

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ

Кафедра Інженерної геодезії

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ САДОВОГО ТОВАРИСТВА З  
ВИКОРИСТАННЯМ ГНСС ТА БПЛА

Бендерець Оксана

Київ 2024 р.

0

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ

Кафедра Інженерної геодезії

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ІГ

\_\_\_\_\_ 2024 року

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ ДИНАМІЧНИХ  
ОБ'ЄКТІВ

Виконав студент групи \_\_\_\_\_

Спеціальність: **193 «Геодезія та  
землеустрій»**

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник: Дем'яненко Р.А.  
(прізвище та ініціали)

К.т.н., доцент  
(вчене звання, науковий ступінь)

*Ідентичність підтверджую*

Київ 2024 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Геоінформаційних систем та управління територіями

Кафедра: Інженерної геодезії

Освітній рівень: бакалавр за освітньо-професійною програмою

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Спеціалізація: 193.01 «Геодезія»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Декан факультету ГІСУТ

\_\_\_\_\_ 20\_\_ року

З А В Д А Н Н Я  
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи « \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_» затверджена наказом ректора

КНУБА № \_\_\_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ року.

2. Керівник роботи: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту: \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

P. 1. \_\_\_\_\_

P. 2. \_\_\_\_\_

P. 3. \_\_\_\_\_

P. 4. \_\_\_\_\_

P. 5. \_\_\_\_\_

5. Графічний матеріал за розділами:

P. 1. \_\_\_\_\_

P. 2. \_\_\_\_\_

P. 3. \_\_\_\_\_

P. 4. \_\_\_\_\_

P. 5. \_\_\_\_\_

6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;  
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	
Розділ 2.	
Розділ 3.	
Розділ 4.	
Розділ 5.	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			

8. Дата видачі завдання: \_\_\_\_\_

Зав. кафедри ІГ

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	1-2
Фізико - географічна характеристика району робіт.....	3
<b>Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ПІДГОТОВЧІ РОБОТИ ПРИ КАДАСТРОМУ ЗНІМАННІ</b>	
1.1. Загальні вимоги до топографічного знімання.....	4-13
1.1.1. Сучасні електронні тахеометри.....	14-20
1.1.2. Тахеометричне знімання.....	21-25
1.1.3. Основи аерофотознімання.....	
1.2. Створення вихідної геодезичної мережі.....	26-28
1.2.1. Вихідні дані для створення знімальної основи.....	29
1.2.2. Проектування вихідної геодезичної мережі.....	30-31
1.3. Прив'язка знімальної основи до пунктів ДГМ.....	32
1.3.1. GPS методи прив'язки.....	33-39
1.3.2. Особливості RTK .....	40-41
<b>Розділ 2. ПОЛЬОВІ ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ</b>	
2.1. Знімальні роботи з використанням SmartStation.....	52-53
2.2. Будова SmartStation.....	54-58
2.3. Точність визначення координат.....	59
2.4. ГНСС вимірювання.....	
2.5. Аерофотознімання з БПЛА	
<b>Розділ 3. КАМЕРАЛЬНІ РОБОТИ</b>	
3.1. Передача даних з тахеометра на комп'ютер.....	60-68
3.2. Оброблення даних аерофотозйомки з БПЛА.....	
3.2 Створення кадастрового плану в середовищі AutoCAD....	69-85
<b>Розділ 4. Організаційні та технічні заходи</b>	

## Вступ

Сучасна геодезія є однією з найважливіших фундаментальних наук, яку вивчало людство. Вона досягла глобальних висот і, не зупиняючись, продовжує зростати в своєму вдосконаленні. На даний період всі знання, які ми маємо про поверхню Землі, отримані завдяки геодезії. У загальному переліку геодезичних робіт комплекс топографічного-знімання займають одне з провідних місць.

Поряд із супутниковою геодезичною апаратурою, що набуває все більшого значення при виконанні різного роду топографо-геодезичних робіт, не менш актуальними залишаються питання використання технічних засобів і методів традиційних геодезичних вимірів. При цьому найбільш досконалим засобом виміру в даний час є електронний тахеометр, що дозволяє виконувати кутові і лінійні вимірювання з високою точністю.

Останнім часом чітко просліджується тенденція розвитку електронних тахеометрів – від "звичайних" приладів до роботизованих станцій. Прилад забезпечується сервоприводами, модулем наведення на візирну ціль і радіокомунікаційним пристроєм. З їхньою допомогою він автоматично наводиться на точку, що спостерігається, а всі команди оператор подає з пульта дистанційного керування. Оператор забуває про необхідність змінювати фокусування зорової труби при ручному наведенні на точку. Він повністю зосереджений на показах дисплея. Суттєво збільшується якість кодування об'єктів при зйомці, що приводить до зниження часу камерального опрацювання.

Сьогодні виробляється і ціле сімейство тахеометрів-автоматів. Це не просто автоматизовані прилади із сервоприводами і пристроями автоматичного наведення на візирну ціль, а свого роду

датчики положення об'єкта, які можна використовувати як складений елемент комп'ютеризованої технології. Електронні тахеометри стали джерелом науково – технічного прогресу і знаходять все більш широке застосування в топографо – геодезичних роботах, в інженерній геодезії, в геодезичній метрології тощо..

Окремої уваги потребує спеціальний клас електронних тахеометрів з інтегрованим GPS – приймачем. Точність кутових і лінійних вимірювань висока. Перша такі прилади почала випускати компанія Leica Geosystem моделі SmartStation.

SmartStation являє собою комбінацію стандартного електронного тахеометра Leica серії TPS1200 + і геодезичного двочастотного супутникового приймача. Антена GPS приймача Smart Antenna кріпиться у верхній частині інструменту на спеціальному адаптер. Управління тахеометром та GPS приймачем здійснюється за допомогою стандартної клавіатури. Всі дані виводяться на екран інструменту і зберігаються в єдиному форматі на стандартну карту пам'яті Compact Flash.

В даному курсовому проекті, тема якого «проект геодезичних робіт при крупно масштабній зйомці з застосуванням SmartStation», буде використано саме комбінацію стандартного електронного тахеометра і GPS приймача. Ця комбінація дозволяє здійснювати прив'язку до вихідної мережі і одночасно виконувати знімання. Тобто ми значно зменшуємо час виконання робіт, при цьому маючи високу точність отриманих результатів.

Об'єктом робіт, в даному курсовому проекті, буде ділянка розташована в Броварському районі Київської області.

## Фізико-географічні характеристики району робіт

Формування рельєфу території селища і його околиць відбувалося під впливом тектонічного режиму та значною дією гідрології р. Дніпро.

В межах с.Зазим'є простежується вплив трьох орографічних областей: Придністровської височини, Поліської і Придністровської низовин. Поверхня району-рівнинна із загальним нахилом до долини Дніпра.

Клімат помірно континентальний, м'який, з достатнім зволоженням. Середня температура січня  $-5 - 6^{\circ}\text{C}$ , липня  $+19 - 20^{\circ}\text{C}$ . Тривалість вегетаційного періода 160-185 днів. Опадів випадає 400 - 600 мм на рік, переважно влітку.

## Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ПІДГОТОВЧІ РОБОТИ ПРИ КРУПНОМАСШТАБНІЙ ЗЙОМЦІ

### 1.1. Загальні вимоги до топографічного знімання

Топографічна зйомка – сукупність робіт зі створення топографічних карт або планів місцевості за допомогою вимірювань відстаней, висот, кутів тощо за допомогою різних інструментів (наземна зйомка), а також отримання зображень земної поверхні з літальних апаратів (аерофотозйомка, космічна зйомка).

Наземні зйомки бувають планові, висотні та комбіновані. При плановій виходить топографічна карта, але без урахування рельєфу, тобто тільки ситуація (сукупність об'єктів місцевості). Висотна зйомка відображає характеристики рельєфу, а комбінована зйомка являє собою поєднання висотної і планової зйомок.

Топографічна зйомка, особливо великих масштабів, є важливим видом геодезичних робіт. Потреби в ній можуть виникнути при створенні і оновленні топокарт, складанні генпланів, складання робочих креслень, для вирішення вертикального планування та проектуванні ландшафтного дизайну. На основі топографічної зйомки можливо побудувати цифрову модель місцевості.

Топографічні роботи сильно полегшилися після появи спеціальних геодезичних GPS приймачів, суміщених з комп'ютером і синхронізованих між собою по радіоканалу.

Топографічні плани створюються у графічному або цифровому

вигляді. Вихідну топографо-геодезичну інформацію отримують методами, що наведені нище, а також шляхом перетворення у цифрову форму картографічного зображення.

Топографічні знімання виконують такими методами:

а) аерофототопографічним:

- стереотопографічне знімання;

- комбіноване знімання;

б) наземним:

- тахеометричне знімання;

- наземне фототопографічне (фототеодолітне) знімання.

Висота перерізу рельєфу на топографічних планах встановлюється відповідно до табл.1.1.

Таблиця 1.1

Висота перерізу рельєфу

Характеристика рельєфу та максимально переважні кути нахилу	Масштаб знімання		
	1:5000	1:2000	1:1000 1:500
	Висота перерізу рельєфу, м		
1. Рівнинний, з кутами нахилу до 2°	(0.5) 1.0	0.5 (1.0)	0.5
2. Горбистий, з кутами нахилу до 4°	(1.0) 2.0	0.5* 1.0	0.5
3. Пересічений, з кутами нахилу до 6°	2.0 (5.0)	(1.0) 2.0	0.5 1.0
4. Гірський та передгір'я, з кутами нахилу понад 6°	2.0 *5.0	2.0	1.0

*Примітка.* Висоти перерізу рельєфу, значення яких відмічені зірочкою, на топографічних планах населених пунктів не використовуються. На топографічних планах населених пунктів можливе застосування висот перерізу рельєфу, значення яких наведені в дужках, але в обмежених випадках, що передбачено

технічним проектом або програмою.

Як виняток, топографічні знімання можуть виконуватися з висотою перерізу через 0.25 м. Цей переріз рельєфу допускається при зніманнях підготовлених та спланованих ділянок, більшість кутів нахилу яких не перевищують 2°. Необхідність такого перерізу повинна бути обгрунтована в технічному проекті (програмі).

Геодезична основа великомасштабних знімань створюється відповідно до діючих нормативних документів.

Геодезичною основою великомасштабних знімань слугують:

- а) державні геодезичні мережі;
- б) розрядні геодезичні мережі згущення;
- в) знімальна геодезична мережа.

Топографічні карти створюються в графічній, цифровій та електронній формах у єдиній системі координат і висот за уніфікованими та погодженими між собою умовними знаками та класифікаторами.

Незалежно від призначення, форми та масштабу топографічні карти повинні задовольняти такі основні вимоги:

- достовірно і з відповідною до масштабу точністю й повнотою відображати стан місцевості на рік створення карти в діючих умовних знаках;
- забезпечувати визначення з відповідною до масштабу точністю прямокутних та географічних координат, абсолютних і відносних висот об'єктів місцевості, їх кількісних та якісних характеристик, а також давати можливість проводити інші картометричні роботи;
- бути зведеними по рамках за всіма елементами змісту між суміжними аркушами карт одного масштабу;
- бути узгодженими за основними елементами змісту між аркушами карт суміжних масштабів;

- бути наочними і зручними в користуванні, давати можливість сприйняття та оцінки інформації про місцевість та орієнтування на ній.

- забезпечувати можливість автоматизованого визначення даних про місце розташування об'єктів та їхніх характеристик;

- включати цифрове значення кількісних та якісних характеристик і кодів об'єктів у прийнятій системі класифікації і кодуванні картографічної інформації;

- мати таку структуру подання інформації, яка б забезпечувала можливість внесення змін і доповнень, можливість її конвертації у топологічні або нетопологічні формати геоінформаційних систем та виділення незалежних моделей визначених елементів змісту карт (гідрографії, населених пунктів, доріг і придорожніх споруд, рельєфу, рослинного покриву та ґрунтів).

Топографічні карти оновлюються за матеріалами нових аерокосмічних зйомок або за сучасними картографічними матеріалами.

Періодичність оновлення топографічних карт залежить від фізико-географічного районування території, техногенного навантаження та кількості змін на місцевості і становить:

- для промислово розвинутих густонаселених територій 5-7 років;
- для сільськогосподарських середньонаселених територій 8-10 років;

- для гірських, лісових і степових малонаселених територій 10-15 років.

Топографічні карти в цифровій та електронній формах створюються за наявними топографічними картами або за первинними матеріалами топографічних зйомок.

Створення та оновлення топографічних карт у цифровій та електронній формах регламентується окремими нормативно-технічними документами.

У залежності від призначення топографічних планів встановлюються масштаби топографічних зніманих. При цьому передбачається, що топографічне знімання населених пунктів залежно від типу території, яка підлягає картографуванню, виконується в двох масштабах:

1:500 та 1:2000 - на території з багатопверховою забудовою або на території великого міста;

1:1000 та 1:5000 - на території з переважно одноповерховою забудовою або на незабудованій території.

На топографічних планах масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 достовірно та з потрібною точністю і детальністю (залежно від масштабу плану) відображують:

- пункти триангуляції, полігонометрії, трилатерації, ґрунтові та стінні репери і пункти знімальної основи, які закріплені на місцевості центрами (наносяться за координатами). На планах масштабу 1:5000 не показують стінні репери, марки і стінні знаки пунктів мереж згущення; наземні центри цих пунктів показують;

- будинки і будівлі, їхні характеристики згідно з умовними знаками. Будівлі, що виражаються в масштабі плану, відображають за контурами їхніх цоколів. Архітектурні виступи будинків і споруд відображаються, якщо величина їх на плані 0.5 мм і більше;

- промислові об'єкти, будівлі і споруди заводів, фабрик, електростанцій, шахт, кар'єрів, торфорозробок тощо, бурові та експлуатаційні свердловини, нафтові та газові вишки вишки, цистерни, наземні трубопроводи, лінії електропередач високої та низької напруги, колодязі і мережі підземних комунікацій; об'єкти комунального господарства. На планах масштабу 1:5000 та 1:2000 незабудованих територій обов'язковому відображенню підлягають магістральні підземні нафто-, газо- і водопроводи; на планах масштабів 1:1000 та 1:500 всі мережі підземних комунікацій наносять

на плани при наявності матеріалів виконавчого знімання або якщо є завдання на знімання підземних комунікацій;

- залізниці, шосейні та ґрунтові дороги і споруди при них - мости, тунелі, шляхопроводи, віадуки, переїзди і т.ін;

- гідрографія - річки, озера, водосховища, площі розливів і т.ін. Берегові лінії наносяться за фактичним станом на час знімання або на межень;

- об'єкти гідротехнічні та водного транспорту - канали, канави, водоводи і водорозподільчі пристрої, греблі, пристані, причали, моли, шлюзи, маяки, навігаційні знаки і т.ін.;

- об'єкти водопостачання - колодязі, колонки, резервуари, відстійники, природні джерела і т.ін.;

- рельєф місцевості, що відображається горизонталями, позначками висот і умовними знаками обривів, скель, ярів, осипів, зсувів, ям, курганів і т.ін. Форми мікрорельєфу відображають напівгоризонталями або допоміжними горизонталями;

- рослинність деревна, чагарникова, трав'яна, культурна рослинність (ліси, сади, плантації, луки і т.ін.), окремі дерева і кущі. На планах масштабів 1:1000 та 1:500 на вулицях і проїздах інструментально знімається кожне дерево з відображенням його породи, якщо діаметр його стовбура 4 см і більше. В інших випадках (масиви дерев, дерева в садибах і т.ін.) кожне дерево може бути зняте інструментально за додатковими вимогами;

- ґрунти і мікроформи земної поверхні: піски, галькові, глинисті, щебеневі та інші поверхні, болота і солончаки;

- державний кордон, межі політико-адміністративні, адміністративні, охоронних природних територій, землекористувань, різні огорожі. Державний кордон і межі наносять за координатами поворотних пунктів або з використанням відомчих картографічних матеріалів, що є в наявності;

- власні назви населених пунктів, вулиць, залізничних станцій, пристаней, озер, річок, перевалів, долин, ярів та інших географічних об'єктів.

При обробці змісту топографічних планів і встановленні форм написання назв на топографічних планах належить керуватися текстовою частиною умовних знаків, словниками і довідниками з географічних назв.

Топографічні плани масштабу 1:5000 можуть застосовуватися:

- для розробки генеральних планів населених пунктів, проектів розміщення першочергового будівництва, магістральних інженерних мереж та комунікацій, транспортних шляхів, інженерної підготовки земельно-господарського устрою та озеленення території;

- для розробки проектів міських промислових районів, складних транспортних розв'язок при розробці генерального плану міста, технічного проекту забудови;

- для складання планів окремих районів міст, проектів детального планування на незабудованій території при нескладному рельєфі місцевості та плануванні приміської зони;

- для розробки технічних проектів промислових, гірничих та сільськогосподарських підприємств усіх галузей;

- для виконання пошуково-розвідувальних робіт, попередніх і детальних розвідок та визначення запасів родовищ корисних копалин великих і середніх розмірів з відносно простою геологічною будовою;

- для проектування будівництва гірничих підприємств, а також для розв'язання гірничо-технічних завдань при експлуатації родовищ корисних копалин;

- для складання генеральних маркшейдерських планів нафто-газових родовищ;

- для розробки проектів осушення та зрошення

сільськогосподарських земель, регулювання річок-водозбірників та характеристик типових ділянок;

- для земельного та містобудівного кадастрів, землеустрою колективних, фермерських сільськогосподарських угідь;

- для камерального трасування автомобільних доріг в умовах складного рельєфу місцевості, на підходах до великих населених пунктів та в інших місцях із складною ситуацією;

- для проектування трас повітряних ліній електропередач у місцях перетину їх зі спорудами;

- для проектування і будівництва гідровузлів на малих рівнинних і гірських річках;

- для визначення на місцевості проектного контуру водосховища;

- для проектування залізниць і автомобільних доріг на стадії технічного проекту;

- для проектування і будівництва магістральних каналів (судноплавних, водопровідних, енергетичних).

Топографічні плани слугують основою для складання топографічних і спеціальних планів і карт більш дрібних масштабів.

Топографічні плани масштабу 1:2000 можуть застосовуватися:

- для розробки генеральних планів малих міст, селищ міського типу і сіл;

- для розробки проектів детального планування і ескізів забудови; проектів планування міських промислових районів; проектів найбільш складних транспортних розв'язок у містах на стадії розробки генерального плану;

- для складання виконавчих планів гірничопромислових підприємств (рудників, шахт, кар'єрів, розрізів);

- для детальних розвідок родовищ металевих і неметалевих корисних копалин;

- для розробки технічних проектів і генеральних планів морських портів, судноремонтних заводів і окремих гідротехнічних споруд;

- для розробки технічного проекту прийнятого основного варіанта теплових електростанцій, гідротехнічних споруд, загороджувальних дамб;

- для розробки проектів і робочих креслень осушення і зрошення земель сільськогосподарського призначення;

- для проектування залізниць і автомобільних шляхів на стадії технічного проекту в гірських районах і для робочих креслень у рівнинних і горбистих районах;

- для розробки генеральної схеми реконструкції залізничних вузлів;

- для складання робочих креслень трубопровідних, насосних і компресорних станцій, лінійних пунктів і ремонтних баз, переходів через великі річки, складних перетинів і зближень транспортних та інших магістралей в місцях індивідуального проекту земляного полотна (для лінійного будівництва);

- для ведення кадастрів населених пунктів, інвентаризації земель та землеустрою індивідуальних сільськогосподарських угідь.

Крім того, в масштабах 1:5000 та 1:2000 можуть створюватися топографічні плани шельфової зони морів і внутрішніх водойм.

Топографічні плани шельфу призначаються для локальних геофізичних і геологорозвідувальних робіт, розробки проектів експлуатації морських родовищ корисних копалин і будівництва в морі інженерних споруд тощо.

Топографічні плани масштабу 1:1000 можуть застосовуватися:

- для складання генерального плану та робочих креслень при проектуванні на забудованих і незабудованих територіях будівництва з малоповерховою забудовою;

- для вертикального планування і проектування озеленення

території та складання планів інженерних комунікацій;

- для складання робочих креслень бетонних гребель, будівель ГЕС, камер-шлюзів, ділянок прилягання гребель до скель і схилів;

- для розробки проектів перебудови існуючих та робочих креслень нових залізничних станцій і вузлів;

- для детальних розвідок та підрахування запасів корисних копалин родовищ з винятково складною геологічною будовою;

- для проектування напірних трубопроводів на бетонних фундаментах, гідротехнічних споруд на площі понад 2 га, площадок під окремі забудови (ремонтні майстерні, складські бази і т.ін.), полів фільтрації, каналізації і теплогазопостачання в населених пунктах із щільною забудовою;

- для геологічного обслуговування гірничих підприємств, розробки робочих креслень при проектуванні і будівництві гірничодобувних та збагачувальних підприємств;

- для ведення кадастрів населених пунктів.

Топографічні плани масштабу 1:500 можуть застосовуватися:

- для складання виконавчих планів промислових підприємств, багатоповислої забудови житлово-цивільного будівництва з густою мережею підземних інженерних комунікацій, генеральних планів ділянок будівництва та робочих креслень багатоповислої забудови, для проведення вертикального планування, складання планів існуючих підземних мереж та споруд і прив'язки будівель та споруд до ділянок забудови міста;

- для складання робочих креслень гребель головного вузла басейнів добового регулювання, зрівнювальних шахт, напірних трубопроводів, будівель ГЕС та інших споруд;

- для ведення кадастру населених пунктів.

Потреба в топографічному зніманні в масштабі 1:500 повинна бути обгрунтована інженерними розрахунками.

Плани масштабів 1:1000 та 1:500 є основними планами обліку підземних комунікацій. Вони повинні відображати точне планове і висотне положення всіх без винятку підземних комунікацій з показом їх основних технічних характеристик.



#### 1.1.1. Сучасні електронні тахеометри

Появі електронних тахеометрів передувало створення та удосконалення електронних теодолітів і топографічних світловіддалемірів.

Електронний тахеометр (ЕТ) – це вимірювальний прилад, у якому конструктивно об'єднані електронний теодоліт, світловіддалемір і мікропроцесор із прикладним геодезичним, програмним забезпеченням. Мікропроцесор дозволяє зберігати дані вимірів у внутрішній пам'яті і робити обробку й аналіз результатів вимірів безпосередньо в полі.

Ринок геодезичних приладів пропонує велику кількість електронних тахеометрів, які випускають найбільш відомі приладобудівні фірми світу такі як: Leica Geosystem, Trimble, Sokkia, Topcon, Nikon, Foif, Pentax, Spectra Precision, South та інші. Крім того кожна з фірм намагається урізноманітнити асортиментний ряд новими моделями

приладів додатково доповнюючи їх новими можливостями.

У таблиці 1.2 простежено тенденції виробництва вищевказаними фірмами в період 2004-2008рр. Ці електронні тахеометри забезпечують різноманітні вимоги користувачів щодо точності, швидкодії, можливостей програмного забезпечення та ін.

Сьогодні виробляється і ціле сімейство тахеометрів-автоматів. Це не просто автоматизовані прилади із сервоприводами і пристроями автоматичного наведення на візирну ціль, а свого роду датчики положення об'єкта, які можна використовувати як складений елемент комп'ютеризованої технології. Електронні тахеометри стали джерелом науково – технічного прогресу і знаходять все більш широке застосування в топографо – геодезичних роботах, в інженерній геодезії, в геодезичній метрології тощо. Враховуючи велику кількість моделей ЕТ виникла необхідність провести детальний аналіз їх технічних характеристик і функціональних можливостей та розробити класифікацію сучасних електронних тахеометрів.

*Таблиця 1. 2*

Моделі сучасних електронних тахеометрів

Фірма	Моделі ЕТ
Leica Geosystem	TPS 1201+,1202+,1203+,1205+; TC403,405,407,TCR403,405,407; TC802,803, 805,TCR802,803,805;
Sokkia	SET230(R3T)/330RT(R3T)/530RT(R3T); SETX1/X2/X3/X5; SRX1/X2/X3/X5;
Pentax	R-332NX/323NX/325NX/326NX; W – 822NX/823NX/825NX; V – 227N/228N;
Topcon	GTS-751/753/755/102N/105N/901A/903A; GPT – 3002LN/3003LN/3005LN/7501/7503/ 7505/9001A/9003A/9003M;
Trimble	5601/5602/5603/5605/5503(DR200+); M3/S6(DR300)/S8 High Precision/VX;
Nikon	DTM 362/352/332/522/652; NPL 362/352/332/632;
South	NTS322/325/352R+/355R+/ 352/355/662/665;
Spectra Precision	Focus4/5/10;
FOIF	RTS 705, OTS 600;
Stonex	STS2R, STS5R, STS – 02R;

Для вибору потрібного електронного тахеометра необхідно детально розібратися у можливостях приладу. Перевагу надають точності кутових та лінійних вимірів. За цим показником доцільно встановити наступну класифікацію

(табл.1.3)

Прицезійні – це такі ЕТ точність вимірювання кутів яких становить  $\leq 1''$ , ліній  $\leq 1\text{мм}$ . Їх використовують для високоточних інженерно – геодезичних робіт. Крім цього, їх можна застосовувати в метрології, наприклад, для перевірки ліній взірцевих геодезичних базисів з метою контролю їх стабільності. Еталоном у цьому класі є прилад фірми Trimble 5601 DR Standart, що має точність кутових вимірів  $0,5''$ , а лінійних  $0.3\text{мм}$  до  $1\text{км}$ . Таким приладом користується Укрметртестстандарт.

Точні – це ЕТ точність кутових вимірювання яких коливається в

межах від 1" - 5", а лінійних 4мм на 1 км. Такі прилади доцільно використовувати для різноманітних топографо- геодезичних робіт, для створення мережі полігонометрії, землевпорядних та кадастрових робіт. Такими тахеометрами є, наприклад, прилад NPL 632 фірми Nikon , SET X1 фірми Sokkia та інші.

Рутинні – це прилади, точність кутових вимірювань може досягати 10", а лінійних 5мм. І більше на км. Ці електронні тахеометри використовують для створення знімальної основи, а також застосовувати для виконання електронних тахеометричних зйомок різних масштабів. До них можна віднести модель Focus 4 фірми Spectra Precision, 326X фірми Pentax, тощо.

