

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв**

**ОСОБЛИВОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕРИТОРІЇ МІСТ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної та заочної форми навчання освітнього рівня «магістр  
за спеціальністю 193 – Геодезія та землеустрій)*

**Харків**

**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**

**2020**

**Нестеренко С. Г.** Особливості геодезичного забезпечення території міст : конспект лекцій для студентів освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 193 – Геодезія та землеустрій) / С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 81 с.

Автори :

С. Г. Нестеренко,  
О. В. Афанасьєв

Рецензент

**Ю. Б. Радзінська**, кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 3 від 03.03.2019.*

Конспект лекцій складено з метою розкрити основні питання щодо особливостей геодезичного забезпечення території міст і може бути корисний для спеціалістів землевпорядників.

© С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв 2020

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ТЕМА 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДІВ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ.....	6
1.1 Загальні відомості про топографо-геодезичні роботи при вишукуванні території міст.....	6
1.2 Види геодезичних робіт для забезпечення процесу землеустрою.....	10
1.3 Стадії складання проектів із землеустрою.....	11
1.4 Методи і технологія топографо-геодезичних знімачів.....	13
1.5 Геодезичне забезпечення інвентаризації земель населених пунктів.....	18
ТЕМА 2 ОНОВЛЕННЯ ТА КОРЕГУВАННЯ ПЛАНІВ І КАРТ.....	25
2.1 Старіння планів і карт, періоди та способи їх оновлення.....	25
2.2 Організація і зміст роботи по корегуванню.....	29
2.3 Корегування планів із використанням твердих контурних точок як опори.....	33
2.4 Оформлення і контроль результатів корегування планів і карт для земельного кадастру.....	38
ТЕМА 3 СПОСОБИ ТА ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ УГІДЬ ТА ЗЕМЛЕКОРИСТУВАНЬ.....	40
3.1 Обчислення площі за результатами виміряних ліній та кутів на місцевості.....	40
3.2 Визначення площ графічним способом.....	43

ТЕМА 4 МЕТОДИ ТА СПОСОБИ ПРОЄКТУВАННЯ ПРИ ЗЕМЛЕУСТРОЇ.....	46
4.1 Вимоги до точності площ ділянок і розташування їх меж, до перпендикулярності і паралельності сторін, до точності визначення ухилів при проектуванні об'єктів сільського господарства.....	46
4.2 Способи і правила складання ескізних та технічних проєктів..	50
4.3 Проектування земельних ділянок.....	52
4.4 Врахування рельєфу при проектуванні об'єктів землеустрою..	58
ТЕМА 5 ПЕРЕНЕСЕННЯ ПРОЄКТІВ У НАТУРУ.....	60
5.1 Сутність і способи перенесення проєкту в природу.....	60
5.2 Організація робіт по перенесенню проєкту в природу.....	63
5.3 Окремі випадки і особливості перенесення проєкту в природу..	67
5.4 Геодезичні роботи при перенесенні в природу робочих протиерозійних ділянок лінійних об'єктів, осей інженерно-технічних протиерозійних споруд.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	80

## ВСТУП

В навчальному посібнику «Особливості геодезичного забезпечення території міст» розглянуто види геодезичних робіт, що використовуються в землевпорядкуванні. Детально розкрито питання оновлення і коригування планів та карт території міст. Наведено способи визначення площ земельних ділянок. В четвертому і п'ятому розділах розглянуті методи та способи проектування та перенесення розроблених вишукувальних проєктів на місцевість. Окремо виділено контрольні запитання і завдання та список літературних джерел стосовно змісту навчального посібника, що відповідає вимогам кредитно-модульної системи навчання у вузах.

Навчальний посібник складений у відповідності з навчальною програмою з курсу «Особливості геодезичного забезпечення території міст» для студентів спеціальності землеустрій та кадастр. Мета викладання цієї дисципліни полягає у розкритті основних питань з особливості геодезичного забезпечення території міст, розгляді видів геодезичних робіт, що використовуються в землевпорядкуванні. Разом з тим він може бути корисний спеціалістам землевпорядникам.

# ТЕМА 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДІВ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

## План

1. Загальні відомості про топографо-геодезичні роботи при вишукуваннях території міст.
2. Види геодезичних робіт для забезпечення процесу землеустрою.
3. Стадії складання проєктів із землеустрою.
4. Методи і технологія топографо-геодезичних знімачь.
5. Геодезичне забезпечення інвентаризації земель населених пунктів.

### **1.1 Загальні відомості про топографо-геодезичні роботи при вишукуваннях території міст**

Проведення топографо-геодезичних обстежень та вишукувань є однією із землевпорядних дій, що включаються до землеустрою.

Воно покликано забезпечити топографічною основою у вигляді карт і планів землевпорядні дії, а саме:

1. Утворення нових, а також впорядкування існуючих проєктів землеустрою з усуненням незручностей у розташуванні земель; уточнення та зміна меж землекористувань на основі схем районного розпланування.

2. Внутрішньогосподарська організація території КСП, фермерських господарств та інших сільськогосподарських господарств з введенням економічно обґрунтованих сівозмін і влаштування всіх інших сільськогосподарських угідь (сади, пасовища, сінокоси), а також розробка заходів по боротьбі з ерозією ґрунтів.

3. Виявлення нових земель для сільського господарства та іншого використання.

4. Відведення і вилучення земельних ділянок.
5. Встановлення і зміна меж міст та інших населених пунктів.
6. Проведення ґрунтових, геоботанічних та інших обстежень і вишукувань.
7. Проектування, розпланування і забудова сільських населених пунктів.
8. Ведення державного земельного кадастру.

Кожна з указаних дій вимагає точності, повноти й детальності топографічних карт і планів. Показниками якості слугують масштаб карти (плану) і висота перерізу рельєфу, а масштаб карти (плану) і площа, на якій виконуються топографо-геодезичні роботи, визначають види і методи проведення цих робіт.

Вимоги до точності проектування об'єктів залежать від масштабу планів і карт, які застосовуються при землеустрої. Так, для складання проєктів міжгосподарського землеустрою готують плани і карти в масштабі від 1:5 000 до 1:25 000. При великих роботах по міжгосподарському землеустрою (перебудова землекористувань у зонах великих водосховищ, каналів, іригаційних систем) інколи використовують карти масштабів 1:500 00 і 1:100 000.

Проведення внутрішньогосподарського землеустрою території (складання проєктів розпланування сільських населених пунктів, гідромеліоративні заходи гідротехнічні споруди, а саме: водозатримуючі й водовідводні вали, водозбірні споруди, ставки, терасування схилів) вимагає створення планової основи масштабом від 1:500 до 1:5 000.

Розглянемо зміст і використання картографо-геодезичних матеріалів у кадастрових роботах більш детально.

Для проведення робіт з кадастру необхідні високої якості картографо-геодезичні матеріали, які давали б можливість достатньо повно й детально відобразити кадастрову ситуацію. Для цієї мети необхідні заданого масштабу

кадастрові карти і плани, каталоги координат та інші матеріали, які задовольнили б відповідну точність визначення елементів та характеристик кадастрових об'єктів. Наявність великої кількості територіальних одиниць з високою ціною земельних ділянок і густотою забудови зумовлює підвищені вимоги до точності відображення меж земельних ділянок, визначення їх площ, елементів і характеристик будівель та споруд.

Картографо-геодезичні матеріали кадастру включають кадастрові карти і плани, схеми, креслення та набір текстових документів у вигляді таблиць, списків, реєстрів тощо. Зміст картографо-геодезичних матеріалів визначається сукупністю елементів кадастрових планів, креслень, схем, які є відображенням властивостей кадастрових об'єктів чи явищ міського середовища.

Картографо-геодезичні матеріали кадастру використовують при виконанні таких завдань:

- прийняття управлінських рішень на рівні міських органів влади і комунальних служб;
- виконання графо-аналітичних розрахунків для складання проєктів міського цивільного і промислового будівництва;
- виконання проєктних розробок обґрунтувань, удосконалення технічних рішень розвитку й реконструкцій вулично-дорожньої та інженерно-технічної мережі;
- визначення об'ємів робіт, зокрема земельних, при будівництві й реконструкції об'єктів міського господарства;
- встановлення і визначення положення меж адміністративно-територіальних одиниць, землеволодінь і землекористувань, меж населених пунктів тощо;
- визначення площ кадастрових земельних ділянок та інших структурно-облікових одиниць;



– складання графічних додатків до правових та управлінських документів;

– планування природоохоронних і санітарно-гігієнічних заходів тощо.

Планово-картографічні матеріали кадастру є просторовим базисом, який забезпечує планово-висотний зв'язок даних про об'єкти і явища середовища у відповідних системах координат і висот на всіх рівнях представлення. Зміст кадастрової інформації відображається на планах або в базах даних електронних засобів, масштаби яких встановлюються залежно від співвідношення елементів ситуації, рівня представлення даних кадастру і необхідної точності визначень. На кадастрових планах інформація зображується умовними знаками, в електронних засобах – відповідними кодами і графічними засобами.

Збір та систематизація кадастрової інформації здійснюється за об'єктовим принципом. Дані об'єктового рівня реєструються в процесі кадастрового знімання в масштабі, що забезпечує наступне створення кадастрових планів усіх масштабів і рівнів. Згідно з нормативними документами кадастрове знімання міст здійснюється в масштабі 1:500 – 1:1 000, сільських населених пунктів – у масштабі 1:2 000. Кадастрові плани створюються на всі об'єкти міського господарства. Обліковими кадастровими одиницями є: кадастрова ділянка, відрізок вулиці, перехрестя вулиць, площа тощо. На цих планах в умовних знаках показують межі міста, адміністративно-територіальних одиниць і їх коди, елементи і параметри кадастрових об'єктів (землі, будівлі, споруди, інженерні комунікації).

Кількість елементів і характеристик об'єктів, які показують на кадастрових планах, різні, залежно від виду і призначення об'єкта.

Так, кадастрові плани міських земель у масштабі 1:5 000 створюють тільки по угіддях, для інженерних мереж – роздільно для кожного виду інженерних комунікацій (водовід, каналізація, електропостачання, зв'язок тощо). Кадастрові плани будівель і споруд створюють у масштабах 1:100,

1:200 (інвентаризація, поверхові плани), на яких показують розміри і внутрішнє розпланування квартир і будинків, матеріали стін, положення сантехнічних вузлів, інвентарний номер, площу (загальну, житлову) тощо.

Найнасиченіші кадастрові плани інженерних комунікацій масштабу 1:500. Крім обов'язкових елементів межі адміністративно-територіальних одиниць, облікових одиниць та їх кодів на планах вказують інформацію про назви вулиць, елементи гідрографії, залізниці, автодороги, будівлі та споруди. Показують також усі спеціальні характеристики комунікацій: призначення споруди, матеріал виготовлення, витрати, елементи, їх планове і висотне положення, розміри, коди (номери), перетинання з іншими комунікація тощо.

Кадастрові плани масштабів 1:1 000 – 1:2 000 використовуються як базове знімання в міських і сільських населених пунктах. У цьому масштабі здійснюють знімання кварталів забудови, будівель і споруд, ділянок вулиць і доріг, інженерних комунікацій, зелених насаджень, рекреаційно-екологічних зон тощо. На кадастрових планах цього масштабу обов'язково показують межі територіально-адміністративних одиниць та облікових кадастрових ділянок, перехрестя, площі, ділянки вулиць, елементи гідрографії, автомобільних доріг і залізниць, а також спеціальні характеристики об'єктів і явищ міського середовища, тип і використання будівель та споруд, тип володіння тощо.

## **1.2 Види геодезичних робіт для забезпечення процесу землеустрою**

До того, як проєкт починає складатися, в процесі його складання і на заключній стадії виконують нижчевказані геодезичні роботи.

1. Побудова геодезичного знімального обґрунтування у вигляді типових схем трикутників, полігонометричних, теодолітних, тахеометричних, мензульних і нівелірних ходів, засічок із щільністю і

точністю в залежності від прийнятого масштабу знімання та висоти перерізу рельєфу.

2. Зйомки: аерофототопографічні (контурні, комбіновані, стереотопографічні) фототеодолітні, мензульні (топографічні – зі зйомкою рельєфа, контурні), теодолітні, тахеометричні, нівелювання поверхні, кадастрові зйомки.

3. Оновлення планів і карт – складання їх за результатами нової аерофотозйомки з використанням існуючих матеріалів геодезичного обґрунтування і старих зйомок.

4. Корегування планів – це зйомка і нанесення на існуючий план або карту об'єктів і контурів, які з'явилися, і видалення з плану об'єктів і контурів, які зникли.

Перераховані 4 види геодезичних робіт проводять за відсутності якісних планів і карт на територію землекористувань, де виконується землеустрій.

5. Складання і оформлення планів і карт на основі виконаних зйомок.

6. Визначення площ землекористувань і угідь зі складанням експлікації.

7. Складання проєктних планів-копій із планів і карт.

8. Попереднє (ескізне) проєктування об'єктів.

9. Технічне проєктування об'єктів.

10. Підготовка до перенесення проєкту в природу.

11. Перенесення проєкту в природу (на місцевість).

12. Виконавчі зйомки.

### **1.3 Стадії складання проєктів із землеустрою**

Складання проєкту, а потім його перенесення в природу є процесом протилежним зніманню і складанню плану. Якщо при зйомці виконують

вимірювання на місцевості для подальшого зображення на папері (плані) межі землекористувань, ділянок, угідь, доріг, річок, каналів, лісосмуг тощо, то при складанні проєкту спочатку на плані показують проєктні межі полів, ділянок, доріг, каналів та ін., після чого розташування цих об'єктів визначають на місцевості шляхом відповідних вимірювань при перенесенні проєкту в натуру.

Для складання проєкту використовують план (карту) з експлікаціями (площ) по землекористуваннях і угіддях, кальки контурів, матеріали агрогосподарських, ґрунтових, геоботанічних, агролісомеліоративних та інших досліджень.

Проєкт землеустрою складають відповідно до завдання, яке містить основні показники перспективного плану розвитку з урахуванням економічних і природних умов.

Взявши за основу вказані вище матеріали і побажання землекористувачів, на плані (карті) або копії з нього складають графічний проєкт, де вказують розташування складових частин елементів організації території. В багатьох випадках найбільш правильне проєктне рішення знаходиться в результаті складання і економічного аналізу кількох варіантів проєкту.

Перші проєктні рішення, роблять наближеними, по можливості, простими технічними засобами і прийомами. Щоб швидше графічно оформити проєкти землеустрою їх розробляють в дві стадії:

1. Складання попереднього, або ескізного, проєкту.
2. Складання кінцевого, або технічного, проєкту.

За ескізним проєктом, в якому дається економічне обґрунтування розміщення всіх основних елементів організації території, вирішується питання про способи і прийоми кінцевого (технічного) проєктування тих чи інших об'єктів та проведення необхідних польових робіт для складання технічного проєкту і перенесення його на місцевість.

В технічному проєкті забезпечується необхідна точність розташування проєктованих об'єктів та їх площ.

