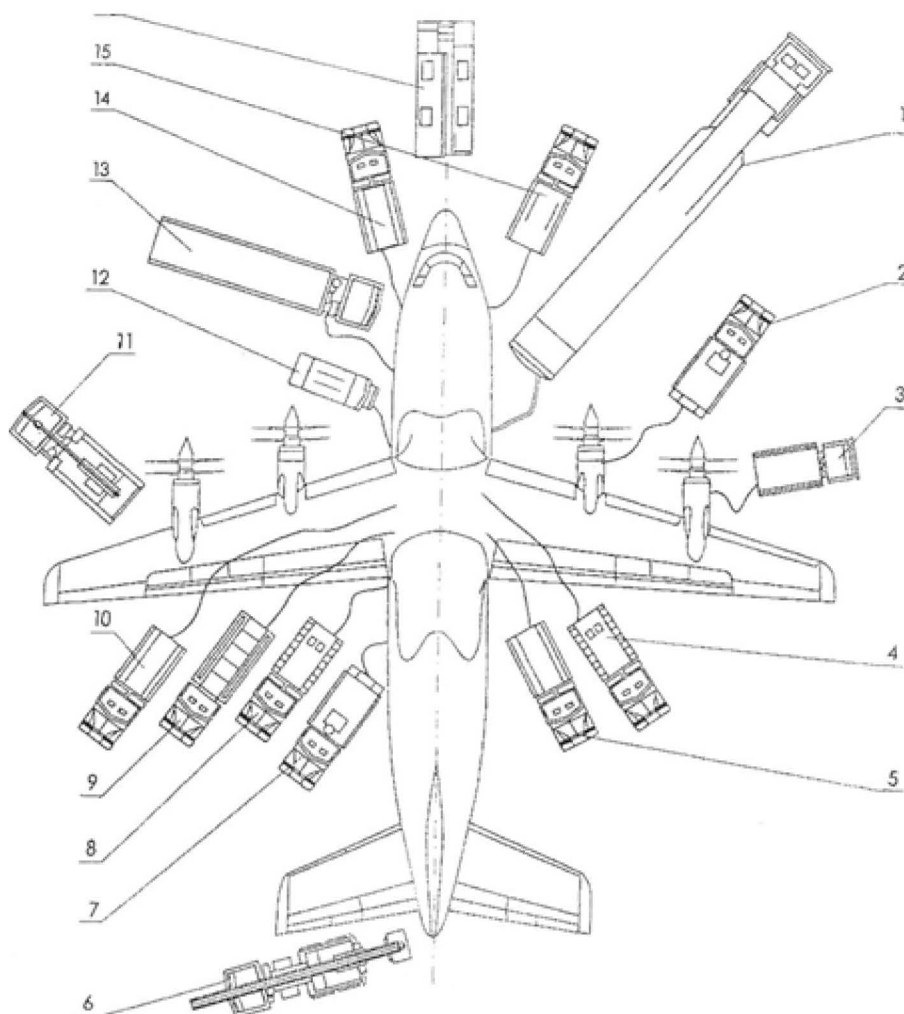


Рис. 1.2. Основні компоненти інфологічної моделі

Інфологічна модель носить описовий характер. Через деяку довільність форм опису в даний час не існує загальноприйнятих способів її побудови. Використовують аналітичні методи, методи графічного опису, системний підхід.

Для забезпечення вирішення задач безперебійного наземного обслуговування пасажиро-вантажного потоку необхідна геоінформаційна систему (ГІС) для ефективного і безпечного управління територією аеропорту, а для цього необхідно розглянути предметну область і спроектувати інформаційно-логічну (інфологічну) модель топографічних об'єктів цифрового плану аеропорту.

об'єктів цифрового плану аеропорту.



1 - паливозаправник; 2, 7 - моторний підігрівач; 3 - заправник спеціальні динами; 4,8 - установки живлення гюросистем; 5, 10 – газозарядні станції, 6 - самохідна площадка обслуговування високорозташованих частин шпака; 9 - аеродромний електроагрегат; 11 - установка очищення поверхні; 12 - установка повітряного запуску; 13 - конвектор; 14 - уніфікована газозарядна станція; 15 - машина обслуговування санітарних вузлів; 16 - буксирувальник.

Рисунок 1.3. Схема літака Ан-70

1. Огляд предметної області створення цифрових топографічних планів на територію аеропорту (рис. 1.4). Проектування починаємо з кроку, на якому одержуємо загальне уявлення про предметну область. Необхідні відомості отримуємо з технічних умов та технічного завдання. Після того як виявили загальні характеристики предметної області, виявляємо загальні вимоги до розробки геоінформаційного забезпечення створення цифрового топографічного плану (ЦТП) на територію аеропорту.

Загальне уявлення з предметної області складаємо з таких відомостей:

- перелік фрагментів предметної області, які входять у розробку геоінформаційного забезпечення. Після складання переліку фрагментів отримуємо загальне уявлення про кожен з них;

- інформаційні потреби кожного фрагмента. Іншими словами, з'ясуємо зміст і характеристики інформації, необхідної для кожного фрагмента;

- перелік і загальні характеристики процесів обробки інформації в кожному з фрагментів. Серед характеристик процесів зазначаємо частоту їх виконання, вимоги до часу виконання, специфічні особливості;

- перелік користувачів. Відмічаємо відповідність між користувачами і фрагментами. Усі користувачі розбиваються на декілька поіменованих груп. Відзначаємо також специфічні характеристики кожної групи користувачів, частоту їх звертань за інформацією, які процеси вони можуть ініціювати;

- існуюча технологія накопичення і обробки інформації у предметній області;

- технічна база для реалізації інформації, кількість, швидкість та періодичність її надходження, швидкість обробки, обсяги, інформаційні потоки. Особливо відмічаємо «вузькі місця» існуючої технології, які пояснюють необхідність у створенні геоінформаційної системи (ГІС).

Що стосується вимог до ГІС, то необхідно отримати таку інформацію:

- необхідна технічна база для реалізації ГІС;

- ГІС розробляється у рамках автоматизованої системи, тому необхідно мати дані про загальну структуру існуючої автоматизованої системи і можливі взаємодії ГІС з компонентами автоматизованої системи;

- необхідні технічні характеристики та вимоги до експлуатації ГІС, що створюється;

- технологію функціонування ГІС: як буде надходити нова інформація, яка взаємодія різних груп користувачів з системою, як інформація буде корегуватися, які служби будуть нести відповідальність за достовірність вихідної інформації.

У відповідях на ці та багато інших питань отримуємо остаточну структуру геоінформаційного забезпечення створення ЦТП на територію аеропорту для його функціонування. Для розробки геоінформаційного забезпечення необхідно розробити інформаційно-логічну (інфологічну) модель, яка представлена на рис. 1.4.

2. Визначення об'єктів топографічного плану. Визначення об'єктів починаємо з того, що знайомимося з кожним фрагментом, з усіма різновидами вхідної та вихідної інформації: документами, довідками, запитами та ін.

Перше, що ми з'ясуємо, це якого типу інформаційну систему ми створюємо - фактографічну або документальну. Систему охарактеризуємо як документально-фактографічну, з'ясуємо, до якого різновиду відноситься інформація, яка представляється відповідними повідомленнями.

У документально-фактографічних системах для предметної області важливий не тільки документ, який вміщує деякі відомості, а самі ці відомості.

Визначення об'єктів – це процес ітераційний. Починаємо із складання переліку атрибутів. Попередньо перелік атрибутів складається з одного або декількох повідомлень. Взагалі це повідомлення одного фрагменту. Коли різновидів повідомлень небагато, одночасно аналізуються повідомлення декількох фрагментів. Після обробки початкової групи повідомлень формуємо перелік атрибутів, а потім виконуємо агрегацію об'єктів виділених атрибутів. Перегляд нової групи повідомлень приводить до внесення в перелік ряду нових атрибутів. При черговій ітерації процесу агрегації атрибутів вирішуємо в які з виділених об'єктів їх необхідно включати або приймаємо рішення про виділення нових об'єктів.

1. ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ ТОПОГРАФІЧНИХ ПЛАНІВ НА ТЕРИТОРІЮ АЕРОПОРТУ
2. ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ СКЛАД ПЕРЕЛІКУ АТРИБУТІВ АГРЕГАЦІЯ АТРИБУТІВ ЗОВНІШНЄ КОДУВАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК АТРИБУТІВ І ОБ'ЄКТІВ
3. ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ТОПОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ БАГАТОМІРНІ ЗАПИТНІ ЗВ'ЯЗКИ АНАЛІЗ ПОЧАТКОВІ ЗАПИТИ - РОЛЬ ОБ'ЄКТА ХАРАКТЕРИСТИК ЗАПИТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ
4. ВСТАНОВЛЕННЯ АСОЦІАЦІЙ МІЖ ОБ'ЄКТАМИ ЦТП АЕРОПОРТУ (ПРАВИЛА)
5. ПЕРЕВІРКА КОРЕКТНОСТІ ІНФОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ

Рис. 1.4. Інфологічна модель створення геоінформаційного забезпечення для складання цифрових топографічних планів аеропорту

При розробці документально-фактографічної системи, аналізуємо чергове повідомлення, визначаємо структуру документа, наприклад, у термінах: таблиця, рядок, стовпчик, план та ін. Також необхідно виявити сутність кожного атрибута.