Безрефлекторні – це прилади, що працюють без відбивача. На сьогоднішній день, ця функція постійно розвивається, а прилади цього класу здатні працювати без застосування відбивача на великих відстанях; такі як Leica FlexLine до 1000 м., а Topcon IS – 1 до 2000м.

Універсальні – спеціальний клас електронних тахеометрів, наприклад, з інтегрованим GPS – приймачем. Точність кутових і лінійних вимірювань висока. Перша такі прилади почала випускати компанія Leica Geosystem моделі SmartStation 1201+, забезпечує високу точність вимірювання кутів 1", ліній 1+1.5ppm.

*Таблиця 1. 3*

## Рекомендована класифікація електронних тахеометрів

Клас	Прицезійні	Точні	Рутинні	Безрефлекторні	Універсальні
Марка приладу	Trimble 5601 DR Standart\Leica TDM 5005\Leica TC 2003	Nikon NPL632\ Sokkia SETX1\ Topcon GPT 3102N	Spectra Precision Focus4/South 355R+/ Pentax 326EX	Leica FlexLine\Topcon IS - 1	Leica TPS 1200+
Точність куткових вимірювань	0.5"0.5"0.5"	2"1"2"	7"5"6"	2"1"	1"
Точність лінійних вимірювань (мм + ррм)	0,3–0,5мм До 1 км. 1+2\;1+2	3+2\;1,5+2\ 2+2	3+2\;2+2\;2+2	2+1\2+1	1+1,5

Окремо зупинемось на точності та дальності вимірювання ліній. Щодо точності то по суті на сьогоднішній день всі електронні тахеометри близькі за класом точності, яка коливається від 1+1 до 3+2мм на кожен кілометр роботи. Щодо дальності вимірювань, то тут прилади відрізняються, оскільки їх можливості різні. При роботі з одною призмою максимальна віддаль вимірювань досягає 3000 – 4000 тис. м, на три призми становить 5000 – 8000 тис. м. Важливою функцією, над удосконаленням якої працюють приладобудівні фірми є можливість працювати без відбивача, що забезпечує вимірювати недоступних віддалей. На цьогорічній виставці INTERGEO фірма Leica представила свою нову модель FlexLine, яка з допомогою спеціальної труби може вимірювати відстані без відбивача до 1000м. з точністю 2+2 < 500м., та 4+2 > 500м. А фірма Topcon представила прилад IS-1, що може працювати без відбивача на відстані до 2000м. (з точністю 10+10мм.>250м.) (табл.1.4)

Таблиця 1.4

Класифікація електронних тахеометрів за точністю та дальністю  
вимірювання з відбивачем та без відбивача

Марка	Leica FlexLine TS09	Nikon NPL 632	Sokkia SRX1	Pentax W822NX	South NTS-662	Topcon IS -1	Trimble S8
Вимір ліній (mm+ppm) з призмою без призми	1+1.5 1+1.5	3+2 3+2	1,5+2 3+2	2+2 5+2,5	2+2 5+3	2+2 2+2	1+1 3+2
Виміру віддалі в м На 1 призму На 3 призми	3500 5400	5000 5000	5000 6000	4500 5600	1800 2600	4000 5300	3000 5000
Дальність роботи приладу без відбивача в м	1000	210	500	270	180	2000	800

Ще один параметр, який характеризує сучасні ЕТ - це реєстрація даних вимірювань. Переважно прилади можуть реєструвати від 10 до 32 тис. символів, крім того майже всі вони забезпечені картками пам'яті від 32-256 МВ (табл. 1.5). Передача інформації від джерела до приладу і навпаки здійснюється за допомогою різних портів вводу/виводу: починаючи від стандартного USB та порту RS-232, закінчуючи сучасними технологіями Bluetooth та Wi-Fi (безпроводні технології).

Гарантія на прилади надається всіма фірмами – виробниками

або їх дистриб'юторами і становить 1- 4 роки. Окремо надається гарантія на оптику до шести років . Найбільші гарантії на свою продукцію дають фірми Nikon та Sokkia 48 та 36 місяців відповідно. Щодо вартості електронних тахеометрів, то вона, переважно, формується за рахунок класу точності кутових вимірів та за функціональними можливостями приладу та самого програмного забезпечення. Вартість різних моделей електронних тахеометрів складає від 7 до 50 тис.\$

Таблиця 1.5

Технічні параметри сучасних електронних тахеометрів  
(живлення, робоча температура, маса)

Марка	Leica TDM 5005	Nikon NPL-632	Sokkia SRX1	Pentax 822NX	South NTS-662	Topcon GTS-75	Trimble S8
Час роботи в годинах	5,5	6	9,5	8	8	12	11
Робоча температура в градусах С	від-20 до +50	від-20 до +50	від-20 до +50	від-20 до +50	від-20 до +50	від-20 до +50	від-20 до +50
Маса в кг	8,7	5,1	6,5	6,3	6	6,1	5,2

Отже, беручи до уваги усю вищеописану інформацію, підведемо підсумок.

1. Електронні тахеометри які сьогодні втискають приладобудівні фірми: Trimble, Leica Geosystems, Sokkia, Topcon, South, Pentax, Nikon, Spectra Presicion та інші забезпечують найрізноманітніші вимоги користувачів щодо точності, швидкодії, можливостей програмного забезпечення, рівня автоматизації.

2. Доцільно класифікувати електронні тахеометри на групи :

прицезійні, точні, рутинні, універсальні, враховуючи точність кутових та лінійних вимірювань, і технічні можливості самих приладів, в залежності від яких, електронні тахеометри можуть бути використані для різноманітних цілей, таких як: в метрології, для високоточних інженерно – геодезичних робіт, для кадастрових, топографічних та розмічувальних робіт, у будівництві, тощо.

3. Велике зацікавлення у фахівців користуються електронні тахеометри, що забезпечують досить високу точність вимірювання кутів та ліній. На нашу думку, до таких можна віднести прилади фірми Leica Geosystem, Nikon, Topcon та Trimble. Крім цього велике зацікавлення становлять електронні тахеометри, що можуть працювати без відбивача на великих відстанях( Leica Geosystem, Topcon), а також інтегровані з GPS – системи.( фірма Leica Geosystem).

4. Серед електронних тахеометрів представлених для порівняння, більше переваг мають прилади фірми Leica Geosystems, яка є світовим лідером у розробленні та інтеграції геодезичного обладнання для створення високоточних та надійних систем автоматизованого моніторингу інженерних споруд, та інших об'єктів. Важливим аргументом, цієї фірми, є пріоритет на якість та надійність роботи електронних тахеометрів, про що свідчить впровадження у виробництво ET Leica 1200+ та ET Leica SmartStation 1201+,1202+,1203+1205+, з інтегрованим GPS – приймачем.

5. Основними перспективами розвитку електронних тахеометрів залишається: автоматизація вимірювань, удосконалення можливості роботи приладів без відбивачів, збільшення можливостей системи накопичення даних, розширення програмного забезпечення та функцій актуальних для інженерній геодезії. Враховуючи що ринок робіт по збиранню, опрацюванню та аналізу геопросторових даних розширюється, то пріоритетним при виборі приладів та технологій стає не їх ціна, а надійність, якість і рівень обслуговування.

Під назвою "Тахеометрія" ("швидке вимірювання") розуміють одночасне визначення планового і висотного положення точки на місцевості. З одної точки стояння, просторові координати якої відомі, визначають положення пікетних точок.

Тахеометричне знімання застосовують для створення планів невеликих ділянок як основний вид знімання або в поєднанні з іншими видами, коли:

- виконання стереотопографічного або мензульного знімання економічно недоцільне або технічно неможливе;
- виконується тільки знімання рельєфу на забудованій території;
- виконується знімання вузьких смуг (високовольтні лінії, траси різноманітних інженерних мереж і т.ін.).

Тахеометричне знімання виконують електронними, авторедукційними, номограмними тахеометрами, оптичними теодолітами з встановленими на них світловіддалемірами або світловіддалемірними насадками і, як виняток, теодолітами.

Крім зазначених приладів для тахеометричної зйомки використовують цифрові термінали даних типу GRE 4a, які дають змогу реєструвати числову та текстову інформацію і виконувати кодування предметів місцевості в польових умовах, а також різноманітні графопобудовники, які після відповідної обробки матеріалів за допомогою програмно-технологічних комплексів типу "Топоград" дають змогу автоматизовано отримувати топографічні плани в цифровому і графічному вигляді.

При роботі з тахеометрами застосовують спеціальні рейки та спеціальні віхи для віддалемірних відбивачів.

При тахеометричному зніманні щільність пунктів знімальної основи повинна забезпечувати можливість прокладання тахеометричних ходів, які відповідали б технічним вимогам:

- із застосуванням оптичних тахеометрів та теодолітів, що

наведені в табл.1.6;

Таблиця 1.6

Масштаб знімання	Максимальна довжина ходу, м	Максимальна довжина лінії, м	Максимальна кількість лінії в ході
1:5000	1200	300	6
1:2000	600	200	5
1:1000	300	150	3
1:500	200	100	2

*Примітка.* При зніманні в масштабі 1:500 лінії в тахеометричних ходах вимірюють металевою рулеткою або стрічкою.

- із застосуванням електронних тахеометрів та оптичних теодолітів з світловіддалемірними насадками, що наведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Масштаб знімання	Максимальна довжина ходу, м	Максимальна довжина лінії, м	Максимальна кількість лінії в ході
1:5000	10000	1000	50
1:2000	5000	700	30
1:1000	3000	500	25
1:500	2000	350	20

Віддалі від точок тахеометричних ходів (знімальних станцій) до пікетів і віддаль між пікетами не повинні перевищувати величин:

- що наведені в табл.1.8 - коли застосовують оптичні тахеометри та теодоліти;

Таблиця 1.8

Масштаб знімання	Переріз рельєфу, м	Максимальна віддаль між пікетами, м	Максимальна віддаль від приладу до рейки	Максимальна віддаль від приладу до рейки
------------------	--------------------	-------------------------------------	--	--

			при зніманні рельєфу, м	при зніманні контурів, м
1:5000	0.5	60	250	150
	1.0	80	300	150
	2.0	100	350	150
	5.0	120	350	150
1:2000	0.5	40	200	100
	1.0	40	250	100
	2.0	50	250	100
1:1000	0.5	20	150	80
	1.0	30	200	80
1:500	0.5	15	100	60
	1.0	15	150	60

- що наведені в табл.1.9 - коли застосовують електронні тахеометри та оптичні теодоліти з світловіддалемірними насадками.

Таблиця 1.9

Масштаб знімання	Переріз рельєфу, м	Максимальна віддаль між пíkетами, м	Максимальна віддаль від приладу до рейки при зніманні рельєфу, м	Максимальна віддаль від приладу до рейки при зніманні контурів, м
1:5000	0.5	60	1000	1000
	1.0	80	1000	1000
	2.0	100	1000	1000
	5.0	120	1000	1000
1:2000	0.5	40	750	750
	1.0	40	750	750
	2.0	50	750	750
1:1000	0.5	20	600	600
	1.0	30	600	600
1:500	0.5	15	500	500
	1.0	15	500	500

При виконанні тахеометричного знімання потрібно контролювати стабільність орієнтування приладу, результати перевірки записують у журнал або реєструють у терміналі цифрових даних електронних тахеометрів.

Зміна значення орієнтирного напрямку за період знімання на станції допускається не більше 1.5' при зніманні оптичними тахеометрами та теодолітами і 20" при зніманні електронними тахеометрами та оптичними теодолітами з світловіддалемірними насадками.

З метою контролю і щоб уникнути пропусків (вікон) при тахеометричному зніманні, треба визначати з кожної станції декілька пікетів, що визначені із сусідніх станцій.

Перевищення при зніманні рівнинних ділянок рекомендується визначати горизонтальним променем. Горизонтальність візирної осі забезпечується встановленням по вертикальному колу відліку, що дорівнює місцю нуля.

Виміряні на станції віддалі до пікетних точок записують у польовий журнал або реєструють у терміналі даних електронних тахеометрів.

Паралельно із записами в польовому журналі при виконанні знімання оптичними приладами на кожній станції ведуть абрис. Абрис оформлюють умовними знаками (з пояснювальними написами), приблизно дотримуючись масштабу знімання, на окремих для кожної станції аркушах, що орієнтовані по ходу і на яких показують напрям орієнтування лімба. В абрисах показують структурні лінії рельєфу (тальвеги, вододіли, перегини схилів і т.ін.) і схематично рельєф (горизонталями).

При виконанні знімання з використанням електронних тахеометрів та польових комп'ютерів з необхідним програмним забезпеченням створюють безпосередньо в полі електронний план місцевості ("режим розумного знімання").

Пікетні точки повинні бути без пропусків і рівномірно покривати територію знімання. Для забезпечення цієї вимоги детально оглядають місцевість, що підлягає зніманню з даної станції, і

порівнюють дані огляду з абрисами суміжних точок.

Виконання польових робіт при тахеометричному зніманні слід поєднувати з негайною повною камеральною обробкою матеріалів знімання. При цьому здійснюють:

- перевірку польових журналів і складання детальної схеми знімальної основи;
- обчислення координат і висот точок (з точністю до 0.01 м) тахеометричних (теодолітних) ходів;
- обчислення висот усіх пікетів на станціях;
- накладання точок знімальної основи, тахеометричних (теодолітних) ходів, пікетних точок; проведення горизонталей і накладання ситуації.

Для автоматизації даних робіт пропонується використовувати різноманітні програмні комплекси, які дають змогу виконувати всі обчислення та формувати топографічні плани в цифровому і графічному вигляді.

Кожен планшет прямо в полі старанно коректують і перевіряють, порівнюючи рельєф і ситуацію, що відображені на планшеті, з місцевістю. Точність знімання перевіряють інструментально.

Після виконання тахеометричного знімання здають:

- абриси до відповідних планшетів;
- журнали тахеометричного знімання або роздруковані результати з терміналу електронних тахеометрів;
- план тахеометричного знімання;
- схему знімальної основи;
- формуляр плану (при виконанні тахеометричного знімання у масштабах 1:1000, 1:500 на прозорій основі формуляр не складають, необхідні дані розміщують за рамками плану)
- відомості обчислення координат і висот знімальної основи;
- акти контролю і приймання робіт.

## Основи аерофотознімання

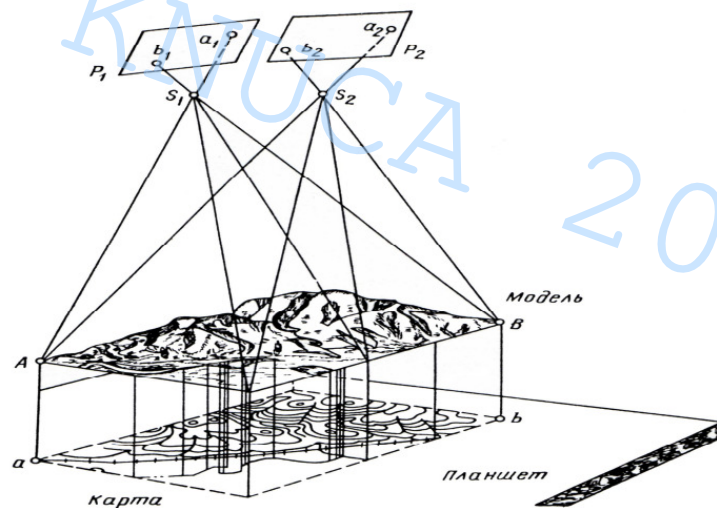


Рис. . Принцип стереофотограмметрії

Фотограмметрія – наука про визначення кількісних і якісних характеристик об'єктів та їх зміни в часі безконтактними

(дистанційними) методами за результатами вимірів фотографічних зображень цих об'єктів. Термін фотограмметрія походить від грецьких слів: photos - світло, gramma - запис, metreo - вимір. Отже, його дослівний переклад - вимір світлозапису. Предмет вивчення фотограмметрії: геометричні й фізичні властивості знімків, способи їх отримання й вимірювання для визначення кількісних і якісних характеристик сфотографованих об'єктів, а також прилади й програмні продукти, застосовувані в процесі оброблення. Незважаючи на обмежену область спектра, яка використовується при фотографічному зніманні: видима й ближня інфрачервона області спектра, це є найбільш універсальний й ефективний метод за обсягом отриманої інформації, широтою поширення і застосування в господарстві й наукових дослідженнях, пов'язаних з вивченням та використанням природних ресурсів. Характеристики об'єкта можуть вивчатися по його зображенню на одному знімку або по парі знімків, отриманих з різних точок простору. Якщо при вивченні об'єкта використовуються властивості одного знімка, такий метод одержання необхідної інформації називають фотограмметричним. Якщо ж об'єкт вивчається по парі знімків, що перекриваються, то метод називають стереофотограмметричним. Останнім часом великий обсяг в фотограмметрії займають методи одночасної обробки великої кількості знімків на яких ідентифікація об'єктів відбувається за рахунок пошуку максимуму функції автокореляції. У наш час у фотограмметрії виділяють три напрямки досліджень. Перший - пов'язаний з вивченням методів картографування земної поверхні, а також рішенням прикладних завдань у різних галузях діяльності людства по наземних знімках. Другий - вивчає теорію і практику картографування з повітряних носіїв фотознімальної апаратури. У третьому - розвиваються технології одержання інформації про об'єкти Землі, Місяця й планет сонячної системи за

допомогою апаратури, установлені на космічних носіях. Основними перевагами застосування фотограмметрії при вивченні кількісних і якісних характеристик об'єктів є: - висока точність результатів, тому що знімки об'єктів одержують прецизійними фотокамерами, а їхнє оброблення виконують, як правило, строгими методами; - висока продуктивність, яка досягається завдяки тому, що вимірюють не самі об'єкти, а їхні зображення; - об'єктивність і достовірність інформації, можливість при необхідності повторення вимірів; - можливість одержання в короткий строк великого обсягу інформації про стан, як усього об'єкта, так і окремих його частин; - безпека ведення робіт, тому що знімання об'єкта виконується неконтактним (дистанційним) методом; - можливість вивчення швидкоплинних процесів. У наш час фотограмметрія знаходить усе більше широке застосування при вирішенні різних прикладних задач. Для якої би мети не застосовувалася фотограмметрія, основні принципи її залишаються тими ж самими. Фотограмметричне устаткування яке використовується, насамперед, у картографічних цілях, широко застосовують і в інших галузях науки й техніки: - для вишукувань і проектування різного роду лінійних об'єктів (автомобільних і залізничних доріг, каналів, трубопроводів, ліній електропередач і ін.); - у будівництві при визначенні якості будівництва, підвищенні надійності й довговічності промислових і цивільних споруд і ін.; - у геологорозвідувальних роботах для раціонального вибору територій, перспективних для пошуку й розвідки корисних копалин; - в архітектурі при обмірюванні фасадів споруд, складанні планів фасадів, виготовленні об'ємних моделей, зніманні й відтворенні архітектурних пам'яток, вивченні й вимірі архітектурних композицій, скульптур і ін.; - у гірничій справі для знімання відкритих гірських розробок зі складанням маркшейдерських планів кар'єрів, складів готової продукції й ін.; - у географічних дослідженнях: метеорології та

кліматології, Ландшафтознавстві, геології та геоморфології, ґрунтознавстві, гідрології, океанології та гідрографії, охороні навколишнього середовища. - при картографуванні шельфу, вивченні морського хвилювання, визначенні швидкості й напрямку течій у відкритому морі; - у медицині й хірургії для діагностики й лікування захворювань окремих органів людини, а також для виявлення в організмі сторонніх предметів і пухлин; - у військовій справі та ін..

## 2.4 Побудова зображення у фотокамері

В основу побудови зображення об'єкта за допомогою об'єктива покладені закони геометричної оптики: прямолінійність розповсюдження світла, відбиття і заломлення променів на кордоні двох середовищ. Простому однолінзовому об'єктиву притаманні різного роду спотворення: аберації, астигматизм, дисторсія, тощо. Для зменшення цих спотворень в метричних фотокамерах використовують складні об'єктиви, які включають декілька (до десятка) різного виду лінз, центрованих відносно однієї осі, яка називається головною оптичною віссю об'єктива. Розглянемо особливості побудови зображення об'єкта ідеальним об'єктивом. Вони засновані на наступних законах геометричної оптики: - прямолінійності поширення світлових променів в однорідному середовищі; - незалежності поширення окремих світлових променів і пучків; - зворотності променів світла; - відбитті й заломленні світлових променів на границі двох середовищ. 28

На рис.2.4 представлено ідеальний об'єктив і його елементи.  $\beta$  X x D d b a B A fo fo F1 F2 g1 g2 S1 S2 III I II IV  $\beta$  o рис.2.4. Хід променів в ідеальному об'єктиві. На головній оптичній осі об'єктива розміщуються дві вузлові точки передня - S1 і задня - S2. Промінь виходить з об'єктива через задню вузлову точку паралельно

променю, що входить через передню вузлову точку, тобто кути  $\beta$ , створені променем з головною оптичною віссю рівні між собою.

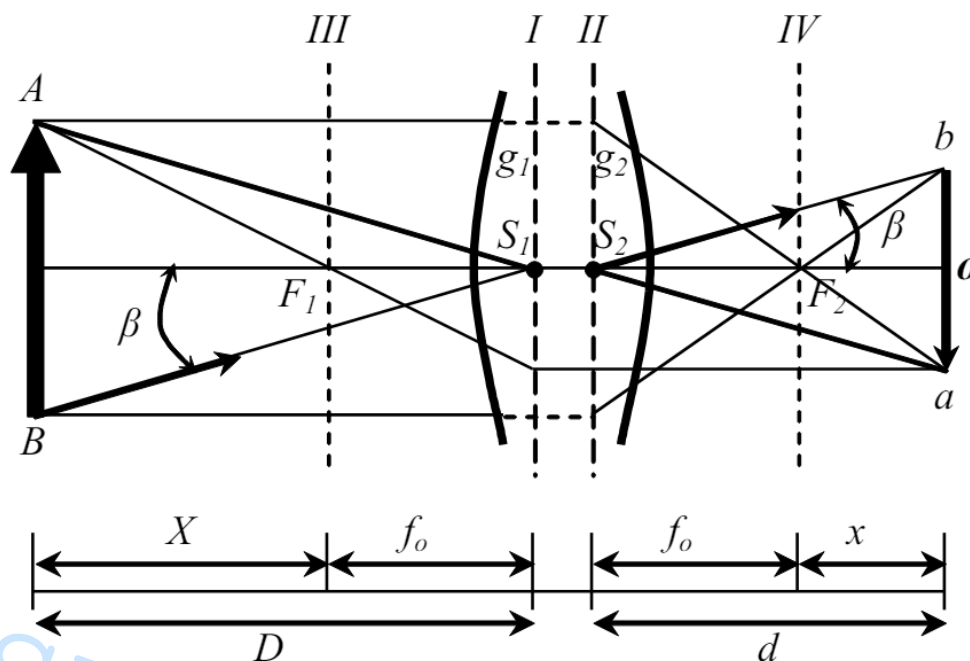


Рис. . Хід променів в ідеальному об'єктиві.

Площини I і II, що проходять через вузлові точки об'єктива під прямим кутом до головної оптичної осі, називаються головними, передньою і задньою, площинами об'єктива. Промінь, який проходить через об'єктив, перетинає головні площини на однакових відстанях від головної оптичної осі об'єктива, тобто  $S_1g_1 = S_2g_2$ . Промені, які входять в об'єктив паралельно до головної оптичної осі об'єктива, збираються в точці яка називається головним фокусом об'єктива. У об'єктива, на головній оптичній осі існує два головних фокуса: передній  $F_1$  і задній  $F_2$ . Площини, що проходять через головні фокуси перпендикулярно до головної оптичної осі, називаються

головними фокальними площинами об'єктива: передня III і задня IV. Відстань  $f_0$  від передньої (задньої) вузлової точки об'єктива до переднього (заднього) головного фокуса, називається головною фокусною відстанню об'єктива. Хід променів які проходять через об'єктив фотокамери досить складний, однак з геометричної точки зору його можна спростити уявивши, що всі промені які формують зображення (проектувальні промені) входять в одну передню вузлову точку  $S_1$  (зовнішній центр проєкції) й виходять крізь задню вузлову точку  $S_2$ . Відстань від задньої вузлової точки об'єктива до площини знімка називають фокусною відстанню  $f$  фотоапарата, проектувальний промінь, перпендикулярний до площини знімка, - головним променем, а точку перетину головного променя з площиною знімка  $o$  - головною точкою знімка. Кожному об'єктиву властиві оптичні спотворення: сферична аберация, кома, хроматична аберация, дисторсія, астигматизм, кривизна поля зору. Фактично лінійне збільшення в площині знімка не є постійним через похибки виготовлення об'єктива, що призводить до порушення подібності зображення в площині знімка. Це спотворення називають дисторсією об'єктива. Дисторсія в сучасних кращих об'єктивах знаходиться в межах 0,005-0,04 мм. Об'єктиви, у яких дисторсія зведена до мінімуму, називаються ортоскопічними. Такі об'єктиви правильно передають геометричні форми зображуваних ними предметів й дозволяють використовувати їх в аерофототопографічних і наземних метричних камерах. Полем зору об'єктива називають основи конуса світлових променів, що будують зображення безмежно далекого об'єкта. Частина поля зору, яка задовольняє пред'явленій вимозі щодо якості зображення на знімку, називають кутом поля зображення об'єктиву ( $2\beta$ ). Зображувальні й метричні якості знімка залежать від багатьох факторів. Довгий час якість зображення оцінювалась за роздільною здатністю об'єктив-знімок. Під роздільною здатністю об'єктива

розуміють його спроможність давати роздільне зображення двох близько розташованих точок або ліній. Роздільна здатність оцінюється 30 числом роздільно зображених ліній (рівної ширини й з рівними проміжками), що приходить на 1 мм (лін/мм). У наш час якість об'єктивів і зображення оцінюється за частотно-контрастною характеристикою (ЧКХ) й фазочастотною характеристикою (ФЧХ), де ЧКХ - залежність між роздільною здатністю й контрастом зображення, а ФЧХ - міра порушення ортоскопічності об'єктива.