Після складання проєкту і його юридичного оформлення виконують підготовчі роботи для перенесення проєкту в натуру, а потім і саме перенесення в натуру всіх точок, кутів, ліній, площ запроєктованих об'єктів.

Після перенесення проєкту в натуру або в період перенесення інколи виконують виконавчу зйомку побудованих або тих, що знаходяться в стадії зведення, об'єктів із метою геодезичного контролю за процесом перенесення проєкту в натуру (їх відхиленням тощо).

У період зведення будівництва споруд (каналів, гребель тощо) і в процесі їх експлуатації за допомогою геодезичних вимірів виконують спостереження за деформаціями і осіданнями споруд, щоб запобігти руйнуванню.

Матеріали землеустрою – відкореговані плани землекористувань, проєкти, експлікації та ін. – використовуються потім для земельного кадастру.

Проєкти землеустрою, як правило, складають на фотопланах або їх репродукціях (світлокопіях), а також на штрихових планах (без фотозображення) або на копіях із них, які виготовляються фотомеханічним способом.

В деяких випадках проєктні плани являють собою копії з планів і карт, отриманих графічним (копіювання на просвіт, на прокол, на продавлювання), а також графомеханічним (копіювання за допомогою пантографа) способами та за допомогою пропорційного циркуля.

#### **1.4 Методи і технологія топографо-геодезичних зніманих**

Збірні плани і карти складаються в масштабах 1:25, 1:50 000, інколи 1:100 000 на значну територію одного або кількох землекористувань на

основі окремих суміжних землепорядних, лісогосподарських, шляхових та інших планів з різним орієнтуванням і різними масштабами з метою їх використання для:

- освоєння проєктів внутрішнього господарського і міжгосподарського землеустрою;
- кількісного та якісного обліку земель сільськогосподарських підприємств, сільських рад;
- ґрунтово-геоботанічних, меліоративних, агроекономічних, дорожніх та інших обстежень;
- виконання завдань адміністративного і господарського управління і планування сільського господарства.

При встановленні геодезичної якості суміжних планів порівнюють загальні кути і лінії по відомостях обчислень, вимірюванням їх безпосередньо на планах або обчислення їх за координатами ідентичних точок.

Побудова збірних планів і карт передбачає:

- створення планової опорної геодезичної мережі;
- перенесення зображення ситуації та рельєфу, яке виконується фотомеханічним, графічним, графомеханічним способами.

Створення планової опорної геодезичної мережі виконується графічним, графоаналітичним, аналітичним способами. Розглянемо кожен із них детальніше.

Графічний спосіб створення планової опори мереж.

Спочатку складають загальну схему меж (границь) окремих планів, на якій відмічають (намічають) по 3–5 загальних вузлових точок для кожного плану з таким розрахунком, щоб діагональні лінії, проведені між цими точками, створили трикутники і чотирикутники з кутами між лініями, не менше  $40^\circ$  і не більше  $140^\circ$  (рис. 1.1).

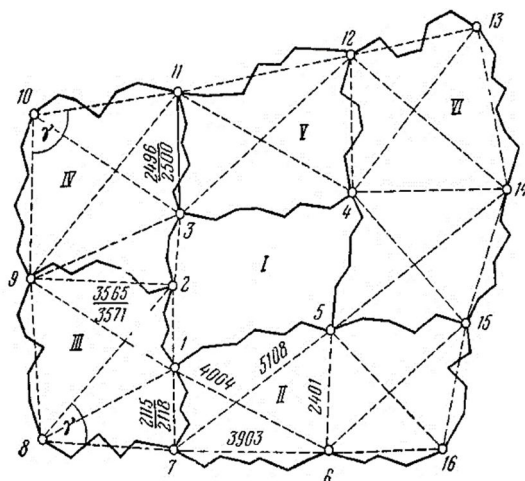


Рисунок 1.1 – Схема графічного способу створення планової опорної геодезичної мережі

Потім діагональні лінії вимірюють на планах штангель-циркулем або вивіреною міліметровою лінійкою, при цьому для загальних ліній (11–3, 3–2, 2–1, 1–7 і т.д.) вимірювання роблять два рази і виводять середнє значення, результати записують на схему.

Побудову опорної мережі починають із координатної сітки і нанесення точок (1, 2, 3, 4, 5) центрального плану (I) по координатах.

Якщо обчислених значень координат ці точки не мають, то побудова їх виконується за графічними координатами цих точок або по діагональних лініях, виміряних між цими точками. На основі цих точок (1, 2, 3, 4, 5) методом лінійних засічок не менше ніж по трьох діагоналях знаходять положення інших точок.

Сторони трикутників похибок при цьому не повинні перевищувати 1 мм на збірному плані, за кінцеве положення точки приймається центр тяжіння отриманого трикутника похибок.

*Графоаналітичний спосіб.* Якщо вузлові точки планів (рис. 1.1) мають обчислені значення координат, то довжини діагоналей розраховуються за їх

координатами і використовуються для графічної побудови опорної мережі методом лінійних засічок, як вказано раніше.

Аналітичний спосіб створення планової опорної мережі.

При аналітичному способі обчислені за координатами діагональні лінії, які створюють трикутники, дають можливість будувати опорну геодезичну мережу методом лінійної триангуляції (трилатерації). Цей метод описаний у підручниках із курсу «Геодезія», і ми його розглядати не будемо.

Якщо окремі плани, по яких складають збірний план, мають теодолітні ходи по периметру цих планів, то побудова опорної мережі полягає в переобчисленні координат точок полігонів і зведенні даних в одну систему. Для цього:

1. Роблять схематичне креслення, на якому намічають нові полігони, які складаються з діагональних ліній між вузловими точками (рис. 1.2, полігони

I і II).

2. За координатами вузлових точок обчислюють довжини діагональних ліній і їх дирекційні кути, при цьому з урахуванням суміжних ліній отримують по два значення цих величин. Наприклад, для діагональної лінії 2–9 її довжину і  $\alpha_{2-9}$  (дирекційний кут) обчислюють за координатами точок 2 і 9 полігонів 1 і 2. Для лінії 9–6 є полігони 3 і 4. Якщо відносні похибки між двома значеннями однієї і тієї ж діагональної лінії не перевищують 1:700 від її довжини, то вважають, що геодезичні дані по полігонах якісні й придатні для створення опорної мережі.

3. По обчислених дирекційних кутах діагональних ліній і по дирекційних кутах ліній полігонів обчислюють внутрішні кути нових полігонів I і II. Наприклад:

кут  $\beta_1$  обчислюють як різницю  $\alpha_{1-8}$  і  $\alpha_{1-2}$ ;

кут  $\beta_{2,1}$  обчислюють як різницю  $\alpha_{2-1}$  і  $\alpha_{2-9}$  полігона 1;

кут  $\beta_{2,2}$  обчислюють як різницю  $\alpha_{2-9}$  і  $\alpha_{2-3}$  полігона 2;



кут  $\beta_{9,1}$  обчислюють як різницю дирекційних кутів лінії 9–2 і суміжної лінії полігонів 1 і 4;

кут  $\beta_{9,4}$  є різницею дирекційних кутів цієї лінії і діагональної лінії 9–6 полігона 4 і т.д.

Кут при точці 9 в новому полігоні I визначається як сума кутів  $\beta_{9,1}$  і  $\beta_{9,4}$ .

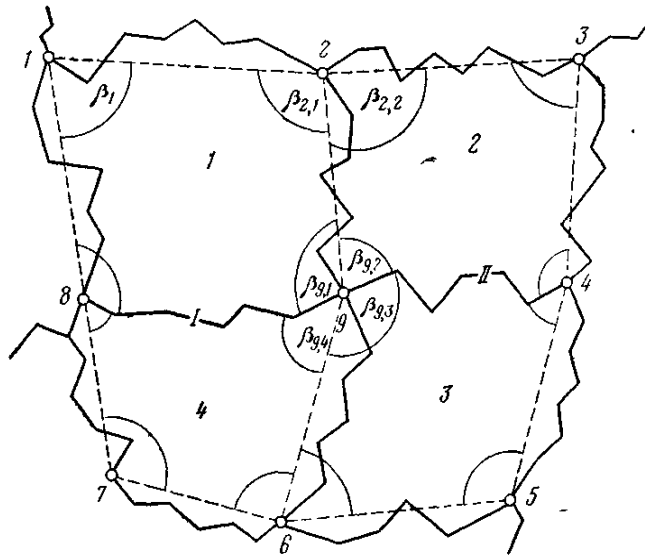


Рисунок 1.2 – Схема аналітичного способу створення планової опорної геодезичної мережі

4. Урівноважують нові полігони (I і II) сумісно, наприклад способом Попова, способом порівняння нев'язок, при цьому за вихідні дані беруть дирекційний кут однієї з діагональних ліній і координати однієї з вузлових точок.

Допустимість кутових і лінійних нев'язок у нових полігонах визначають за формулами, які використовуються для знаходження теодолітних полігонів (якщо внутрішні кути обчислюють по дирекційних кутах діагональних ліній одного і того ж полігону, то кутової нев'язки в такому полігоні не буде).

Цей спосіб дозволяє велику кількість суміжних полігонів у різних системах координат перетворити в невелику кількість полігонів і отримати координати вузлових точок в одній системі і вже за цими координатах скласти збірний план.

Решта точок полігонів може бути нанесена на збірний план шляхом копіювання різними графічними способами (копіювання на просвіт, на проколювання, на продавлювання) або за старими координатами з попередньою побудовою на збірному плані старої координатної сітки відносно вузлових точок.

### **1.5 Геодезичне забезпечення інвентаризації земель населених пунктів**

Інвентаризація даних про земельні ділянки є складовою частиною робіт зі створення земельного кадастру. Інвентаризація земель – це одноразовий земельно-обліковий захід, у процесі якого одержують дані про правовий статус земель, їх просторове положення та економічний стан. Базовою одиницею при цьому є окрема ділянка, яка характеризується певним місцем розташування та має чітко визначений господарський та правовий статус.

Результати інвентаризаційних зйомок є вихідними даними для обліку і систематизації даних, необхідних для впровадження інформації про правове, господарське, економічне положення кадастрових об'єктів на даній території.

Інвентаризації підлягають як земельні ділянки, так і всі інженерні об'єкти, розташовані на даній території.

Інвентаризацію земель проводять геодезичними методами, які включають координування зовнішніх меж населених пунктів, кутів повороту, меж окремих ділянок, визначення площ цих ділянок, визначення площ цих ділянок і угідь.

Використовуються наземні та дистанційні методи, зокрема аерофотозйомка. У проєкті робіт здійснюється попередній розрахунок точності геодезичних вимірювань, особливо, у планово-висотній мережі, з метою забезпечення однозначного й точного визначення координат межових знаків.

Для забезпечення необхідної точності відображення прийнятої облікової одиниці площі, яка має бути в містах республіканського і обласного підпорядкування –  $1 \text{ м}^2$  (0,000 1 га); у містах районного підпорядкування і селищах –  $15 \text{ м}^2$  (0,001 5 га); у селах –  $100 \text{ м}^2$  (0,010 га), похибка у визначенні координат точок знімального обґрунтування і межових знаків відносно найближчих пунктів державної геодезичної мережі не повинна перевищувати:

- у містах обласного підпорядкування – 10 см;
- у містах районного підпорядкування і селищах – 20 см;
- у селах – 40 см.

Помилка взаємного положення суміжних точок меж не повинна перевищувати 0,1 мм у масштабі плану.

Рекомендуються такі масштаби створення земельно-кадастрових планів:

- у містах республіканського і обласного підпорядкування не дрібніше 1:500;
- у містах районного підпорядкування і селищах – не дрібніше 1:1 000;
- в селах – 1:2 000.

Відносна похибка у визначенні площі не повинна перевищувати 1/1 000.

Роботи для інвентаризації земельних ділянок включають такі етапи: підготовчий, польовий, камеральний.

У процесі підготовчого етапу вивчають завдання на виконання робіт; утворюють список землекористувачів і землевласників, для яких використовують інвентаризаційні роботи.

У землевласників і землекористувачів збирають та вивчають такі вихідні матеріали:

- документи на володіння землею (копії відводів, рішення місцевих органів влади про виділення земельної ділянки, акти на володіння землею);
- поштову та юридичну адресу, належність до міністерства чи відомства;
- виписку зі статуту підприємства про профіль виробництва;
- відомості про суміжних землекористувачів (назва, власник тощо);
- відомості про сторонніх землекористувачів і їх правовий статус;
- відомості про закріплення меж землекористувань (огорожа, будівлі, межові знаки);
- наявність і межі охоронних зон;
- матеріали попередніх інвентаризацій.

У службах населеного пункту вивчають такі матеріали й одержують копії:

- книгу реєстрації землеволодінь і землекористувань;
- матеріали відводів та попередніх інвентаризацій;
- успіх наявних планів населеного пункту в масштабах 1:500 – 1:10 000 на ділянки інвентаризацій;
- дані про опорну геодезичну мережу (схеми мережі, витяги з каталогів координат і карток закладки пунктів, матеріали аерофотозйомок).

В результаті підготовчого етапу визначаються об'єми робіт, схеми мереж згущення опорної мережі, технологія та організація польових вимірювань.

Польові роботи розпочинають із натуральних обслідувань меж із сусідніми землевласниками чи землекористувачами на місцевості. З цією

метою виконавець робіт разом із замовником та представниками суміжних землекористувачів чи землеволодінь проводить узгодження і встановлення в натурі межі. В процесі цих робіт:

- встановлюють на місцевості межі і кути їх повороту;
- визначають характер закріплення меж (огорожа, стіна будівлі тощо);
- узгоджують місця закладки межових знаків;
- ведуть абрис, в якому вказують номери кутів повороту меж, проводять опис меж та сусідніх землеволодінь чи землекористувачів.

При встановленні на місцевості меж між сусідніми землекористувачами можуть виникати розбіжності. Невирішені претензії фіксуються в протоколі розбіжностей, які підписує виконавець робіт та представники зацікавлених сторін.

Встановлення меж у цьому випадку виконується по фактичному їх положенню. Все це вказується в акті встановлення та узгодження меж. За результатами робіт по встановленню та узгодженню меж складається акт. Результати обстеження меж, зібрані матеріали про геодезичну мережу, копії планів на ділянки інвентаризації є вихідними для проектування мереж згущення опорної геодезичної основи.

По закінченні польових вимірювань подаються такі матеріали:

- схеми опорної геодезичної мережі та вимірювань координування межових точок;
- журнали кутових та лінійних вимірювань;
- абриси меж землеволодінь (землекористувачів) і розташування окремих угідь;
- акти встановлення та погодження меж;
- картки закладки опорних та межових знаків і акти здачі цих пунктів на нагляд за їх схоронністю.

В камеральних умовах за результатами польових вимірювань обчислюють координати і висоти пунктів опорної геодезичної мережі.

Використовуючи одержані дані як вихідні, вираховують координати межових пунктів. Обчислення координат пунктів геодезичної основ і межових точок виконується в системі координат населеного пункту, яка повинна мати зв'язок із загальнодержавною системою координат.