2.1. Склад переліку атрибутів. Перелік атрибутів є таблиця в яку заносимо ім'я атрибута, розгорнутий коментар і відомості про повідомлення у яких знаходиться цей атрибут.

Аналізуючи декілька повідомлень зустрічаємо ситуацію, коли один і той же атрибут використовується в різних повідомленнях під різними іменами. Іншою мовою може мати місце синонімія. Після її виявлення призначаємо ім'я, яке задовольняє всім повідомленням в яких використовується цей атрибут. Це є випадок коли формалізований опис предметної області приводить до її зміни, наприклад, до зміни форм деяких документів.

При аналізі декількох повідомлень виявляються омоніми, тобто атрибути з однаковими іменами, але різними значеннями. Цим атрибутам обов'язково призначаємо різні імена.

На практиці у повідомленнях фігурують багатослівні імена; їх використання незручне, тому кожному атрибуту присвоюємо коротке, зрозуміле ім'я. Наприклад, в документі може значитися атрибут: «Пункти державної геодезичної мережі». Можливі такі скорочені назви цього атрибута: «ПУНКТ» - якщо в предметній області мова йде конкретно про пункт геодезичної мережі; «МЕРЕЖА» - якщо мова йде про геодезичну мережу.

Цей процес присвоєння імен атрибутів часто викликає побоювання у користувачів із – за можливості згубити частину важливої для них інформації, тому передбачаються розгорнуті коментарі. Крім того, введення коротких імен атрибутів необхідно для проектування ГІС. При цьому на всіх документах при зберіганні, старі назви атрибутів замінюємо на нові.

2.2. Агрегація атрибутів. Коли перелік атрибутів складений, чергове завдання полягає в їхній агрегації - компонуванні атрибутів у об'єкти. Ми маємо уявлення про механізм агрегації; саме ці функції виконують процедури нормалізації відношень, скористаємося ними для початкового компонування атрибутів або, іншими словами, для розділу переліку атрибутів на деякі вихідні відношення. Для цього проаналізуємо типи відповідності між атрибутами.

Відповідність може мати місце не тільки між об'єктами, але і між атрибутами, а також між атрибутами й об'єктами. Пояснимо останнє твердження. Нехай $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ – множина атрибутів переліку, а $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_m\}$ - множина виділених об'єктів. Тип відповідності між двома об'єктами, наприклад $T(Y_1, Y_2)$, визначає, як співвідносяться примірники об'єкта Y_1 із примірниками об'єкта Y_2 .

У той же час тип відповідності між двома атрибутами $T(X_1, X_2)$ задає співвідношення значень атрибута X_1 із значеннями атрибута X_2 . Наприклад,

$T(\text{ТИП БУДІВЛІ, МОДИФІКАЦІЯ})=1:\text{Б}$ означає, що кожному типу будівлі відповідають декілька (багато) модифікацій, а $T(\text{МОДИФІКАЦІЯ, НАЙМЕНУВАННЯ}) = 1:1$ - що кожна модифікація має унікальне ім'я (назву).

Тип відповідності $T(X_i, Y_j)$ означає, як співвідносяться значення атрибута X_i із примірниками об'єкта Y_j . Наприклад, якщо X_i - атрибут, а Y_j - об'єкт БУДІВЛІ

МЕТАЛЕВІ, то T (АНГАРИ, БУДІВЛІ МЕТАЛЕВІ) відношення 1:Б означає, що кожна будівля легкого типу входить тільки в одну групу, але однакова група може бути у декількох (багатьох) будівель.

Коли між двома атрибутами має місце функціональна залежність (підстава для їхньої агрегації), то це означає, що між ними існує деяка відповідність, отже, її можна охарактеризувати деяким типом. Так, коли ми говоримо, що X_2 функціонально залежить від X_1 , то це означає, що кожному значенню X_1 відповідає одне значення X_2 . Виходить, ми вправі стверджувати, що $T(X_2, X_1) = 1:Б$ або 1:1. 2.3.

Зовнішнє кодування. На цьому кроку увага сконцентрована на атрибутах із не уніфікованими значеннями. Якщо ці атрибути містять довгі текстові значення, то виникає необхідність замінити їх на короткі коди і мова йде не про внутрішнє кодування значень, що переслідує ціль заощаджувати пам'ять ЕОМ, а про зовнішнє кодування, тобто кодування, що використовувалося б кінцевим користувачем.

При кодуванні в інфологічну модель вводиться додатковий об'єкт, який зручно назвати ДОВІДНИК. Цей об'єкт містить новий атрибут-короткий код і старий атрибут - текстове значення. При цьому у всіх раніше виділених об'єктах текстові значення атрибута замінюються на код. Тепер при введенні нових даних у систему або при опрацюванні інформації кінцевим користувачем не має потреби набирати довгі тексти, достатньо вказати короткий код. Кодування не тільки забезпечує зручність роботи кінцевого користувача, але і сприяє зменшенню кількості помилкових зведень.

2.4. Дослідження характеристик атрибутів і об'єктів. Після завершення описаних процедур, коли виділені об'єкти і визначені склади їхніх атрибутів, слід заповнити для кожного об'єкта бланк опису атрибутів, а також бланк опису характеристик об'єктів.

Значення всіх ознак з'ясуємо у відповідності із складом топографічних карт (планів). Структура відповідних бланків визначає тематику семантичного навантаження. Ще відзначимо, що важливо співвідносити питання так, щоб вони

однозначно розумілися і припускали форму відповіді типу «так - ні» або цифрові значення.

3. Формалізація процесів обробки топографічної інформації. На попередньому кроку проектування аналізувалися інформаційні запити фрагментів і виконувалася їхня інтеграція. Але оскільки на інфологічному рівні слід одержати гомоморфну уяву предметної області, що проектується, відображенню підлягають не тільки інформаційні об'єкти, але і процеси опрацювання інформації.

Аналізований нижче крок проектування досліджує процеси опрацювання інформації для усіх виділених фрагментів предметної області і забезпечує упорядкування їхнього формалізованого опису. Крім того, тут аналізуються процеси опрацювання інформації, що ініціюються службою адміністратора системи, наприклад, такі, як завантаження, коригування, перевірка повноти і коректності інформації.

Аналіз і формалізація процесів опрацювання інформації передують у проектуванні встановленню структурних зв'язків між об'єктами. Це пояснюється тим, що одне з основних призначень структурних зв'язків – забезпечити виконання всіх процесів опрацювання інформації з усіх фрагментів предметної області.

Якщо при розробці інфологічної моделі і, зокрема, при встановленні структурних зв'язків між об'єктами не враховувалися процеси опрацювання інформації, то побудований варіант інфологічної моделі може бути незадовільним через незабезпеченість окремих процесів. З іншого боку, підтримка зайвих асоціацій між об'єктами невиправдано збиткова при експлуатації інформаційної системи.

Для кожного фрагмента складаємо повний перелік процесів обробки інформації. Далі процес формулюємо у вигляді запиту до інформаційної бази. Проте запити можуть бути визначені і до деталізації алгоритмів процедур опрацювання інформації. У тексті запиту відзначаємо, із якого об'єкта починається його виконання і у якій послідовності слід переходити від одних об'єктів до інших при задоволенні запиту. Іншими словами, запит повинен визначати зв'язок між

об'єктами в інформаційній базі. Але при цьому запит не впливає на алгоритм обробки. Якщо спочатку сформульований запит не ясний, він редагується.

Перелік усіх запитів оформляємо у виді самостійного документа. Запити в переліку обов'язково нумеруємо. Потім запити послідовно аналізуємо і кожний із них представляється у виді сукупності запитних зв'язків.

3.1. Початок запиту. У формулюванні запиту зазначаємо, який об'єкт виступає в ролі вихідного для всього запиту в цілому, а також визначаємо режим виконання запиту.

Одиночний режим припускає, що запит виконується для визначеного вихідного об'єкта.

Коли ім'я об'єкта в запиті уточнено словом «даного» або «зазначеного», це означає виконання запиту для конкретного єдиного примірника вихідного об'єкта, якщо ж у тексті запиту фігурують слова «для всіх» або «для кожного», то передбачається виконання запиту для багатьох вихідних об'єктів.