3.3 Елементи орієнтування знімка Елементами орієнтування знімка називають величини, що визначають його положення в момент фотографування щодо обраної просторової системи координат. Через елементи орієнтування установлюють математичні залежності між координатами знімка і координатами місцевості. Знаючи елементи орієнтування та вимірявши координати поточних точок на знімку можна обчислити координати цих точок на місцевості, і навпаки. Розрізняють елементи внутрішнього й зовнішнього орієнтування знімка. Елементи внутрішнього орієнтування (ЕВО) знімка визначають положення плоскої системи координат знімка відносно центра проекції  $SX, Y, Z$  і дозволяють відновити зв'язку проектувальних променів, яка існувала на момент фотознімання. 52 До них ставляться координати  $x_0, y_0$  головної точки знімка й фокусна відстань  $f$  фотокамери, рис 3.6.

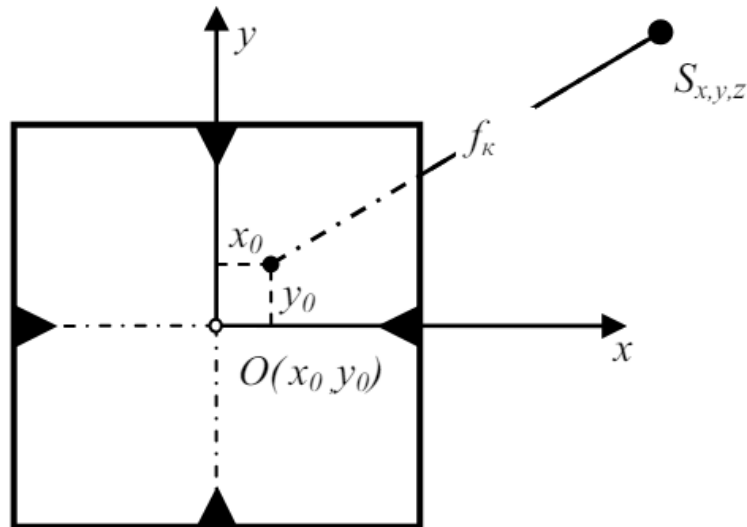


рис.3.6 Елементи внутрішнього орієнтування знімка

Елементи зовнішнього орієнтування (ЕЗО) дозволяють встановити положення знімка яке він займав у момент фотографування, відносно заданої просторової прямокутної системи координат. Для знімків, отриманих професійними фотокамерами, на практиці застосовують дві таких системи (рис 3.7). У першу систему ЕЗО входять три лінійні елементи – координати центра фотографування:  $X_s, Y_s, Z_s$ , а також три кутові елементи:  $\alpha_0$  – кут нахилу знімка (кут відхилення головної оптичної осі камери від променя  $N_p$ , що з'єднує точки надира на знімку і на місцевості),  $A$  – дирекційний кут площини головного вертикала  $V$  і  $\kappa$  – кут повороту знімка в своїй площині який вимірюється від головної вертикалі  $vv$  до координатної осі  $xx$  знімка. До другої, більш вживаної системи ЕЗО входять також координати центра проектування, і також три кутові елементи, складові загального нахилу знімка  $\alpha_0$  кути:  $\alpha$  – поздовжній кут нахилу (проекція  $\alpha_0$  на координатну площину  $Z_f O_f X_f$  і  $\omega$  –

поперечний кут нахилу (проекція  $\alpha_0$  на координатну площину  $Z\phi O\phi Y\phi$ ), а також  $\kappa$  – кут повороту знімка навколо оптичної осі камери який вимірюється від лінії перетину із знімком площини, 53 що проходить через головну точку знімка паралельно координатній осі  $Z\phi O\phi Y\phi$  до координатної осі  $x_x$  знімка.

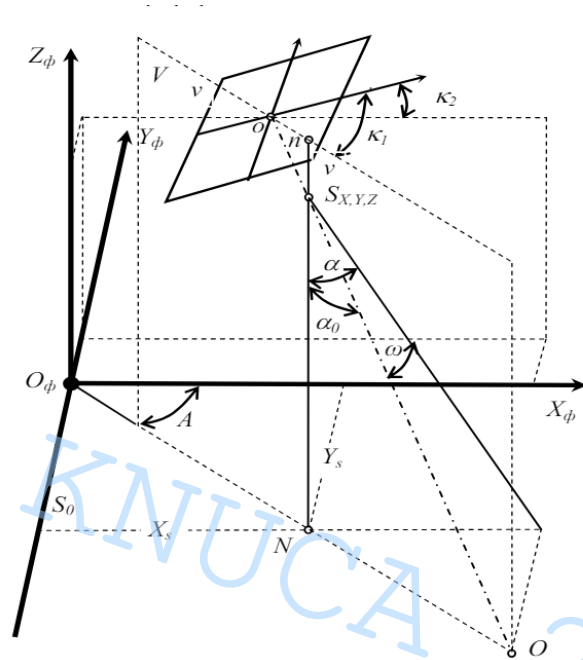


рис.3.7 Елементи зовнішнього орієнтування

Розрізняють абсолютні й відносні ЕЗО знімка. Абсолютні елементи визначають положення зв'язки проектувальних променів в геодезичній системі координат. Таким чином, положення одиночного знімка в обох системах визначається дев'ятьма елементами орієнтування, із них три – елементи внутрішнього орієнтування й

шість – елементи зовнішнього орієнтування. Знання елементів орієнтування є необхідною умовою для камерального оброблення результатів фотографічного знімання.

## 1.2. Створення вихідної геодезичної мережі

Геодезичною основою топографічних зніманих у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500 є:

- державна геодезична мережа;
- розрядні геодезичні мережі згущення;
- знімальні геодезичні мережі.

Державна геодезична мережа є головною геодезичною основою топографічних зніманих усіх масштабів. Державна геодезична мережа об'єднує в єдине ціле планову і висотну геодезичні мережі.

Планова геодезична мережа поділяється на:

- астрономо-геодезичну мережу 1 та 2 класів;
- геодезичні мережі згущення 3 класу.

Висотна геодезична мережа поділяється на:

- нівелірні мережі I і II класів;
- нівелірні мережі III і IV класів.

Державна геодезична мережа створюється відповідно до вимог діючих "Основних положень про державну геодезичну мережу України", інструкцій та інших нормативних документів.

Розрядні геодезичні мережі згущення є основою топографічних зніманих у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500 та інженерних робіт, які виконують у містах, селищах, на майданчиках промислового та житлового будівництва, при будівництві підземних комунікацій, в маркшейдерських роботах, при землевпорядкуванні, меліорації земель, земельному кадастрі тощо.

Розрядні геодезичні мережі згущення створюють методами полігонометрії, трилатерації, триангуляції та поєднанням цих методів.

За наявності відповідних технічних засобів і умов спостережень визначення координат пунктів розрядних геодезичних мереж згущення може здійснюватись із використанням супутникових радіонавігаційних систем типу GPS.

Розрядні геодезичні мережі згущення поділяються на:

- мережі полігонометрії, трилатерації і триангуляції 4 класу;
- мережі полігонометрії, трилатерації, триангуляції 1 і 2 розрядів;
- мережі технічного та тригонометричного нівелювання.

Знімальні геодезичні мережі є основою для виконання топографічних знімів усіх масштабів та інших робіт.

Знімальні геодезичні мережі поділяються на планові і висотні.

Пункти планової знімальної мережі визначають прямими, оберненими та комбінованими засічками з пунктів геодезичних мереж усіх класів і розрядів, прокладанням теодолітних ходів, побудовою знімальних триангуляційних мереж (ланцюг трикутників або чотирикутників, суцільна сітка, вставка окремих пунктів тощо).

Висотну знімальну мережу створюють шляхом прокладання ходів технічного або тригонометричного нівелювання.

Побудовою знімальних геодезичних мереж геодезичну основу доводять до щільності, яка забезпечує безпосереднє виконання топографічного знімання.

Середня щільність пунктів державної геодезичної мережі для створення знімальної геодезичної основи топографічних знімів повинна бути доведена:

- на територіях, що підлягають зніманню в масштабі 1:5000, до одного пункту триангуляції, трилатерації або полігонометрії на 20-30 кв.км і одного репера нівелювання на 10-15 кв.км;

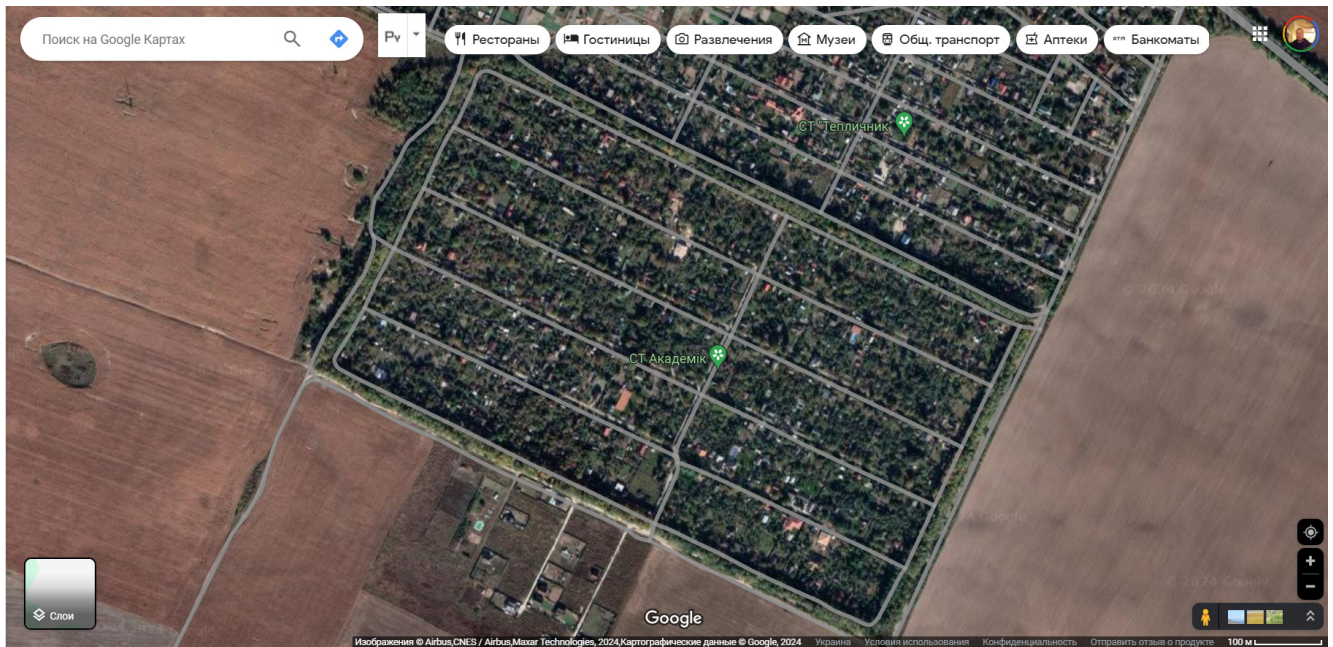


Рис. 1.1. Ситуаційна схема

- на територіях, що підлягають зніманню в масштабі 1:2000 і більшому, до одного пункту триангуляції, трилатерації або полігонометрії на 5-15 кв.км і одного репера нівелювання на 5-7 кв.км;
- на забудованих територіях міст щільність пунктів державної геодезичної мережі повинна бути не менше 1 пункту на 5 кв.км.

### 1.2.1. Вихідні дані для створення знімальної основи

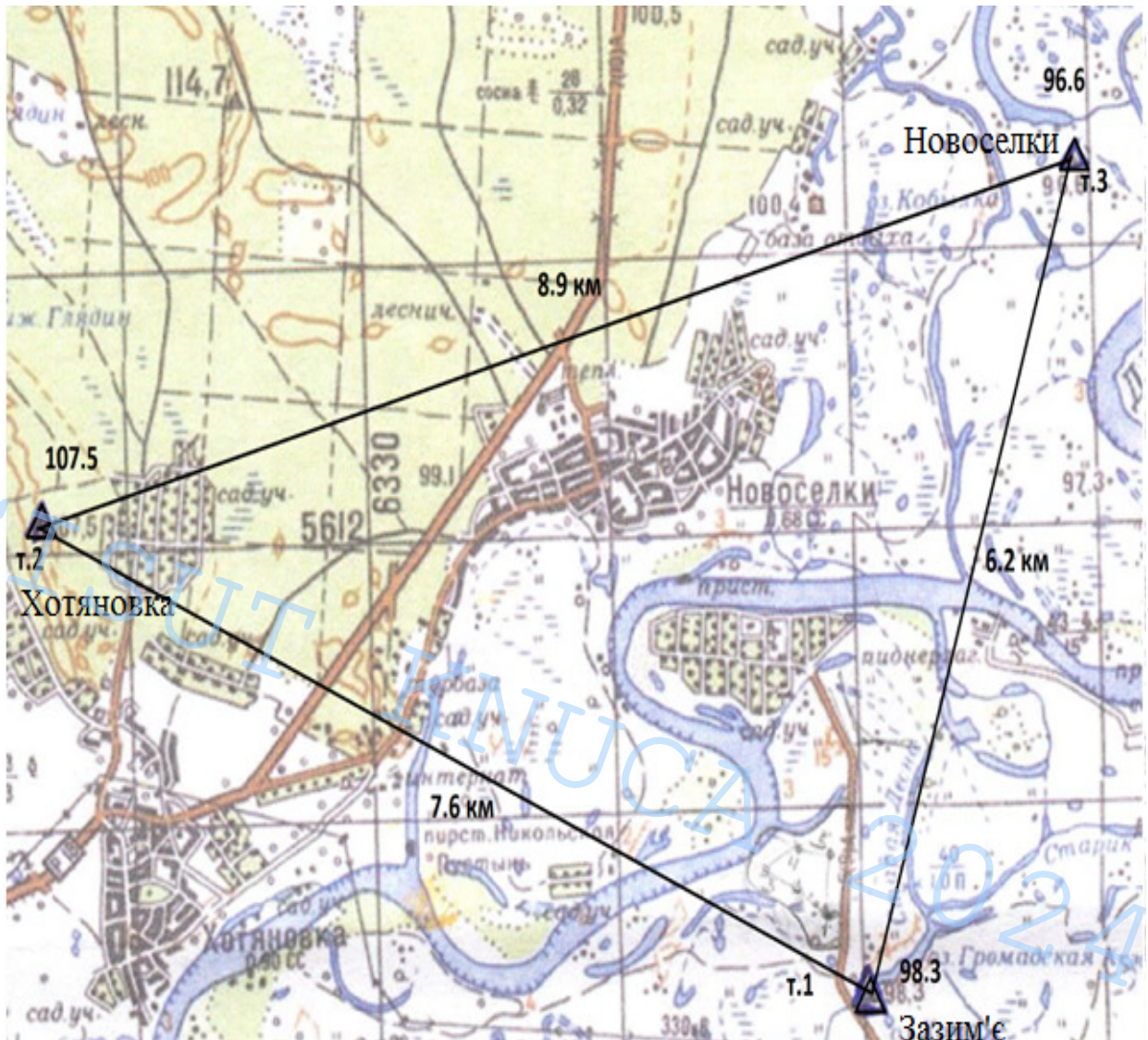


Рис. 1.2. Геодезична основа топографічної зйомки

У данному проекті, для створення геодезичної знімальної основи, будуть використані три пункти триангуляції третього класу.

Відстань між пунктами:

$$S_{z-x} = 98.3 \text{ км}$$

$$S_{x-n} = 8.9 \text{ км}$$

$$S_{n-z} = 6.2 \text{ км}$$

### 1.2.2. Проектування вихідної геодезичної мережі

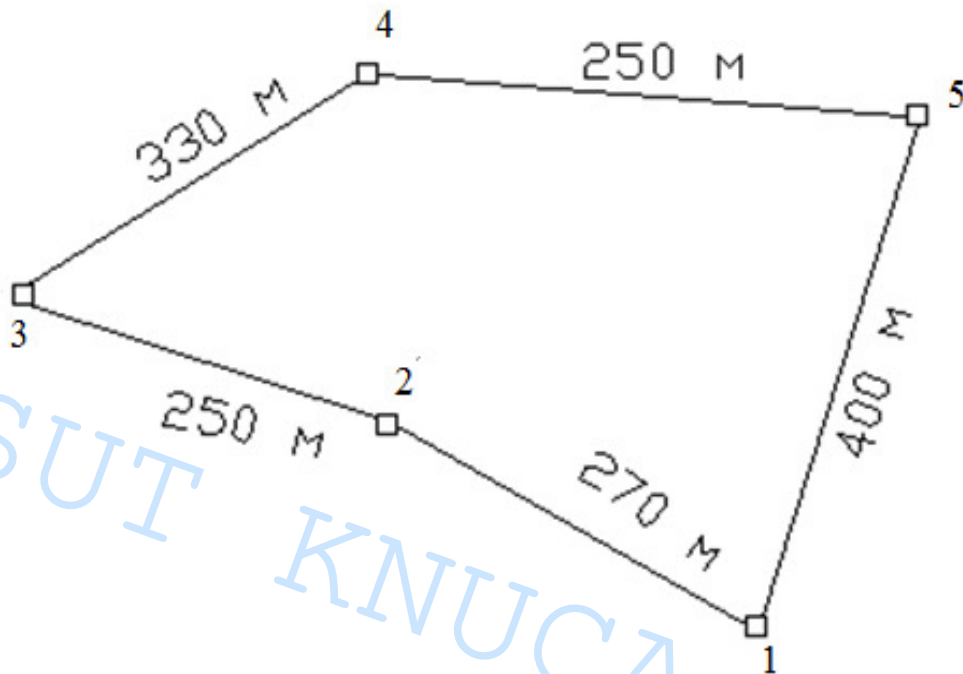


Рис. 1.3 Вихідна геодезична мережа ( замкнутий полігон)

Вихідна геодезична знімальна мережа, в даному проекті, налічує 5 пунктів і створена у вигляді замкнутого полігону. Запроектована мережа відіграє роль плано-вистної основи для топографічних знімать. Мережа у запроетовано згідно Інструкції з топографічних знімать у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500, яка передбачає:

- розташування пункту повинно бути у зоні безперешкодного огляду неба;

- відсутність поблизу пункту об'єктів, що відбивають радіосигнали від супутників (металеві споруди, огорожі, потужні

радари, телепередавачі тощо).

Відстань між пунктами знімальної основи:

$$S_{1-2}=270 \text{ м}$$

$$S_{3-4}=330 \text{ м}$$

$$S_{5-1}=400 \text{ м}$$

$$S_{2-3}=250 \text{ м}$$

$$S_{4-5}=250 \text{ м}$$

При рекогностуванні уточнюється проект мережі і намічуються місця встановлення пунктів.

Ходи повинні прокладатися на місцевості, найбільш сприятливій для проведення вимірювань.

Пункти знімальної мережі в даному проекті закріплюємо металевими штирами ( рис. 1.4)

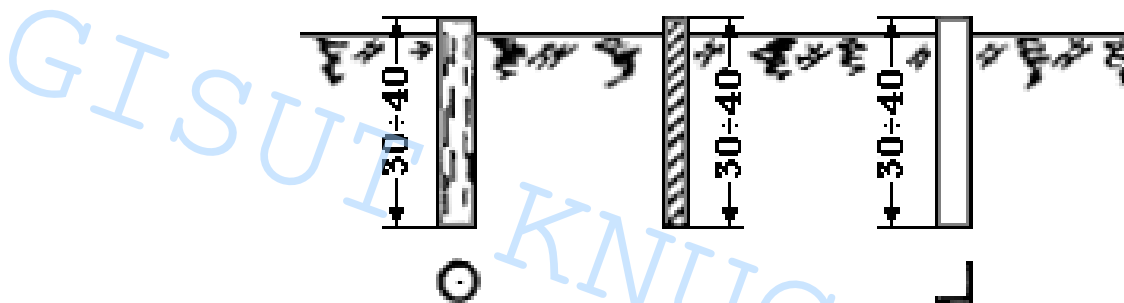


Рис.1.4. Металева труба, штир, кутова сталь, які забиті в ґрунт

### 1.3. Прив'язка знімальної основи до пунктів ДГМ

При створення вихідної геодезичної мережі необхідно виконати прив'язку до існуючих пунктів вищого класу точності. В нашому випадку буде здійснена прив'язка до пунктів триангуляції третього класу. Для забезпечення необхідної точності необхідно використати мінімум три пункти.

В даному дипломі проекті пункти геодезичної основи розташовані на досить значній відстані від знімальної мережі, тож зручно буде виконати прив'язку з застосуванням GPS методів.

На сьогоднішній день GPS методи вимірювань набули широкого

застосування. Причин для цього є декілька, зокрема GPS мають ряд переваг перед іншими методами прив'язки.

Переваги GPS-методу:

- відсутність необхідності прямої видимості між пунктами вимірювань;
- можливість роботи в будь-яких метеорологічних умовах;
- висока точність визначення координат точок.

Більш детально GPS методи прив'язки розглянуто нище ( пункт 1.3.1.).

### 1.3.1. GPS методи прив'язки

Для визначення координат геодезичних пунктів застосовують такі методи GPS:

- статичний (статичне знімання),
- кінематичний (кінематичне знімання),
- псевдокінематичний (статичний переривчастий).

Вибір методу знімання залежить від вимог до точності визначення пунктів.

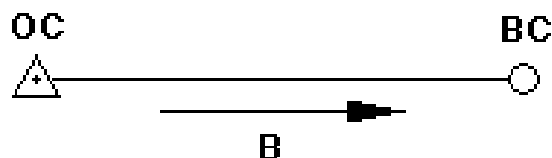


Рис.1.5 (а) Статичний метод GPS-знімання

OC – опорна станція, координати якої відомі ( X, Y, Z). Тривалість сесії – 1 година.

BC- станція, координати якої визначаються ( X, Y, Z).

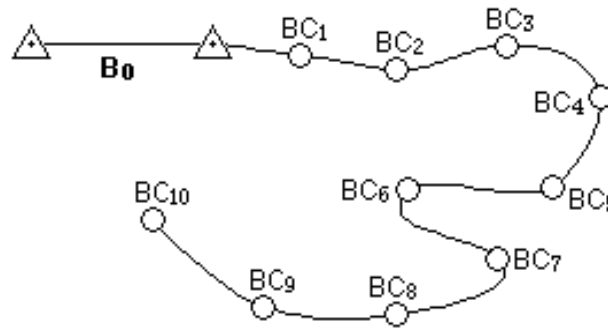


Рис.1.5 (б) Кінематичний метод GPS-знімання

$V_0$  – вихідна початкова база. Сесія триває 3-5 хв., потім переїзди між пунктами, які визначаються з тривалістю 0.1-1 хв. Основна вимога до методу – неперервність стеження.

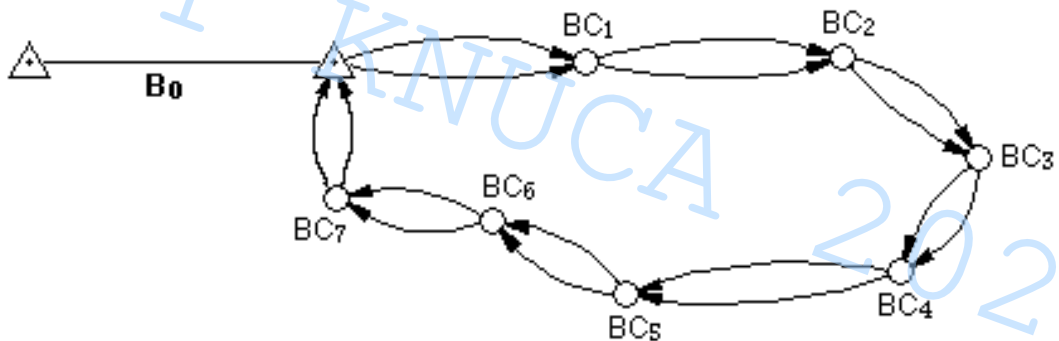


Рис.1.5 (в) Псевдокінематичний метод GPS-знімання

$V_0$  – вихідна початкова база. Сесія 3-5 хв. Повторний заїзд через 30-60 хв.

Точність визначення положення геодезичного пункту із застосуванням GPS-знімання наведено в табл.1.10.

Таблиця 1.10

Частота	Довжина бази, км	Кількість супутників	Тривалість сесії, хв.	Точність визначення (10- <sup>6</sup> Д) мм
Статичне знімання				
Одна	1	4	30	5-10
		5	15	
	5	4	60	5
		5	30	
	10	4	90	4
		5	60	
	30	4	120	3
		5	90	
Кінематичне знімання				
Одна	3	5	0.1	10
Дві (Р-код)	100	5	0.1	3

На практиці застосовують комбінації з цих трьох методів, виходячи з їх оптимальності для даного району робіт.

Методи визначення положення геодезичних пунктів із спостережень і вимоги до польового обладнання (типи приймачів, антен тощо) зазначають у технічному проекті.

Проектування GPS-знімань виконують на топографічних картах масштабів 1:25 000 - 1:100 000 згідно з вимогами інструкції до топографічного знімання.

Для визначення положення геодезичних пунктів застосовують два основних типи GPS-мережі:

- радіальний
- тип замкнутої геометричної мережі.

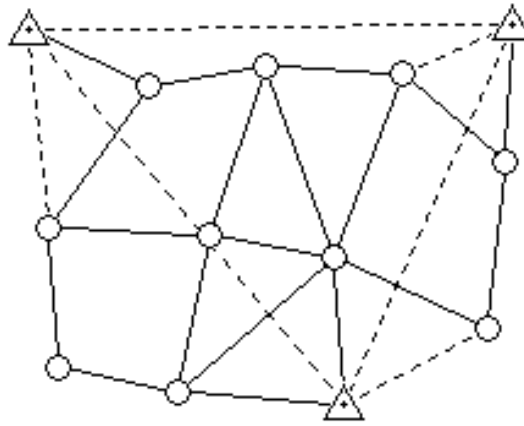


Рис.1.6 (а) GPS-мережа у вигляді замкнутої фігури

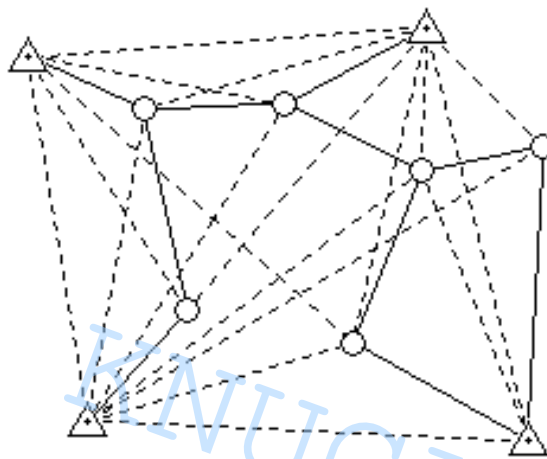


Рис.1.6 (б) Тип радіальної мережі з контролем

При радіальному типі мережі один приймач установлюють на вихідному пункті і виконують вимірювання векторів (баз) від цього пункту до приймачів, установлених на інших пунктах (рис.1.6-б).