За координатами точок поворотів меж із розв'язків обернених геодезичних задач визначають дирекційні кути (румби) і довжини сторін та периметр. Одержані величини є вихідними даними для складання плану зовнішніх меж. На плані показують планове положення меж земельної ділянки. Дирекційні кути сторін та їх довжини подаються на плані окремою таблицею. До плану додають опис меж.

Кадастровий план землеволодінь і землекористувань населеного пункту складається після завершення всіх робіт з інвентаризації земель. На плані, який складається в масштабі 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000, залежно від площі населеного пункту і наявності топографічних матеріалів вказують всі земельні ділянки з відповідними номерами (кодами), які формуються відповідними управліннями. По завершенні всіх робіт з інвентаризації земель складається технічний звіт.

Картографо-геодезичні матеріали, що використовуються для створення систем кадастрів, повинні відповідати певним вимогам, основними з яких є точність, достовірність інформації, зручність і наочність сприйняття, доступність. Точність, достовірність і насиченість інформацією визначають масштабом і предметною специфікою кадастрових планів; зручність і наочність – системою умовних знаків і наповнюваністю інформацією про елементи і характеристики кадастрових об'єктів; наочність та зручність сприйняття залежать від насиченості деталями й елементами, можливості і легкості читання кадастрових планів та інших графічних документів.

Одним із найважливіших параметрів кадастрової інформації є точність матеріалів і документів кадастру, яка залежить від середніх квадратичних

помилки при кадастрових зніманнях, від помилок, які допускаються під час обробки результатів польових вимірювань чи дигіталізації існуючих топографічних планів і карт або при обробці аерофотознімків. Для кадастрових документів (відомостей координат і висот межових точок, відомостей площ кадастрових ділянок тощо) важливим параметром є середні квадратичні помилки поданих величин. Масштаб картографо-геодезичних матеріалів визначає не тільки точність, а й наочність кадастрової інформації, а також трудомісткість, тривалість і вартість робіт із кадастрового знімання. Вибір масштабу знімальних робіт визначається необхідністю картографічного забезпечення кадастрових робіт у певному населеному пункті, цінністю кадастрових об'єктів, насиченістю території інженерно-технологічною та промисловою інфраструктурою, площею його території, станом топографо-геодезичного забезпечення тощо.

Отже, вибір масштабу топографо-геодезичних матеріалів залежить від багатьох факторів і рівня подання кадастрової інформації. Оскільки масштаб, перед усім, визначає точність представлення основного (базового) рівня інформації, то виникає питання про так званий базовий масштаб кадастрових знімків і вихідних топографічних матеріалів.

Базовий масштаб кадастрового знімання – це співвідношення зображуваних на планах елементів з їх розмірами в натурі, що визначає всю сукупність робіт по збору і обробці кадастрових даних для їх відображення в графічному чи електронному вигляді й забезпечує збір, систематизацію і обробку кадастрової інформації в будь-якому масштабі.

Основними вихідними матеріалами для складання кадастрових планів є топографічні карти й плани відповідних масштабів, а також матеріали аерофотозйомок. Базовим масштабом топографічних знімків є масштаб 1:500, оскільки в процесі знімання можна одержати точні і повні дані для складання топопланів усього масштабного ряду. Сучасна технологія створення кадастрових планів передбачає використання одних і тих же

вихідних матеріалів, зокрема аерофотознімків, для створення як топографічних, так і кадастрових планів, але з відповідною специфічною для кожного плану інформацією.

Отже, як із принципової (основоположної) точки зору, так і з технологічного погляду базовим масштабом кадастрового знімання в населених пунктах можна прийняти масштаб 1:500.

Однак, при певних видах детальних кадастрових робіт даний масштаб не забезпечує необхідної точності. Так, поверхові плани житлового фонду складають у масштабах 1:100, 1:200 у зв'язку з необхідністю детального відображення елементів будинків і квартир.

При визначенні площ цінних земельних ділянок у населених пунктах точність цього масштабу також не задовольняє вимог грошової оцінки землі.

Отже, базовий масштаб кадастрових знімань, орієнтований тільки на створення планово-картографічних матеріалів кадастру, не може служити інтегральним критерієм точності збору кадастрових даних, як це прийнято в топографії. Це зумовлює необхідність при обґрунтуванні вибору масштабу кадастрових знімань врахування інших спеціальних вимог, наприклад, точності визначення площ і встановлення положення межових точок земельних ділянок тощо.

Точність кадастрових планів характеризує похибки відображення геометричних параметрів і об'єктів, їх взаємного положення. Показник точності кадастрових планів має важливе значення, тому що висновок про можливість використання вихідних матеріалів (наприклад, топографічних планів, геологічних карт тощо) робиться саме за цим показником. В деяких випадках критерій точності може бути єдиним і достатнім показником можливості і технологічності створення кадастрових планів.



## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Дайте визначення поняттю топографо-геодезичних робіт при вишукуваннях території міст.
2. Перерахуйте види геодезичних робіт, які застосовують для забезпечення процесу землеустрою.
3. Зазначте основні стадії складання проєктів із землеустрою.
4. Вкажіть методи і технології топографо-геодезичних знімальних робіт на території міст.
5. Які знімальні роботи застосовують для інвентаризації земель населених пунктів?

## ТЕМА 2 ОНОВЛЕННЯ ТА КОРЕГУВАННЯ ПЛАНІВ І КАРТ

### План

1. Старіння планів і карт, періоди та способи їх оновлення.
2. Організація і зміст роботи по корегуванню.
3. Корегування планів із використанням твердих контурних точок як опори.
4. Оформлення і контроль результатів корегування планів і карт для земельного кадастру.

### 2.1 Старіння планів і карт, періоди та способи їх оновлення

Плани і карти відображають ситуацію на місцевості, яка відповідає часу проведення зйомок.

Причини старіння планів і карт:

- безперервна зміна земної поверхні (діяльність людини, природи);
- підвищення вимог до точності, детальності, повноти, змісту й оформленню карт (планів).

Наприклад, на території сільськогосподарського підприємства можуть проходити такі зміни:

- в розмірах і конфігураціях землекористувань та угідь у зв'язку з відведенням, вилученням земель;
- зміни в якісному стані угідь у зв'язку з проведенням меліоративних, агротехнічних та інших заходів ;
- у складі категорії земель і категорії землекористувачів;
- у зміні території через зміни адміністративних меж; Швидке старіння планів та карт, які використовуються в землевпорядкуванні, викликає необхідність їх систематичного оновлення.

Оновлення – це складання нових планів на основі нових зйомок із використанням існуючих планів та їх геодезичного обґрунтування.

Швидке старіння планів (карт) змушує органи землеустрою проводити заходи в більш короткі терміни (3–5 років). Від цього залежить також і сучасне проектування (землевпорядне), коли до оновлення ще багато часу. Тому спеціалістами підрозділів земпроекту виконується корегування панів і карт.

Ступінь старіння сільськогосподарських планів і карт визначають головним чином з точки зору вартості виконання робіт по корегуванню та оновленню планів і карт. До того ж вартість робіт буде залежати від:

- ступеня старіння плану (карти);
- способу оновлення або корегування (наземний або аерофотознімання);
- виду плану, що корегується (штриховий план або фотоплан);
- категорії складності місцевості, яка підлягає оновленню.

Об'єм польових робіт визначається довжиною контурів, які знімаються, довжиною зйомочних ходів. Тому основним показником старіння планів (карт) є відношення  $l$  суми довжин контурів, що знімаються, і нанесених на план, до суми довжин всіх контурів на момент зйомки  $L$ , % згідно із формулою:

$$\lambda = \frac{l}{L} \cdot 100 .$$

Цей показник найбільш ефективно й відображає фактичний об'єм виконаної роботи. Але цей показник нерідко вимагає виконання картометричної роботи, тому для визначення обсягу робіт із корегування користуються показником, який показує відношення площі контурів, які змінилися,  $p$  до площі всіх контурів  $P$ , зображених на плані, і який дає можливість перевести його в показник  $\lambda$ , % який визначається за формулою:

$$\lambda = 100 \cdot \sqrt{\frac{p}{P}} .$$

Ця залежність між показниками старіння дозволяє застосовувати їх у різних випадках при наявності різноманітної інформації про зміну контурів і площ землекористувань і угідь.

Проведені дослідження засвідчили, що найбільший відсоток старіння стосується районів із великою кількістю контурів, із великим об'ємом робіт із меліорації земель і до моменту оновлення планів (8–15 років) досягає 30–80 %.

Показники старіння планів (карт), які обчислені за вище зазначеними формулами, а також вартість робіт по корегуванню і оновленню планів дозволили встановити таке:

– якщо оновлення планів буде виконуватися новою зйомкою тільки наземними методами, то корегування доцільно проводити при змінах у ситуації до 50 % – для I і II категорії складності і до; 40 % – для III категорії складності;

– якщо оновлення планів буде виконуватися методом аерофотозйомки з використанням матеріалів прив'язки аерознімків попередніх років, то корегування вигідне для планів місцевості I категорії складності при змінах у ситуації до 30 %, II категорії – до 20 % і III категорії – до 10 %.

В залежності від характеру та інтенсивності змін на місцевості, призначення і масштабу оновлюваних планів, а також від стану обліку змін здійснюється безперервне або періодичне оновлення топографічних планів. На ділянках, де результати господарської діяльності рельєф і контури місцевості змінилися більш ніж на 35 %, виправлення оригіналу плану стає економічно недоцільним і топографічне знімання виконують заново.

Оновлення можна виконувати:

– камеральним виправленням змісту плану за матеріалами знімань заново збудованих об'єктів, за матеріалами польового обстеження і матеріалами аерофотознімання;

– виправленням у полі наземними методами топографічного знімання.

Основним способом оновлення планів масштабів 1:5 000, 1:2 000 є камеральне виправлення їх змісту за аерофотознімками з наступним польовим обстеженням.

Оновлення планів методами мензульного і тахеометричного знімань здійснюють тоді, коли аерофотознімальні роботи виконувати недоцільно.

Оновлення топографічних планів проводять згідно з технічним проектом польових і камеральних робіт, що розроблений на основі збору і

систематизації аерофотознімальних, геодезичних і топографічних матеріалів, аналізу кількості і характеру змін, що відбулись на місцевості. Залежно від складності рельєфу, кількості і характеру змін місцевості використовують такі способи оновлення топографічних планів за матеріалами аерофотознімання:

- оновлення на основі нового фотоплану;
- виправлення копії оригіналу плану на прозорому пластику за аерофотознімками;
- виправлення копії оригіналу плану на стереофотограмметричних приладах.

Полюове обстеження камерально виправлених планів виконують з метою доповнення їх змісту необхідними кількісними і якісними характеристиками, власними назвами, а також об'єктами місцевості, що не відобразилися на фотознімках.

## **2.2 Організація і зміст роботи по корегуванню**

Корегування планів і карт – це зйомка нових контурів ситуації, які з'явилися, нанесення результатів зйомки на існуючі плани (карти) і видалення з плану контурів, які зникли.

Вартість корегування буде залежати від:

- 1) ступеня старіння плану (карти);
- 2) способу корегування – наземним способом або за допомогою аерофотозйомки;
- 3) виду корегованого плану, складеного наземною зйомкою або аерофотозйомкою (штриховий план або фото план);
- 4) категорії складності місцевості, яка підлягає зйомці.

Корегування є самостійним видом геодезичних робіт, які виконуються для внесення змін у ситуацію на плані, які виникли після зйомки, із збереженням точності, якою характеризується корегований план.

Порядок корегування такий:

1. Підготовчі камеральні роботи.
2. Рекогностування місцевості, або польове дешифрування контурів на аерофотознімках.
3. Видалення з плану контурів, які зникли.
4. Побудова зйомочного обґрунтування там, де це необхідно, для зйомки контурів, які з'явилися.
5. Зйомка контурів, які з'явилися.
6. Нанесення результатів зйомки на план.
7. Контроль і оформлення матеріалів корегування (це ви викреслення плану та кальок, складання пояснюючої записки або технічного звіту).
8. Підготовка і здача документів, схем, довідок, польових журналів, таблиць та ін. технічної документації.

Розглянемо більш детально порядок корегування карт і планів.

В підготовчий камеральний період виконується підбір і підготовка планів (карт), які вимагають корегування, та інших документів і матеріалів.

Якщо для території, де буде проводитись корегування, наявні нові аерофотознімки, то план, що корегується порівнюють з аерофотознімками для виявлення змін у ситуації, попередньо олівцем наносять на план контури, які з'явилися, і закреслюють зниклі. Кінцеве внесення змін у корегований план виконується після польових робіт.

При рекогностуванні (огляді) місцевості, яка полягає в уважному порівнянні корегованого плану (або копії з нього) з місцевістю, виконують таке:

- а) виправлення на плані назв угідь, які змінилися;
- б) виявлення контурів і масивів, які підлягають зніманню;

в) намічають схеми побудови зйомочного обґрунтування;

г) визначаються методи зйомки контурів і масивів, які з'явилися на місцевості (геодезичними приладами).

Побудова зйомочного обґрунтування і зйомку контурів, нанесення результатів зйомки на план, контроль і оформлення матеріалів корегування розглядаються в наступних розділах.

Найбільш зручно корегувати штрихові плани, виготовлені на прозорій основі.

При відсутності планів на пластику корегують в основному фотокопії з викреслених фотопланів або інші планово-картографічні матеріали, виготовлені на твердій основі:

- штрихові плани;
- оригінали планів наземних зйомок або їх копії;
- топографічні плани державних і галузевих зйомок.

При корегуванні також використовуються:

- вкопіювання меж землекористувань із державного акту;
- вкопіювання на ділянки земель суміжного користування;
- виписки з книг реєстрації землекористування;
- схеми розташування пунктів геодезичної мережі;
- виписка геодезичних даних по межах землекористувань, пунктів геодезичної мережі і закладних точок.
- виписки із журналів та каталогів, кроки місця розташування геодезичних пунктів, закладених центрів і зовнішніх знаків.

Способи корегування:

- теодолітна зйомка;
- мензульна зйомка;

– мірний прилад та екер-корегування виконується, коли на місцевості відбулися невеликі зміни окремих контурів угідь, розташованих на території землекористувань у безсистемному порядку.

Тверді контурні точки – використовують в якості опори при корегуванні, як окремий випадок, коли пункти геодезичної мережі на території зйомки відсутні, або геодезична мережа дуже рідка, коли зйомочні ходи, прокладені між пунктами цієї мережі, в значній мірі не використовуються для зйомки.

Використання твердих контурних точок для опори при зйомці вимагають великої уваги та навичок. Використовуються також вони при трансформуванні аерофотознімків нової АФЗ, коли виконується корегування та оновлення планів (карт).

При виконанні робіт по корегуванню необхідно вибрати такі способи, які б забезпечили зберігання точності корегуємих планів (карт).

Корегуванням неможливо виправити план із низькою якістю, але невдало вибраний спосіб корегування може призвести до втрати точності.

Практично, плани вважаються рівноточними, якщо показники їх точності не відрізняються один від одного не більше ніж на 10 %. Якщо точність корегуючого плану характеризується похибкою розташування контурної точки 0,4 мм на плані, а в результаті корегування похибка розташування точок контурів виявилась 0,44 мм на плані, то відкорегований план необхідно вважати рівноточним корегуючому.