Імена атрибутів і пошукових атрибутів з'ясовуємо у користувача інформаційної системи.

3.2. Роль об'єкта. На практиці нерідко зустрічаємо ситуації, коли результати виконання двох запитних зв'язків, що використовують ті самі вихідні і кінцеві об'єкти, для однакових примірників вихідного об'єкта не збігаються. Це пояснюється тим, що той самий об'єкт у запитних зв'язках виступає в різних ролях.

3.3. Багатомірні запитні зв'язки. Ми вже відзначали, запитні зв'язки бувають двох видів: одномірні і багатомірні. Багатомірні запитні зв'язки на вході використовують декілька вихідних об'єктів. Такі зв'язки легко проглядаються в тексті запиту.

У загальному випадку два запитні зв'язки або дві сукупності запитних зв'язків будемо вважати тотожними, якщо результати їхнього виконання для тих самих примірників вихідних об'єктів, заданих у запиті, завжди збігаються.

Всі одномірні запитальні зв'язки, виділені при аналізі запитів, відразу ж заносяться в загальний перелік. А перед тим, як включити в цей перелік

багатомірний запитний зв'язок, необхідно переконатися, що цей зв'язок приведений до канонічного вигляду.

Багатомірний запитний зв'язок канонічного виду повинен задовольняти таким двом умовам: тип відповідності між будь-якими її двома вихідними об'єктами може бути тільки «багато до багатьох»; тип відповідності між будь-яким вихідним і кінцевим об'єктом не може бути «один до одного».

Якщо багатомірний запитний зв'язок не є канонічним, то його завжди можна або розкласти на послідовність одномірних, або привести до меншої розмірності, якщо ж багатомірний запитний зв'язок більше не може бути перетвореним – то це канонічний запитний зв'язок.

3.4. Аналіз характеристик запитних зв'язків. При внесенні нового запитного зв'язку в перелік необхідно визначити його характеристики.

На цьому етапі проектування з'ясовуємо, як планується розширити предметну область, зокрема, які процеси знадобиться підтримувати в майбутньому. Бажано ці процеси формалізувати за допомогою розкладання на запитні зв'язки. Такий погляд на розвиток предметної області дозволяє виділити об'єкти – кандидати на участь у нових структурних асоціаціях, тобто аналіз перспективних процесів дозволяє визначити ще одну характеристику об'єктів – структурну активність.

4. Правила встановлення асоціацій між об'єктами цифрового топографічного плану аеропорту. Структурні зв'язки між об'єктами встановлюємо на основі аналізу запитних зв'язків, які вміщені в переліку. Для визначення структурного зв'язку важливі імена вихідного та початкового об'єктів, а також типи відповідності між об'єктами.

Вважаємо структурні зв'язки встановленими коректно, якщо вони задовольняють типи відповідності між об'єктами і дозволяють виконувати будь-який із виділених запитних зв'язків.

Аналіз запитних зв'язків може привести до встановлення нових структурних зв'язків, до модифікації ознак раніше встановлених структурних зв'язків і навіть до

визначення нових об'єктів. Аналізуємо запитні зв'язки із переліку послідовно за наступним алгоритмом. Спочатку визначаємо, які структурні зв'язки необхідні для забезпечення запитних зв'язків, що аналізуються. Далі розглядаємо вже встановлені структурні зв'язки. Якщо серед них немає потрібних для запитних зв'язків, які аналізуються, то в інфологічній моделі визначаємо нові структурні зв'язки і задаємо їх ознаки, якщо з'ясуємо, що в інфологічній моделі вже задоволений потрібний структурний зв'язок, то аналізуємо його ознаки. При необхідності значення ознак можна модифікувати.

4.1. Правила встановлення асоціацій. Роздивимося правила відображення запитних зв'язків у структурні. Перші три правила припускають відображення одномірних запитних зв'язків, а четверте – багатомірний зв'язок канонічного виду.

Правило 1. Припустимо, визначений одномірний запитний зв'язок $Z(X1, Y)$, де $T(X1, Y) = 1:Б$, тоді:

- вихідний об'єкт $X1$ (рис. 1.5.) об'являється власником структурного зв'язку;
- кінцевий об'єкт Y об'являється підлеглим;
- значення ознаки НАПРЯМОК ПРЯМУВАННЯ призначається $C1 = \Gamma - \Pi$ (ієрархічний перехід від головного до підпорядкованого об'єкта).

Перевіримо коректність такого структурного зв'язку. Тип відповідності між вихідним і кінцевим об'єктами запитного зв'язку задовільнений, оскільки саме тип «один до багатьох» підтримується між головним і підпорядкованими об'єктами структурного зв'язку. З іншого боку, завдяки значенню $C1 = \Gamma - \Pi$ забезпечена можливість переходу від об'єкта $X1$ к об'єкту Y .

Правило 2. Розглянемо запитний зв'язок

$Z(X2, Y)$, де $T(X2, Y) = Б:1$, тоді:

- кінцевий об'єкт запитного зв'язку Y об'являється головним структурного зв'язку;
- вихідний об'єкт $X2$ об'являються підлеглим;
- значення ознаки, яке задає напрямок прямування за структурним зв'язком, вибирається $C2 = \Pi - \Gamma$ (див. рис. 1.4.).

Переконаємося в коректності такого рішення. Оскільки $T(X2, Y) = B:1$, виходить, $T(Y, X2) = 1:B$. Саме цей тип відповідності забезпечується між головним і підпорядкованим об'єктом структурного зв'язку. Значення характеристики $C1 = \Gamma$ - Π надає можливість переходу від примірника об'єкта $X2$ до відповідного примірника об'єкта Y .

Правило 3. Нехай визначений одномірний запитальний зв'язок

$Z(X3, Y)$, де $T(X3, Y) = B:B$. Тоді:

- вихідний $X3$ і кінцевий Y об'єкти об'являються головними двох структурних зв'язків (див. рис. 1.5.);
- підлеглими в обох структурних зв'язках об'являється новий об'єкт, який ми поки назвемо об'єктом зв'язку;
- у структурному зв'язку, де головний – вихідний $X3$, напрямком прямування об'являється $C1 = \Gamma$ - Π ;
- у структурному зв'язку, де головний – кінцевий об'єкт запитного зв'язку Y , напрямком прямування вибирається $C2 = \Pi$ - Γ ;
- для об'єкта - низки в обох структурних зв'язках вибирається клас членства $C6 = \text{ОБОВ'ЯЗКОВИЙ}$.

Перевіримо коректність запропонованого рішення. Тут кожному примірнику об'єкта $X3$ може відповідати множина примірників об'єкта – низки. Кожному примірнику об'єкта – низки відповідає свій примірник Y . Але оскільки низок для одного $X3$ багато, він може асоціюватися з багатьма примірниками об'єкта Y . У силу симетрії вірно й зворотне ствердження. Отже, завдяки введенню об'єкта – низки між об'єктами $X3$ і Y підтримується тип відповідності «багато до багатьох». Значення ознаки $C1$ для побудованих структурних зв'язків забезпечують можливість переходу від примірника об'єкта $X3$ до відповідних примірників об'єкта Y .

Правило 4. Нехай даний багатомірний запитний зв'язок канонічного виду

$Z(X4, X5, Y)$, тоді:

- усі вихідні і кінцеві об'єкти об'являються головними декількох структурних зв'язків;

- підлеглим у всіх структурних зв'язках об'являється новий об'єкт – низка (див. рис. 1.5.);
- об'єкт – низка об'являється обов'язковим учасником усіх структурних зв'язків;
- для одного із структурних зв'язків, де головний - вихідний об'єкт запитного зв'язку, напрямком прямування призначається $C1 = \Gamma\text{-}\Pi$, а у всіх інших – $C2 = \Pi\text{-}\Gamma$.

Перевіримо коректність такого рішення. Оскільки усі вихідні і кінцевий об'єкти асоціюються між собою тільки за допомогою об'єкта – низки, між ними підтримується відповідність «багато до багатьох», що і потрібно у канонічному багатомірному зв'язку.

Перевіримо коректність такого рішення. Оскільки усі вихідні і кінцевий об'єкти асоціюються між собою тільки за допомогою об'єкта – низки, між ними підтримується відповідність «багато до багатьох», що і потрібно у канонічному багатомірному зв'язку.

Значення ознаки $C1$ дозволяє від закріпленого примірника одного з вихідних об'єктів (у нашому випадку $X4$) перейти до множини підпорядкованих йому примірників об'єкта - низки. Далі, для кожного такого об'єкта – низки варто переконатися, чи асоційований він із необхідним примірником іншого вихідного (у нас $X5$), і якщо асоційований, то виконується перехід від цього примірника об'єкта - низки до примірника кінцевого об'єкта Y .