Тип мережі у вигляді замкнутої геометричної фігури полягає у послідовному спостереженні суміжних пунктів і переході від одного пункту до іншого по замкнутій кривій (рис.1.6-а).

GPS-мережа має відповідати таким основним вимогам:

- мережа повинна складатися із замкнутих петель або інших замкнутих геометричних фігур;
- повинна бути здійснена прив'язка мережі не менш як до трьох пунктів державної геодезичної мережі, на яких обов'язково виконуються GPS-спостереження;

GPS-мережа повинна бути прив'язана не менше ніж до чотирьох нівелірних знаків з використанням безпосередніх методів прив'язки.

Основним документом, який регламентує порядок роботи на пункті при виконанні GPS-спостережень та обробку результатів спостережень, є інструкція оператора супутникової геодезичної системи GPS.

Проміжок часу, коли спостереження одних і тих же супутників виконується з двох чи більше пунктів, називається сесією. Від тривалості сесій спостережень залежить точність і надійність визначення векторів (баз).

Триваліша сесія дає змогу точніше визначити вектор бази, але вона дорожча.

Мінімальну кількість  $n$  сесій в мережі з  $N$  пунктів при використанні для спостережень  $r$  приймачів визначають за формулою:

$$n = \frac{N - k}{r - k} \quad (1.1.)$$

де  $k$  - кількість пунктів, що перекриваються між сесіями (формула має сенс при  $r \geq 2$  і  $k = 1$ ).

Якщо пункт GPS-мережі буде спостерігатися  $m$  разів, то мінімальну кількість сесій визначають за формулою:

$$n = \frac{mN}{r} \quad (1.2.)$$

До початку спостережень на пункті антену GPS-системи центрують над центром пункту за допомогою оптичного центриру і вимірюють її висоту.

Вимірювання висоти антени виконують за допомогою спеціальної лінійки, що знаходиться в комплекті системи GPS. Висоту вимірюють двічі - до початку спостережень і після їх закінчення. Кожний цикл вимірювань складається із трьох вимірів, які проводять до трьох точок, рівномірно розміщених по колу основи - антени. Розходження

між результатами вимірювань не повинні перевищувати 1 см. При більших розходженнях вимірювання висоти повторюють.

Якщо при спостереженнях антена кріпиться на столику сигналу, то двічі визначають елементи редукції антени з метою передачі координат центра пункту на центр антени. Визначення елементів приведення виконують як при лінійних вимірюваннях.

При GPS-спостереженнях на кожному пункті вимірюють метеорологічні дані: температуру повітря, тиск і вологість, для чого застосовують аспіраційний психрометр Асмана і барометр-анероїд. Результати вимірювань записують у журнал спостережень.

Після закінчення сесії на пункті слід перевірити положення антени, повторно виміряти її висоту над маркою центра, записати в журнал необхідну інформацію, а саме: назву пункту; ідентифікатор станції, що використовується у назві файла; прізвище оператора; серійні номери приймача і антени; висоту антени; моменти початку і кінця спостережень; номери супутників, які спостерігались; інші питання, які виникали в процесі спостережень.

Для синхронізації часу спостережень на різних пунктах бажано, щоб між бригадами в полі був стабільний радіозв'язок. Радіозв'язок особливо потрібний при виконанні псевдокінематичного знімання, тому що дуже важливо, щоб усі приймачі накопичували дані протягом одного і того самого інтервалу часу.

Туман і дощ не впливають на передачу даних із супутників, але удар блискавки може пошкодити приймач. Тому під час грози приймач слід виключити і від'єднати від антени.

Після закінчення GPS-знімання слід здати такі матеріали:

- дискети із чотирма файлами спостережень;
- журнали спостережень;
- технічний звіт про виконані роботи.

У технічному звіті, крім висвітлення питань, що передбачені в

п.12.8, додається:

- опис GPS-устаткування та методів перевірки установки штативів (триног) або оптичного центриру у вертикальне положення; якщо використовувались вишки або спеціальні стержні (жердини), потрібно описати, яким чином виконувалась колімація антени;

- опис схеми обчислень, включаючи інформацію про версію програмного забезпечення, що використовувалось, та метод зрівнювання;

- номери супутників, які спостерігались у кожній сесії;

- опис методів обчислень координат усіх пунктів, спостереження за якими виконувалися поза їх центрами.

Потрібно додати схеми приведення результатів спостережень до центрів пунктів як у плані, так і по висоті; опис ситуацій, які виникали під час спостережень, список поломок устаткування та інших факторів, що негативно впливали на проведення знімання з невідомих причин.

До технічного звіту додаються:

- перелік помилок замикання петель (фігур);

- схема відвідування пунктів для проведення спостережень;

- статистика векторів;

- результати вільного зрівнювання;

- список вирівняних координат;

- копії журналів спостережень;

- протокол неполадок устаткування;

- схема мережі і її прив'язка до державної геодезичної мережі;

- дискети із результатами спостережень.

### **1.3.2. Особливості прив'язки з використанням SmartStation**

Привязка знімальної основи до пунктів державної геодезичної

мережі та знімальні роботи будуть виконані з використанням електронного тахеометра з інтегрованим GPS приймачем SmartStation. Для виконання робіт використовуємо RTK-режим.

Такий вид робіт, як топографічне знімання, як правило, ускладнюється густою рослинністю, яка негативно впливає на якість супутникових вимірів. Тому GPS застосовуються для прив'язки до контрольних пунктів перед початком робіт.

Якщо в радіусі 50 км знаходиться, хоча б одна базова станція, що транслює поправки, координати точок знімальної основи визначаються в режимі RTK. Далі координати передаються в тахеометр і враховуються при визначенні координат і вихідного напрямку та точні стояння. Якщо ж спочатку виконується топографічне знімання, а потім прив'язка точок знімальної мережі, то вимагається конвертація вимірів тахеометра для сумісної роботи з супутниковими вимірюваннями.

Якщо використовується SmartStation, то прилад просто встановлюється в зручному місці, його координати визначаються в режимі RTK – виходить, що координати другої точки стояння визначаються двійчі (із тахеометричних і супутникових спостережень). Така кількість надлишкових даних дозволяє, при необхідності, виправити результати вимірів на першій точці.

Особливості SmartStation:

- Точки відвідуються тільки один раз;
- Необхідним є тільки SmartStation, а не два незалежних комплекти устаткування;
- На роботу витрачається мінімальна кількість часу.

Розглянемо більш детально режим RTK. Для виконання вимірювань методом RTK необхідне наступне устаткування; референсна станція, одна (або більше) мобільна станція, спеціальне обладнання для передачі даних з референсної на мобільний приймач

(радіомодем), спеціальне програмне забезпечення приймачів. Референцна станція встановлюється на пункті з відомими координатами. Референцний приймач обчислює і передає по лінії зв'язку поправки до вимірювання псевдовідстаней на мобільний приймач. Поправки визначаються як різниця вимірювання псевдовідстаней і істинної дальності, обчисленої за точними координатами, введеним в приймач. Визначення виконується кожену епоху спостережень. Мобільний приймач вводить прийняті поправки до вимірювані їм псевдовідстаней і виправлені значення дальностей використовує для обчислення свого становища.

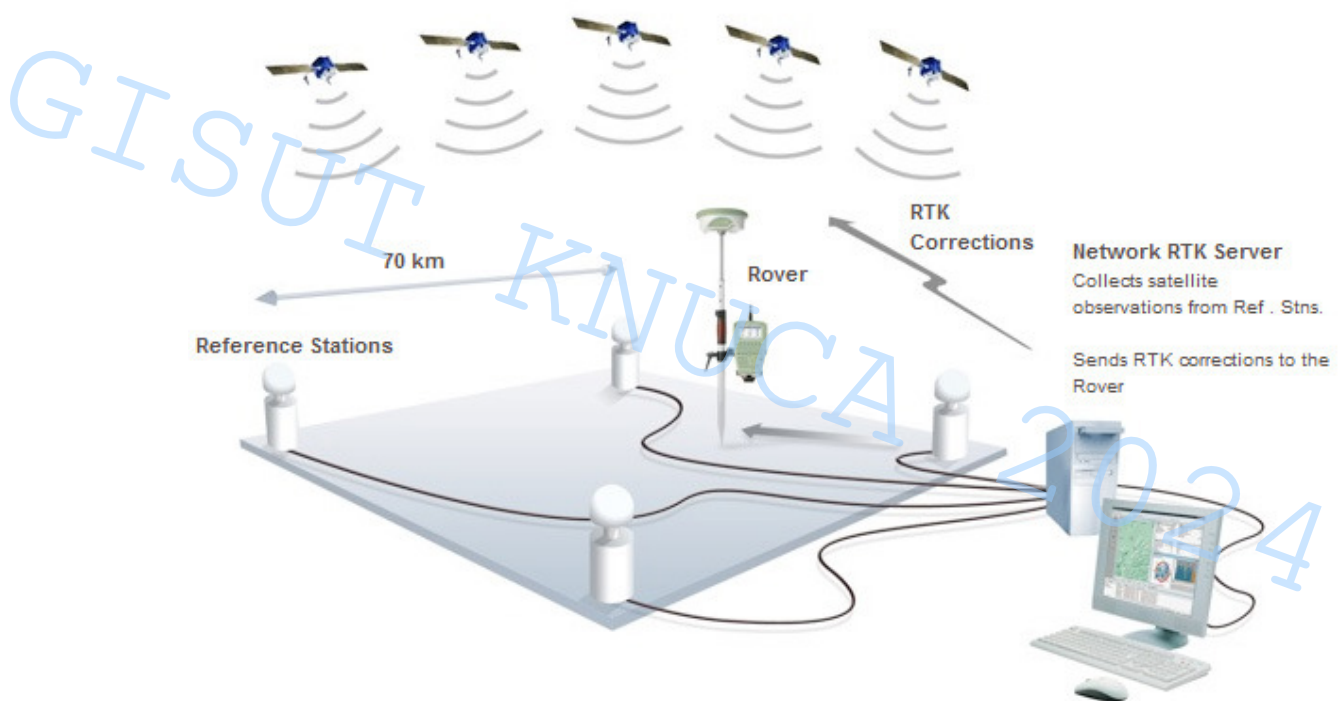


Рис. . Принцип роботи ГНСС RTK мережі

Координати визначаються негайно в польових умовах. RTK застосовується в мережах з великою кількістю пунктів (точок) на

відкритій місцевості, при створенні знімальних мереж. Тривалість часу вимірів на пункті - менше 1 хв.

Особливі вимоги пред'являються до засобів передачі поправок - Радіомодем. Референцної станцію рекомендується встановлювати на відкритому, піднесеному місці для забезпечення безперешкодної радіозв'язку між приймачами і збільшення радіусу дії радіомодеми. Перед початком вимірювань необхідно перевірити кабельні з'єднання і переконатися, що зв'язок з мобільним приймачем встановлена.

Якщо відсутній модем, то координати станції можна отримати з постобробки. У полі ж, необхідно запустити процедуру запису супутникових вимірювань а саму тахеометрическую зйомку можна проводити одночасно з супутниковими вимірами.

GISUT  
КНУСА  
2024

## Розділ 2. ПОЛЬОВІ ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ

### 2.1. Знімальні роботи з використанням SmartStation

Розглянемо два методи виконання знімальних робіт з використанням SmartStation.

Перший спосіб:

- 1) Встановлення тахеометра в зручному для зйомки місці з відкритим небосхилом
- 2) Визначення за 10-15 секунд (RTK режим) координат точки стояння тахеометра з точністю 1-2 см.
- 3) Встановлення тахеометра на іншу точку, орієнтування на т.1 і виконання зйомки

Другий спосіб:

- 1) Виїзд до місця роботи і встановлення тахеометра в зручному для зйомки місці з відкритим небосхилом.
- 2) Визначення за 10-15 секунд (RTK режим) координат точки стояння тахеометра з точністю 1-2 см. і виконання зйомки.
- 3) Встановлення тахеометра на наступну станцію і визначення її координат за 10-15 секунд. При цьому вся зйомка з попередньої точки трансформується в реальні координати. По закінченню зйомки ви маєте всю інформацію в необхідній системі координат, яка не потребує додаткової обробки і вирівнювання.

Розглянемо більш детально RTK режим (кінематика в режимі реального часу).

Для виконання вимірювань методом RTK необхідне наступне устаткування; референсна станція, одна (або більше) мобільна станція, спеціальне обладнання для передачі даних з референсної на мобільний приймач (радіомодем), спеціальне програмне

забезпечення приймачів.

Референцна станція встановлюється на пункті з відомими координатами.

Референцний приймач обчислює і передає по лінії зв'язку поправки до вимірювання псевдовідстаней на мобільний приймач.

Поправки визначаються як різниця вимірювання псевдовідстаней і істинної дальності, обчисленої за точними координатами, введеним в приймач. Визначення виконується кожен епоху спостережень. Мобільний приймач вводить прийняті поправки до вимірювані їм псевдовідстаней і виправлені значення дальностей використовує для обчислення свого становища. Координати визначаються негайно в польових умовах. RTK застосовується в мережах з великою кількістю пунктів (точок) на відкритій місцевості, при створенні знімальних мереж. Тривалість часу вимірів на пункті - менше 1 хв.

Особливі вимоги пред'являються до засобів передачі поправок - Радіомодем. Референцної станцію рекомендується встановлювати на відкритому, піднесеному місці для забезпечення безперешкодної радіозв'язку між приймачами і збільшення радіусу дії радіомодеми. Перед початком вимірювань необхідно перевірити кабельні з'єднання і переконатися, що зв'язок з мобільним приймачем встановлена. Якщо відсутній модем, то координати станції можна отримати з постобробки. У полі ж, необхідно запустити процедуру запису супутникових вимірювань а саму тахеометрическую зйомку можна проводити одночасно з супутниковими вимірами.

## 2.2. Будова SmartStation

SmartStation являє собою комбінацію стандартного електронного тахеометра Leica серії TPS1200 + і геодезичного

двочастотного супутникового приймача. Антена GPS приймача SmartAntenna кріпиться у верхній частині інструменту на спеціальному адаптер. Управління тахеометром та GPS приймачем здійснюється за допомогою стандартної клавіатури. Всі дані виводяться на екран інструменту і зберігаються в єдиному форматі на стандартну карту пам'яті CompactFlash.

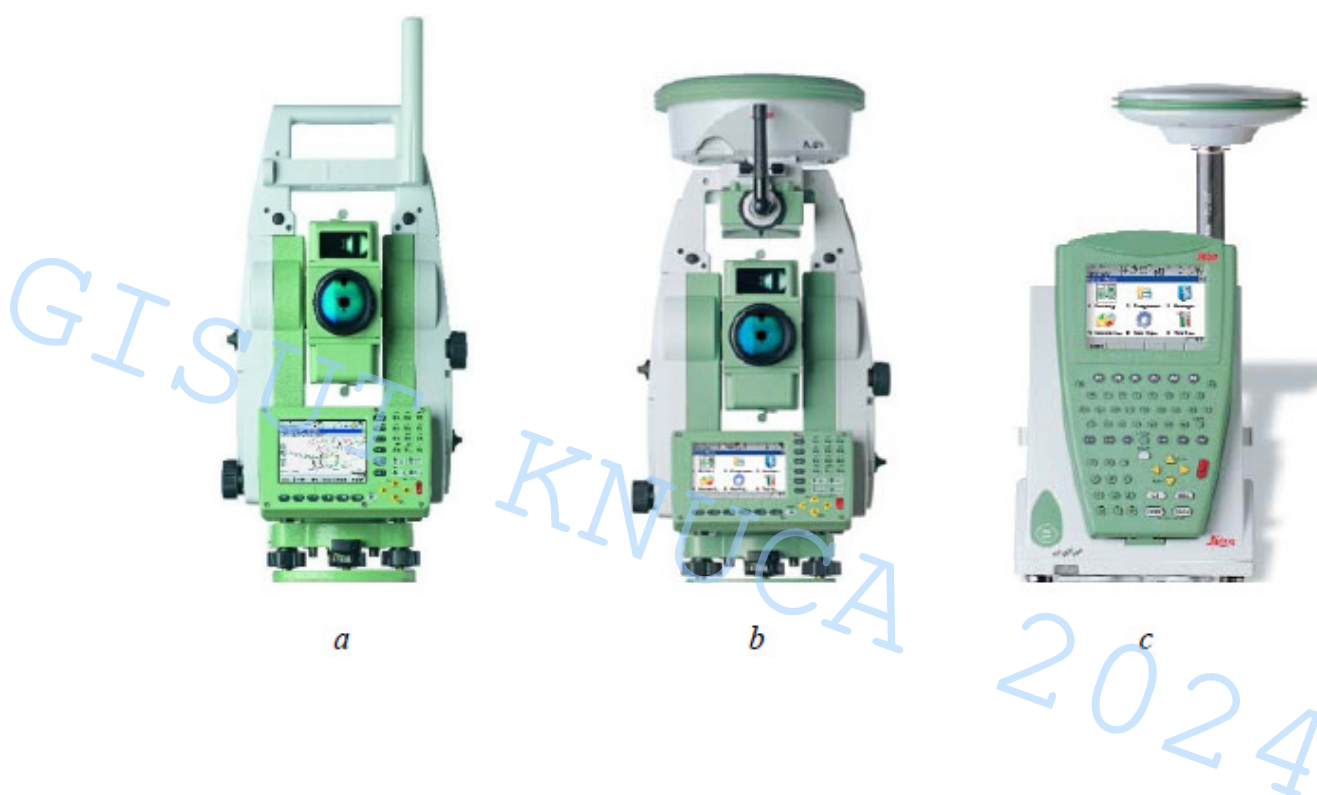


Рис.2.1. Система електронного тахеометра Leica 1200+ для повноцінного використання у будь-яких умовах

*a - TPS-1200;*

*b - TPS-1200 з інтегрованим  
GPS- приймачем;*

*c- контроллер з  
GPS-приймачем;*

Живлення нового інструменту здійснюється за допомогою одного внутрішнього акумулятора. Таким чином, відпадає необхідність у використанні кабельних з'єднань, додаткових акумуляторів, зовнішніх накопичувачів даних і т.п. SmartStation встановлюється на один штатив і важить всього на 1 кг важче звичайного тахеометра. Обмін даними із зовнішніми пристроями здійснюється з використанням вбудованого модуля безпроводного зв'язку Bluetooth. Нова геодезична система компанії Leica Geosystems, в якій об'єднані електронний тахеометр і супутниковий приймач, дає до 80% скоротити час на підготовку до зйомки.

GPS приймач може визначити координати поточного місцезнаходження станції з використання RTK технології з геодезичною точністю при віддаленні від базової станції до 50 км. Для використання RTK технології необхідно мати модем, який кріпиться на адаптер від антени. Це може бути раіо або GSM модем.

## System 1200 – SmartStation

### Обзор системы



Рис. 2.2. Огляд системи SmartStation



Рис. 2.3. Оптико-електронна частина SmartStation



Рис. 2.4. GPS приймач з модемом

Супутниковий приймач складається з GPS приймача, адаптера та пристрою зв'язку для RTK ( модем).



Рис.2.5.а) GPS приймач



Рис. 2.5.б) Адаптер для SmartAntenna



Рис.2.5.в) Пристрій зв'язку для RTK

Полевая базова станція GX1230 використовується як базова станція для SmartStation.



Рис.2.6. Базова станція для SmartStation

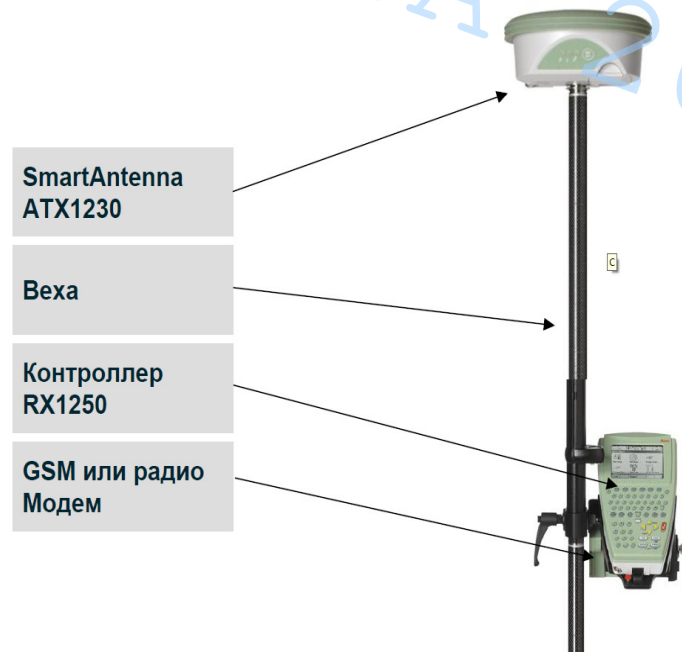


Рис. 2.7. Повнофункціональний GPS ровер-SmartRover



Рис. 2.8. Базовий приймач GRX1200 Lite

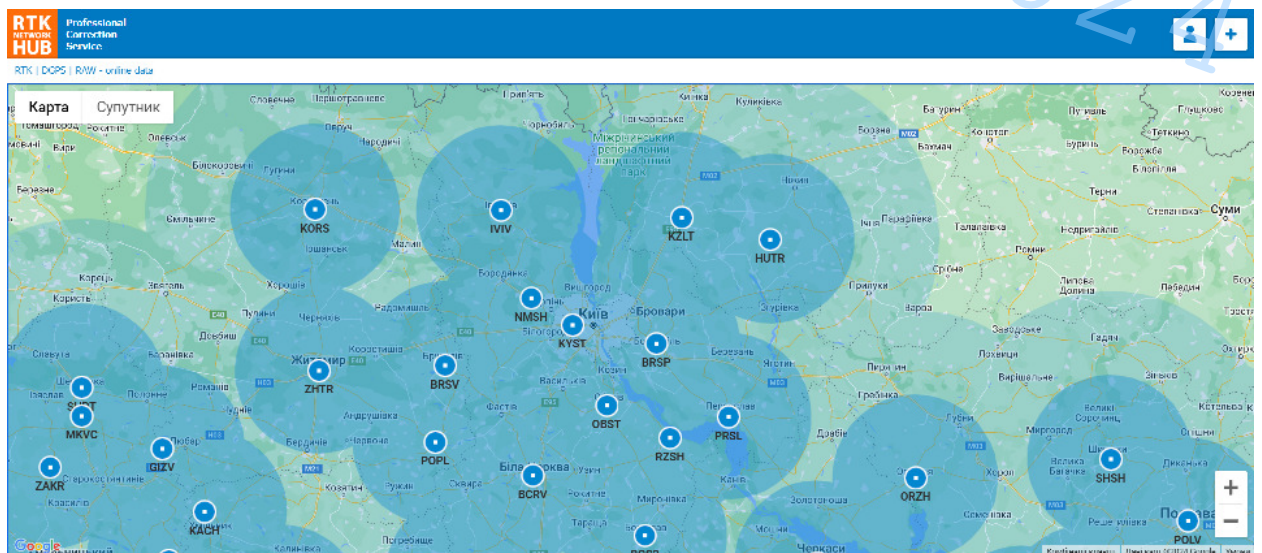
Базовий приймач розроблений для забезпечення RTK поправок одного або декількох SmartStation. Використовує спеціальний формат RTK поправок.

Знімальна основа створювалась координуванням опознаків за допомогою GNSS приймача Topcon Hiper VR в RTK режимі в мережі базових станцій <https://net.tnt-tpi.com/>



Рис. 1. GNSS приймач Topcon Hiper VR

Опозначки створювались маркуванням на поверхні у вигляді хрестів з визначенням їх координат в системі координат СК63 з отриманими поправками від базової станції «Голосієво» (GLSV).



## Рис. . Покриття мережі в Київській області

### 2.3. Точність визначення координат

Електронний тахеометр із встановленим на ньому інтегрованим GPS – приймачем може працювати на відстані до 50км від базової станції. Крім того, прилад можна розмістити в будь – якому зручному місці, не потрібно прокладати опорних ходів, координати точки стояння визначаються за допомогою RTK (кінематика в реальному часі) з точністю 10мм + 1мм, а унікальна вбудована система моніторингу цілісності даних відразу дозволяє перевіряти всі отримані результати вимірювання.

В даному електронному тахеометрі закладена програма автоматичного пошуку та наведення на візирну ціль (призму), що разом із дистанційним управлінням, яке здійснюється через радіомодем, дозволяє прискорити виконання роботи і зменшити кількість виконавців (оператор з відбивачем може виконувати зйомку сам, без сторонньої допомоги). В залежності від поставлених задач систему Leica SmartStation можна використовувати окремо, як електронний тахеометр так і GPS - станцію. Точність визначення координат.

Точність визначення місцезнаходження в RTK режимі: 10 мм +1 ррт в плані 20 мм +1 ррт по висоті видаленні до 50 км.

від базової станції «Голосієво» (GLSV).



Рис. 2. Знімальна основа

Закоординовано 11 опозначів розташованих по периметру

ділянки (7 точок) та в середині масиву ділянок (4 точки).