Похибки вимірювань при корегуванні не повинні перевищувати 0,5 величини похибки, якою характеризується точність корегуючого плану.

Точність корегування залежить від точності геодезичного обґрунтування зйомки, яка виконується при корегуванні. Геодезичним обґрунтуванням є:

- пункти ДГМ;
- межові знаки, що мають координати;



– тверді контурні точки, точки, які добре збереглися на місцевості і чітко відображені на корегуючому плані.

### **2.3 Корегування планів із використанням твердих контурних точок опори**

Зйомка контурів із використанням твердих контурних точок як опори вимагає великої уваги та навичок, всі вимірювання на місцевості виконуються з розрахунку на графічні побудови на корегованому плані але з умовою зберігання його точності.

При виборі твердих контурних точок на місцевості й на плані необхідні впевненість у розпізнанні цих точок на місцевості і на плані та забезпечення точності їх розташування.

Для цього необхідно уточнити розташування контурів за допомогою аерофотознімків шляхом вимірювань відносно інших контурів на плані та АФЗ і порівняти відстані, які виміряні між цими точками на місцевості і на плані. Якщо результати вимірювань відрізняються більше ніж на 1 мм на плані, то точки не можуть бути використані в якості як опорні при корегуванні.

Назвемо способи зйомки при корегуванні планів, які зустрічаються на практиці:

1. Полярний спосіб – з твердої контурної точки за допомогою теодоліта або мензули.

2. Спосіб перпендикулярів відносно лінії, яка спирається на тверді контурні точки (мірний прилад та екер).

3. Спосіб перпендикулярів та полярний метод відносно ліній зйомочних ходів, які спираються на тверді контурні точки:

Знімання полярним способом за допомогою теодоліта або мензули.

Проведеними дослідженнями доведено, що при зйомці полярним способом теодолітом (мензулою) з твердої контурної точки орієнтування лімба теодоліта або мензульного планшета повинно виконуватись на відстані між контурними точками в 3 рази більшій, ніж допустима відстань від інструмента до рейки.

Необхідно обов'язково виміряти кут теодолітом двома напівприйомами, а при зніманні мензулою по другому напрямку перевірити орієнтування планшета.

Прикладом може слугувати зйомка контуру (1, 2, 3, 4) з твердої контурної точки А (рис. 2.1.) теодолітом або мензулою.

При зйомці особлива увага повинна звертатися на орієнтування теодоліта або мензули по лінії АВ, де В є також твердою контурною точкою, тому що помилка в орієнтуванні викличе розвороту всього знімального контуру.

Для контролю при зніманні теодолітом вимірюють кут  $\varphi$  між напрямками АВ і АС, а при зніманні мензулою по напрямку АС перевіряють орієнтування планшета.

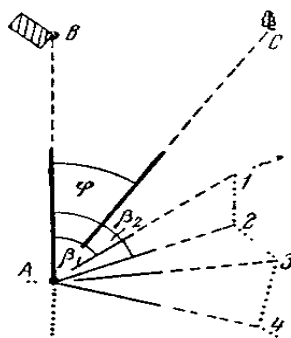


Рисунок 2.1 – Полярний спосіб знімання з точки А

- а) теодолітний хід без початкових кутів;
- б) мензульний хід; в) хордокутомірний хід; г) створний хід. Розглянемо більш детально ці способи.

Положення станції ( $\alpha$ ) теодоліта або мензули для полярного знімання можна отримати у створі твердих контурних точок А і В (рис. 2.2), вимірявши відстань Аа і відклавши її на плані.

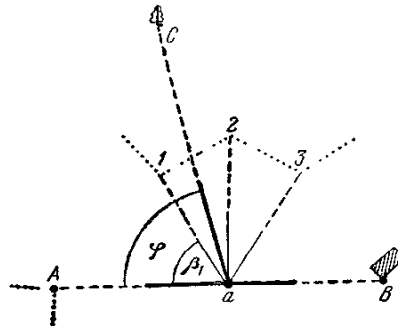


Рисунок 2.2 – Полярний спосіб знімання з точки  $a$ , яка отримана в створі точок А і В

Положення станції  $a$  (рис. 2.3) теодоліта або мензули для знімання ситуації полярним способом можна отримати також на перетині створів між твердими контурними точками А і В, Д і С.

Спосіб перпендикулярів відносно лінії, яка спирається на тверді контурні точки.

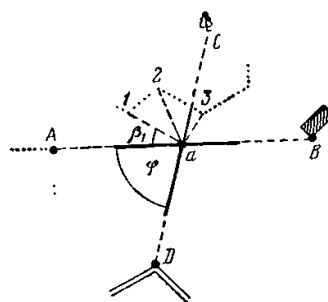


Рисунок 2.3 – Полярний спосіб знімання з точки  $a$  (перетин створів АВ і СД)

Знімання ситуації цим способом можна виконати відносно будь-якої з ліній між контурними точками А, В, С, Д, які показані на рисунках 2.1, 2.2,

2.3. Окремо такий випадок у вигляді абрису зйомки вказано на рис. 2.4. Кожна основа перпендикуляра після нанесення на план буде отримана із середньою квадратичною похибкою 0,39 мм. Для розрахунку точності положення контурних точок 1, 2, 3, які знімаються відносно лінії АВ, необхідно враховувати:

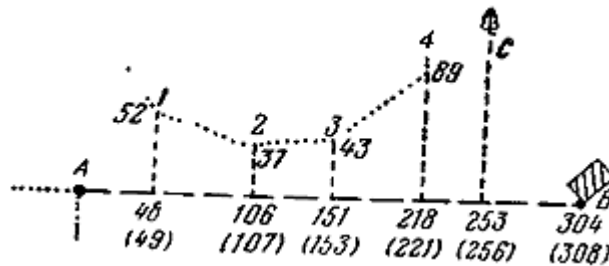


Рисунок 2.4 – Знімання способом перпендикулярів

– похибку визначення лінії АВ;  
 – похибку  $m'$  розташування точок, що знімаються (1, 2, 3, 4), відносно основи перпендикуляра. На цю похибку впливають:

1) похибка побудови перпендикуляра на місцевості, яка визначається за формулою:

$$m_1 = D \frac{\delta}{3438} ,$$

де  $D$  – довжина перпендикуляра;

$\delta$  – кутова похибка його побудови на місцевості;

2) похибка вимірювання довжини перпендикуляра (необхідно виміряти з точністю 0,1 мм на плані);

3) похибка побудови перпендикуляра на плані, яка обчислена за формулою (а), де  $\delta$  – кутова похибка побудови перпендикуляра на плані;

4) похибка відкладання довжини перпендикуляра, яка дорівнює 0,08 мм на плані.

Якщо кожна з цих похибок, керуючись принципом рівного впливу, прийняти рівною 0,1 мм на плані, то

$$m_t = 0,1\sqrt{4} = 0,2 \text{ мм.}$$

Тоді похибка контурної точки, яку знімаємо, буде

$$m_t\sqrt{0,39^2+0,2^2} = 0,44 \text{ мм,}$$

що не виходить за межі 10 % критерію точності, отже, точність результатів корегованого буде відповідати точності корегованого плану.

Знімання відносно ліній зйомочних ходів, які спираються на тверді контури точки.

Цей спосіб застосовують, коли щільність твердих контурних точок недостатня, при цьому через низьку точність вихідних даних, обчислення координат не виконується і всі вимірювання в ходах виконують із розрахунком на графічні побудови їх на плані.

Довжина таких ходів повинна бути не більшою ніж 15 см на плані, а лінійні нев'язки – не більшими ніж 1 мм.

Ув'язка ходів на плані виконується способом паралельних ліній.

Відносно точок і ліній цих ходів виконується зйомка ситуації способами перпендикулярів, полярним, кутових засічок. Для контролю в зйомку включають інші тверді контури точки.

Розглянемо один із способів:

Теодолітний хід без початкових кутів (рис. 2.5)



Рисунок 2.5 – Теодолітний хід без початкових кутів

Сторони в цьому ході вимірюють мірним приладом з відносною похибкою 1:1 000.

Кути вимірюють теодолітом одним напівприйомом з контролем по магнітних азимутах.

Перед нанесенням ходу на план, його будують на кальці в масштабі плану по вимірних кутах і сторонах, потім кінцеві точки на кальці суміщують з ідентичними точками на плані і при допустимій лінійній нев'язці, хід ув'язують способом паралельних ліній, потім виправлені точки переколюють на план (кальки зберігають як технічний документ).

## 2.4 Оформлення і контроль результатів корегування планів і карт для земельного кадастру

Результати знімання (корегування) після нанесення їх на план систематично наносять на кальку – при мензульному зніманні кожен день, при інших методах знімання – у міру їх нанесення на план.

Складання кальки починають з огляду місцевості, в результаті якого частину контурів, які з'явилися, наносять на план. Контури, які зникли, на кальці закреслюють червоним кольором. Контури, в яких змінилась назва, показують на кальці синім кольором. Мета складання кальки:

1. Закріплення результатів корегування і використання її при заключному оформленні відкорегованого плану.

2. Визначення по кальці об'єму виконаних робіт, правильності використання геодезичної мережі і твердих контурних точок як опори, правильності прокладення знімальних ходів і виконаної зйомки.

3. Використання її при обчисленні площ і внесення змін в експлікації після корегування.

Зміст контурів на кальці викреслюють в установлених умовних знаках, із підписом назв населених пунктів, річок, струмків, озер. Використані при корегуванні пункти геодезичної мережі, точки знімальних мереж, точки геометричної мережі і перехідні точки, тверді контурні точки, які використані як опори, позначають відповідними умовними знаками червоним кольором. Сторони прокладених ходів проводять червоним кольором.

Координатну сітку викреслюють синім кольором. Після виконання робіт із корегування здають:

- оригінали відкорегованих планів;
- польові журнали;
- кальки контурів і висот;
- відомості обчислення координат і висот;
- акти контролю і приймання польових робіт.

Контроль по корегуванню систематично проводиться керівниками підприємств, шляхом огляду технічної документації, порівняння плану з місцевістю і інструментальною перевіркою. Розходження в розташуванні точок ситуації, які перевіряються, при контролі не повинні перевищувати 1 мм на плані для чітких контурів і 2 мм – для нечітких контурів.

Результати контролю наносять на корегуємий план, переносять на кальку контурів, викреслюють червоною тушшю і оформлюють актом.

Роботи по корегуванню перевіряються і приймаються головним інженером – землевпорядником або спеціалістом відділу земельних ресурсів.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Вкажіть мінімальні періоди та способи оновлення планів і карт.
2. Поясніть зміст роботи по корегуванню планів і карт.
3. Як виконується корегування планів із використанням твердих контурних точок в якості опори?
4. Яким чином виконується оформлення і контроль результатів корегування планів і карт для земельного кадастру?

## ТЕМА 3 СПОСОБИ ТА ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ УГІДЬ ТА ЗЕМЛЕКОРИСТУВАНЬ

### План

1. Обчислення площі за результатами виміряних ліній та кутів на місцевості.
2. Визначення площ графічним способом.
3. Обчислення площ полігонів (контурів, ділянок) за координатами вершин і приростками координат.

### 3.1 Обчислення площі за результатами виміряних ліній та кутів на місцевості

Для визначення площ ділянок різної конфігурації за результатами виміряних ліній та кутів на місцевості застосовують формули геометрії, тригонометрії та аналітичної геометрії.

При визначенні площ ділянок для обліку площ, зайнятих будівлями, садами, піхотними землями під посіви, ділянки розмічають на прості геометричні фігури, в основному трикутники, прямокутники, рідше трапеції,



і площі ділянок отримують як суми площ окремих фігур, що обчислені за лінійними елементами (висота і основа).

Якщо по межі ділянки прокладено теодолітний хід, то площі всієї ділянки або її частину можна отримати за нижченаведеними формулами.

Коли маємо трикутник (рис 3.1, а) то площа визначається по вимірних сторонах  $d_1$  і  $d_2$  та куту  $\beta_2$  за формулами:

$$2S = d_1 \cdot h,$$

$$S = \frac{1}{2} d_1 \cdot h,$$

де  $h = d_2 \cdot \sin\beta_2$

Якщо відомі координати вершин трикутника, то

$$2S = (x_1 - x_2) \cdot (y_2 - y_3) - (x_2 - x_3) \cdot (y_1 - y_2).$$

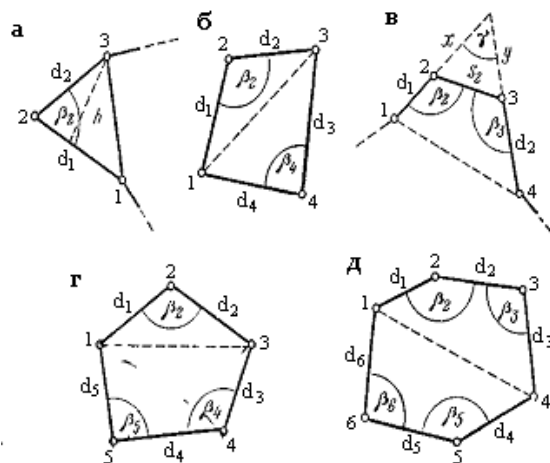


Рисунок 3.1 – Варіанти конфігурацій ділянок

Коли маємо чотирикутник (рис 3.1, б) де відомі чотири сторони  $d_1, d_2,$

$d_3, d_4$ , і два протилежних кути  $\beta_2$  та  $\beta_4$ , то площа обчислюється за формулою:

$$2S = d_1 \cdot d_2 \cdot \sin\beta_2 + d_3 \cdot d_4 \cdot \sin\beta_4.$$

При відомих сторонах  $d_1, d_2, d_3$  і двох кутах  $\beta_2$  та  $\beta_3$  між ними (рис 3.1, в) площа цього чотирикутника обчислюється за формулою:

$$2S = d_1 \cdot d_2 \cdot \sin\beta_2 + d_2 \cdot d_3 \cdot \sin\beta_3 + d_1 \cdot d_3 \cdot \sin(\beta_2 + \beta_3) - 180^\circ.$$

Якщо відомі координати кутів чотирикутника, то:

$$2S = (x_1 - x_3) \cdot (y_2 - y_4) - (x_2 - x_4) \cdot (y_1 - y_3).$$

Коли маємо п'ятикутник (рис 3.1, г), де виміряно п'ять сторін  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5$  і три кути  $\beta_2, \beta_4$  та  $\beta_5$ , площа обчислюється за формулою:

$$2S = d_1 \cdot d_2 \cdot \sin\beta_2 + d_3 \cdot d_4 \cdot \sin\beta_4 + d_4 \cdot d_5 \cdot \sin\beta_5 + d_3 \cdot d_5 \cdot \sin(\beta_4 + \beta_5 - 180^\circ).$$

Якщо на місцевості в полігоні поміряно шість сторін і чотири горизонтальних кути  $\beta_2, \beta_4, \beta_5$  та  $\beta_6$  (рис 3.1, д), то площу шестикутника можна обчислити за формулою:

$$2S = d_1 \cdot d_2 \cdot \sin\beta_2 + d_2 \cdot d_3 \cdot \sin\beta_3 + d_1 \cdot d_3 \cdot \sin(\beta_2 + \beta_3 - 180^\circ) + d_4 \cdot d_5 \cdot \sin\beta_5 + d_5 \cdot d_6 \cdot \sin\beta_6 + d_4 \cdot d_6 \cdot \sin(\beta_5 + \beta_6 - 180^\circ).$$

Коли кількість кутів більше шести, обчислення площ необхідно виконувати за координатами вершин полігона.