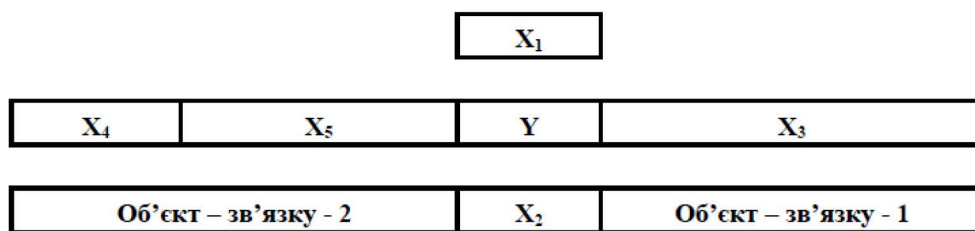


Рис. 1.5. Графічний коментар до встановлення структурних зв'язків між об'єктами

Об'єкти - зв'язки. Кожного разу, коли при встановленні структурних зв'язків виділяються нові запитні зв'язки, виявляємо сутність кожного такого об'єкту і визначаємо його інформаційний зміст. Запитні зв'язки завжди встановлюють

асоціацію між кількома об'єктами, а інформаційний зміст запитних зв'язків – характеристика такої асоціації.

Об'єкту - зв'язку присвоюємо ім'я, і його слід описати точно так, як і всі інші об'єкти на попередніх кроках проектування.

Достатньо часто при аналізі сутності запитних зв'язків виявляємо, що в ньому повинні бути саме ті відомості, які забули врахувати і включити в розгляд, але можуть бути ситуації, при яких запитні зв'язки складаються із порожнього набору атрибутів.

5. Перевірка коректності інфологічної схеми. Після встановлення структурних зв'язків і завдання їх характеристик можна вважати визначеним вихідний варіант інфологічної моделі предметної області. Далі він підлягає всебічному аналізу, перевірці на повноту і коректність. Приводимо схему до найбільш простого і зрозумілого вигляду. Основні процедури які здійснюють на цьому кроці проектування:

Перетворення структури. Основне правило допустимих перетворень слід сформулювати так: із інфологічної моделі можна виключаємо структурні зв'язки, якщо структурні зв'язки, які залишились дають можливість забезпечити коректне виконання всіх запитних зв'язків з переліку. При такому перетворенні виключаємо також запитні зв'язки.

Узагальнення об'єктів. Зменшуємо число об'єктів і структурних зв'язків в інфологічній моделі, зробити її як найпростішою і зрозумілішою. Узагальненню підлягають ті об'єкти, які мають схожі склади атрибутів, схоже або ідентичне використання і, якщо їм можна поставити у відповідність узагальнену суть.

Наслідком узагальнення об'єктів може бути виключення деяких структурних зв'язків, додання атрибутів в об'єкти, зміна характеристик ряду об'єктів і структурних зв'язків;

Спеціальні атрибути. При розробці кінцевого варіанту інфологічної моделі в склад об'єктів можуть бути включені спеціальні атрибути. Ініціатива введення таких атрибутів повністю належить проектувальнику.

Перевірка повноти і коректності - кожного разу після отримання нового варіанту інфологічної моделі перевіряємо її коректність. Перевірка полягає в аналізі всіх запитних зв'язків переліку для виявлення можливості їх виконання і забезпечення всіх їх характеристик. На цьому кроці можуть бути виявлені а також випущені з розгляду процеси обробки інформації.

3.3. План наземних споруд

Говорячи про аеропорт, його можна порівняти з великим організмом, який живе своїм власним життям. І це життя, як і у людей, може бути довгим і насиченим подіями, яскравим, інтенсивним або непомітним. Як і будь-який об'єкт, побудований людиною, аеропорт має свої стадії життєдіяльності: вишукування та проектування, будівництво, експлуатація, ремонт і реконструкція, утилізація. На кожному з цих етапів виконується ряд топографо-геодезичних робіт, без яких обійтися просто неможливо.

Спочатку визначимося з основними поняттями і елементами аеропорту. Аеропорт – комплекс споруд, який включає в себе аеродром, аеровокзал, інші споруди, призначені для прийому і відправлення повітряних суден, обслуговування повітряних перевезень, і має для цих цілей необхідне обладнання, авіаційний персонал та інших працівників. До комплексу будівель відносяться об'єкти управління повітряним рухом, будівлі радіонавігації і посадки, а також будівлі і споруди обслуговування пасажирів, вантажних і поштових перевезень, будівлі та споруди технічного обслуговування повітряних суден. Аеродром – головний елемент території аеропорту. До його складу входять злітно-посадочні смуги (ЗПС) з штучним покриттям, руліжні доріжки (РД), в тому числі і магістральні (МРД), перон, місця стоянок, ґрунтова злітно-посадкова смуга, майданчики спеціального призначення.

На етапі виконання передпроектних робіт завдання досліджень зводиться до пошуку найбільш вигідного розташування аеродрому в заданому районі будівництва, яке б забезпечувало максимальні зручності зон повітряних підходів, розташування злітно-посадочних смуг і інших споруд при мінімальних обсягах

робіт з будівництва та експлуатації. Для цього проводять комплекс геодезичних та інженерно-геологічних робіт, в результаті яких отримують вихідні дані для складання проекту нового летовища або реконструкції існуючого.

Вихідні дані, отримані в процесі досліджень, необхідні для вирішення генерального плану аеродрому і проектування поверхні льотного поля, злітно-посадкових смуг, руліжних доріжок, різних аеродромних споруд, спеціальних мереж. На підставі вихідних даних виявляються обсяги будівельних робіт, умови їх виробництва і забезпечення будівництва місцевими будівельними матеріалами.

Проектування аеродромів виконується в дві стадії: технічний проект і робочі креслення. Вишукування аеродромів, в залежності від етапу проектних робіт, також діляться на стадії: попередні дослідження (як правило, зйомка масштабу 1:5000) і дослідження вже безпосередньо для виконання проектних рішень (зйомки масштабів 1:2000, 1:1000, 1:500).

Образ майбутнього аеропорту формується при розробці його генерального плану. Саме генеральний план аеропорту забезпечує комплексне вирішення питань планування та благоустрою території, розміщення на ній злітно-посадкових смуг, будівель, споруд, обладнання систем управління повітряним рухом, радіонавігації та посадки повітряних суден, а також транспортних комунікацій та інженерних мереж. Генеральний план аеропорту проектується на основі ситуаційного плану місцевості з метою забезпечення зручного транспортного зв'язку між містом і аеропортом, трасування під'їзної автомобільної та залізничної доріг і основних інженерних комунікацій, і повинен відображати розвиток аеропорту на перспективу не менше двадцяти років з виділенням першої черги будівництва.

На генеральному плані аеропорту передбачається:

- функціональне зонування території з урахуванням спеціалізації будівель і споруд, технологічних і транспортних зв'язків між ними, безпечного маневрування повітряних суден, архітектурно-планувальних вимог, а також вимог санітарно-гігієнічної, пожежної безпеки і черговості будівництва;

- забезпечення благоустрою ділянки забудови і рівня шуму, який допускається;

- розміщення засобів управління повітряним рухом, радіонавігації та посадки, що забезпечують безпеку персоналу і місцевого населення від впливу надвисокочастотних опроміненнь.

Структура генерального плану аеропорту визначається розташуванням злітно-посадкових смуг аеродрому, характером забудови службово-технічної території, під'їзду з боку міста, схемою внутрішньо-портових доріг, проїздів, площ і особливостей природних умов ділянки.

Службово-технічна територія аеропорту розташовується, як правило, безпосередньо біля кордонів аеродрому з боку основних комунікацій. При цьому забезпечуються мінімальна довжина рулювання повітряних суден від злітно-посадочних смуг, раціональне використання відведених земель, а також скорочення протяжності інженерних комунікацій і оптимальні об'ємно-планувальні та фасадні рішення.

При проектуванні генеральних планів аеропортів архітектурно-планувальні рішення службово-технічної території повинні передбачати можливість роботи як однієї, так і декількох злітно-посадкових смуг, а також максимально можливе блокування будівель і споруд з метою забезпечення компактності забудови, скорочення інженерних і транспортних комунікацій, що дозволить знизити експлуатаційні та будівельні витрати.

Головним завданням інженерних вишукувань є вивчення природних і техногенних умов будівництва, освоєння території для складання повної і достовірної картини, що забезпечує грамотне проектування і розробку необхідних рекомендацій для підрядної будівельної організації. Ядром комплексу інженерних вишукувань є топографо-геодезичні роботи, в результаті яких виконується збір просторової інформації про кількісні та якісні характеристики місцевості.