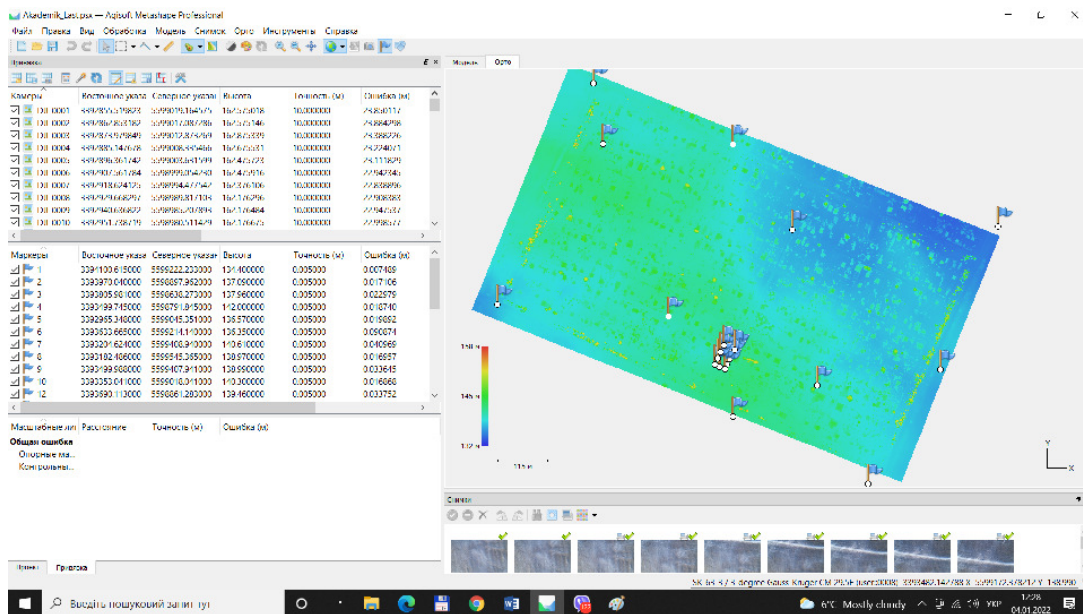


Рис. 3. Розташування точок знімальної основи

### 1.1. Технологія знімання за допомогою БПЛА

Кадастрове знімання ділянки СТ «Академік» площею 72,8 га виконувалось за допомогою аерофотограмметричної технології. Носієм фотограмметричного обладнання є квадрокоптер DJI Phantom 4 з цифровою фотокамерою із стабілізатором.



Рис. 4. Технологія аерофотозйомки для картографування

## територій

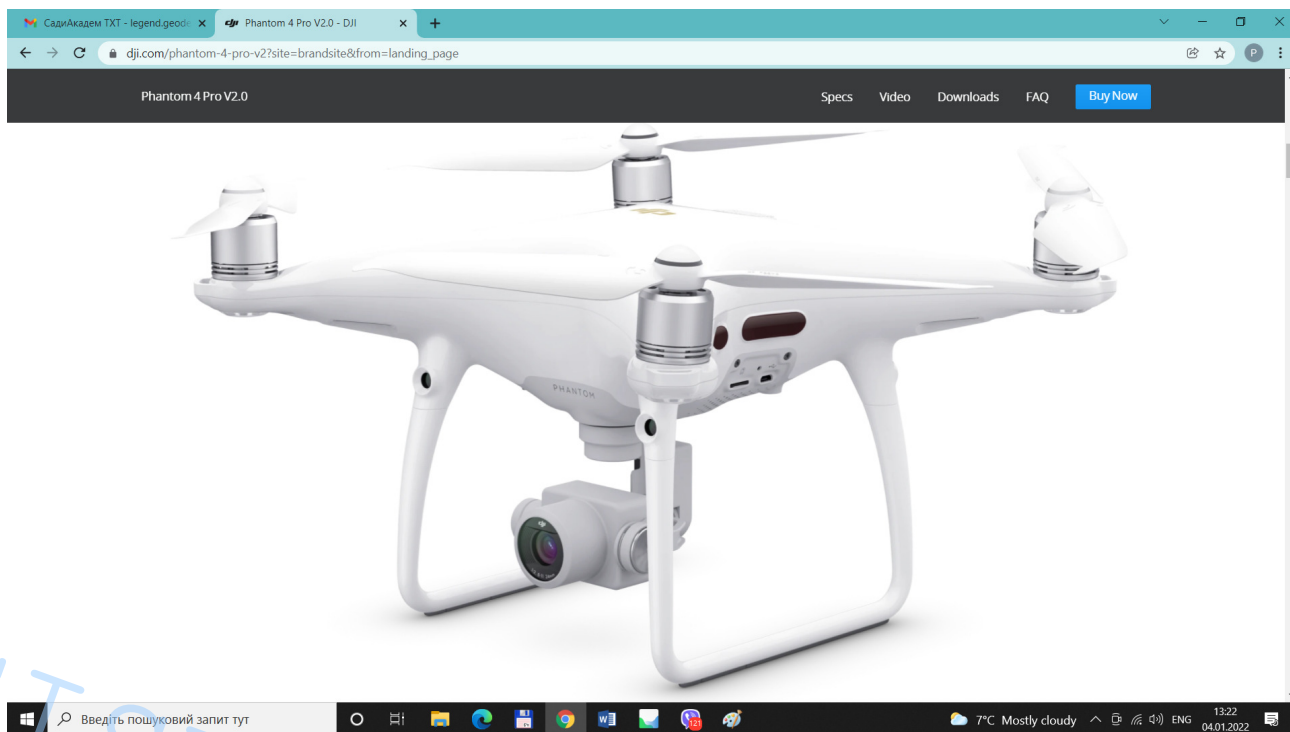


Рис. 5. Квадрокоптер DJI Phantom 4 Pro

Планування маршрутів та розрахунок параметрів аерофотозйомки виконувалось за допомогою програмного комплексу DJI TERRA

### Основні розрахункові параметри аерофотознімання:

1. Камера Phantom 4 Pro оптимізована для аерофотозйомки, має діафрагму F/2,8 с фокусною відстанню 24мм (в 35мм экв). Об'єктив включає в себе 9 елементів в 7 крупках, включаючи 2 асферических линзи, розташовані в більш компактному корпусі. Максимальна розподільча здатність 4096x2160/30fps.

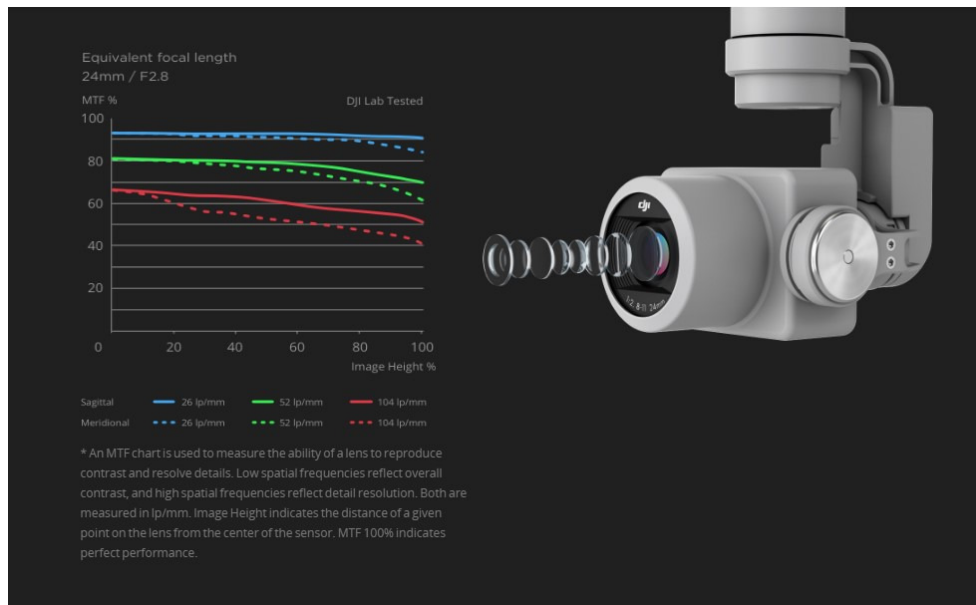


Рис. 6. Камера квадрокоптера Phantom 4 Pro

2. Довжина маршруту зйомки - 22486 м
3. Кількість ліній маршруту - 19
4. Кількість поворотних точок маршруту - 38
5. Висота польоту – 80 м
6. Швидкість руху – 6 м/с
7. Повздовжнє перекриття знімків – 80%
8. Поперечне перекриття - 70%

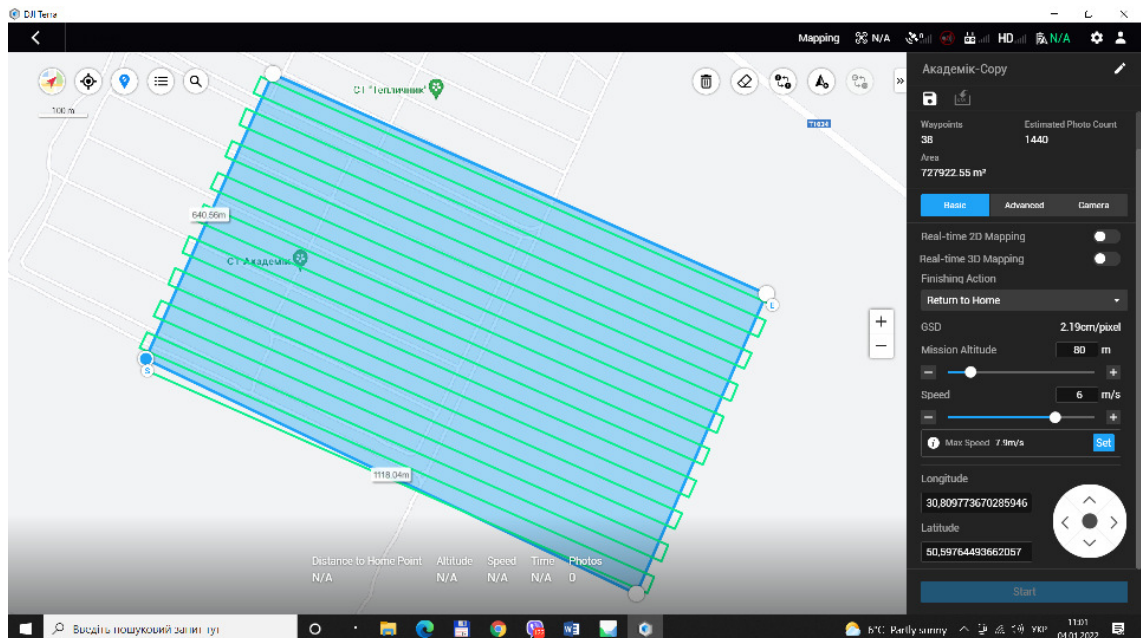


Рис.7. Основні параметри аерофотозйомки в DJI TERRA



Рис. . Робота пілота БПЛА при виконанні польових робіт.

## Розділ 3. КАМЕРАЛЬНІ РОБОТИ

### 3.1. Передача даних з тахеометра на комп'ютер

Камеральна обробка результатів геодезичних вимірювань є однією з найважливіших частин процесу з отримання координат пунктів геодезичної мережі. Насправді, камеральна обробка результатів потрібен практично при будь-яких геодезичних роботах, починаючи від робіт у будівельній геодезії, і закінчуючи обробкою вимірювань в класній триангуляції, полігонометрії, трилатерації, і т. д.

Можна виділити три основні етапи обробки:

- Первинна обробка результатів безпосередніх вимірювань на основі вбудованого ПО тахеометра;
- Передача інформації з тахеометра на комп'ютер;
- Остаточна обробка результатів вимірювань з використанням універсальних програмних пакетів з видачею необхідної інформації, у тому числі в графічному вигляді.

Первинна обробка вимірювання кутів і відстаней тахеометром виконується автоматично після входу у відповідний режим меню або режим роботи приладу і супроводжує вимірювання. Вбудоване входить в технічне оснащення електронного тахеометра і забезпечує введення інформації, настройку (установки) приладу, обчислення елементів прив'язки, визначення координат та інших геодезичних величин, рішення прикладних задач, налаштування інтерфейсу. Воно ж здійснює управління окремими операціями і роботою приладу в цілому, забезпечуючи високопродуктивний зручний рівень роботи з ним. У деяких випадках первинної обробки вимірювань, що виконується тахеометром, достатньо, особливо при визначенні координат окремих точок в режимі реального часу. Визначення

координат полярної і зворотної засічками виконують всі моделі тахеометрів безпосередньо на станції. При цьому зворотний лінійно-кутова зарубка вирішується в тахеометре SET шляхом зрівнювання методом найменших квадратів з оцінкою точності визначення координат, використовуючи до десяти наближень, поки різниці координат в послідовних ітераціях не будуть менше 0,5 мм. Додаткова обробка таких визначень найчастіше не потрібно.

Проте математична обробка ходів і інших складних побудов, а також обробка та нанесення на план матеріалів зйомки повинні виконуватися за спеціальними програмами. В даний час для цього використовуються універсальні програмні пакети та комплекси. Для обробки в них інформація польових вимірювань, інформація передається з електронного тахеометра в комп'ютер.

Обмін інформацією «тахеометр - комп'ютер» і назад виконують за допомогою індивідуальних програм передачі даних, що додаються до комплекту приладу, або універсальних програм, які використовуються для обробки. Так, в тахеометре типу ЗТа5 застосовують ГЕО КОД 2000 СТАРТ, в тахеометре TS3300 ПО Topography, MS-Windows™, в тахеометрах SET030 - PROLINK і MAPSUITE +. З універсальних програм поширена CREDO DAT.

Для передачі інформації використовується інтерфейсний кабель, який входить в комплект тахеометра. Він приєднується до багатофункціонального порту тахеометра і до послідовного порту 9 PIN комп'ютера. При підключенні кабелю електронний тахеометр і комп'ютер мають бути вимкнені. Завантажується програма передачі даних. Подальші дії залежать від типу тахеометра і використовуваної програми.

У тахеометре ЗТа5P необхідно встановити режим зв'язку з комп'ютером шляхом: меню; карта пам'яті; зв'язок з PC. При роботі з програмою CREDO. DAT швидкість обміну RS-232C 4800 бод. У карті

пам'яті вся інформація міститься у файлі 3ta5.txt. Висновок починається з ініціативи тахеометра без додаткових символів. В кінці файлу передаються символи FF.

Інформацію можна записати з карти пам'яті в комп'ютер через дисковод PCMCIA без програми передачі даних.

У тахеометре Trimble 3300 після підключення інтерфейсного кабелю необхідно увійти в меню інтерфейсу: SHIFT MENU; УСТ. ІНТЕРФОМ.; ДА. У який з'явився екрані необхідно встановити: формат, парність і швидкість передачі даних. Запустити на комп'ютері програму передачі даних, встановити в комп'ютері (вікні програми) ті ж параметри передачі даних. Встановити режим прийому.

У тахеометре активізувати рядок меню перетворення даних, натиснути клавішу ТАК, вибрати рядок меню передачі даних «MEM - Периферія», натиснути ТАК. У який з'явився екрані вказати рядки (адреси) переданих даних, клавішею ТАК підтвердити початок передачі рядків. Після завершення передачі вказується число вибраних і отриманих рядків. Натисканням ESC завершується передача інформації в комп'ютер.

У тахеометрах SET передача даних в цілому виконується аналогічно. Послідовність і деталізацію її розглянемо з програмою MAPSUITE +, яка може застосовуватися для подальшої обробки даних, а її базовим модулем комплектуються зараз тахеометри Sokkia.

Після підключення кабелю запускають програму в комп'ютері. У ній створюють робочий файл результати вимірювань, з'явиться вікно для прийому даних. У меню файл вибирають рядок імпорт і вказують тип тахеометра, відзначають рядок зберегти у файл. У вікні параметри зв'язку вказується ім'я порту (наприклад, COM1), швидкість передачі (наприклад, 9600) та інші параметри.

У тахеометрі увійти в режим конфігурації, вибрати рядок параметри зв'язку . У який з'явився екрані приладу встановити ті ж

параметри передачі даних, що і в комп'ютері. Увійти в режим ПАМ'ЯТЬ, вибрати файл роботи і експорт даних. Курсор встановити на переданий файл зі списку, вибрати формат SDR.

При передачі в приладі працює лічильник, відображає на екрані кількість переданих записів. Такий же лічильник з'явиться у вікні статус прийому на комп'ютері. В результаті передачі на жорсткому диску комп'ютера буде створений файл результати вимірювань з польовими даними тахеометра у форматі SDR.

Для отримання файлу польових даних використовуємо програму ProLINK.

1. Підключення тахеометра до комп'ютера через інтерфейсний кабель.
2. Запуск програми ProLINK.
3. Звернення до режиму "Приймання даних".
4. Вибір типу приладу.
5. Вибір параметрів приймання даних програмою ProLINK.
6. Вибір директорії, куди повинна бути поміщена інформація на жорсткий диск.
7. Налаштування параметрів передачі даних.
8. Передача даних.

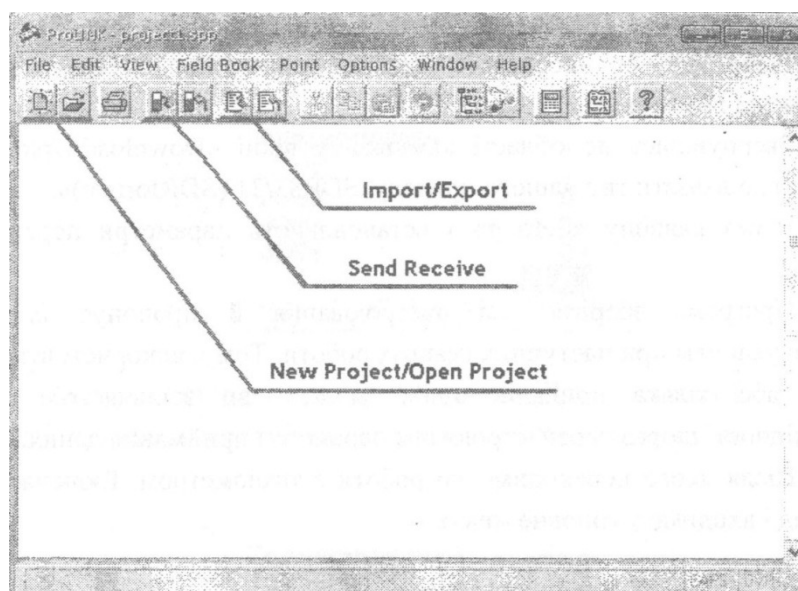


Рис. 3.1. Експорт даних з тахеометра на комп'ютер

Після підключення тахеометра до комп'ютера запускаємо програму ProLINK.y у меню «File» обираємо пункт «SendReceive». На екрані відкриється вікно приймання даних «Download/Upload»:

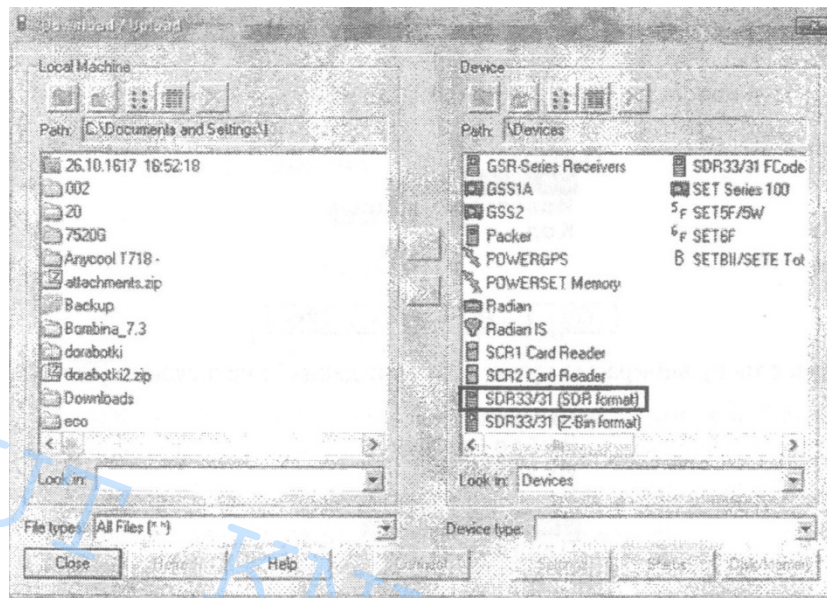


Рис. 3.2. Вікно приймання даних «Download/Upload»

Звернувшись до області «LocalMachine» у вікні «Download/Upload» необхідно вказати директорію, в якій буде збережена інформація.

Звернувшись до області «Device» у вікні «Download/Upload» необхідно вказати тип вашого приладу «SDR33/31 (SDRformat)».

Через клавішу «Setting» і встановлюють параметри передачі даних.

Програма зберігає всі налаштування й пропонує їх за замовчуванням при наступних сеансах роботи. Тому, використовуючи один або кілька приладів однієї моделі, ви звільняєтеся від необхідності щораз перенастроювати параметри приймання даних.

Після цього переходимо до роботи з тахеометром. Включаємо прилад і входимо у головне меню.

Обираємо режим [ПАМ]-пам'ять, нажавши клавішу [F3]. У меню, що відкрився звертаємося до пункту «Файл роботи», перемістивши на нього курсор і нажавши [Enter].

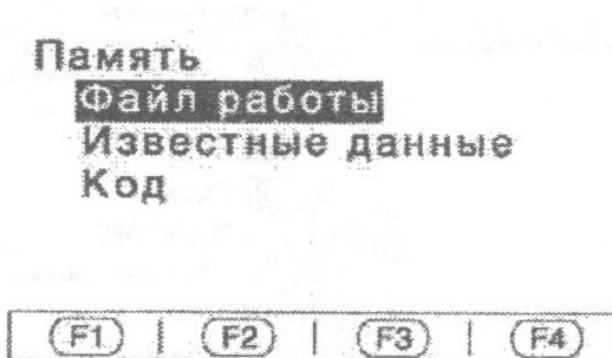


Рис. 3.2. Обираємо файл роботи

Далі зі списку вибираємо пункт "Експорт даних" і натискаємо [Enter].

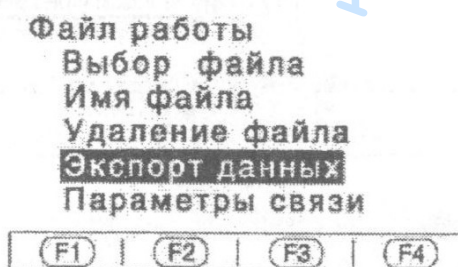


Рис. 3.4. Экспорт даних

На екрані з'явиться перелік усіх робочих файлів. Переміщаємо курсор на потрібний файл і натисніть [Enter].

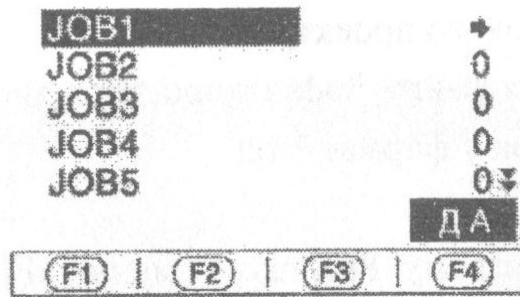


Рис. 3.5. Вибір необхідних даних

Далі підтверджуємо вибір, вибравши [Да] - клавіша [ F4 ]. На екрані, що відкрився вибираємо пункт «SDR» і натискаємо клавішу [Enter].

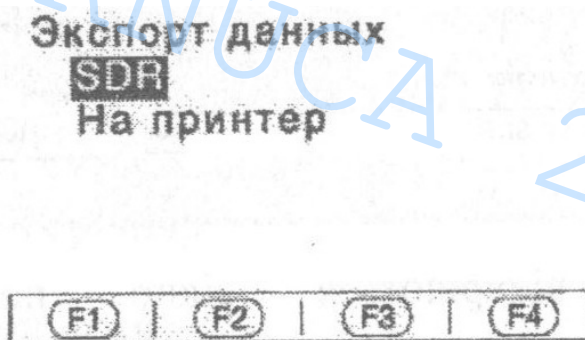


Рис. 3.6. Підтвердження вибору даних

Після цього почнеться передача даних, при цьому на екрані з'явиться напис «Передача» і почне працювати лічильник, що відображає кількість переданих записів.

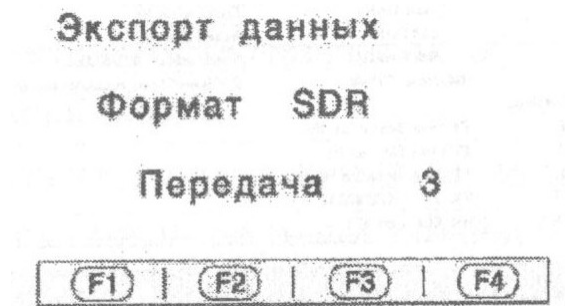


Рис. 3.7. Лічильник передачі даних з тахеометра на комп'ютер

Такий же лічильник почне працювати й на екрані комп'ютера. По закінченню передачі у вікні програми ProLink з'явиться повідомлення «Transfer complete» - «Передача завершена».

Після передачі даних з тахеометра на комп'ютер конвертуємо файл формату (\*.sdr) у формат (\*.txt). Порядок проведення конвертації наступний:

1. Створення нового проекту.
2. Завантаження файлу \*.sdr з жорсткого диску в ProLINK.
3. Експорт точок у формат \*.txt.