### 3.2 Визначення площ графічним способом

Графічний спосіб визначення площ починається із того, що ділянки, які зображені на плані розмічують на прості геометричні фігури, в основному на трикутники, рідше на прямокутники і трапеції. В кожній фігурі на плані вимірюють висоту і основу, за якими обчислюють площу. Сума площ фігур дає нам площу ділянки.

Найкращим варіантом розмічування ділянки на трикутники буде той, при якому трикутники наближені до рівносторонніх (висота за величиною близька до основи).

Для контролю і підвищення точності обчислення площ кожного трикутника, її визначають два рази: за двома різними основами і по висотам. Якщо розходження в площах допустиме, то із двох значень площ виводять середнє. Допустимість розходження між двома площами визначають за формулою:

$$\Delta P = 0,04 \frac{M}{10\ 000} \sqrt{P},$$

де  $M$  – знаменник числового масштабу карти (плану).

Для забезпечення контролю обчислень і підвищення точності при виборі висот і основ, не слід робити так, щоб в суміжних трикутниках вони повторювались, оскільки це зумовлює залежності результатів обчислень і може призвести до грубих помилок.

При розмічуванні ділянок на прості фігури можна скористатися декількома варіантами, але точність обчислення площі ділянки при різних варіантах не буде однаковою. Похибку визначення площі кожного трикутника по висоті і основі можна обчислити за формулою:

$$\left(\frac{m_s}{S}\right)^2 = \left(\frac{m_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{m_h}{h}\right)^2,$$

де  $a$  – основа,  $h$  – висота.

Таким чином, квадрат відносної похибки обчисленої площі  $S$  дорівнює сумі квадратів відносних похибок вимірювання висоти й основи трикутника, висоти і середньої лінії у трапеції. Проаналізувавши цю формулу і прийнявши

похибки вимірювання ліній на плані однаковими, незалежно від довжини лінії маємо  $m_a = m_h = m$ . Тоді згідно з наведеною вище формулою, отримаємо:

$$\frac{m_s}{S} = \frac{m}{a \cdot h} \sqrt{a^2 + h^2}.$$

Так для трикутника буде:

$$d \cdot h = 2S,$$

$$m_s = \frac{m}{2} \sqrt{a^2 + h^2}.$$

Для прямокутника, паралелограма і трапеції:

$$d_1 \cdot h_1 = S,$$

$$m_s = m \sqrt{m_1 + h_1}.$$

Якщо  $a = h$ , то для трикутника:

$$m_s = m \sqrt{S}.$$

Для прямокутника, паралелограма та трапеції при  $a_1 = h_1$ :

$$m_s = m\sqrt{2S}.$$

Отже площа трикутника графічним способом обчислюється точніше, ніж площа інших фігур.

Кількість трикутників, на які розмічується ділянка, не впливає на похибку площі, тому при розмічуванні немає сенсу, щоб їх кількість була найменшою. Враховуючи те, що при розмічуванні фігури на трикутники не завжди отримуємо трикутники з рівними основою і висотами, то похибку площі ділянки можна обчислити за формулою:

$$m_s^2 = 0,1\sqrt{S^2},$$

або для планів різних масштабів:

$$S_s = 0,1 \frac{M}{10\,000} \sqrt{S},$$

де  $M$  – знаменник числового масштабу.

При визначення площі квадратичною і паралельною палетками точність обчислюється за формулою:

$$m_s = 0,025 \frac{M}{10\,000} \sqrt{S}.$$

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. За якими методами виконується обчислення площі за результатами виміряних ліній та кутів на місцевості?

2. Які бувають способи обчислення площ полігонів?
3. Поясніть сутність визначення площ графічним способом.
4. Яким чином виконують обчислення площ полігонів (контурів, ділянок) за координатами вершин і приростами координат?
5. Які автоматизовані процеси обчислення площ застосовують при редагуванні планів?

## **ТЕМА 4 МЕТОДИ ТА СПОСОБИ ПРОЄКТУВАННЯ ПРИ ЗЕМЛЕУСТРОЇ**

### **План**

1. Вимоги до точності площ ділянок і розташування їх меж, до перпендикулярності і паралельності сторін, до точності визначення ухилів при проектуванні об'єктів сільського господарства.
2. Способи і правила складання ескізних та технічних проєктів.
3. Проектування земельних ділянок.
4. Врахування рельєфу при проектуванні об'єктів землеустрою.

#### **4.1. Вимоги до точності площ ділянок і розташування їх меж, до перпендикулярності і паралельності сторін, до точності визначення ухилів при проектуванні об'єктів сільського господарства**

При проведенні землеустрою, плануванні сільських населених пунктів, меліорації вимагається, щоб проєкт був складений і перенесений у природу технічно правильно. Показником технічної правильності проєкту є точність, яку необхідно забезпечити при проектуванні окремих об'єктів. Однак недостатня точність виконання геодезичних робіт визиває недопустимі похибки в розмірах сторін і формі ділянок, в їхніх площах, а також

неправильне проектування ділянок відносно рельєфу місцевості. Отже, таким чином це погіршує умови виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств.

Унаслідок того, що сторони ділянок не паралельні, кути не прямі, є похибки в площах, збільшується розхід палива, порушується облік земель, урожайність, планування сільськогосподарських робіт. Неточно спроектовані канали будуть неправильно функціонувати.

Вимоги до точності площ ділянок (полів)

Вимоги сільськогосподарського виробництва до точності площ полів та інших господарських ділянок розрізняються в залежності від господарського призначення. Більш точно повинні бути визначені площі полів овочевих культур.

Але точність робіт із землеустрою повинна бути такою, яку зможе засвоїти сільськогосподарське виробництво. Висока точність бажана, але виробництвом вона, як правило, не засвоюється, оскільки площі полів при кожній новій оранці зазвичай змінюються. По межах полів допустимі зміни в межах оранки можуть бути такими: до 3–4 м – для великих полів, 1,0–1,4 м – для малих полів.

Крім цього, межа засіяної площі полів не збігається з межею зораної площі. Якщо прийняти, що зміни меж полів будуть у середньому в 2 рази меншими від вказаних граничних, і підрахувати величину звичайних поточних і найбільш частих змін у площах, то отримаємо, що ці зміни дають відносну похибку площ до  $1/600$ . На полях, які обмежені контурами балок, ярів, лісів, чагарників, поточні зміни в межах полів (панші) бувають інколи більші, ніж у прямокутних полях. Тому тут похибки в площах можуть бути  $1/400$ , а при великій криволінійності меж полів –  $1/300$ .

Відносна величина похибок залежить також і від величини площ ділянок, площі великих ділянок при одних і тих самих способах складання проєкту й перенесення його в натуру будуть отримуватися з меншими

похибками, ніж площі невеликих ділянок.

Отже, при визначенні і проєктуванні площ окремих полів і ділянок, які використовуються для цінних с/г культур, досягнення точності менше ніж 1/600 для ділянок із прямолінійними межами і 1/300 – для ділянок із криволінійними межами не доцільне, оскільки вона знизиться внаслідок поточних змін.

Для забезпечення точності площ окремих ділянок і полів, які характеризуються відносною похибкою 1/300, загальну площу землекористування, в яку входять декілька сільськогосподарських угідь, десятки полів (ділянок), необхідно отримувати з більшою точністю, інакше при ув'язці площ ділянок із загальною площею землекористування спотворяться показники площі цих ділянок.

Необхідно, щоб поправка в площу ділянок при ув'язці не перевищувала 1/3 середньої квадратичної похибки визначення площі.

Таким чином, загальну площу землекористування необхідно отримати із середньою квадратичною похибкою порядку 1/1 000.

Тому загальні площі землекористувань необхідно визначити способом Савіча (якщо не застосували аналітичний спосіб).

Для забезпечення необхідної точності у визначенні площ присадибних ділянок, сторони необхідно виміряти на місцевості і за цими даними обчислювати площу.

#### *Вимоги до паралельності і перпендикулярності сторін ділянок*

Необхідність дотримання паралельності проходів при квадратно – гніздовому способі посіву пропашних культур дуже важлива.

Якщо похибка в паралельності сторін ділянки велика (15–20 м), то кожен рік залишаються клини біля меж полів і ділянок, не тільки при посіві, але і при зборі врожаю, оранці. Непаралельність сторін ділянки викликає незручності при виконанні механізованих польових робіт.

Відносна похибка паралельності сторін полів (відношення



попередності здвигу кінця лінії до її довжини) і ділянок при сприятливих умовах характеризується величиною 1:1 000.

Застосування квадратно-гніздового способу посіву і посадки культур викликає необхідність забезпечення, крім паралельності сторін ділянки, ще і прямих кутів, якщо ділянка проєктується у вигляді прямокутників або прямокутних трапецій.

Для успішного застосування квадратно-гніздового або квадратного способу посіву і посадки с/г культур необхідно, щоб похибка в побудові прямих кутів, на місцевості не перевищувала 8–10'.

Вимоги до точності визначення ухилів Вимоги до точності визначення ухилів залежать від цілей, для яких виконуються геодезичні роботи. Так, при проєктуванні ділянок для механізованої обробки, точність визначення ухилів залежать від впливу рельєфу на виробництво і роботу машинно-тракторних агрегатів і характеризуються такими величинами (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Точність визначення ухилів

Типи	Колісні			Гусеничні		
Ухили	1–2°	3–4°	4–6°	1–2°	3–4°	4–6°
Поправ.	0,98	0,95	0,90	0,99	0,98	0,95

Як видно із таблиці, ухили необхідно визначити з точністю в 1°. Тому план (карта) із зображенням рельєфу буде задовольняти вимоги до проєктування ділянок механізованим способом, якщо за горизонталями плану можна буде визначити ухил із точністю 0,5–1° або 1–2%.

Ця точність визначення ухилів отримується при користуванні картами масштабів 1:10 000 і 1:25 000 з висотою перерізу рельєфу 2,5 і 5 м.

Більш високі вимоги до точності зображення рельєфу застосовується при проєктуванні зрошувальних і осушувальних систем.

Із проведених досліджень відомо, що ухили по плану необхідно

визначити з точністю  $\approx 2'$ .

## 4.2 Способи і правила складання ескізних та технічних проєктів

*Складання ескізних проєктів.* Ескізний проєкт складається на тому ж плановому матеріалі, на якому складається і технічний проєкт. А в деяких випадках для складання ескізного проєкту користуються аміачною копією з плану або з копією на кальці.

Проєктування об'єктів виконують за допомогою планіметра – одним обведенням ділянки, що проєктується, а також за допомогою номограм і палеток.

Застосовується також графічний спосіб проєктування, округлюючи значення довжин сторін, узятих із плану до 1 м і навіть до 10 м. Площі ділянок, що проєктуються на ескізному проєкті, показують із заокругленням: великих – до 1 га, середніх і дрібних – до 0,5 га при масштабі 1:10 000 і до 1 га – 1:25 000.

У практиці землеустрою для ескізного проєктування ділянок застосовують номограму професора Г. І. Горохова. Вона складена з розрахунком обчислення площ і проєктування ділянок у формі прямокутників, трапецій і трикутників.

Попереднє складання проєкту інколи роблять навіть окомірно, а потім, упевнившись у господарській його цілеспрямованості, уточнюють розташування ділянок та інших елементів організації території.

*Способи і правила складання технічних проєктів.* Технічні проєкти складають на основі закінчених ескізних проєктів. При складанні технічних проєктів уточнюють розташування меж і площ проєктованих ділянок, обчислюють необхідні геодезичні дані, для технічно правильного розташування на місцевості проєктованих ділянок.

У залежності від виробничих вимог до точності площ і

розташування меж, їх конфігурації і наявність геодезичних даних по межі масиву, в якому проєктується ділянки застосовують ті ж самі способи складання технічних проєктів землеустрою, які застосовуються при обчисленні площ, а саме:

- 1) графічний – по лінійних величинах вимірних на плані;
- 2) механічних – за допомогою планіметру;
- 3) аналітичний – за лінійними й кутовими величинами, які виміряні на місцевості, або за координатами, знятими з карти;
- 4) наближений аналітичний спосіб проєктування;
- 5) графоаналітичний.

Важливою умовою застосування того або іншого способу складання проєктів землеустрою є господарське значення ділянок, що проєктуються, їх площі та характер меж.

Проєктування ділянок – один із трудомісних геодезичних процесів, який вимагає великої пильності до обчислювальних робіт, акуратності й порядку у веденні записів, в обчисленнях і розрахунках.

Проєктування ділянок – це дія, яка обернена до дії обчислення площ. Якщо при обчисленні площ визначають площі фігур із плану, то при проєктуванні визначається розташування ліній, які обмежують фігуру на плані, відповідно до заданої площі. Точність проєктування може бути прирівняна до точності визначення площ.

Дуже часто проєктування виконується методом послідовних наближень: попередньо визначають тим чи іншим способом або навіть на око межі ділянки заданої площі, потім обчислюють цю площу, а відтак проєктують площу, яка завелика або якої не дістає до отримання ділянки заданої площі.

Отже що процес проєктування супроводжується обчисленням попередньо спроектованих площ.

Крім того, конфігурація ділянки часто визначає необхідність

застосування двох способів, коли площу попередньо спроектованої ділянки визначають планіметром або аналітичним способом, а площу, якої не дістає або якої забагато, проєктують графічно або за допомогою номограм.

У багатьох випадках можуть бути застосовані способи наближеного графоаналітичного або аналітичного проєктування за спрощеними формулами або заокругленими вихідними даними.

Необхідно всі розрахунки вести в окремому зошиті. На окремих аркушах вести записи забороняється.

Проєктування, як і обчислення площ, виконується за правилом від загального до часткового. Так, спочатку проєктують групи ділянок, потім у кожній групі проєктують окремі ділянки.

Для того щоб уникнути грубих помилок, застосовують поточний контроль правильності проєктування за допомогою номограм, одним обведенням планіметром, а обчислювані відстані контролюють графічним визначенням за планом.

### **4.3 Проєктування земельних ділянок**

*Проєктування графічним способом.* Ділянки часто проєктують графічно шляхом обчислення площі попередньо запроєктованої ділянки, після чого проєктують недостатню чи збиткову площу до заданої.

При цьому попередньо спроектовану площу, в залежності від ступеня складності меж, визначають планіметром або аналітично.

Площу, якої не дістає або яка зайва, проєктують трикутником або трапецією в залежності від умов, які пред'являються до напрямку проєктної лінії.

Проєктування трикутником виконують, коли проєктна лінія повинна проходити через якусь визначену точку, при цьому по заданій площі і відомій висоті (або основі) визначають величину основи (або висоту) трикутника.