Поряд з топографо-геодезичними роботами до складу комплексних інженерних вишукувань входять: інженерно-геологічні, геофізичні, гідрологічні, метеорологічні, екологічні та ін. Вихідними даними цієї частини досліджень є якісні характеристики території, яка підлягає подальшому перетворенню, які, в свою чергу, вимагають просторово координатної прив'язки. Це завдання

вирішується в ході топографо-геодезичних вишукувань. На етапі виконання передпроектних рішень виконується цілий комплекс топографо-геодезичних робіт, таких як:

- повітряна і наземна розвідка району виконання робіт;
- розвиток планово-висотної основи (разом із закріпленням будівельної сітки);
- геометричне нівелювання ШЗПС, МРД, РД, перонів і місць стоянок;
- великомасштабна зйомка (1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000) передбачуваної ділянки розташування всього комплексу будівель і споруд аеропорту, включаючи підземні споруди і комунікації;
- виконання спеціальних геодезичних спостережень і закріплення окремих точок на місцевості;
- землевпорядні та кадастрові роботи.

Відповідно до традиційної схеми програма проведення топографо-геодезичних вишукувань включає в себе створення мережі згущення, що спирається на пункти Державної геодезичної мережі, як мережі першого порядку, на яку повинна спиратися мережу знімальної основи, а з пунктів останньої проводиться топографічна зйомка місцевості. При цьому мережі згущення будуються методами полігонометрії 4 класу, 1 або 2 розряду (довжини сторін складають від 400 до 1200 м), а мережі знімальної основи створюються шляхом прокладання теодолітних або тахеометричних ходів зі сторонами 120-200 м. У відповідності зі специфікою створення мережі згущення на аеродромах в ряді випадків відпадає необхідність створення знімальної основи, так як щільності пунктів мережі згущення буває досить для виробництва великомасштабних зйомок без нанесення шкоди планової і висотної складової помилки визначення координат знімальних точок.

В процесі топографічної зйомки за допомогою електронного тахеометра є можливість кодування знімальних точок. Це представляється вигідним при подальшій обробці результатів польових вимірювань, так як при зчитуванні

інформації з накопичувача крім трьох координат знімальної точки присвоюється приналежність до будь-якого об'єкта, який відповідає певному умовному знаку на топографічному плані. При цьому максимальна ефективність може бути досягнута тільки шляхом вибору відповідного програмного забезпечення, що дозволяє створювати топографічний план в умовних знаках по вирахуваних «сирих» даних, принесених виконавцем безпосередньо з поля. У свою чергу, програмне забезпечення електронного тахеометра має володіти універсальним обмінним форматом.

Специфікою виконання робіт на аеродромі є застосування, поряд з тахеометричною зйомкою місцевості, геометричного нівелювання штучних покриттів злітно-посадкової смуги, руліжних доріжок, в тому числі і магістральної, перонів і місць стоянок літальних апаратів з певним кроком дискретності.

Для дотримання наскрізної технологічної лінії необхідно мати в розпорядженні програмний продукт, який дозволяє продовжити процес збору інформації шляхом конвертації отриманих «Сирих» даних і закінчити стадію досліджень цифровою моделлю місцевості (ЦММ). Створення такої ЦММ включає в себе не тільки відображення топографії досліджуваної території (поверхні), але і результати обробки даних всього комплексу інженерних вишукувань.

На першому етапі обробки результатів геодезичних вимірювань постає завдання «перекачування» даних з накопичувача геодезичного приладу в пам'ять комп'ютера. Прилади різних фірм-виробників підтримують свої обмінні формати даних. Тому однією з вимог до модуля, який відповідає за «перенесення» даних, є його можливість перетворення зберігаються в накопичувачах форматів даних в робочі формати програмного продукту.

Для переходу до наступного етапу обробки і не допущення помилок, допущених в ході збору польової інформації, результати вимірювань необхідно вирівняти. За зрівняними даними проводиться перенесення знімальних точок і створюється ситуаційна частина топографічного плану.

Наступний крок в процесі обробки польових вимірювань – побудова цифрової моделі рельєфу і промальовування за існуючими точкам ситуаційного плану.

Для грамотного проектування необхідно також представити інформацію і про геологічну будову досліджуваної території за даними

інженерно-геологічних вишукувань. В якості польових даних виступають результати опису свердловин і шурфів. Дана інформація може бути введена і оброблена за допомогою окремого програмного блоку.

Розділ 4

Геоінформаційна система аналізу для управління територією аеропорту

Для представлення поточної обстановки пропонується в автоматизованій системі управління ввести такі її складові:

- систему обробки та візуалізації зображень території аеропорту та прилеглої до неї місцевості у різних масштабах;
- систему обробки та представлення всіх рухомих об'єктів у вигляді символів на картографічному фоні контрольованої ділянки простору;
- систему детального відображення динамічних сцен польоту спостережуваних ПС.

Зрозуміло, що система представлення зображень території аеропорту та прилеглих до нього зон повинна містити базу картографічних даних реального часу, яка б давала змогу варіювати масштаб картографічного фону.

Отже, імітаційна модель міститиме як статичні елементи, представлені картографічним фоном, так і динамічні, що являють собою символи об'єктів, які рухаються в навколоремному просторі.

Як картографічний фон використано аеронавігаційні карти, які охоплюють всі етапи руху повітряного судна: рулювання від місця стоянки до точки зльоту, зліт і набір висоти для польоту за маршрутом, безпосередньо політ за маршрутом, зниження для заходу на посадку, захід з метою посадки і відхід на друге коло, посадка і рулювання до місця стоянки повітряного судна. Карти кожного типу повинні містити необхідну точну, лаконічну, чітку просторову інформацію, що виключає двояке трактування, придатну для читання за всіх нормальних умов виконання відповідного етапу польоту, з метою забезпечення його безпечного та швидкого виконання.

Подання інформації на карті кожного типу допускає плавний перехід від однієї карти до іншої відповідно до етапу польоту. При цьому слід забезпечити трансформацію символів об'єктів, що рухаються в навколоремному просторі і, відповідно, у міру їх наближення до центру злітнопосадкової смуги (ЗПС), трансформацію ділянки картографічного фону.

Пропонуються такі етапи трансформації символів і масштабів карт:

- «точка» (мікрорастр 3x3) для дрібномасштабної карти прилеглої до аеропорту зони (1:100 000 або 1:50 000);
- «хрестик у нулі» – карта 1:50 000 – 1:10 000;
- символ типу «літак» з масштабним коефіцієнтом К – карта 1:10 000 – 1:5000;
- символ типу «літак» з масштабним коефіцієнтом 2К – карта 1:5000 – 1:2000;
- символ типу «літак» з масштабним коефіцієнтом 3К – карта 1:2000 – 1:200.

Отже, виділивши основні етапи польоту, необхідно створити комплекс «електронних» аеронавігаційних карт для досліджуваного аеропорту України, які б відповідали вимогам ІСАО:

– карта аеродрому – призначена для забезпечення льотних екіпажів та інших користувачів повітряного простору інформацією, що допомагає здійснювати наземний рух ПС від місця стоянки до ЗПС і назад, а також забезпечувати необхідними експлуатаційними даними по аеродрому. Обов'язкового масштабу для побудови карти не існує. Робочий масштаб вибирають в кожному конкретному випадку залежно від розміру території, яка зайнята аеродромними засобами і будівлями, а також робочою площею вікна відображення листа карти;

– карта наземного аеродромного руху містить інформацію, яка допомагає здійснювати наземний рух ПС та розміщення їх на стоянці. Створюється в тих випадках, коли через велику кількість інформації на карті аеродрому/вертодрому (ІСАО) не можна достатньо чітко вказати необхідні відомості для наземного руху ПС по рульовим доріжкам до і від місць стоянки. Масштаб обирається з таким розрахунком, щоб забезпечити чітке відображення всіх елементів на карті;

– карта стоянки літаків містить докладну інформацію, яка допомагає здійснювати наземний рух ПС від рульових доріжок до місць стоянки і назад та їх розміщення на стоянці (постановку на стоянку). Необхідна у випадках, коли через складну систему аеродромних засобів таку інформацію не можна достатньо чітко показати на карті аеродрому/вертодрому або на карті наземного аеродромного

руху. Масштаб повинен забезпечувати чітке відображення всіх елементів, які розташовані на карті;