В програмі ProLink в меню «File» обираємо пункт «NewProject», де вказуємо місце збереження проекту. У меню «File» обираємо пункт «Import», де обираємо тип та місце розташування файлу польових даних:

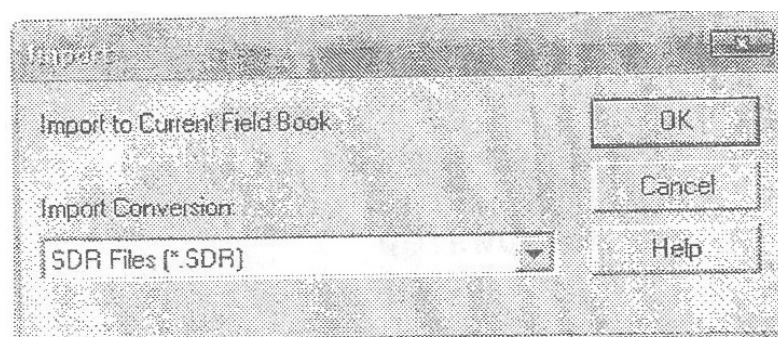


Рис. 3.8. Відкриваємо файл польових даних

На екрані відкривається вікно польового журналу «FieldBookEditor» та координат точок «ReducedCoordinatesView»:

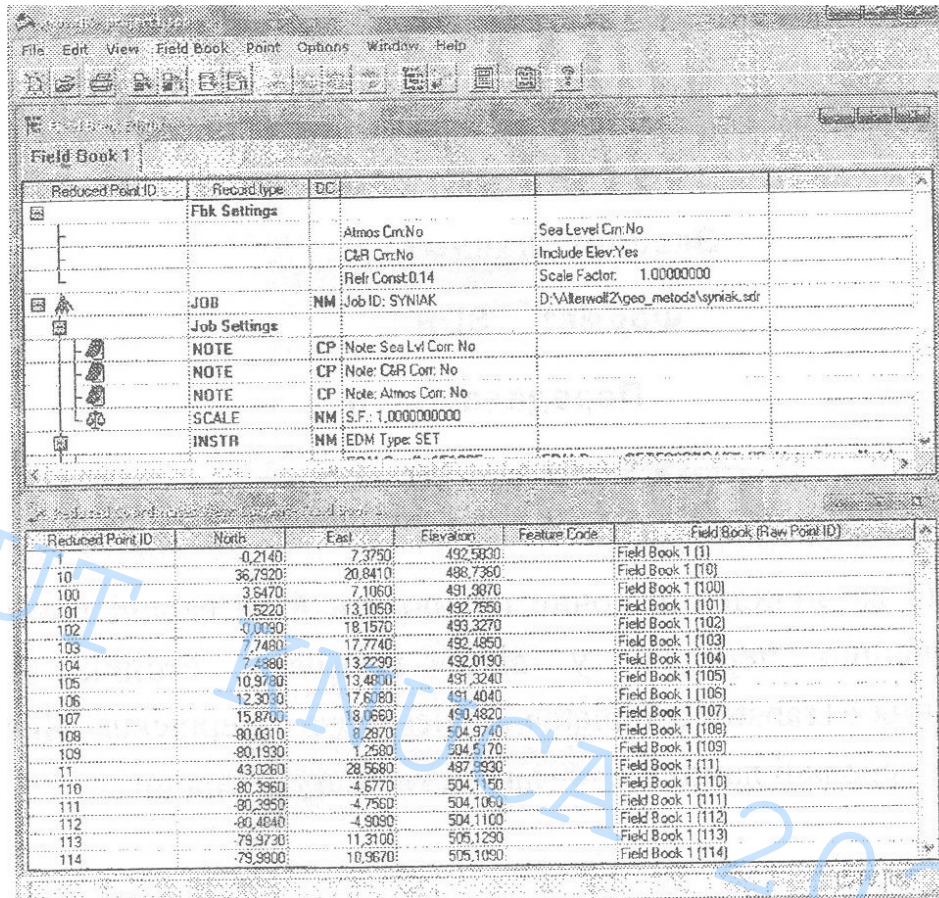


Рис. 3.9. Польовий журнал та координати точок

У меню «File» обираємо пункт «Export», де обираємо джерело «ReducedCoordinates» та тип перетворення «Pt, E, N, Z, Cd Reduced Coordinates (\*.txt)» як вказано на рисунку:

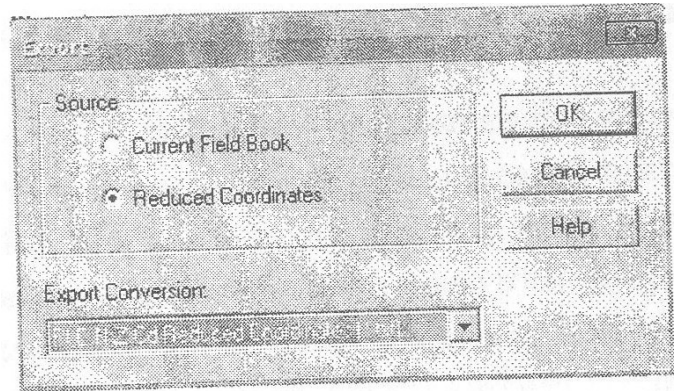


Рис. 3.10. Збереження файлу

Натискаємо ОК і вибираємо місце збереження файлу.

## 1.2. Результати знімання та обробки даних БПЛА

Обробка даних аерофотозйомки виконана за допомогою програмного комплексу Agisoft Metashape Professional.

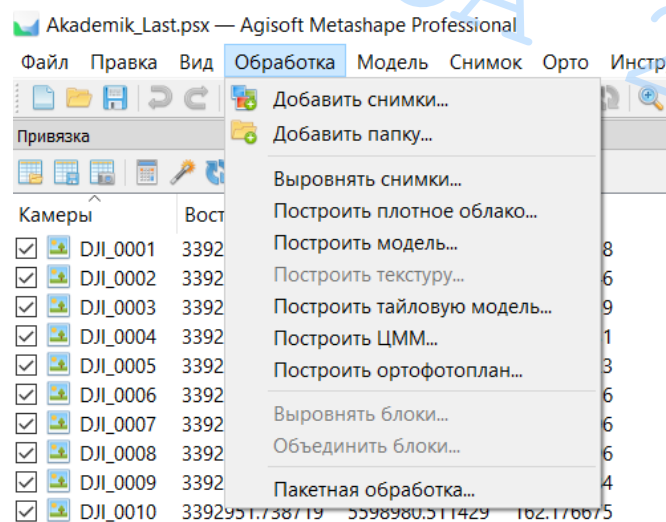


Рис. 8. Обробка даних аерофотозйомки в Agisoft Metashape Professional

Виконано:

- Вирівнювання знімків
- Прив'язка знімків по GNSS маркерам (11 маркерів) з точністю 0,036м

Камеры	Восточное указа	Северное указа	Высота	Точность (м)	Ошибка (м)
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_0001	3392855.519823	5599019.164575	162.575018	10.000000	23.850117
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_0002	3392862.853182	5599017.087286	162.575146	10.000000	23.884298
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_0003	3392873.979849	5599012.873269	162.875339	10.000000	23.388226
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_0004	3392885.147678	5599008.335466	162.675531	10.000000	23.224071
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_0005	3392896.361742	5599003.631599	162.475723	10.000000	23.111829
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_0006	3392907.561784	5598999.054230	162.475916	10.000000	22.942345
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_0007	3392918.624125	5598994.477542	162.376106	10.000000	22.838896
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_0008	3392929.668297	5598989.817103	162.176296	10.000000	22.908383
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_0009	3392940.636822	5598985.207893	162.176484	10.000000	22.947537
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_0010	3392951.738719	5598980.511429	162.176675	10.000000	22.998577

Маркеры	Восточное указа	Северное указа	Высота	Точность (м)	Ошибка (м)
<input checked="" type="checkbox"/> 1	3394100.615000	5599222.233000	134.400000	0.005000	0.007489
<input checked="" type="checkbox"/> 2	3393970.040000	5598897.962000	137.090000	0.005000	0.017106
<input checked="" type="checkbox"/> 3	3393805.981000	5598638.273000	137.960000	0.005000	0.022979
<input checked="" type="checkbox"/> 4	3393499.745000	5598791.845000	142.000000	0.005000	0.018740
<input checked="" type="checkbox"/> 5	3392965.348000	5599045.351000	136.570000	0.005000	0.019892
<input checked="" type="checkbox"/> 6	3393633.665000	5599214.140000	136.350000	0.005000	0.090874
<input checked="" type="checkbox"/> 7	3393204.624000	5599408.940000	140.610000	0.005000	0.040969
<input checked="" type="checkbox"/> 8	3393182.486000	5599545.365000	138.970000	0.005000	0.016957
<input checked="" type="checkbox"/> 9	3393499.988000	5599407.941000	138.990000	0.005000	0.033645
<input checked="" type="checkbox"/> 10	3393353.041000	5599018.041000	140.300000	0.005000	0.016868
<input checked="" type="checkbox"/> 12	3393690.113000	5598861.283000	139.460000	0.005000	0.033752

Рис. 9. Результат точності прив'язки фотограмметричної моделі по опорним точкам

- Побудова щільної хмари точок
- Побудова моделі
- Побудова тайлової моделі
- Побудова цифрової моделі місцевості (ЦММ)
- Побудова ортофотоплану

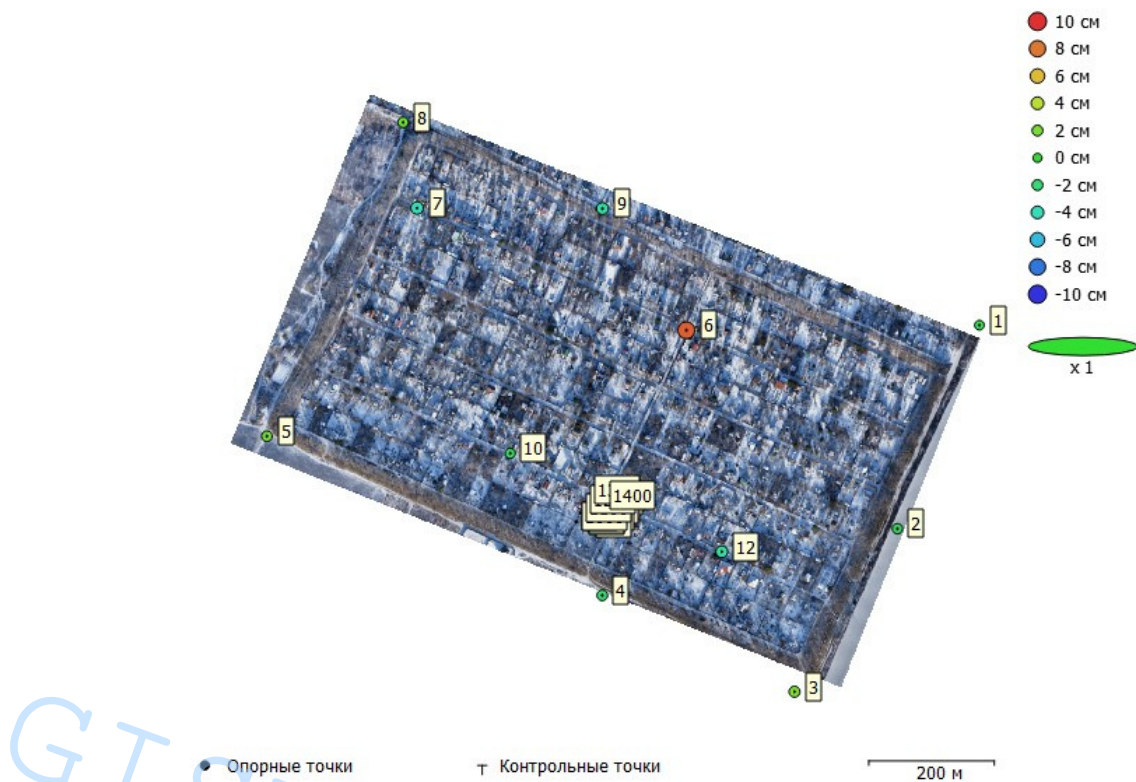


Рис. 10. Опорні точки та еліпси похибок

### 1.3. Ортофотоплан

Ортофотоплан – це ортогональна проєкція, виконана під абсолютно прямим кутом до земної поверхні, де в результаті математичних перетворень відбувається виключення перспективних видів об'єктів, що дає плоский вигляд земної поверхні з точним збереженням пропорцій об'єктів і масштабуванням щодо технічного завдання. Ортофотоплан є основою топографічних планів, кадастрових карт, базисів інженерних вишукувань, карт місцевості.

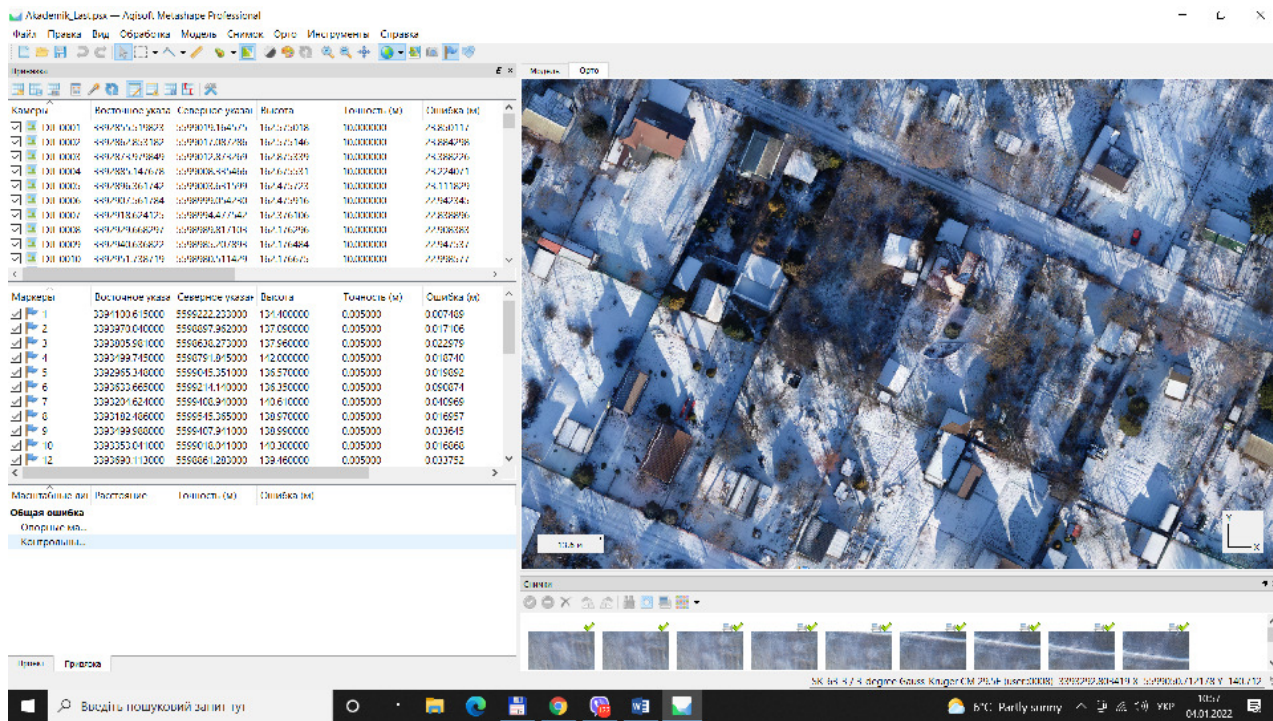


Рис. 11. Фрагмент ортофотоплана в Agisoft Matashape Professional

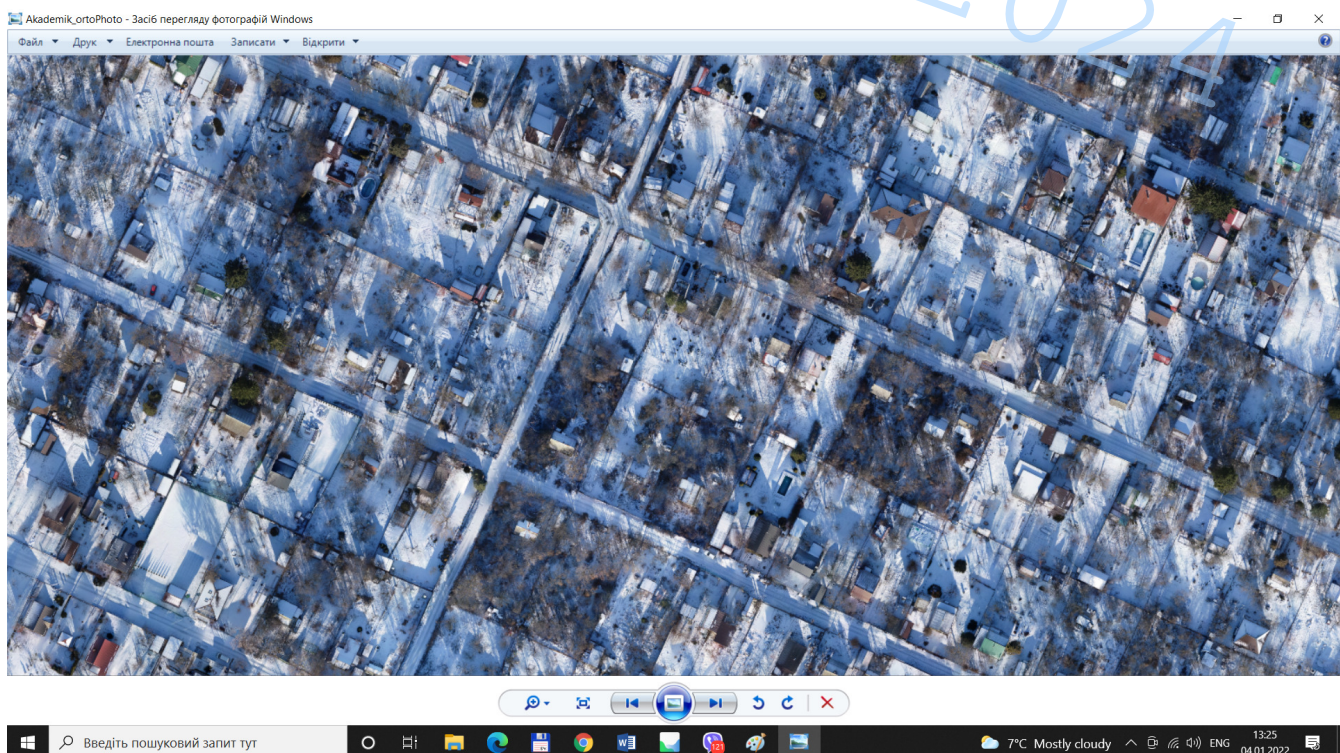


Рис. 12. Ортофотоплан

#### 1.4. Кадастровый план

Картографічною основою для визначення меж землекористування є побудований ортофотоплан ділянки який відповідає точності топографічного плану М 1:500.

Виконано визначення координат меж землекористування СТ «Академік» з формуванням кадастрового плану землекористування в AutoCad Civil3D.

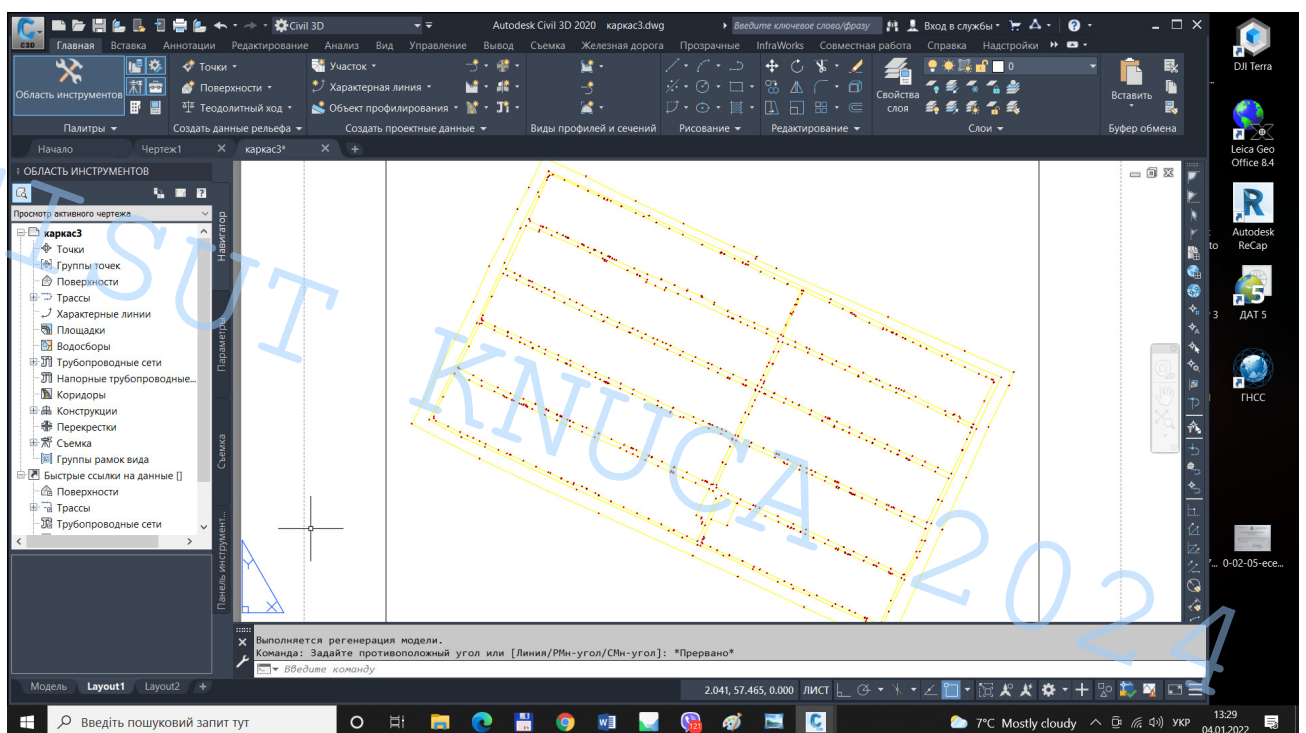


Рис. 13. Фрагмент кадастрового плану землекористування

### 3.2. Створення топографічного плану в середовищі AutoCAD

Створення топографічного плану може бути виконано вручну або з застосуванням сучасних графічних програм. Найбільшого поширення набуло середовище AutoCAD. Пакет програм автоматизації креслярських робіт AutoCAD 2006 є потужним засобом для креслення. Він забезпечує швидку точну генерацію креслення, який ви хочете отримати, слідуючи вашим вказівкам. Він надає вам кошти, що дають можливість легко виправляти допущені в ході креслення помилки і навіть здійснювати великі коригування без повторного виготовлення всього креслення. Він генерує чисті, точні остаточні варіанти креслень.

Введення даних може здійснюватися з електронних тахеометрів, контролерів, з рукописних польових журналів, растрових файлів картографічних матеріалів.

Методика роботи з програмою досить проста. Після завантаження програми виконується настройка, вводяться у вікні запиту ім'я (назва) об'єкта та основні характеристики: найменування, організація, населений пункт, назва майданчика, система висот, система координат, клас планової мережі та інші. Для редагування даних, виявлення та локалізації грубих помилок, визначення вагових

коефіцієнтів зазначаються СКП планових вимірювань, допустимі висотні нев'язки, довірчі інтервали. Вказується назва геодезичного приладу, а також одиниці вимірювань, формула вертикального кута.

Введення даних починають з каталогу вихідних пунктів, які використовуються в побудові. Далі використовуються файли результатів вимірювань, отримані з тахеометра. Виконується табличне редагування даних. Наприклад, при обробці ходу з'являється таблиця з назвою пунктів, горизонтальними кутами, відстанями, вертикальними кутами або перевищеннями, а також графічне зображення введеного ходу.

Завершений креслення, отриманий за допомогою системи AutoCAD 2006, віртуально виглядає ідентично тому, як якщо б це креслення було виготовлений з усією ретельністю вручну. ("Віртуально" тому, що система AutoCAD 2006 при використанні її з належним обладнанням може значно підвищувати точність). Ваш креслення конфігурується у точній відповідності з вашими вказівками, і кожен елемент міститься саме в тому місці, в якому ви хочете його помістити.

Пакет програм AutoCAD 2006 представляє собою призначену для комп'ютера прикладну систему автоматизованого проектування (САПР). Прикладні системи САПР є дуже потужним інструментальним засобом. Швидкість і легкість, з якою може бути виконана підготовка і модифікація креслень з використанням обчислювальної системи, забезпечує суттєву економію часу в порівнянні з "ручним" кресленням.

Віртуально немає обмежень на ті види креслярських робіт, які можуть бути виконані з використанням системи AutoCAD 2006. Якщо креслення може бути створений вручну, значить він може бути згенерований і комп'ютером.

Ось деякі можливості системи:

- Архітектурні креслення всіх видів;
- Проектування інтер'єру і планування приміщень;
- Технологічні схеми та організаційні діаграми;
- Криві будь-якого виду;
- Креслення для електронних, хімічних, будівельних і машинобудівних додатків;
- Графіки та інші уявлення математичних та інших наукових функцій;
- Виконання художніх малюнків.

Для безпосереднього створення топографічних креслень використовується програма Торомар. Система Торомар реалізована як додаток до графічного пакета AutoCAD і дозволяє створювати топографічні плани будь-якого рівня складності.

Вихідними даними для комплексу Торомар є список координат пунктів планово-висотного геодезичного обґрунтування і пікетів топографічної наземної зйомки.