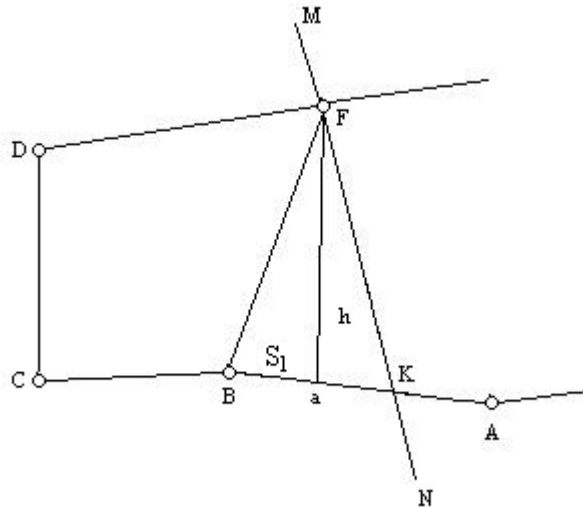


Рисунок 4.1 – Проектування трикутником

На рисунку 4.1 зображено частину землекористування, де необхідно спроектувати площу  $S$  лінією  $MN$ , яка проходить через  $F$ .

Нехай різниця між проектною площею  $S$  і площею  $BCDF$  (визначено графічним способом) дорівнює 1 га.

Якщо ескізним проектом встановлено, що північний кінець проектної лінії повинен пройти через точку  $F$ , південний її кінець перетне лінію  $AB$  правіше від точки  $B$ . Від цієї точки розташується основа  $a$   $\Delta BFK$ , форму якого має відсутня площа  $S_1$ , висотою цього трикутника є перпендикуляр  $h$ , опущений із точки  $F$  на лінію  $AB$ . Довжину  $h$  беремо з плану графічно.

Проектування трапецією виконують, коли проектна лінія повинна проходити паралельно заданому напрямку. В цьому випадку по заданій площі і довжині середньої лінії цієї трапеції, яка визначена з плану, обчислюють висоту трапеції, а потім і бокової сторони.

Проектування трапеціями менш зручне і менш точне, ніж трикутниками.

Складність полягає у достатньо точному визначенні з плану довжини середньої лінії. Більш детально це питання ми розглядати не будемо, зауважимо тільки, що відносна похибка шуканої висоти при цьому способі

дорівнює відносній похибці обчислення середньої лінії. Чим менша висота трапеції по відношенню до середньої лінії, чим менше кут, створений боковими сторонами трапеції, тим швидше і точніше отримується значення висоти.

*Окремі випадки проєктування ділянок графічним способом*

Поля, присадибні ділянки, які мають паралельні сторони, при застосуванні графічного способу, проєктують, як правило, трапеціями. В окремих випадках, коли квартали мають форму прямокутника (рис. 4.2, а),

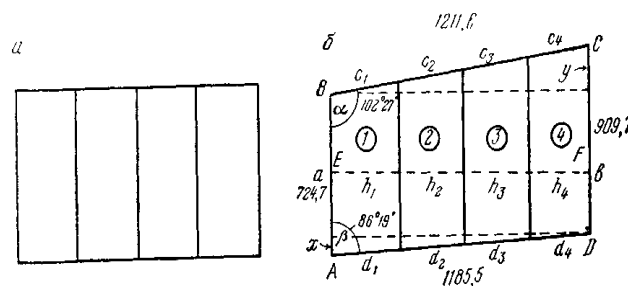


Рисунок 4.2 – Схема окремих випадків проєктування

ширину ділянок отримують пропорційно їх площам і проєктування ведуть розрахунковим шляхом.

Коли ділянка має форму трапеції (рис. 4.2, б), то кожену ділянку проєктують самостійно. Для цього задану площу кожної ділянки, що проєктуються, необхідно поділити на свою середню лінію або подвійну задану площу поділити на суму основ трапеції. В результаті проєктування отримують висоти окремих трапецій  $h_1, h_2, h_3$ , які відкладаються по лінії EF від точки E послідовно  $h_1, h_1 + h_2, h_1 + h_2 + h_3$  і т.д. Після проєктування останньої ділянки сума висот повинна дорівнювати лінії EF. Якщо кількість ділянок  $\neq 8 - 10$ , кут утворений продовженням лінії BC і AD, менше  $30^\circ$ , а якщо відношення довжини ділянок до ширини дорівнює 5, то розходження в сумі висот  $h_1 + h_2 + h_3$  із загальною висотою EF не перевищуватиме

потроєної величини графічної точності (0,3 мм на плані).

Для перенесення проєкту в натуру на лініях BC і AD необхідно мати проміри  $c_1, c_2, c_3, c_4$  та  $d_1, d_2, d_3, d_4$ , які обчислюються в залежності від суми висот  $\Sigma h$ .

*Проектування ділянок механічним способом.* Графічний і аналітичний способи проектування зручні, коли ділянки мають невелику кількість поворотів і проектування не вимагає великих затрат часу на виконання обчислень.

При великій кількості кутів повороту землекористувань застосування планіметра робить проектування більш простим і ефективним. Тому механічний спосіб проектування ділянок при допомозі планіметра найбільш розповсюджений.

Але проектування ділянок тільки планіметром не виконують, тому що планіметр – прилад, який за заданою площею і одним лінійним вимірюванням, не дає можливості визначити інше лінійне вимірювання.

Тому планіметром проектування виконуються послідовними наближеннями доти, поки величина, площі якої бракує або її залишок відносно проєктної площі, не будуть перевищувати величини допустимої похибки в обчисленні площі.

Щоб уникнути великої кількості наближень при проектуванні, механічний спосіб застосовують у комбінації із графічним. Таким чином, планіметром обчислюють площу ділянки, спроектованої на око, а площу, якої бракує або залишкову проєктують графічно трикутниками або трапеціями в залежності від умов проектування.

В цьому випадку похибка проектування ділянки буде складатися з похибки визначення планіметром попередньо запроєктованої площі і похибки проектування площ, яких не стає або залишкових площ графічним способом, які є незначними. Тому похибки проектування ділянок планіметром можна вважати приблизно рівними похибками обчислення

площ планіметром.

Площі визначають за допомогою добре вивіреного планіметра, дворазовим обведенням.

Допустиме розходження суми площ ділянок, що проєктуються, із сумою раніше обчислених площ визначається за формулою:

$$f_{\text{доп}} = 0,7p\sqrt{n} + 0,05 \frac{M}{10\,000} \sqrt{S \cdot a},$$

де  $p$  – ціна поділки планіметра;

$n$  – кількість контурів, площі яких визначаються планіметром;

$M$  – знаменник масштабу;

$S$  – загальна площа ділянки (секції).

У цій формулі відображено вплив усіх похибок, а особливо – похибки визначення ціни поділки планіметра.

Після визначення площ ділянок і отримання допустимого розходження площі ділянок ув'язують у сумі площ контурів, порівнюють врівноважені площі ділянок (полів), із заданими шляхом проєктування площ, яких бракує, і залишкових площ, графічним способом проводять розташування меж у відповідність із заданими площами ділянок (полів).

*Прийоми проєктування ділянок аналітичним способом.* Проєктувати аналітичним способом можливе до складання плану (по схематичному кресленню, на якому виписані кути і лінії), користуючись відомістю координат для обчислення площ. Разом з тим проєктування на проєктному плані дає можливість перевіряти по ньому значення кутів між лініями, довжини ліній і дирекцій них кутів, які ми отримуємо в процесі обчислення.

При проєктуванні аналітичним способом всі величини площ, а також добуток сторін ( $a \cdot b$ ,  $ab \cdot \sin \alpha$ ,  $a^2$  та інші) необхідно записувати в  $\text{м}^2$ , заокруглюючи їх до цілих одиниць.



Обчислення виконують на МК. Особливу увагу при цьому звертають на знаки тригонометричних функцій.

При аналітичному проектуванні дуже часто доводиться обчислювати прямі й обернені геодезичні задачі, а також обчислювати координати точки перетину двох прямих, координати кінцевих точок яких відомі.

*Приєм проектування аналітичним способом.* За формулами площі трапеції (рис. 4.3).

$$2S = (a + b)h.$$

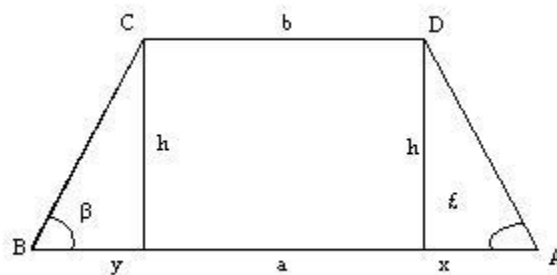


Рисунок 4.3 – Проектування трапецією

Крім того, видно, що  $x = h \cdot \text{ctg } \alpha$ , а  $y = h \cdot \text{ctg } \beta$ ;

$$x + y = h(\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \beta), \text{ але } x + y = a - b.$$

$$\text{Тому } h = \frac{x+y}{\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \beta} = \frac{a-b}{\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \beta}.$$

Підставивши це значення в першу формулу отримаємо  $2S = \frac{a^2+b^2}{\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \beta}$ .

Друга основа трапеції обчислюється за формулою:

$$b = \sqrt{a^2 - 2S(\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \beta)},$$

$$h = \frac{2S}{a + b},$$

$$AD = \frac{h}{\sin\alpha} \cdot BC = \frac{h}{\sin\beta}$$

Проектування виконують відповідно до наведених вище формул за схемою обчислень, результати вписують у таблицю.

Існує також проектування аналітичним способом за наближеними формулами. Це питання проектування більш детально буде розглянуто при вивченні курсу «Землевпорядне проектування».

#### 4.4 Врахування рельєфу при проектуванні об'єктів землеустрою

Врахування рельєфу є одним із першочергових умов правильного розміщення проєктованих ділянок. Залежно від розташування горизонталей, які характеризують форми рельєфу земної поверхні на плані, довгі сторони ділянок, які піддаються ерозії, розташовують паралельно загальному напрямку горизонталей (поперек схилів), а ділянок з великою вологістю – перпендикулярно напрямку горизонталей (уздовж пологих схилів), рідше сторони розташовують під кутом до напрямку лінії стоку.

На місцевості з різко вираженим рельєфом довгі сторони ділянок проєктують уздовж горизонталей.

Ухили місцевості визначають за горизонталями плану або шляхом поділу  $h$  на  $d$  (відстань між горизонталями на плані переводять у відстань на місцевості)  $i = h/d$  (рис. 4.4, а) допомогою номограм на топографічних картах.

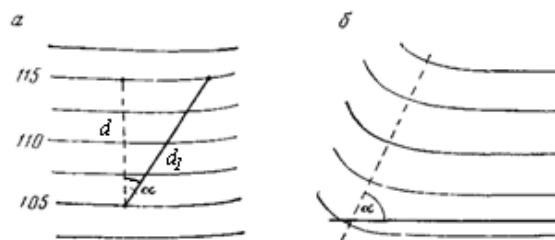


Рисунок 4.4 – Визначення ухилів місцевості

Максимальним буде ухил лінії, яка лежить перпендикулярно напрямку горизонталей, тобто по напрямку лінії стоку. Ухил лінії, направлений під кутом  $\alpha$  до лінії стоку буде зменшуватись (рис. 4.4, а).

Таким чином, якщо ділянка проєктується довгими сторонами паралельно напрямку горизонталей і на частині ділянки горизонталі змінюють напрямок (рис. 4.4, б), то для цієї частини ухил по довгій стороні вже не буде дорівнювати 0. При ухилі по лінії стоку  $4^\circ$  та коли  $\alpha = 60^\circ$  ухил по довгій стороні для цієї частини ділянки, згідно з  $i_1 = i \cdot \cos \alpha$  буде дорівнювати  $2^\circ$ . При проєктуванні траси (дороги, каналу, трубопроводу) на підйомі з заданим ухилом  $i$  висотою перерізу  $h$  обчислюють горизонтальне прокладання  $d=h/i$ , яке беруть циркулем-вимірником, одну ножку ставлять у точку (рис. 4.5), а по другій відмічають на сусідній горизонталі точку  $b$ , потім із точки  $b$  тим самим розтвором циркуля намічають точку  $c$  і т.д.

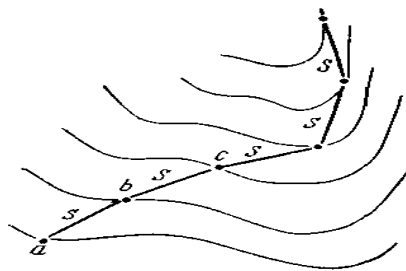


Рисунок 4.5 – Проєктування лінійних об'єктів

Оскільки ухил між горизонталями визначається із середньою квадратичною похибкою 20 %, то в отриманій трасі  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ухил буде коливатися в середньому в межах 20 %.

### ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Перерахуйте вимоги до точності площ ділянок і розташування їх меж.

2. Перерахуйте вимоги до перпендикулярності і паралельності сторін.
3. Перерахуйте вимоги до точності визначення ухилів при проектуванні об'єктів сільського господарства.
4. Вкажіть способи і правила складання ескізних та технічних проєктів.
5. Яким чином виконується проектування земельних ділянок?
6. Як відбувається врахування рельєфу при проектуванні об'єктів землеустрою?

## **ТЕМА 5 ПЕРЕНЕСЕННЯ ПРОЄКТІВ У НАТУРУ**

### **План**

1. Сутність і способи перенесення проєкту в природу.
2. Організація робіт по перенесенню проєкту в природу.
3. Окремі випадки і особливості перенесення проєкту в природу.
4. Геодезичні роботи при перенесенні в природу робочих протиерозійних ділянок лінійних об'єктів, осей інженерно-технічних протиерозійних споруд.

### **5.1 Сутність і способи перенесення проєкту в природу**

Перенесення проєкту землеустрою в природу полягає у визначенні й закріпленні на місцевості меж ділянок, доріг та ін., які спроектовані на плані.

Для перенесення проєкту в природу вибирають найбільш прості методи, які вимагають менших затрат часу і робочої сили і водночас забезпечують точність робіт.

Технічне перенесення проєкту в природу являє собою дію обернену зніманню. При цьому межі ділянок з плану переносять на місцевість. Отже, точність перенесення проєкту в природу можна порівняти до точності

знімання.

Якщо перенесення проєкту виконується за геодезичними даними (величинами кутів і ліній), отриманими шляхом обчислень при проєктуванні аналітичним способом, то на точність будуть впливати тільки похибки польових вимірювань.

Якщо перенесення проєкту в натуру виконується за даними, які визначаються графічно з плану (після графічного або механічного проєктування), то на точність перенесених у натуру ділянок, окрім похибок польових вимірювань, будуть впливати і похибки графічного визначення величин кутів і ліній із планів.

Таким чином, три геодезичних процеси – знімання, проєктування і перенесення проєкту в натуру – повинні виконуватись по точності узгоджено.

При допущеній неточності в одному з процесів неможливо досягнути точності, яка вимагається до проєкту в цілому.