– карта аеродромних перешкод потрібна для аеродромів, де присутні перешкоди в зонах траєкторій набору висоти при зльоті, аби забезпечити експлуатанта інформацією, необхідною для дотримання експлуатаційних обмежень. Перевищення вказуються з точністю до півметра або до фути, а лінійні розміри – з точністю до напівметра. Кожна карта повинна мати достатній розмір для нанесення всіх перешкод, що потрапляють у зону зльоту. Горизонтальний масштаб вибирається в межах від 1:10 000 до 1:15 000, а вертикальний масштаб – у десять разів крупніший за горизонтальний. Горизонтальний і вертикальний лінійні масштаби позначаються на карті в метрах і футах. Окремі віддалені перешкоди, через які треба було б занадто збільшити розмір листа, можуть позначатись відповідною умовною позначкою і стрілкою із зазначенням відстані і пеленга від найбільш віддаленого кінця ЗПС та величини їхнього перевищення;

– карта місцевості і перешкод у районі аеродрому відображає дані про місцевість і перешкоди й відповідні аеронавігаційні дані, що необхідні для: надання експлуатантові можливості дотримуватись експлуатаційних обмежень шляхом розроблення позаштатних процедур для використання у випадку аварійної ситуації при відході на друге коло або зльоті, а також на основі аналізу експлуатаційних обмежень повітряного судна; забезпечення наступних прикладних процесів, що стосуються аеронавігації: побудови схем польотів за приладами (включаючи схеми польоту по колу); обмеження й усунення аеродромних перешкод; отримання вихідних даних для складання інших аеронавігаційних карт. За наявності такої карти карта аеродромних перешкод та карта місцевості для точного заходу на посадку не потрібна;

– карта місцевості для точного заходу на посадку містить докладну інформацію про профіль місцевості в межах заданої ділянки кінцевого етапу заходу на посадку з метою надання льотно-експлуатаційним підприємствам можливості оцінити те, як ця місцевість впливає на визначення висоти ухвалення рішення при використанні радіовисотомірів. Для карти рекомендується

використовувати горизонтальний масштаб 1:2500 і вертикальний масштаб 1:500. Якщо на карті позначається профіль місцевості в межах більше, ніж 900 м (3000 фут) від порога ЗПС, то варто використовувати горизонтальний масштаб 1:5000;

– карта району містить інформацію, яка допомагає льотному екіпажу виконувати політ за приладами на таких етапах: перехід від польоту по маршруту до етапу заходу на посадку на аеродром; перехід від етапу зльоту/виходу на друге коло до польоту по маршруту; польоти в районах зі складними маршрутами обслуговування повітряного руху (ОПР) або складною структурою повітряного простору. Надається в тих випадках, коли маршрути ОПР або вимоги до повідомлень про місцезнаходження є складними і не можуть бути належно зазначені на маршрутній карті. У тих випадках, коли для повітряних суден, які прибувають і які вилітають, встановлюються різні маршрути ОПР й різні вимоги до повідомлень про місцезнаходження повітряного судна, які неможливо доволі чітко відобразити на одній карті, передбачаються окремі карти. Район, який зображується на кожній карті, включає точки, які чітко визначають маршрути вильоту і прибуття;

– карта стандартного вильоту за приладами (SID) забезпечує льотний екіпаж інформацією, яка дає йому можливість виконувати положення встановленого стандартного маршруту вильоту за приладами від етапу зльоту до етапу польоту за маршрутом. Район картографування є достатнім для зазначення точки, в якій починається маршрут вильоту, а також основної точки, яка обговорена і у якій може бути розпочатий етап польоту за маршрутом уздовж встановленого маршруту ОПР;

– карта стандартного прибуття за приладами (STAR) забезпечує льотний екіпаж інформацією, яка дає йому можливість виконувати положення встановленого стандартного маршруту прибуття за приладами від етапу польоту за маршрутом до етапу заходу на посадку, коли стандартний маршрут прибуття за приладами встановлений і його неможливо вказати достатньо ясно на карті району. Карта виконується в масштабі, який повинен бути достатнім, щоби забезпечити чітке відображення та сприйняття усієї необхідної інформації, що

поміщається на карту. Для ліній шляху та інших деталей карти, що мають занадто великі розміри для їх відображення у масштабі, застосовується умовний знак ділянки не в масштабі;

– карта заходу на посадку за приладами забезпечує льотні екіпажі інформацією, яка дає їм змогу виконувати політ відповідно до затвердженої схеми заходу на посадку за приладами на ЗПС призначення, включаючи відхід на друге коло. У відповідних випадках карта також надає інформацію для виконання польоту за встановленою схемою польоту в зоні чекання. Район картографування містить всі ділянки схеми заходу на посадку за приладами і такі додаткові зони, які можуть бути необхідні для цього типу заходу на посадку;

– карта візуального заходу на посадку передбачається для всіх аеродромів, що використовуються міжнародною цивільною авіацією, на яких: є в наявності лише обмежена кількість навігаційних засобів, або відсутні засоби радіозв'язку, або відсутні належні аеронавігаційні карти такого аеродрому і його околиць масштабу 1:500 000 чи більшого масштабу, або встановлені правила візуального заходу на посадку. У ній міститься інформація, що допомагає льотним екіпажам переходити від етапу польоту за маршрутом зниження до етапу заходу на посадку на задану ЗПС за візуальними орієнтирами. Використовується доволі великий масштаб, щоб забезпечити зображення важливих елементів рельєфу і плану аеродрому.

Рекомендований масштаб 1:200 000 – 1:250 000. За наявності для певного аеродрому карти заходу на посадку за приладами, карта візуального заходу на посадку складається в тому самому масштабі;

– маршрутна карта містить інформацію, яка допомагає льотним екіпажам здійснювати літаководіння за маршрутами ОПР відповідно до правил ОПР. У тих випадках, коли в різних шарах повітряного простору встановлені різні маршрути ОПР, вимоги до повідомлення про місцезрештування повітряного судна або бічні межі районів польотної інформації або диспетчерських районів, які неможливо достатньо чітко відобразити на одній карті, передбачаються окремі карти. Районом картографування вважають територію, до якої входить суша та водна акваторія як над територіальними водами, так і в районах за їх межами, в яких держава несе

відповідальність за ОПР. Для забезпечення безперервності навігації, тобто плавного переходу від одного листа карти до іншого передбачається належне перекриття відображеної інформації між сусідніми листами карт. Масштаб карти обирається з врахуванням інформаційної завантаженості карти, вибраного формату та для забезпечення легкого читання і розуміння змісту карти. Рекомендований масштаб 1:1500 000;

– аеронавігаційна карта масштабу 1:500 000 містить інформацію, яка необхідна для дотримання вимог візуальної аеронавігації при польотах на малій швидкості на короткі або середні відстані на малих і середніх висотах. Також може використовуватись: як основна аеронавігаційна карта; для основної підготовки льотно-штурманського складу; як додаткова карта до спеціальних карт, які не містять достатньо візуальної інформації; для планування польоту. Карта складається з окремих листів, кількість яких, з врахуванням масштабу, визначається розмірами району картографування. На карту наносять аеронавігаційну інформацію згідно із призначенням карти та врахуванням періодичності її поновлення;

– оглядова карта мінімальних абсолютних висот містить інформацію, яка дає змогу льотним екіпажам контролювати абсолютні висоти, що призначені диспетчером з використанням системи спостереження ОПР, і здійснювати їхню перехресну перевірку. На лицьовому боці карти чітко виділяється примітка із позначенням про те, що ця карта може використовуватись тільки для перехресної перевірки призначених абсолютних висот, коли повітряне судно розпізнане. Застосовується у тих випадках, коли встановлено схеми векторіння, тобто забезпечення навігаційного наведення ПС шляхом вказівки певних курсів на основі використання системи спостереження ОПР, а також коли мінімальні абсолютні висоти за напрямком руху ПС неможливо вказати достатньо ясно на карті району, карті стандартного вильоту за приладами (SID) або карті стандартного прибуття за приладами (STAR);

– електронна аеронавігаційна карта дає змогу льотному екіпажу вчасно планувати маршрути, контролювати маршрут польоту за допомогою системи

відображення необхідної інформації, забезпечує відображення всієї аеронавігаційної й топографічної інформації, а також інформації про штучні споруди, яка передбачена вимогами ІСАО. Дисплей електронної аеронавігаційної карти за рахунок резервування й відповідно до вимог ІСАО до карт також може відображати додаткову інформацію до паперової версії відповідної карти, яка підвищує рівень безпеки навігації. Інформація, яка надається для відображення, поділяється на такі категорії:

а) основна інформація, яка зберігається постійно на дисплеї й складається з мінімального обсягу інформації, необхідної для безпечного виконання польотів;

б) інша інформація, яка може бути вилучена з дисплея або відображатись окремо на запит й складатись з інформації, яка прямо не впливає на безпеку польотів.