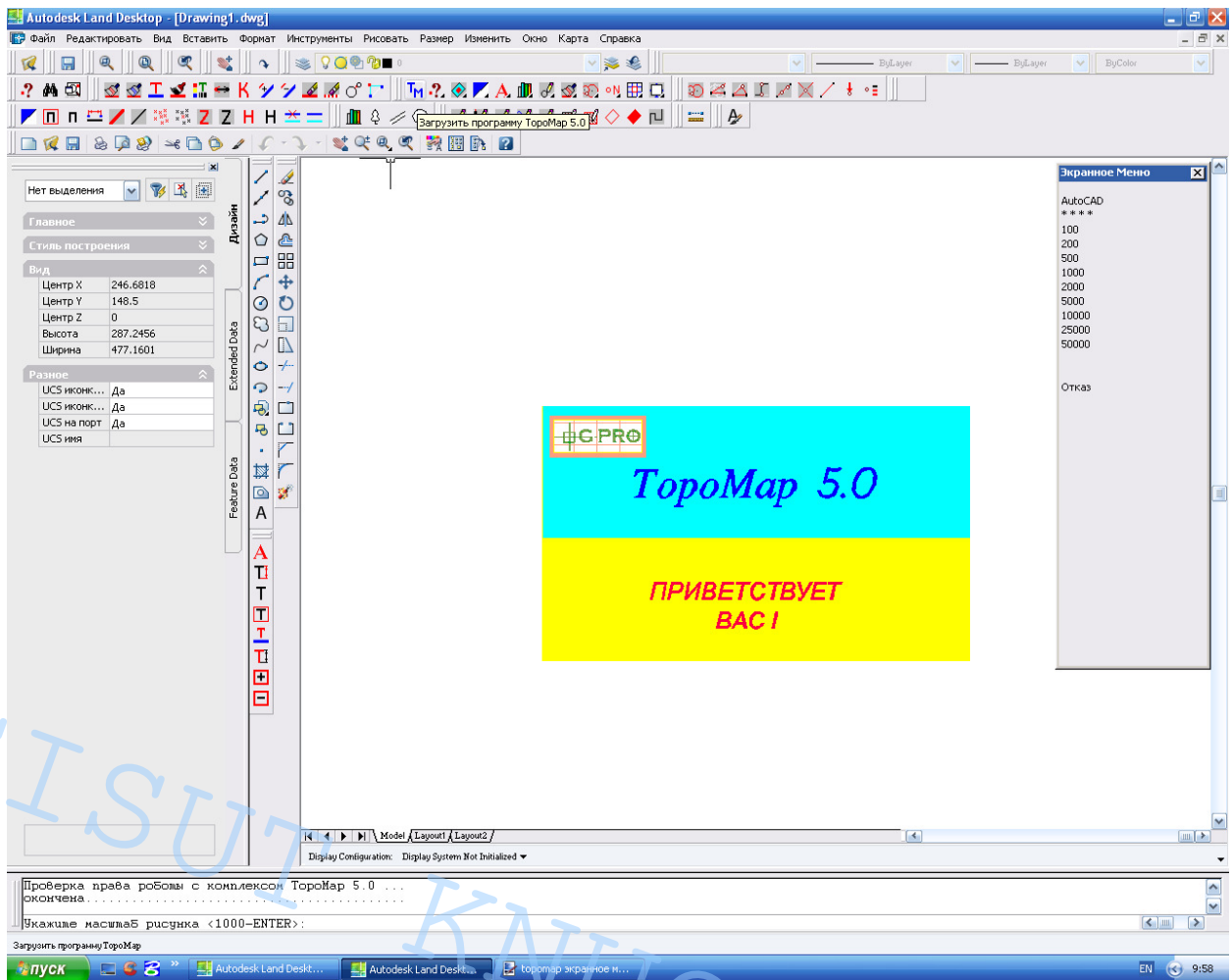


Рис. 3.11. Запуск системы Торомар

Крім того, безпосередньо в комплексі можуть бути визначені координати окремих точок методом лінійної і кутової засічки, перпендикулярів, створів і полярної зйомки.

Комплекс Торомар забезпечує:

- створення топографічних об'єктів (позамасштабних, лінійних, площадних);
- формування топографічних планшетів і фрагментів планів для друку;
- редагування бібліотеки умовних знаків;
- редагування топографічних об'єктів;
- забезпечення зв'язку з різними кадастровими й геоінформаційними системами.

Для початку роботи програми необхідно:

- запустити Торотар (рис. 3.11.)
- створити новий або відкрити існуючий dwj. файл, що містить малюнок топографічного плану для продовження роботи з ним;
- активувати Торотар шляхом натискання піктограми  $T_m$  головної панелі.

При створенні нового об'єкта в командному рядку з'явиться запит на вказівку масштабу створюваного плану: Вкажіть масштаб рисунка <ENTER>.

Інтерфейс включає головну панель із групами кнопок, що випадають:

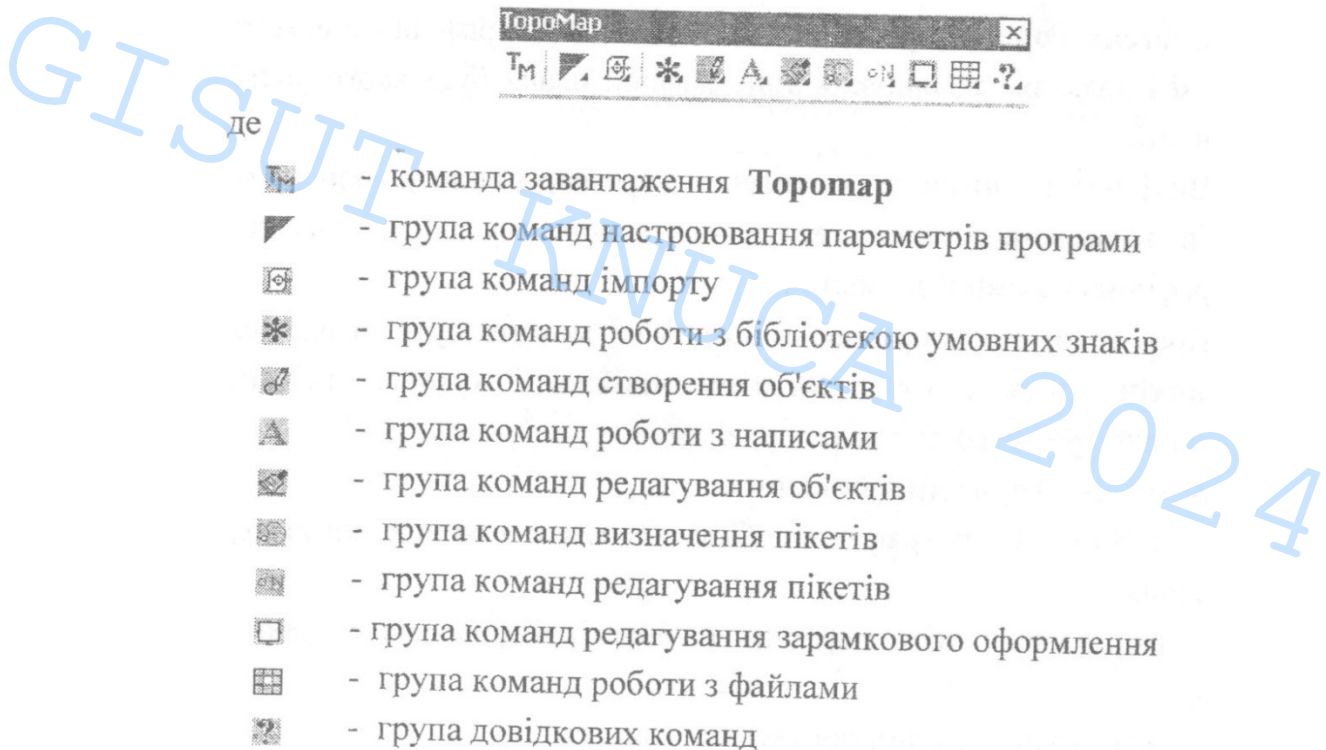


Рис. 3.12. Головна панель

Для того, щоб вибрати необхідну іконку в групі слід натиснути мишкою на першу іконку групи, на головній панелі й, не відпускаючи ліву клавішу миші, вибрати відповідну іконку з панелі, що відкрився.



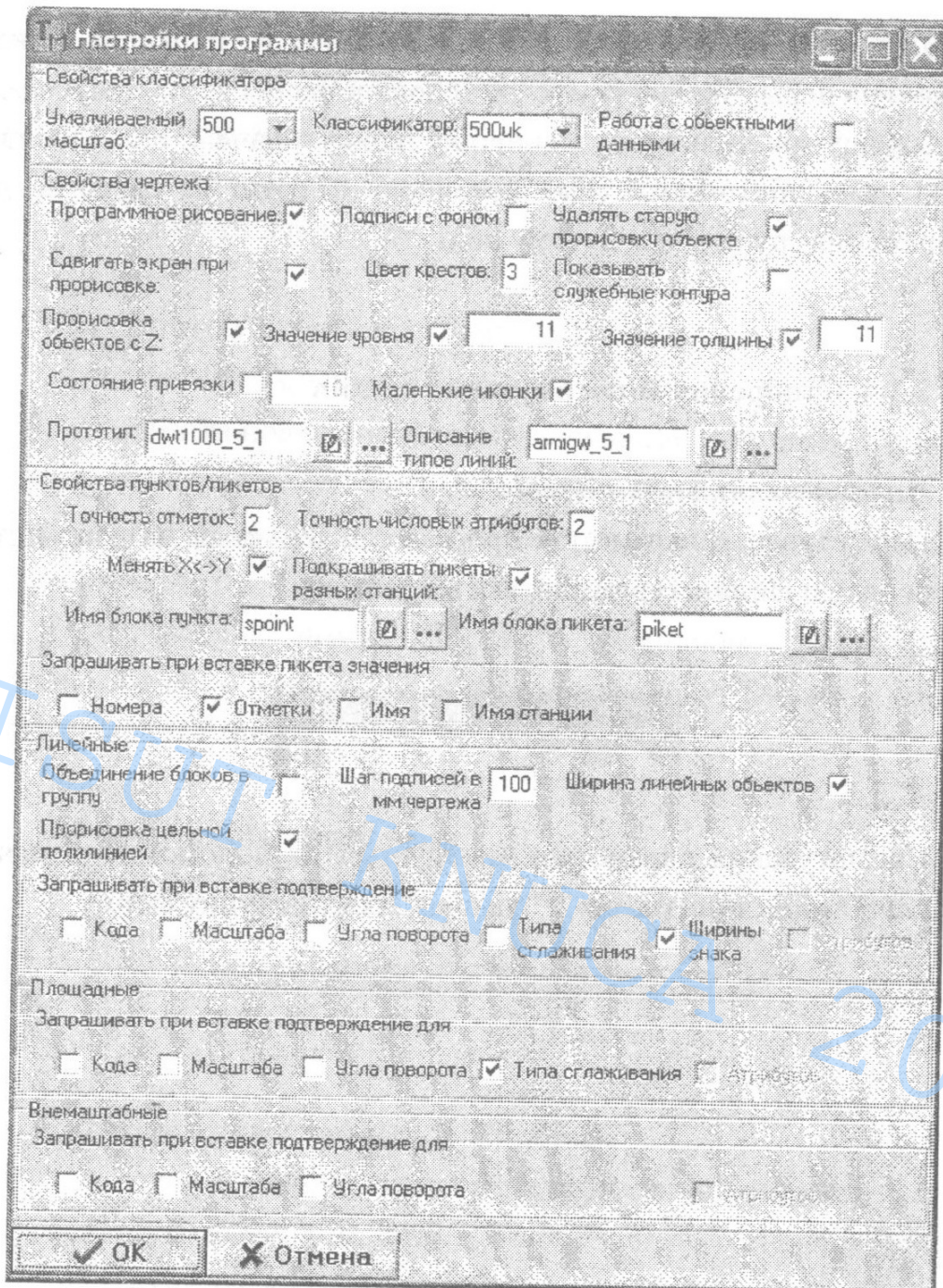


Рис. 3.14. вікно налаштування параметрів програми

Імпорт даних в Торитар виконується за допомогою команд панелі «Імпорт».

Вихідними даними є координати станцій вимірів і пікетів, які створюються за допомогою різних систем. Структура цих даних заздалегідь визначена.

Дані можуть бути імпортовані за допомогою:

- текстових файлів, сформованих користувачем за допомогою редактора або якою-небудь програмою

- файлів формату gbd, що містять дані про геодезичні пункти й пікетах, сформованих командою експорту системи Топоград попередньої версії MS DOS

Для імпорту даних слід використовувати команди із групи команд «Імпорту».

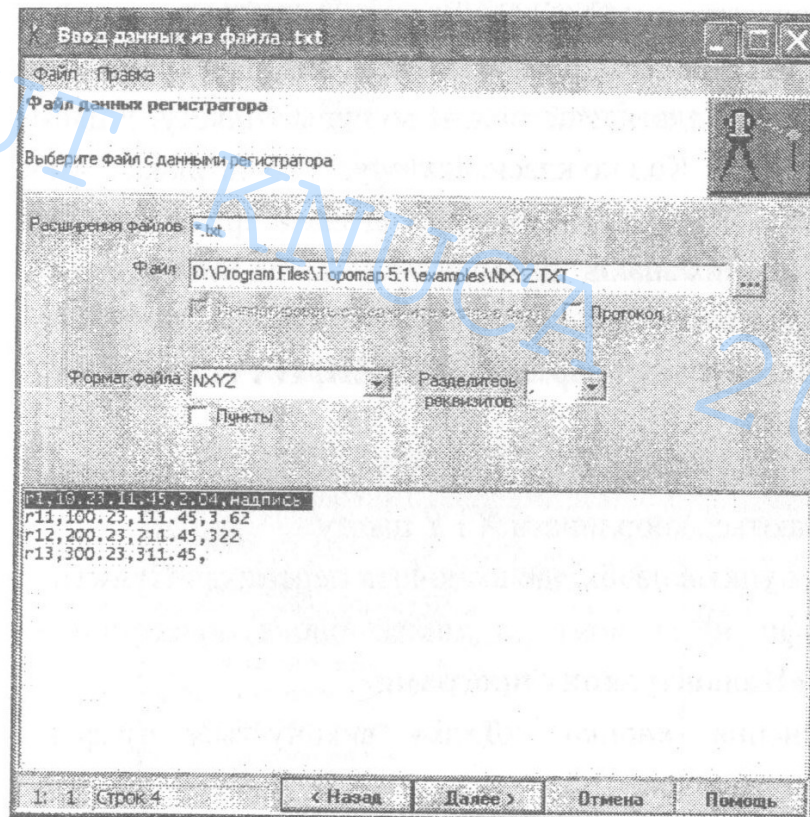


Рис.3.15. Імпорт даних в середовище Топограф

Команда Введення пікетів з текстового файлу призначена для

імпорту пунктів/пікетів з текстового файлу, створеного користувачем. Для підготовки файлу використовуйте текстові редактори (наприклад -Wordpad) з текстовим форматом збереження файлу.

По виклику команди у вікні, що відкрилося, виберіть файл джерело пунктів/пікетів (тип файлу - txt).

Кожний запис повинен складатися з реквізитів розділених комами. Порядок реквізитів повинен відповідати рядку формату файлу. У рядку формату припустимі наступні символи:

- - пропустить це поле при введенні
- N - ім'я пункту або номер пікету;
- X - координата X (у вертикальному напрямку на плані);
- Y - координата Y (у горизонтальному напрямку на плані);
- Z - координата Z ( по висоті на плані). У випадку, якщо встановлений прапорець
- C - Код позамасштабного знаку встановлюваного на пікеті.

Якщо Код занесений в INSR.DAT то в AutoCAD додатково вставляються блоки відповідних позамасштабних знаків. Якщо Код не занесений, створюється додатковий підпис до пункту/пікету. У цьому полі може бути Код по класифікатору, Код знака або Додатковий код знака. У поле Додатковий код знака зручно вносити власне кодування умовних знаків. Для цього є команда Бібліотека.

За замовчуванням є такі формати: NXYZH, NXYZC, NCXYZ, NXYZ, NXU, XYZ, XU.

Допускається відсутність не основних параметрів. Основними параметрами називаються координати X і Y пікету.

Для введення пунктів необхідно включити перемикач Пункти.

Кількість цифр після коми, а також блоки пункту/пікету задаються у формі «Налаштування програми».

Після натиснення кнопки «Далі» виконується графічна побудова завантажених точок.

На основі абрису та завантажених точок в середовищі AutoCAD, використовуючи можливості програми Торомар. виконується побудова топографічного плану.

#### *Основні групи команд*

#### *Група команд роботи з бібліотекою умовних знаків*

Робота з бібліотекою умовних знаків Торомар виконується за допомогою команд панелі Бібліотека умовних знаків.

Панель складається з окремих піктограм, кожної з яких відповідає одна з наведених нижче команд:






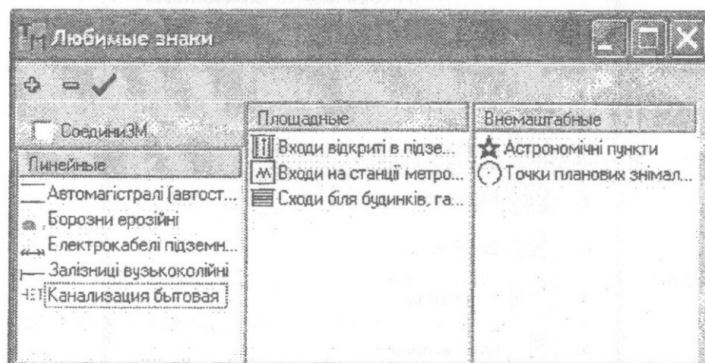
-  - команда **Вибір улюбленого знаку**
-  - команда **Вибір лінійного знаку**
-  - команда **Вибір площадного знаку**
-  - команда **Вибір позамасштабного знаку**
-  - команда **Бібліотека**

Рис.3.16. Бібліотека умовних знаків

Команда Вибір улюбленого знака (Ctrl-Shift-F) призначена для швидкого вибору знаків, які використовуються найчастіше. Вибір знака здійснюється по одному натисненню.



### Рис.3.17. Вибір улюбленого знаку

По команді Додати (Ins) і = (Del) формують списки знаків, які найчастіше використовуються у даному полі. Крім того з контекстного меню доступні команди Прочитати з файлу і Зберегти у файл.

Команди Вибір лінійного знака Вибір площадного знака, Вибір позамасштабного знака призначені для вибору і промальовування, відповідно, умовних лінійних знаків, площадних та позамасштабних знаків. По виклику команди на екрані з'являється каталог лінійних (площадних, позамасштабних) знаків, що зберігається в папці, кожна з яких, містить знаки однієї групи. При відкритті папки на екрані відображається група знаків у вигляді рядків утримуючих спрощене відображення знака і його найменування. Вибір необхідного знака здійснюється за допомогою клавіатури або по клацанню миші. Далі програма переходить до режиму малювання обраного знаку.

В середовищі Торомар, при створенні топографічних карт і планів, використовуються три типи об'єктів:

- Лінійні (рис.3.18.);
- Точкові (рис.3.19.)
- Площинні (рис.3.20);

До лінійних об'єктів можна віднести автодороги, річки, паркани і т.д. Точкові об'єкти – це поодинокі дерева, люки, відмітки і т.д. До площинних об'єктів відносять рослинність, будинки, болота і т.д.

При створенні топографічних карт в данному середовищі необхідно слідкувати, щоб кожен об'єкт знаходився у відповідному шарі. Оператор також може самостійно редагувати шари, тобто створювати нові та видаляти існуючі. Для цього необхідно на панелі інструментів викликати «Менеджер Свойств слоя» ( рис. 3.21.)

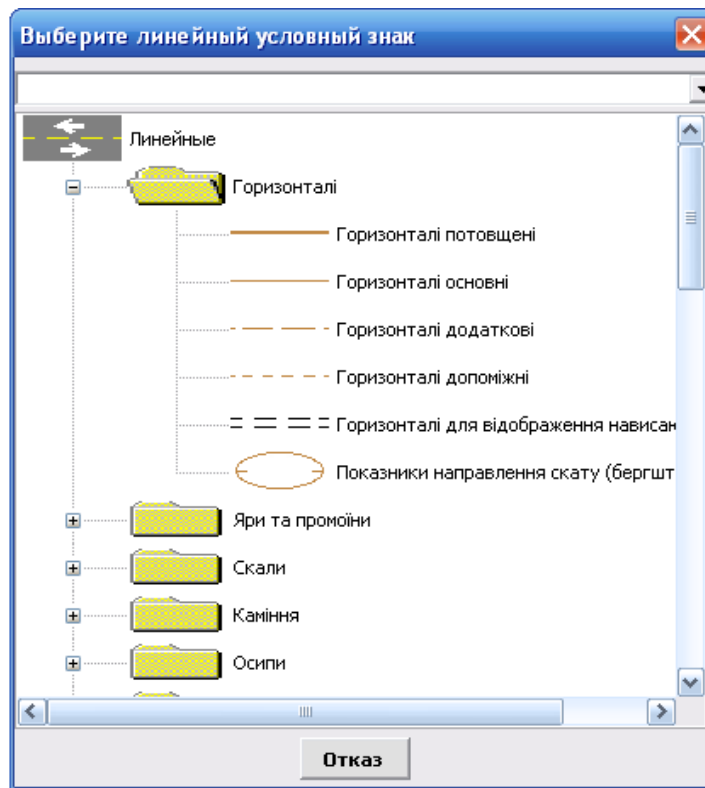


Рис.3.18. Вибір лінійного об'єкту

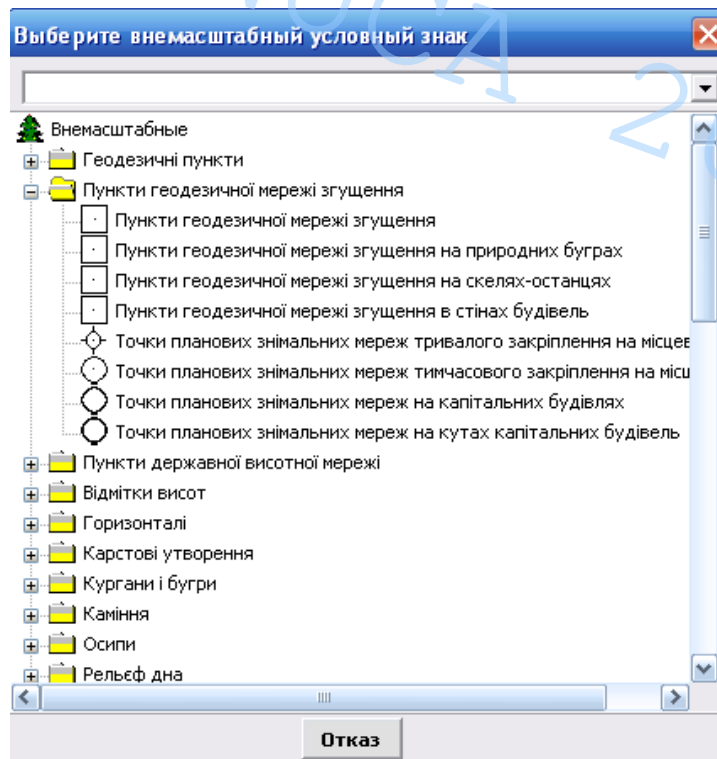


Рис.3.19. Вибір точкового об'єкту

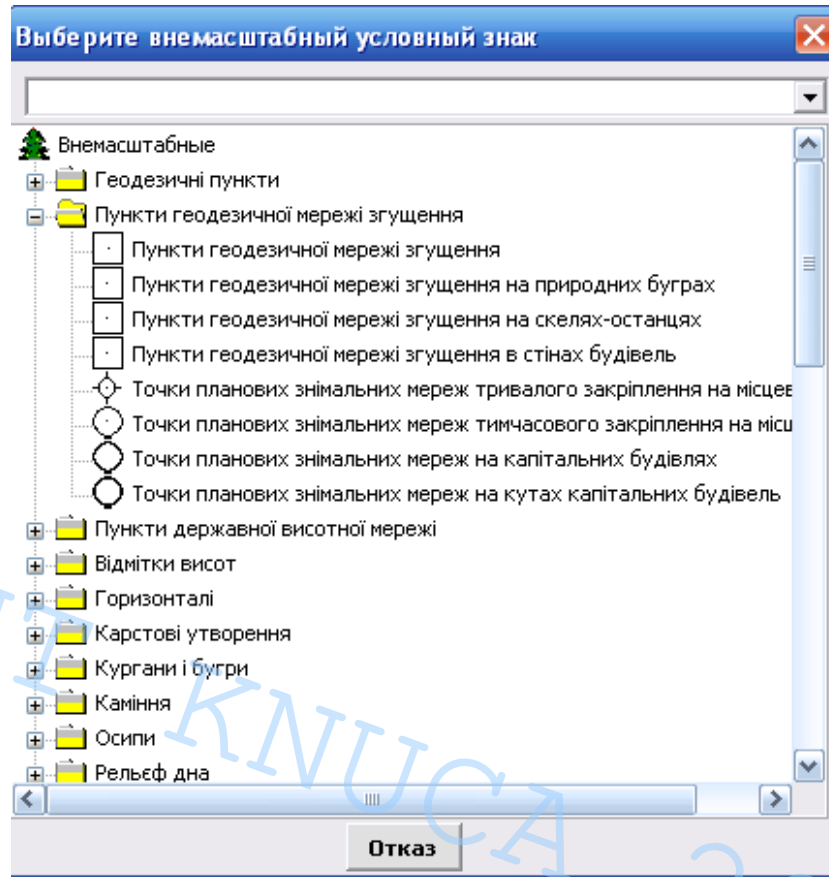


Рис.3.20. Вибір площинного об'єкту

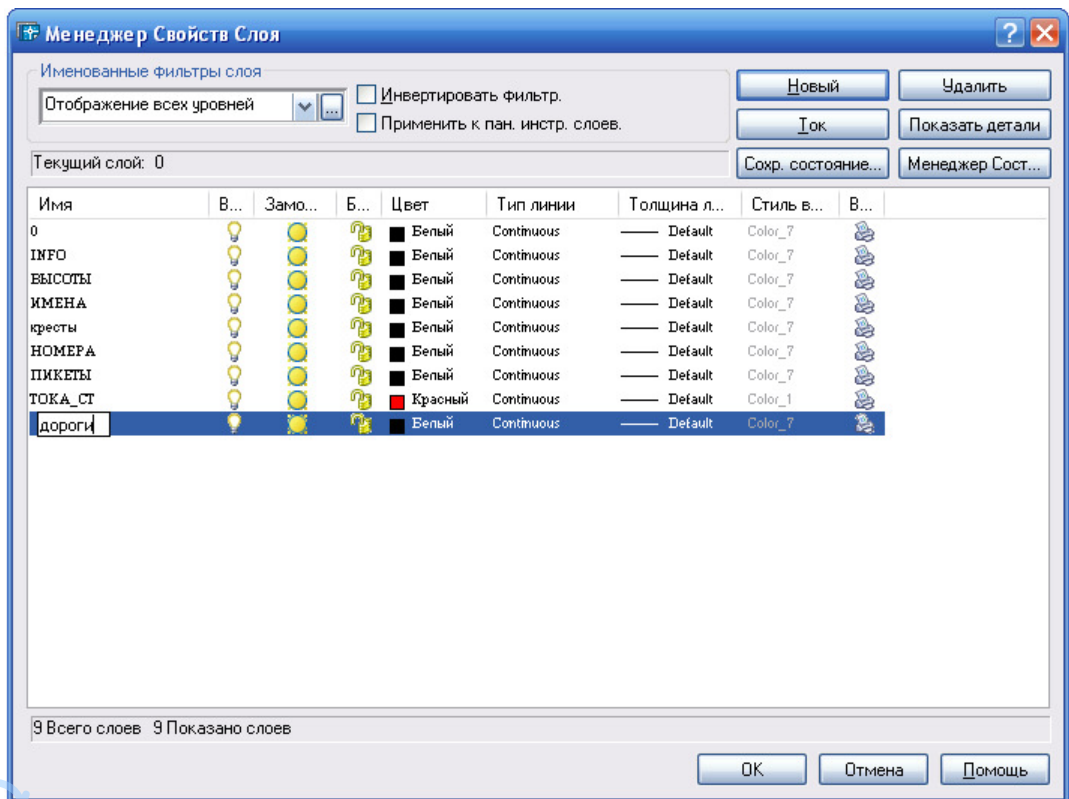


Рис.3.21. Створення нового шару

Створення об'єктів Торотар виконується за допомогою команд панелі

Створення об'єктів, яка має вигляд:



Рис. 3.22. Створення об'єктів

Панель складається з окремих піктограм, кожної з яких відповідає одна з наведених нижче команд:











-  - команда **З'єднай**
-  - команда **З'єднайЗМ**
-  - команда **З'єднай Контур**
-  - команда **Прямокутник лінійний**
-  - команда **Заповни**
-  - команда **Заповнити Контур**
-  - команда **Прямокутник площадний**
-  - команда **Встанови точковий знак**
-  - команда **Встанови по контуру**
-  - команда **Обмірювання**

Рис. 3.23. Команди панелі створення об'єктів

Робота з написами Торотар виконується за допомогою команд панелі «Написи», який має вигляд:

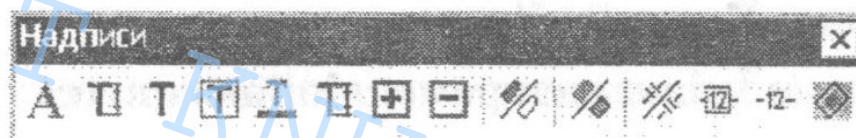


Рис. 3.24. Панель команд для створення написів

Панель складається з окремих піктограм, кожної з яких відповідає одна з наведених нижче команд:





-  - команда **Стиль написи**
-  - команда **Встанови висоту напису**
-  - команда **Напис**
-  - команда **Напис із тлом**

Рис. 3.25. Команди для створення написів

Редагування об'єктів Торошар виконується за допомогою команд панелі «Редагування об'єктів», яка має вигляд:



Рис. 3.26. Панель команд для редагування об'єктів

Панель складається з окремих піктограм, кожної з яких відповідає одна з наведених нижче команд:














-  - команда **Встанови поточним умовний знак**
-  - команда **Перевизнач об'єкт**
-  - команда **Оновити написи об'єктів**
-  - команда **Оновити об'єкти**
-  - команда **Редагуй об'єкт**
-  - команда **Змінити напрямок лінійного знака**
-  - команда **Коректувати об'єкт**
-  - команда **Приєднати примітиви до об'єкта**
-  - команда **Від'єднати примітиви від об'єкта**
-  - команда **Вилучити об'єкт**
-  - команда **Вилучити об'єктні дані**
-  - команда **Зміна масштабу малюнка**
-  - команда **Додати вузол у контур**

Рис.3.27. Група команд Визначення

Введення даних і розрахунок виконується в діалоговому режимі по запитам у зоні командного рядка Autocad.