Перенесення проєкту в натуру може виконуватись такими методами:

- 1) промірів – мірним приладом;
- 2) кутовим – теодолітом із мірним приладом;
- 3) графічно – мензулою.

Застосування того чи іншого методу залежить:

- 1) від технічних вимог до паралельності і перпендикулярності сторін ділянок, що проєктуються;
- 2) способу проєктування, який застосовувався при складанні проєкту землеустрою;
- 3) топографічних умов місцевості (рівна, відкрита, закрита);
- 4) виду проєктних ліній (прямі або ламані проєктні лінії);
- 5) виду планово-картографічного матеріалу, який використовується при проєктуванні (плани теодолітної і мензульної зйомки, аерофотозйомки

та ін.).

Унаслідок цих умов перенесення проєкту в межах одного землекористування може бути виконано різними методами.

#### *Перенесення проєкту мірним приладом*

Застосовується у випадках:

1) місцевість відкрита, немає перешкод для прокладання проєктної лінії;

2) розташування кінців ліній, що переносяться, визначаються промірами між точками, які позначені на плані і точно визначаються в натурі (знаки, стовпи, кілки тощо).

Як опори при перенесенні проєкту використовуються точки теодолітних ходів, прямі лінії контурів пахотних земель, прямі дороги, вершини кутів поворотів чітко виражених контурів ситуації величиною не менше 40 і не більше 140 градусів.

#### *Перенесення проєкту в натуру теодолітом і мірним приладом*

Застосовується у випадках:

1) місцевість із лісом, чагарником, забудована, бугриста, коли відсутня видимість у потрібних напрямках;

2) проєктні межі являють собою ломані лінії;

3) точки ситуації не можуть бути використані як надійна опора для перенесення проєкту в натуру і є необхідність визначати місцезнаходження точок шляхом побудови кутів і промірів ліній від точок і ліній теодолітних ходів і пунктів ДГМ.

#### *Перенесення проєкту в натуру мензулою*

Застосовується в суху погоду, при наявності плану мензульної зйомки або аерофотозйомки на жорсткій основі (картон, фанера, алюміній тощо), коли:

а) проєктування виконано планіметром або в поєднанні з графічним

способом;

б) не вимагається суворої паралельності і перпендикулярності сторін ділянки;

в) точки ситуації не є надійною опорою для перенесення проєкту в натуру і виникає необхідність визначити розташування точки шляхом побудови напрямку і проміру лінії;

г) по межах землекористувань і всередині нього відсутні теодолітні ходи, тригонометрична мережа рідка, а застосування теодоліту нерациональне.

Неможливо переносити проєкт в натуру від контурів ситуації, якщо він складений аналітичним способом.

Способи та прийоми перенесення проєкту відповідають способам знімальних та планувальних робіт: не можна переносити в натуру від контурів ситуації проєкт, складений аналітичним способом, але немає необхідності прокладати теодолітний хід для визначення меж між ділянками неправильної конфігурації, в яких унаслідок існуючої криволінійності контуру відсутні прямі кути і сторони між собою не паралельні. В цьому випадку можна застосувати спосіб визначення меж ділянок промірами від чітко виражених контурів ситуації: доріг, кутів угідь тощо.

## **5.2 Організація робіт по перенесенню проєкту в натуру**

Під час вибору порядку дій по перенесенню проєкту в натуру прагнуть, щоб їх виконання було простим, відповідало вимогам технічної точності, економії часу та робочої сили. Тому перед перенесенням проєкту в натуру проводять підготовчі роботи з метою встановлення порядку геодезичних дій при перенесенні проєкту.

Підготовчі роботи складаються:

- 1) з огляду місцевості;
- 2) встановлення методів перенесення проєкту в природу;
- 3) згущення геодезичної опори для перенесення проєкту;
- 4) визначення величини ліній і кутів для перенесення проєкту;
- 5) виписки цих даних на проєктний план;
- 6) складання робочого (розмічувального) креслення перенесення проєкту.

При огляді місцевості уточнюють можливості застосування різних методів перенесення проєкту тим, що перевіряють наявність закріпленої в природі опори для перенесення проєкту і встановлюють необхідність її згущення.

Геодезичну опору згущають, якщо між зйомкою та перенесенням проєкту в природу пройшов великий проміжок часу, за який могли бути знищені закріплені точки опори, які необхідні для перенесення проєкту, або існуюча опора рідко зустрічається.

Уводяться поправки в довжини проєктних ліній перед перенесенням проєкту в природу:

- 1) за деформацію паперу;
- 2) за перенесення лінії з площини проєкції Гауса (якщо план складений у цій проєкції) на місцевість, ця поправка обчислюється за формулою:

$$\Delta S = S \frac{\gamma^2}{2R^2}.$$

і завжди вводиться зі знаком «-» («мінус»);

- 3) за нахил ліній до горизонту, поправки із знаком «+» («плюс») і обчислюються за формулою:



$$\Delta S = D - S = D - \sqrt{D^2 - h^2},$$

де  $D$  – довжина лінії на похилій місцевості;

$S$  – горизонтальне прокладення ;

$h$  – перевищення між точками. Замінивши  $D$  на  $S_1$ , отримаємо:

$$\Delta S = \frac{h^2}{2S}.$$

Для обчислення поправки можна скористатись формулою:

$$\Delta S = \frac{1,5v}{10\,000},$$

Де  $v$  – кут нахилу місцевості в градусах.

Цією формулою користуються в полі, коли на проєктному плані горизонталі відсутні.

На розмічувальному кресленні намічають тільки те, що необхідно для перенесення проєкту в натуру, а саме:

- 1) проєктні межі;
- 2) величини кутів і ліній, які необхідно перенести на місцевість;
- 3) пункти геодезичної опори;
- 4) контури ситуації, за допомогою яких знаходяться опорні точки, які слугують основою для перенесення проєкту;
- б) номери полів і ділянок.

#### *Організація польових робіт*

По ескізню проєкту землевпорядник підраховує кількість межових знаків (залізобетонних або дерев'яних стовпів, залізних азбестових триб) і робить замовлення на їх виготовлення.

Якщо для перенесення проєкту необхідно прокласти нові теодолітні ходи або заміряти довжини опорних ліній, то цю роботу виконують завчасно,

заклавши поворотні точки кілками і зробивши їх окопку.

Коли необхідна підготовка закінчена, проєкт переносять одночасно закріплюючи поворотні точки ділянок межовими знаками.

*Для встановлення межових знаків необхідна бригада з*

2–3 чоловік, а то і більше бригад. Після встановлення межового знаку, землевпорядник зазначає на ньому номери полів.

Лінії при перенесенні проєкту промірюють від однієї твердої точки до іншої, з обов'язковим контролем (вимірюють 2 рази). Якщо проєктні лінії проходять на місцевості з кутами нахилу більше 1,5 градуси, то у відміряні лінії вводять поправки.

При перенесенні проєкту в натуру (місцевість) знімають контури угідь та інші місцеві предмети, які з'явилися після попереднього знімання або корегування плану.

Результати знімання наносять на план і за ними уточнюють площі проєктних ділянок та угідь.

Межові знаки для закріплення кутів поворотів ділянок на місцевості виготовляють довжиною в 1 м і товщиною 0,1 м для написання номерів полів, на межі яких буде встановлено такий знак (див. рис. 5.1). На деяких знаках надписи роблять із трьох або чотирьох сторін для випадків, коли в одній точці

знаходяться межі трьох-чотирьох полів або ділянок. В нижній частині знака роблять хрестовину, яка не дає можливості витягнути знак із землі. Навколо знаків роблять окопку у вигляді канави, землю якої насипають на курган висотою 0,3–0,5 м і діаметром 1,5–2 м.

Усі межі між полями проорюють в одну борозну.

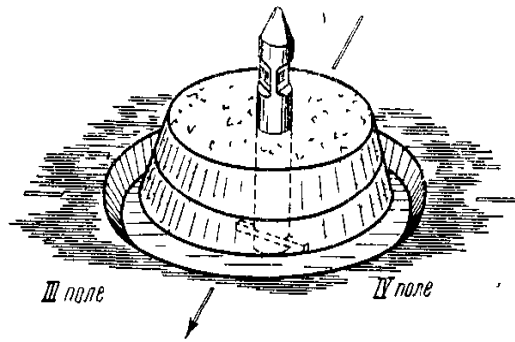


Рисунок 5.1 – Вигляд межового знаку

### 5.3 Окремі випадки і особливості перенесення проєкту в натуру

#### *Перенесення проєкту в натуру методом промірів (лінійні проміри)*

Перенесення проєкту в натуру виконується по робочому кресленню, складеному в підготовчий період, на якому повинні бути записані всі проміри, які визначають розташування проєктних точок.

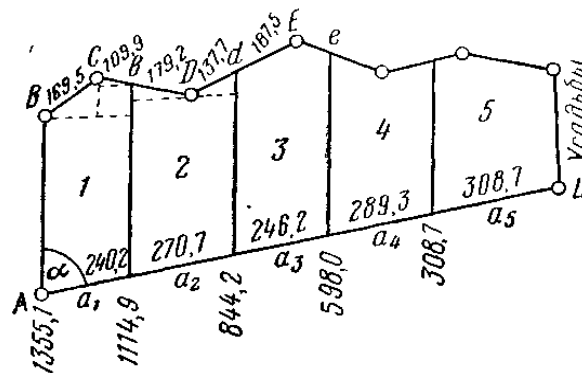


Рисунок 5.2 – Схема перенесення проєкту методом промірів

Згідно з рисунком 5.2, перенесення проєкту розпочинається на виході із садиби від точки L. На точці A встановлюють віху, провішують лінію LA, вимірюють її і згідно із записом у робочому зошиті, мірним приладом відкладають вказані довжини в створі і забивають кілки, де потім

встановлюють межові знаки. Якщо лінія проходить по нахилу, перед забиванням кілка, його пересувають на величину поправки на нахил.

Так само проміряють інші лінії, наприклад, від точки С до точки D, від точки D до точки E і т.д.

Унаслідок похибок вимірювань довжина лінії LA, яка визначена проміром при перенесенні проєкту в натуру, буде відрізнятись від довжини, вказаної в робочому кресленні.

Різниця в довжині лінії LA, яка виміряна при перенесенні проєкт з раніше виміряною довжиною, не повинна перевищувати допустимого розходження.

1. Існують випадки, коли проєктні межі спираються на лінії раніше прокладених теодолітних ходів. Якщо проєктування велося механічним або графічним способом, а довжини сторін визначають графічно, то можна визначити, які похибки і розходження можна очікувати в довжинах ліній, виміряних на місцевості й узятих із плану.

Середньоквадратичні розходження для ліній залежать:

- похибок графічного визначення точок (с і а) на плані;
- похибки графічного визначення лінії са на плані, яка дорівнює 0,1 мм або 1,0 м на місцевості при масштабі 1:10 000;
- похибки вимірювання лінії при перенесенні проєкту в натуру, яка дорівнює 0,2 м ( для лінії довжиною 625 м);
- похибки взаємного розташування точок с і а, які є результатом впливу похибок вимірювання ліній і кутів ходу на місцевості.

Із досліджень відомо, що при графічному визначенні довжин сторін полів отримуємо грубі похибки, які неприпустимі для с/г виробництва.

Якби проєктування виконувалось аналітичним способом або відстань між точками са була обчислена по координатам цих точок, то розходження, яке досліджується, залежало б тільки від похибок вказаних в пунктах 3 і 4 і відповідало вимогам для якісного сільськогосподарського виробництва.

Висновок. При будь-якому способі складання проекту можна шляхом обчислення і побудов кутів на місцевості забезпечити паралельність і перпендикулярність сторін із необхідною точністю.

2. Перенесення проекту мірним приладом можна виконувати і при наявності ламаних проєктних ліній, особливо коли на території землекористування багато контурів ситуації і об'єктів місцевості, які можуть бути використані як опорні, при перенесенні проєкту в натуру.

Однак похибок у розташуванні точок ситуації на плані (приблизно 0,4 мм) значно від більше похибок розташування точок теодолітних ходів (з урахуванням похибок нанесення їх на план за координатами – приблизно 0,23 мм), що може викликати недопустиме порушення паралельності сторін ділянок, якщо не застосовувати прийоми, які забезпечують цю паралельність.

На рисунку 5.3 показаний приклад перенесення в натуру проєкту методом промірів, що забезпечує достатньо сувору паралельність між довгими сторонами полів. Опорними тут є лінія  $AK$ , що встановлена між твердими точками ситуації  $A$  і  $K$ , та лінія  $AL$ , яка є достатньо прямим контуром пашні від сінокосу. Поля невеликого овочевого сівообороту спроектовані за допомогою планіметра. Робота по перенесенню проєкту починається з провішування лінії  $AK$  і встановлення на ній точок  $B$  і  $C$ , через які зручно побудувати допоміжні перпендикуляри  $BE$ ,  $CD$ ,  $BF$  та  $BN$ .

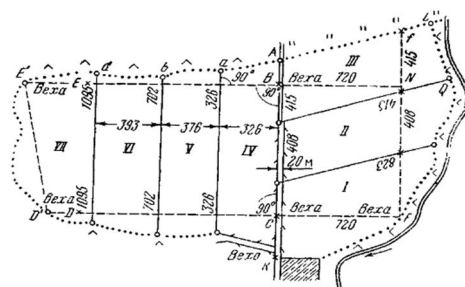


Рисунок 5.3 – Схема перенесення складних проєктів у натуру методом промірів

Потім із точки В у напрямку ВЕ по екеру будують перпендикуляр до лінії АК, відміряють на ньому відстані, взяті із плану, які рівні ширині полів IV, V та VI. На кожній межі поля отриману точку по перпендикуляру до лінії ВЕ переносять у точку перетину межі з контуром пашні, де і ставлять знаки (точки a, b, d та ін.). Після цього переходять у точку А, відміряють від неї взяті з плану відрізки на лінії АК і встановлюють знаки на межах між полями III, II і I. Потім будують перпендикуляр CD і відкладають по ньому ту ж ширину полів, що й на лінії ВЕ. Із отриманих точок проміром на себе переносять межі з місця перетину з лінією контуру пашні і ставлять знаки на південних межах полів IV, V, VI, VII. З точки С будують перпендикуляр CF, вимірюють його і ставлять віху в точку F. Будують перпендикуляр у точці В і ставлять віху в точці N на відстані від його основи, що дорівнює CF. Продовжують лінію FN до перетину з AL і від точки F по лінії fNF відміряють відрізки 415 і 408 м. Отримані на кінцях цих відрізків точки та раніше поставлені знаки на лінії АК визначають напрямки меж між полями III і II, II і I. Проміром на себе продовжують ці межі до точок перетину їх із контурами пашні біля річки і ставлять тут знаки.

Таким доволі простим способом, без допоміжних обчислень та без використання теодоліта, забезпечується достатньо точне дотримання паралельних довгих сторін полів сівооборотів, що і є в даному випадку основною вимогою.