Застосування перелічених вище різновидів карт при проведенні випробувань імітаційної моделі руху ПС має забезпечити досить докладну інформацію про динаміку роботи АП. Окрім аеронавігаційних карт, вихідними даними для імітаційної моделі є:

- структура повітряного простору над аеропортом та прилеглими до нього зонами;
- структура і часові характеристики вхідного потоку ПС;
- мінімуми ешелонування (поздовжнього, вертикального і бічного);
- льотно-технічні характеристики ПС;
- структура наземної транспортної мережі АП;
- технічні характеристики авіаційного наземного транспорту.

Статистичний аналіз параметрів повітряного руху, таких як інтенсивність польотів, розподіл літаків по ешелонам і ділянкам трас, кількість літаків, що одночасно знаходяться під управлінням, показує, що вони не стаціонарні в часі. На інтенсивність польотів впливають: пора року, день тижня, час доби. Неабияке значення в моделі відіграють і типи ПС, їх маса та діапазони швидкостей. У моделі повинна бути забезпечена імітація надходження потоку ПС у повітряний простір, що контролюється, управління їх рухом та аналіз небезпечних зближень ПС, що

можуть статися внаслідок конфліктних ситуацій на пересічних трасах. Разом з тим мають бути проведені вибір та формалізація характеристик якості процесів наземного руху ПС, які здійснюються на основі аналізу показників пропускну здатності АП. Найзначущими показниками, що характеризують процес руху ПС на льотному полі протягом доби за характеристиками часу руління й затримок в часі рулювання, є:

- добова динаміка прильоту і вильоту ПС;
- добова динаміка кількості ПС, які стоять у чергах;
- розподіл часу руління ПС протягом доби;
- максимальна кількість ПС, яким одночасно доводиться очікувати під час руління, за добу;
- середній час простою у чергах за всіма ПС за добу;
- середній час руління по всіх ПС за добу.

Маючи оцінки цих показників, можна зробити порівняльний аналіз роботи АП у різних умовах і при різних вихідних даних [2].

Не лише в системах імітаційного моделювання такого роду, а й у реальних системах, наприклад, у системах виявлення та попередження надзвичайних ситуацій на території АП, системах управління повітряним рухом, системах моніторингу наземних рухомих об'єктів в районі АП, велике значення мають системи відображення інформації. Вони підвищують ефективність роботи служб запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, диспетчерів повітряного та наземного руху, створюючи сприятливі умови для аналізу обстановки, виробленню адекватних дій щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій тощо. При проектуванні систем відображення інформації величезного значення набувають як програмні засоби, так і апаратне забезпечення, які забезпечуватимуть роботу цих систем. Тому зазначимо ряд загальних вимог, які висуваються до систем відображення інформації:

- відображення інформації у зручному для оператора вигляді, а саме – відображення інформації у вигляді динамічних сцен;
- можливість накладання інформації («шари» карти);

- наявність декількох паралельних каналів введення/виведення інформації;
- забезпечення можливості введення інформації з різних апаратних джерел;
- швидка обробка введеної інформації та її відображення;
- достовірність, точність, актуальність інформації та ін.

Висновки

Управління сучасним аеропортом – непроста справа. Будучи одними з найбільш завантажених транспортних підприємств, аеропорти повинні постійно підтримувати високий рівень пропускної здатності і вирішувати широкий спектр пов'язаних з цією головною метою завдань. У цьому контексті їх менеджерам доводиться розглядати безліч питань, пов'язаних з стабільністю, безпекою, дотриманням законодавства і норм, що регулюють охорону навколишнього середовища, і ефективним використанням ресурсів, одночасно думаючи про те, як знизити витрати в умовах дуже мінливого і конкурентного ринку. Щоб впоратися з цими складними проблемами, все більше аеропортів у всьому світі переходять до використання технології геоінформаційних систем (ГІС).

Сучасний аеропорт являє собою складний об'єкт, для опису функціонування якого запропонована імітаційна геоінформаційна модель, яка містить представлення повітряної та наземної обстановки в його межах та у прилеглий території. Моделювання поточної обстановки за певний проміжок часу, наприклад, при прибутті, перебуванні та відльоті літаків з аеропорту, повинне враховувати всі технічні характеристики об'єктів, а також обмеження, пов'язані з вимогами безпеки, однією з яких є вимога до засобів представлення інформації про поточну обстановку – забезпечення режиму реального часу. Вимоги ІКАО до відображення ділянок картографічного фону у вигляді «електронних» аеронавігаційних карт різного масштабу повинні бути задоволені за допомогою запропонованих етапів синхронної трансформації масштабів карт і символів ПС. Така модель дає можливість операторам відповідних служб приймати обґрунтовані рішення з урахуванням всієї різноманітності факторів, які впливають на процес управління, що у свою чергу, дає змогу виявити та попередити надзвичайні ситуації у повітрі та на землі в районі аеропорту.

ГІС дозволяє інтегрувати на її платформі (на основі єдиного критерію – просторового розташування) різні інформаційні системи аеропорту, підвищуючи тим самим ефективність їх експлуатації. Провідні аеропорти світу відводять ГІС центральне місце, аналізуючи в ній дані з інших інформаційних систем для пошуку кращих рішень.

Одним з перших застосувань ГІС в аеропортах був аналіз рівня шуму і перешкод. ГІС добре підходить і для цього завдання, оскільки дозволяє не тільки моделювати контури рівнів шуму, але і накладати ці контури на докладні карти прилеглих населених пунктів, щоб визначити зони допустимого впливу шуму чи його перевищення. Цей аналіз часто береться за основу при розробці заходів щодо зменшення шкідливого ефекту, при цьому на рівні об'єктів нерухомості ці заходи можна в свою чергу каталогізувати і візуалізувати в ГІС. Ряд аеропортів йде далі і використовує ГІС, щоб встановити зв'язок між скаргами на шум та конкретними рейсами, зіставляючи час скарги з тимчасовою міткою на лінії шляху польоту.

У ГІС-додатках другої генерації система проникла і всередину терміналу. Оцифрований з високою роздільною здатністю в 3D внутрішній простір терміналу, менеджери аеропорту можуть використовувати цю інформацію в ряді операційних систем. Системи управління основними фондами, орендою, обслуговуванням і безпекою використовують одні й ті ж базові дані, але для різних цілей.

ГІС використовується також для управління підрахунком пасажирів в різних точках аеропорту, щоб визначити оптимальну частоту розміщення внутрішніх інформаційно-вказівних знаків.

Більшість аеропортів включають в свої системи управління обслуговуванням льотне поле, часто використовуючи інформацію ГІС для проведення щоденних перевірок, виписки робочих нарядів і в традиційних системах управління аеродромних покриттям. Точна фіксація на мапі дефектів покриття, освітлення, знаків і розмітки ВПП, завдяки інтеграції цієї інформації в систему управління обслуговуванням на основі ГІС, усуває можливі різночитання і недогляди. Це також допомагає менеджерам з обслуговування аеропорту правильно розуміти ситуацію і ефективно управляти підвідомчими активами.

Поєднуючи в одній системі дані, що відносяться до експлуатації як льотного поля, так і терміналу, ряд аеропортів зібрав інформацію про підземні інженерні комунікації і кабельні мережі IT-систем. Оскільки ГІС підтримує не тільки реальне, але і схематичне подання інформації, мережеві інженери і менеджери з техобслуговування можуть використовувати різні уявлення одних і тих же даних для різних цілей. До переваг зберігання цієї інформації в ГІС є можливість трасування мережі, в тому числі і в зворотному напрямку, для усунення неполадок в системі водопостачання і каналізації і витоку забруднюючих речовин. Можливість оперативної ліквідації великої аварії за рахунок швидкого і точного виявлення потрібного клапана в режимі реального часу також може дати гарну віддачу від інвестицій в ГІС.

В умовах постійно зростаючої завантаженості аеропортів багато операторів переходять на інтегровані технології, які допомагають більш ефективно використовувати основні фонди. Як наслідок, рухливі активи, такі як багажні тягачі та автомобільні заправники, обладнуються GPS-приймачами, і їх пересування (поряд з літаками) відстежується в режимі реального часу за допомогою ГІС. Оскільки для багатьох аеропортів проблема пропускну здатності, як і раніше залишається гострою, такі підходи неминуче стануть загальною практикою. Нарешті, функції візуалізації ГІС ідеально підходять для менеджерів з безпеки і охорони аеропорту, яким необхідно бачити загальну оперативну картину обстановки в аеропорту. Завдяки можливості інтегрування з такими технологіями, як системи охоронного відеоспостереження (ССТV), системи відстеження активів в режимі реального часу і системи відстеження особистих жетонів персоналу аеропортів, ГІС стала невід'ємною частиною центрів безпеки та аварійно-рятувальних робіт багатьох аеропортів .