Рішення завдань виконується з візуальним контролем. Після виконання обчислень необхідно обов'язково виконувати команду «Оновити списки» із групи команд «Визначення».



Рис.3.28. Панель інструментів «Визначення»

Панель складається з окремих піктограм, кожної з яких відповідає одна з наведених нижче команд:











-  - команда **Лінійна засічка**
-  - команда **Полярний метод**
-  - команда **Кутова засічка**
-  - команда **Перпендикуляри**
-  - команда **Створ**
-  - команда **Перетинання**
-  - команда **Відстань**
-  - команда **Встановити пікет**
-  - команда **Визначення відміток**
-  - команда **Оновити списки**

Рис.3.29. Група команд «Визначення»

Група команд призначена для редагування пікетів поточного малюнка.



Рис.3.30. Панель інструментів «Редагування пікетів»

Панель складається з окремих піктограм, кожної з яких відповідає одна з наведених нижче команд:

- команда **Коректування пікетів і пунктів**
- команда **Перенести атрибут**
- команда **Змінити атрибут**
- команда **Повернути атрибут**
- команда **Вставити базову точку**
- команда **Вилучити базову точку**
- команда **Вилучити відмітку**
- команда **Вставити відмітку**

Рис.3.31. Група команд Редагування пікетів

Група команд «Оформлення для друку» призначена для створення і редагування зарамкового оформлення топографічних планів. Панель інструментів має вигляд:



Рис.3.31. Оформлення для друку

Панель складається з окремих піктограм, кожної з яких відповідає одна з наведених нижче команд:





-  - команда **Редагування оформлення**
-  - команда **Редагування формату**
-  - команда **Основний напис**
-  - команда **Додатковий напис**

Рис.3.32. Група команд «Оформлення для друку»

Група команд призначена для роботи з файлами й підготовки малюнків до печатки. Панель інструментів має вигляд:

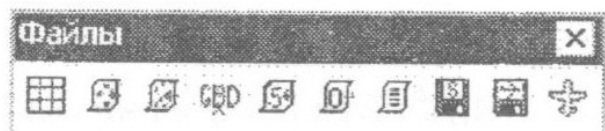







Рис.3.33. Панель інструментів «Файли»

Панель складається з окремих піктограм, кожної з яких відповідає одна з наведених нижче команд:

-  - команда **Виріж**
-  - команда **Збережи**
-  - команда **Кінець**
-  - команда **Покинь**
-  - команда **Вивід пунктів у файл формату NXYH**





-  - команда **Вивід пікетів у файл формату NXYH**
-  - команда **Вивід пікетів у файл формату GBD**
-  - команда **Вивід пунктів і пікетів у текстовий файл формату M5**
-  - команда **Вивід точок об'єкту**

Рис.3.34. Група команд «Файли»

Група довідкових команд об'єднана в панелі **Довідки**:

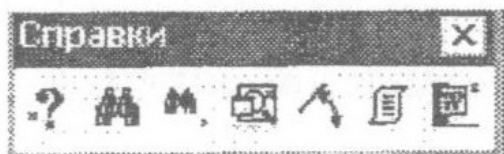


Рис.3.35. Панель інструментів «Довідки»

Панель складається з окремих піктограм, кожної з яких відповідає одна з наведених нижче команд:







-  - команда **Інформація про об'єкт**
-  - команда **Пошук**
-  - команда **Пошук пікету**
-  - команда **Показати зв'язаний документ**
-  - команда **Обновити списки (пікетів)**
-  - команда **Документація (довідка)**

Рис.3.35. Група команд «Довідки»

#### Розділ 4. Техніка безпеки

Інженерно-геодезичні роботи виконують у різних умовах: на територіях міст і промислових об'єктів, у лісових і важкодоступних місцях, на ділянках залізних й автомобільних доріг, на зводимих будинках і спорудах і т.д. Для попередження нещасних випадків і травм у цих умовах всі роботи повинні виконуватися з дотриманням спеціальних правил й інструкцій з техніки безпеки. З метою ознайомлення всіх без винятку працюючих із цими правилами проводяться спеціальні інструктажі. Розрізняють інструктаж вступний і на робочому місці. Повторний інструктаж проводиться через установлений час і при впровадженні нової технології, нового обладнання й при введенні нових правил по техніці безпеки.

При виконанні геодезичних робіт на будівельних майданчиках насамперед дотримуються загального правила техніки безпеки будівництва.

На будівельних майданчиках установлюють знаки безпеки й напису біля небезпечних зон, де діють або можуть виникнути небезпечні виробничі фактори, наприклад «Зона роботи крана», «Відкриті прорізи» і т.д.

До таких зон ставляться: простір поблизу неізольованих струмоведучих частин електроустановок; місця пересування машин, зберігання шкідливих речовин; територія, над якою переміщують вантажі вантажопідйомними кранами, де працює встаткування з обертливими робочими органами й ведуться зварювальні роботи. Споруджувані будинки й споруди огорожують заборами або козирками.

При зварювальних й інших роботах, при яких можливе загоряння, дотримують правил пожежної безпеки. Біля місць, де ведуться такі роботи, установлюють засобу для гасіння пожежі й вивішують інструкції з їх застосування.

Будівельний майданчик і підходи до неї в темний час доби рівномірно висвітлюють.

Колодязі, шурфи й інші виїмки в ґрунті, а також прорізи в перекриттях будинків і споруд закривають щитами або огорожують, у темний час на цих огороженнях горять електричні сигнальні лампи.

Для підйому й спуска на робочі місця при будівництві будинків і споруд висотою або глибиною 25 м і більше застосовують пасажирські й вантажопасажирські підйомники (ліфти). Робітники, що перебувають на висоті, користуються запобіжними поясами, які кріплять до надійних конструкцій.

При виконанні робіт із застосуванням лазерного променя в місцях можливого проходження людей установлюють екрани, що виключають поширення луча за межі місць провадження робіт.

Якщо роботи виконують по одній вертикалі, місця, розташування нижче її, обладнають захисними пристроями.

Учні технічних-професійно-технічних училищ і технікумів у віці до 18 років, але не молодше 17 років при проходженні виробничої практики на об'єктах будівництва по професіях, що передбачає виконання будівельно-монтажних робіт, до яких пред'являються додаткові

вимоги по безпеці праці, можуть працювати не більше трьох годин. Роботи повинні виконуватися під керівництвом і спостереженням майстри виробничого навчання й працівника будівельно-монтажної організації, призначених для керівництва практикою. В інших випадках учні технічних-професійно-технічних і технічних училищ, середніх спеціальних навчальних закладів під час проходження виробничої практики або роботи трудяться під спостереженням інженерно-технічного працівника, відповідального за безпечне ведення робіт. Всіх учнів навчають безпечним методам і прийомам виробництва по типових програмах.

При виконанні геодезичних робіт, що супроводжують будівельним, виконують всі правила техніки безпеки, установлені для даного виду будівельних робіт, а також специфічні.

При геодезичних вимірах, виконуваних у процесі земляних, кам'яних, бетонних і монтажних робіт, дотримують правил безпеки, що пропонують для даних будівельних робіт.

На роботи в межах охоронних зон кабелів, що перебувають під напругою, або діючого газопроводу, необхідний дозвіл відповідного електро- або газового господарства. При нівелірних роботах поблизу стін не дозволяється переходити по стінних перекриттях. Рейку встановлюють на риштуваннях, висота яких повинна бути нижче рівня кладки на 0,7м. При необхідності робити розмітку на зовнішніх площинах стін працюють із запобіжними поясами.

При бетонних роботах під час електронагріву бетону не можна стосуватися рулеткою арматур. Не можна виконувати розбивочні й вивірочні роботи в зоні монтажу. При швидкості вітру 15 м/с і більше, ожеледі, грозі або тумані, що виключає видимість у межах фронту робіт, припиняють всі роботи, у тому числі й геодезичні на висоті у відкритих місцях.

Забороняється розмічати осі й інші орієнтири на елементах конструкцій під час їхнього підйому, переміщення або в підвішеному стані. Не можна залишати геодезичні прилади й приналежності без догляду на монтажному горизонті під час перерви в роботі. Геодезичні прилади переносять тільки в пакувальних ящиках, а штативи - у складеному виді.

GISUT КНИЖКА 2024

1. Бруевич П.Н. Фотограмметрия: Учеб. для вузов.- М.: Недра, 1990. - 285с.: ил.
2. Брюханов А.В., Господинов Г.В., Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы в географических исследованиях. – М.: МГУ, 1982. – 231 с.
3. Дорожинський О.Л., Тукай Р. Фотограмметрія: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 332 с.
4. Дорожинський О.Л. Основи фотограмметрії: Підручник. - Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2003. - 214 с.
5. Дорожинський О.Л. Аналітична та цифрова фотограмметрія: Навч. посібник. - Львів: вид-во НУ «Львівська політехніка», 2002. - 164 с.
6. Лобанов А. Н., Буров М. И., Краснопевцев Б. В. Фотограмметрия:

- Учебник для вузов. - М.: Недра, 1987. - 309 с.
7. Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений. - М.: Научный мир, 2003. – 168 с.
  8. Лурье И.К., Косиков А.Г., Ушакова Л.А. и др. Компьютерный практикум по цифровой обработке изображений и созданию ГИС. - М.: Научный мир, 2004. – 148 с.
  9. Назаров А.С. Фотограмметрия: учеб. пособие для студентов вузов / А.С.Назаров. – Мн.: ТетраСистемс, 2006. – 368 с.
  10. Новаковский Б.А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М.: Издательство Московского университета, 1997. - 206 с., ил.
  11. Обиралов А.Н., Гебгарт Л.И., Ильинский Н.Д. и др. Практикум по фотограмметрии и дешифрированию снимков. - М.: Недра, 1990. – 286 с.
  12. Обиралов А.И., Лимонов А.Н., Гаврилов Л.А. Фотограмметрия и дистанционное зондирование. – М.: КолоС, 2006. – 334 с.
  13. Пеньков В. О. Фотограмметрія: конспект лекцій для бакалаврів спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 100 с.
  14. Сердюков В.М. Фотограмметрия: Учеб. пособие для карт. спец. университетов.- М.: Высш. шк., 1983.- 351 с., ил.
  15. Раинкин В.Я. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации сооружений башенного типа. Автореферат канд. техн. наук. М.: МИИГАиК, 1971.
  16. Буш В.В., Калугин В.В., Саар А.Н. Геодезические работы при строительстве сооружений башенного типа. М.: Недра, 1985. - 216 с.
  17. Ассане А.А. Геодезические методы анализа высотных и плановых деформаций инженерных сооружений и земной

- поверхности: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. – М.: МИГАиК, 2007. – 24 с.
18. Яндров И. А. Исследование и разработка координатного метода разбивочных работ в строительстве. Автореферат канд. техн. наук. МИГАиК, Москва 2009 24с.
  19. Ключин Е.Б., Заки Мохамед Зейдан Эль-Шейха, Власенко Е.П. Создание плановой разбивочной основы на монтажном горизонте при строительстве зданий повышенной этажности. Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. -№6, 2009.
  20. Современное высотное строительство. Монография. М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. 464 е., ил.
  21. Терранова Антонио. Небоскребы. М.: «АСТ», 2004. – 305 е., ил.
  22. Кирнарская, кандидат технических наук Ирина Борисовна Анализ и исследование точности инженерно-геодезических работ при возведении высотных каркасов тема диссертации и автореферата по ВАК 05.24.01
  23. Брикман Г.А. К исследованию перемещений верхней части высотных сооружений методом вертикального оптического проектирования / Научн. тр. 1-ой науч.-техн.конф.МИСИ. М., 1971.
  24. Брикман Г.А. Гусев М.А. Исследования динамического отклонения Останкинской телебашни под воздействием ветра / Тр. ЦВТМО. М., 1977.-Вып. 9.
  25. Дмитриев Л.П. Инженерно-геодезический контроль при строительстве высотных железобетонных сооружений // Промышленное строительство. 1971.- 1971. -№ 11.
  26. Ковхаев Г.А. Геодезическое обеспечение точности при возведении высотных зданий. М.: Стройиздат. 1986. - 96 с.
  27. Козак Ю. Конструкции высотных зданий. М.: Стройиздат, 1986 - 308 с.

28. Лобов М.И. Разработка и совершенствование технологии геодезических работ для обеспечения строительства и эксплуатации высотных сооружений башенного типа: Автореф.дисс. . докт.техн.наук. -М., 1989.
29. Лобов М.И.-, Соловей П.И. Влияние внешних факторов на крен высотного сооружения башенного типа // Вопросы геодезии. -М.: ВАГО АН СССР,1977.
30. Лукьянов В.Ф. Исследование и анализ погрешностей геодезических и монтажных работ при возведении высотных зданий из сборных элементов: Дисс. . канд.техн.наук. -М., 1969.
31. Полищук Ю. Расчет необходимой точности разбивочных работ по высоте по строительным допускам // Промышленное строительство и инженерные сооружения. 1971. - № 1.
32. Прудников Г.Г. Причины неточности исполнительной геодезической съемки // промышленное строительство. 1973. - № 1.73 .
33. Прудников Г.Г. О точности геодезических построений при возведении сборных высотных зданий: Дисс. . канд.техн.наук. М., 1973.
34. Раинкин В.Я. Влияние колебаний башенных сооружений на точность передачи высот // Геодезия и картография. 1981. - № 10.
35. Сундаков Я.М. Геодезические работы при возведении крупных промышленных сооружений и высотных зданий. М.: Недра, 1980. -320 с.
36. Чижевский Ю.Ф. О точности геодезических работ в высотном строительстве / Тр.НИИПГ. 1980. -Вып. 4.
37. Чмчян Т.Т. Опыт применения пространственных геодезических сетей при строительстве высотных крупнопанельных зданий // Инженерная геодезия. 1972. - № 10.

38. Плотников, Александр Николаевич, кандидат технических наук Исследование систематической части отклонений сборных конструкций зданий повышенной этажности тема диссертации и автореферата по ВАК 05.23.01
39. Єгоров О.І. Обґрунтування точності геодезичних робіт при будівництві і експлуатації споруд баштового типу на основі напружено-деформованого стану : Дис... канд. наук: 05.24.01 - 2001.  
2
40. Лукьянов В.Ф. Расчеты точности инженерно-геодезических работ. – М.: Недра, 1981. – 285 с.
41. Сытник В.С. Основы расчета и анализа точности геодезических измерений в строительстве. М.: Стройиздат, 1974
42. Руководство по производству геодезических работ в промышленном строительстве. – М.: Стройиздат, 1977.
43. Руководство по расчету точности геодезических работ в промышленном строительстве. -М.: Недра, 1979.
44. Г.А Ковхаев Геодезическое обеспечение точности при возведении высотных зданий. – М.: Стройиздат, 1986. – 96 с
45. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів, Київ 2010.
46. ДБН В.1.3.-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів в будівництві «Геодезичні роботи в будівництві», міністерство регіонального розвитку та будівництва України, Київ, 2010
47. Руководство по расчету точности геодезических работ в промышленном строительстве. -М.: Недра, 1979.
48. В.С. Мельников, И.Д. Корнишов новые горизонты технологии gsm rtk,, Геопрофи №3, 2010 – 29с.\
49. Шануров Г.А. повышение точности определения

- нормальных высот полученных на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем: – Изв. вузов. Геодезия и Аэрофотосъемка. – 2009. - № 4. – с, 30 – 36.
50. Власенко Е. П. Разработка методики создания разбивочной основы на монтажном горизонте высотных зданий. Автореферат канд.. тех.. наук. МИГАиК, Москва 2009 24с.
51. Крылов В.И., Ямбаев Х.К. о возможности использования спутниковых gnss/глонасс измерений для контроля вертикальности при возведении высотных сооружений: – Изв. вузов. Геодезия и Аэрофотосъемка. – 2009. - № 4. – с. 36 – 40.
52. Маркузе Ю.И. о преобразовании координат спутниковых и наземных геодезических сетей: – Изв. вузов. Геодезия и Аэрофотосъемка. – 2009. - № 4. –с. 40 – 44.
53. Гофманн-Велленгоф Б. Глобальна система визначення місцеположення. Теорія і практика / Б. Гофманн-Велленгоф, Г. Ліхтенеггер, Д. Коллінз; пер. З англ. третього вид. під ред.
54. Parkinson B.W. Global position System: Theory and Applications Volume I. – American Institute os Aeronautics and Astronautics / B.W. Parkinson. J.J.Jr. Spilker. – Washington: 1996. – р. 798. Volume II. – American Institute os Aeronautics and Astronautics. Washington. 1996. – р. 652
55. Генике, А.А. Глобальная спутниковая система определения местоположения GNSS и ее применение в геодезии [Текст] / А.А. Генике, Г.Г. Побединский. -М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1998. - 217 с.
56. Дементьев, В.Е. Современная геодезическая техника и ее применение [Текст] / В.Е. Дементьев. - М.: Академический проект, 2008. - С. 237-309
57. Антонович, К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Т. 2. [Текст] / К.М.

- Антонович. - М.: ФГУП «Картогеоцентр», 2006. - 360 с.
58. Антонович, К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Т. 1 [Текст] / К.М. Антонович - М.: ФГУП «Картогеоцентр», 2006. - 334 с.
59. Антонович Константин Михайлович Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии
60. Эль Дарса Аббуд Мохамед Рафик кандидат технических наук Разработка методов геодезического обеспечения строительства гидротехнических сооружений на основе спутниковых технологий тема диссертации и автореферата по ВАК 25.00.32,
61. Жуков Б.Н. Геодезический контроль инженерных объектов промышленных предприятий и гражданских комплексов / Б.Н. Жуков, А.П. Карпик. – Новосибирск: СГГА, 2006. – 118 с.
62. Серапинас Б. Б. Глобальные системы позиционирования: Учеб. Изд. – М.: ИКФ «Каталог», 2002. – 106с.
63. Ю.А. Соловьев Системы спугниковой навигации. - М.: Эко-Трендз, 2000 – 268с
64. Шестаков Н.В. К вопросу об оптимальном проектировании деформационных геодезических GNSS-сетей: – Изв. вузов. Геодезия и Аэрофотосъемка. – 2009. - № 5. – С. 11-21
65. Баран П.И. Геодезические работы при монтаже и эксплуатации оборудования. М Недра 1990, 234 с.
66. Schwarz, K. -P, and M.G. Sideris (1993). Heights and GNSS. GNSS World, February, Vol. 4, No.2, pp. 50-56. Innovation
67. Gross, P.A. A Review of GNSS go Held in Ottawa in September 1990 [Текст] / PA. Gross // Survey Review. - 1991. - Т. 31. - S. 239.
68. Р. В. Шульц, Ю.В. Медведський, GNSS- технології при створенні геодезичної основи на монтажному горизонті для потреб висотного будівництва друк. Містобудування та

- територіальне планування. – К.: КНУБА, 2009. – вип.. 35.
69. Р. В. Шульц, Ю.В. Медведський, Розробка і дослідження методики створення геодезичної основи на монтажному горизонті при висотному будівництві друк. Містобудування та територіальне планування. – К.: КНУБА, 2009. – вип.. 34 Р. Шульц
70. С. Войтенко, Р. В. Шульц, Ю.В. Медведський, Сучасні методи передачі координат пунктів просторової геодезичної мережі на монтажний горизонт друк. Будівництво Україна: Наук.-виробн. журнал – К., 2009 – Вип. №9-10
71. Р. В. Шульц М. Білоус, Ю.В. Медведський, Дослідження стабільності пунктів просторової геодезичної мережі друк. Інженерна геодезія: Наук.-техн. збірник - К., КНУБА, 2010. – Вип. 55.
72. Р. В. Шульц, Р. Дем'яненко, Ю.В. Медведський, Геодезичний контроль ліфтового устаткування в умовах висотного будівництва друк. Містобудування та територіальне планування. – К.: КНУБА, 2010. – вип.. 37.
73. Ю.В. Медведський, Дослідження стабільності пунктів інженерно-геодезичної мережі методом GNSS - спостережень друк. XV науково-технічний симпозиум "Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GNSS і GIS-технології" 13 - 18 вересня 2010 року, м. Алушта (Крим) : Збірник матеріалів / Львів : Львівське астрономо-геодезичне товариство, 2010
74. Р. Шульц, О. Кучеренко, Ю.В. Медведський, Розроблення проекту створення інженерно-геодезичної мережі за допомогою супутникових спостережень друк. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: збірн. наук. праць – Л., 2010. – Вип. II(20)
75. Ю.В. Медведський, Математична модель визначення

- переміщення висотної споруди на основі фільтрації за Калманом друк. Геодезія, архітектура та будівництво: Матеріали IV Міжнародної конференції молодих вчених GAC-2011. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011
76. Медведський Ю.В. Методика експериментальних досліджень точності побудови геодезичної основи на монтажному горизонті GNSS-методом друк. Інженерна геодезія: Наук.-техн. збірник - К., КНУБА, 2010. – Вип. 56.
77. О. Кузьмич, Є. Тарнопольський, Р. Шульц, Ю.В. Медведський, Попередній розрахунок точності визначення координат при позацентрових GNSS – вимірюваннях друк. Інженерна геодезія: Наук.-техн. збірник - К., КНУБА, 2011. – Вип. 57.
78. Шульц Р.В., Білоус М.В., Ковтун В.Я., Медведський Ю.В. Геодезичне забезпечення підземного будівництва супутниковими методами визначення місцеположення
79. <http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/index.html>
80. Непоклонов В.Б. Определение высот с использованием модели геоида. «Автоматизированные технологии изысканий и проектирования», 2007, №3(26), с. 56–60.
81. Constantin-Octavian Andrei "3D affine coordinate transformations" Master's of Science Thesis in Geodesy, School of Architecture and the Built Environment Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden March 2006, 63p.
82. Синякин, А.К. Анализ погрешностей GNSS-приемников в дифференциальном режиме [Текст] / А.К. Синякин, А.В. Кошелев // Вестник СГГА. - Вып. 2. - Новосибирск: СГГА, 1997. - С. 52-56.
83. Синякин, А.К. Проблемы метрологической аттестации GNSS-аппаратуры [Текст] / А.К. Синякин, А.В. Кошелев // Сб.

материалов III Междунар. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь-2007», т. 6. - Новосибирск: СГГА, 2007. - С. 130-132.

84. Синякин, А.К. Исследование влияния многопутности распространения сигнала на точность определения местоположения навигационным прибором GARMIN 12 XL [Текст] / А.К. Синякин, А.М. Ерошенко, А. А. Воронин // Вестник СГГА. - Вып. 6. - Новосибирск: СГГА, 2001 - С. 32-37.

85. Лесных, И.В. Исследование влияния многопутности на результаты GNSS- измерений [Текст] / И.В. Лесных, В.А. Середович, А.К. Синякин, А.В. Кошелев // Спутниковые системы связи и навигации. Т. 1. - Красноярск: КГТУ, 1997. - С. 120-124.

86.

1.

GISUT  
КНУСА  
2024