Список використаних джерел

1. Конституція України: Закон України від 23.06.1996 р. №254/96. – Відомості Верховної Ради України. – 1996. - №30. – Ст.141.
2. Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референтної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою. 02.12.2016 № 509. Режим доступу - <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z1646-16>
3. Про систему оподаткування: Закон України від 18 лютого 1997р.
4. Аэропорты и их эксплуатация: учеб. пособие/ В.А. Кияшко, Л.Н. Макарова. — Л.: ОЛАГА, 1985.
5. Бойко В.В., Савинков В.М. Проектирование баз данных информационных систем. 2 – е изд. М.: Финансы и Статистика, 1989. – 351 с.
6. Бровар В. В. Роль гравитационного поля в геодезии // Изв. Вузов, Геодезия и аэрофотосъемка. – 1970. – Вып. 2. – С. 66–72.
7. Бровар В. В. О возможности повышения точности гравиметрических выводов в геодезии // Астроном. Журнал. – 1971, Т. 48, № 6. – С. 1327–1332.
8. Бровар Б. В. и др. Гравиметрия и геодезия. – М.: Мир, 1999. – 428 с.
9. Бровар Б. В., Гусев Н. А., Юркина М. И. О развитии гравиметрических работ в интересах геодезии // Геодезия и картография. – 2005. – № 6. – С. 9–16.
10. Васюхин М.И. Алгоритмические и программно-аппаратные методы и средства построения интерактивных геоинформационных комплексов оперативного взаимодействия: дис. докт. техн. наук: 05.13.13 / Васюхин Михаил Иванович. – К., 2002. – 414 с.
11. Видуев Н.Г., Полищук Ю.В. Инженерные изыскания: Учеб. пособие для вузов. – Киев: Вища школа, 1979.
12. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: підручник // С.П. Войтенко. - К: Знання, 2009.

13. Геодезия. Топографические съемки: справочное пособие под ред. В.П. Савиных и В.Р. Ященко. – М.: Недра, 1991
14. Глумов В.П., Горев В.В., Мельников С.Р., Царев В.М. Области применения спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС и GPS в народном хозяйстве. – Бюллетень «ГЛОНАСС Инфо», – М.: КНИЦ ВКС, 1994, № 1, С. 27 – 30.
15. Глушков Г.И., Раев-Богословский Б.С. Изыскания и проектирование аэродромов. М., Транспорт, 1972.
16. Горб А.И., Криволапов О.А. Опыт использования GPS-технологий в землеустройстве // Космічна наука і технологія. – 2001. – №4. – С.70–76.
17. Гоффман-Велленгоф Б., Ліхтенеггер Г., Коллінз Д. Глобальна система визначення місцезнаходження (GPS): Теорія і практика /Пер. з англ. – К.: Наукова думка, 1996. – 392 с
18. Грошев И.В., Кульчицкий А.В., Муранов Г.Ю. Современные методы инженерных изысканий. «Аэропорты. Прогресс. Технологии», 1999, № 1(2).
19. Двуліт П. Д. Гравіметрична мережа України: сучасний стан і перспективи розвитку // Геодинаміка. – 2009. – № 1. – С. 44–46.
20. Двуліт П. Д., Ентін В. А., Кучер О. В. Розвиток державної гравіметричної мережі України як пріоритетна складова програм із проблем мінерально-сировинного забезпечення країни, Мінеральні ресурси України // Науковий журнал. – К.: Укр.ДГРІ, 2010. – № 2. – С. 5–6.,
21. Двуліт П. Д., Кучер О. В. Основні напрями розвитку державної гравіметричної мережі України, Вісник геодезії та картографії. – К., 2009. – № 6. – С. 11–13.
22. Двуліт П. Д., Смелянець О. В. Завдання модернізації гравіметричної мережі України // Вісник геодезії та картографії. – К., 2013. – № 6. – С. 6–10.

23. Документ ІКАО (Дос 9051-AN/896) «Техническое руководство по летной годности».
24. Документ ІКАО (Дос 9642-AN/941) «Руководство по сохранению летной годности».
25. Документ ІКАО (Дос 9760-AN/967) «Руководство по летной годности».
26. Дубов С.Д., Поляков А.Н., Практикум по геодезии. - М.: Агропромиздат, 1990.
27. Журнал «Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации». – М., 1998, № 1 (18)
28. Калинич І.В., Віват А.Й., Марущенко О.М. Про проведення та опрацювання GPS-спостережень на Закарпатті // Геодезія, картографія і аерофотознімання. - 2004.- Вип.65.- С. 28-33.
29. Калинич І.В., Савчук С.Г., Третяк К.Р. Проект оптимальної мережі активних перманентних супутникових радіонавігаційних станцій на територію Закарпаття// Зб. матер. наук.-практ. конф. “Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та лісовпорядкуванні”. – Ужгород, 2007. – С. 27.
30. Климов О.Д. Практикум по прикладной геодезии. Изыскания, проектирование и возведение инженерных сооружений. – М.: Недра, 1991.
31. Кулешов Д.А., Стрельников Г.Е. Инженерная геодезия для строителей: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1990.
32. Курс инженерной геодезии: Учебник для вузов / Под ред. В.Е. Новака – М.: Недра, 1989.
33. Кучер О. Г. Управління надійністю парку повітряних суден України / О. Г. Кучер, П. О. Власенко // Авиационно-космическая техника и технология. — 2008. — № 7(54). — С. 125—132.
34. Кучер О., Лепетюк Б., Стопхай Ю., Заєць І., Савчук С. Супутникові радіонавігаційні спостереження при реалізації геодезичної референцної системи координат України – УСК2000 //Зб. наук. пр. “Сучасні

- досягнення геодезичної науки та виробництва”. – Львів: Вид-во НУ”Львівська політехніка”.- 2005. -С.26-32
- 35.Крюков О. М., Чинков В. М., Мірошніченко О. М., Сидоренко Г. С. Стан та перспективи гравіметричного дослідження території України // Укр. Метрол. Журн. – 1998. – Вип. 3. – С. 42–45.
- 36.Лабораторный практикум по инженерной геодезии: Учеб. пособие для вузов/ В.Ф. Лукьянов, В.Е. Новак , Н.Н. Борисов и др. – М.: Недра , 1990.
- 37.Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. – М.: Недра, 1981.
- 38.Левчук Г.П., Новак В.Е., Лебедев Н.Н. Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений. – М.: Недра, 1983.
- 39.Лобанчикова Н.М. Моделі та методи побудови автоматизованої системи виявлення та попередження надзвичайних ситуацій на території аеропорту: дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Лобанчикова Н.М. – Херсон, 2010. – 179 с.
- 40.Михелев Д.Ш. Инженерная геодезия. – М.: Высшая школа, 2001
- 41.Нестеренок М.С., Нестеренок В.Ф., Позняк А.С. Геодезия. – Мн.: Университетское, 1993.
- 42.Новожилов Г.В. Безопасность полета самолета. Концепция и технология / Г. В. Новожилов, М. С. Неймарк, Л. Г. Цесарский. — М. : Машиностроение, 2003. — 144 с.
- 43.Перфилов В.Ф. Геодезия: Учеб. для вузов / В.Ф. Перфилов, Р.Н. Скогорева, Н.В. Усова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2006.
- 44.Проектування полігонометричних ходів 1 розряду. Оцінка точності. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.novageografia.com/vogels-2195-1.html>
- 45.Рудько П.М., Збірник типових задач і вправ з геодезії. Малин, 1993
- 46.Савчук С., Калинич І., Третяк К. Супутникова система спостережень – елемент ефективного управління земельними ресурсами //Землевпорядний вісник. – Київ, 2007. -№1. -С.37-43.

- 47.Справочник по геодезическим разбивочным работам / Г.В. Багратуни, В.Ф. Лукьянов, Я.А. Сокольский, А.Н. Сухов. – М.: Недра, 1982.
- 48.Торге В. Гравиметрия. – М.: Мир, 1999. – 428 с.
- 49.Третяк К.Р., Шушкова Т.М. До питання тривалості GPS-вимірів при побудові державних мереж 1-го та 2-го класів //Геодезія картографія і аерофотознімання. - 2001. - № 61. - С. 124-132.
- 50.Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001.
- 51.Черемшинський М.Д. GPS-технології в геодезичній практиці: досвід та перспективи розвитку//Космічна наука і технологія.–2001.–№ 4.– С.5– 11.
- 52.Biro P. Time variations of height and gravity. Ak. Kiado, Budapest, 1983.
- 53.Hofmann – Wellenhof B., Moritz H. Physical Geodesy, Springer, Wien; New York, 2005, 403 p.
- 54.ІСАО. Руководство по усовершенствованным системам управления наземным движением и контроля за ним (А-SMGCS) Doc 9830, 2004. – 100 с.
- 55.Torge W. Gravimetry, W. de Gruyetz. Berlin; New York, 1989.