#### *Перенесення проєкту в природу кутомірним методом*

Проект переноситься в природу за допомогою теодоліта і мірного приладу, після проєктування на плані будь-яким способом і з плану будь-якого виду знімання, особливо коли на плані і на місцевості є пункти геодезичної основи (точки теодолітних ходів, пункти геодезичних мереж). Вони повинні мати координати, обчислені за результатами вимірювань на місцевості.

Проект у натуру за допомогою теодоліта і мірного приладу переносять у випадках, коли застосування тільки одного мірного приладу обмежено, коли проектні межі являють собою ламані лінії, які прокладаються в закритій місцевості або точки ситуації не є надійною опорою для перенесення проекту в натуру.

В залежності від розташування проектних точок відносно пунктів геодезичної опори в практиці перенесення проекту в натуру теодолітом, існують два випадки визначення проектних точок на місцевості:

- 1) з однієї станції полярним способом;
- 2) з кількох станцій, які створюють проектний теодолітний хід.

При перенесенні проекту теодолітом у всіх випадках необхідно, щоб вихідними (опорними) були пункти геодезичних мереж з обчисленими значеннями координат.

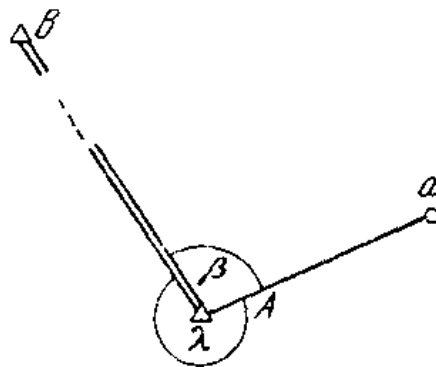


Рисунок 5.4 – Полярний спосіб

При полярному способі (рис. 5.4) проектним є кут  $\beta$ , який будують на місцевості у вихідній точці А, і проектна відстань  $Aa = D$ , яка визначає на місцевості точку (а).

Величини  $\beta$  і  $D$  можуть бути задані по проекту в числовому вираженні, обчислені в процесі проектування або визначені з плану графічно. На місцевості проектний кут будується теодолітом від вихідного напрямку АВ

при КП і КЛ, а відстань  $D$  відкладається мірною стрічкою з урахуванням поправки за нахил місцевості.

Перенесення проєкту в натуру графічним способом (мензулою)

Проєкт у натуру мензулою переносять із планшетів мензульної зйомки або аерофотозйомки в таких випадках:

- при графічному або механічному способі проєктування;
- у випадках, коли перенесення проєкту мірним приладом виконати складно через умови місцевості;
- коли точки ситуації не можуть бути використані в як опорні;
- по межах землекористування відсутні теодолітні ходи і використання теодоліта нераціональне.

Разом з тим, наявність великої кількості точок у напівзакритій місцевості робить застосування мензули для перенесення проєкту в натуру достатньо ефективним.

При перенесенні проєкту в натуру мензулою зменшується кількість грубих похибок, оскільки вся робота проводиться і контролюється в полі. Зменшується об'єм підготовчих робіт. Однак перед перенесенням проєкту в натуру мензулою необхідно впевнитися в наявності на місцевості опорних пунктів геодезичної і геометричної мережі.

*Приклад перенесення мензулою у відкритій і напівзакритій місцевості*

1. В зоні розташування проєктних точок А,В,С (рис. 5.5) встановлюють мензулу М. Якщо проєктна точка знаходиться недалеко від опорної точки, яка закріплена на місцевості і збереглася, то мензулу встановлюють на цей пункт. Якщо опорні пункти знаходяться далеко від проєктної точки, то мензулу встановлюють недалеко від неї і положення точки, де стоїть мензула, на плані визначають способом Болотова, контролюють її по знятих контурах.



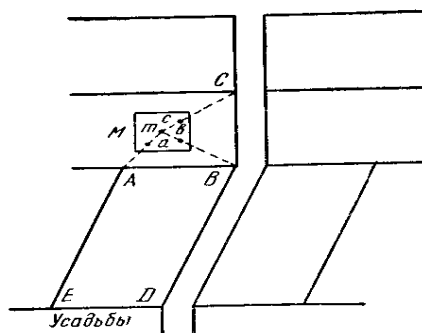


Рисунок 5.5 – Схема перенесення проекту графічним способом

2. Між отриманою точкою, де стоїть мензула і проектною точкою визначають по плану відстань і якщо відстань перевищує: масштаб 1:5 000 – 150 м, 1:10 000 – 250 м, 1:25 000 – 450 м, 1:50 000 – 500 м, то мензулу переносять ближче до проектної точки і знову визначають її місцезнаходження на плані.

3. До отриманої точки, де стоїть прилад (m на плані), і проектної точки, точки А, прикладають ребро лінійки кіпрегеля і в напрямку зорової труби по створу виставляють рейку на визначену відстань. Короткі відстані на рівній місцевості швидше і точніше відкласти мірним приладом, контролюючи їх по далекоміру.

4. На визначеній точці встановлюється знак.

5. Вище вказаним способом переносять у натуру решту проектних точок, розташованих поблизу даної точки, де стоїть прилад.

6. Наступні проектні точки переносять в натуру від нових точок, де стоїть мензула.

Після встановлення знаків на проектних точках для контролю вимірюють лінії між проектними точками і результат виписують на робочому кресленні.

Нев'язка в мензульних ходах  $1/200$  від довжини ходу. Точність перенесення проєктних точок в натуру мензулою відповідає точності їх зйомки (середньоквадратична похибка 0,4 мм на плані).

При великих вимогах до точності перенесення в натуру меж полів і ділянок застосування мензули стає обмеженим.

#### **5.4 Геодезичні роботи при перенесенні в натуру робочих протиерозійних ділянок лінійних об'єктів, осей інженерно-технічних протиерозійних споруд**

Завданням внутрішньогосподарської організації території є розробка системи заходів, спрямованих на захист ґрунтів від водяної і вітрової ерозії.

Плановою основою для складання проєкту комплексних протиерозійних заходів є план землекористування масштабу  $1:10\ 000$  із зображенням рельєфу, відкорегований до початку проведення обстежень і проєктування. Для проєктування і будівництва протиерозійних гідротехнічних споруд проводять спеціальні зйомки у масштабах  $1:2\ 000$  і  $1:1\ 000$ .

##### *Перенесення в натуру робочих ділянок*

При внутрішньогосподарській організації території сільськогосподарських підприємств в районах розповсюдження ерозійних процесів намічається ряд протиерозійних заходів, в тому числі встановлення типів і кількості сівооборотів (польових, ґрунтозахисних тощо). На території кожного сівообороту намічають розташування полів, робочих ділянок, захисних лісонасаджень, польових доріг, скотопрогонів тощо.

При складному рельєфі та різноманітності ґрунтів рідко є можливість проєктувати великі компактні та агротехнічнооднородні поля сівооборотів,

тому необхідно проєктувати агротехнічні однорідні робочі ділянки, які є постійними територіальними одиницями і де обробка ґрунту виконується за напрямками з урахуванням рельєфу.

Робочі ділянки залежно від конкретних природних умов проєктують з різною конфігурацією.

На однорідних схилах із кутами нахилу місцевості до  $4^\circ$

– довгі сторони розташовуються вздовж горизонталей з кутами нахилу не більше  $1,5^\circ$ – $2,0^\circ$ , щоб не було розмиву ґрунту вздовж межі. На крутих схилах із складним рельєфом робочі ділянки з довгими сторонами розташовують вздовж горизонталей із метою забезпечення контурної (криволінійної) обробки ґрунту.

Прямолінійні межі робочих ділянок переносять методами, які вказані і розглянуті в першому питанні. Контурні межі робочих ділянок (які йдуть уздовж горизонталей) переносять у натуру за допомогою нівеліра або теодоліта.

Поворотні точки робочих ділянок закріплюють на місцевості межовими знаками. На межовому знаці крім номеру сівобороту і номера поля, відмічають номер робочої ділянки. Межі робочих ділянок, якщо вони не збігаються з контурами місцевості, проорюють однією борозною.

*Перенесення в натуру проєктованих лісових смуг (лінійних об'єктів)*

Захисні лісові насадження запобігають розвитку ерозії ґрунтів. В залежності від природних умов у районах зі складним рельєфом, де є водна ерозія ґрунтів, проєктують і переносять у натуру позахисні роздільні, водорегулюючі, прибалкові і приярочні лісові смуги, які є межами полів і робочих ділянок.

Якщо лісні проєктовані смуги розташовуються по прямих межах, то їхнє місце розташування визначається за допомогою теодоліта і мірного приладу від точок геодезичної опори або за допомогою мірних стрічок – промірами від

контурних точок. Особливу увагу звертають на паралельність сторін полів, по яких розміщують лісові смуги.

При закладці лісових смуг по горизонталях (рис. 5.6), їх початкові і кінцеві точки визначаються в натурі промірами від характерних контурних точок. Форма контурних лісних насаджень диктується розташуванням горизонталей. Їх розташування в натурі визначається за допомогою нівеліра і рейки. Для цього в початковій контурній точці встановлюють рейку, а нівелір встановлюють на відстані 100 м по напрямку горизонталі і беруть відлік із рейки. Рейку послідовно переносять в напрямку проєктованої смуги і встановлюють у таких точках місцевості, де відлік з рейки буде дорівнювати або буде близьким до відліку на початкову точку (відхилення до 5–7 см). Рейку встановлюють через 50 м (не рідше) в залежності від форми рельєфу і стрімкості схилу, а найдене місце розташування точок закріплюється кілками. Закінчивши перенесення точок з однієї станції, нівелір переносять на іншу, бувають відлік із рейки, яка встановлена на попередній точці, і по цьому відліку знаходять розташування наступних точок. Після закінчення трасування горизонталі по знайдених і закріплених точках на місцевості проорюється борозна.

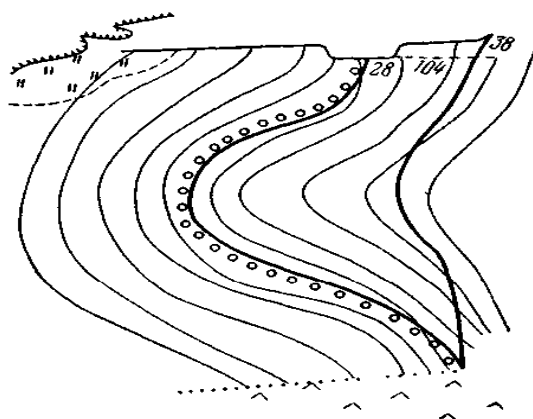


Рисунок 5.6 – Схема розташування лісової смуги

## *Способи перенесення в натуру осей інженерно-технічних протиерозійних споруд*

Здійснення комплексу організаційно-господарських, агротехнічних та лісомеліоративних заходів істотно зменшує поверхневе стікання води і послаблює ерозійні процеси, але рельєф часто підсилює концентрацію водяного потоку та його руйнівну дію. Тому, поряд із раніше названими заходами, передбачають будівництво протиерозійних гідротехнічних споруд, які призначені для швидкого і надійного закріплення ярів, а також для зупинення руйнування ґрунту на крутих схилах.

Деякі інженерно-технічні протиерозійні споруди призначені для затримки поверхневого стоку води з водозбору або приярової території. До них відносять: водозатримуючі вали; вали, що направляють воду; нагірні канали; розпилувачі стоку; тераси; протиерозійні ставки.

Інші протиерозійні гідрогеологічні споруди призначені для безпечного скиду поверхневих вод у гідрографічну мережу (струмки, річки). До них належать головні споруди для ярів – водоскиди: швидкотоки, перепади, трубчасті водоскиди тощо.

Вибір виду протиерозійних гідрогеологічних споруд, а також їх проектування та перенесення на місцевість залежать від конкретних умов, особливостей рельєфу, місцевості, ґрунтово-геологічних та інших факторів, які впливають на величину стоку з водозбірної площі. У процесі проектування протиерозійних заходів складається робоча схема в масштабі 1:10 000 або 1:25 000 із зображенням рельєфу горизонталями, на якій вказуються місця розташування і види гідротехнічних споруд, межі і розміри водозбірних площ. Розглянемо більш детально ці споруди.

Водозатримуючі вали призначені для затримки стоку поверхневих вод і проектуються на пологих схилах, які є продовженням ярів, із площею водозбору не більше 20 га. Топографічна зйомка для проектування

виконується в масштабі 1:1 000, 1:2 000 з перерізом рельєфу 0,5–1 м. При зніманні закладають 2–3 тимчасових репера в районі вершини яра, які будуть слугувати основою для перенесення проєкту вала в натуру. Повздовжня вісь валу розміщується по горизонталі. Перенесення в натуру водозатримуючого валу виконується шляхом терасування і розмічування межі основи валу з боку сухого відкосу.

Розташування вихідної точки N (рис. 5.7) отримано шляхом відкладання проєктної відстані від вершини яру до основи сухого відкосу. Від отриманої вихідної точки N за допомогою нівеліра або тахеометра в напрямку горизонталі визначається межа основи валу зі сторони сухого відкосу. Отримана межа закріплюється кілками через 10–15 м.

Поворотні точки межі валу визначаються шляхом промірів по основі валу або по кутах і промірах від вихідних реперів. Напрямки перемичок визначаються шляхом побудови кутів теодолітом.

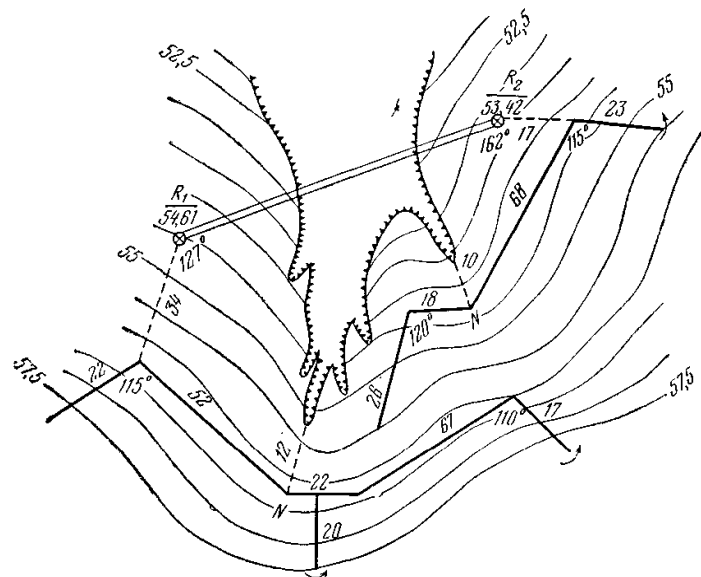


Рисунок 5.7 – Схема побудови водозатримуючого валу

Відмітки кінцевих перемичок визначаються нівеліром.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Поясніть сутність і способи перенесення проєкту в природу.
2. Покажіть у вигляді схеми організацію робіт по перенесенню проєкту в природу.
3. Які бувають окремі випадки і особливості перенесення проєкту в природу?
4. Перерахуйте основні геодезичні роботи при перенесенні в природу робочих протиерозійних ділянок лінійних об'єктів, осей інженерно-технічних протиерозійних споруд.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Божок А. П. Топографія з основами геодезії : підручник / А. П. Божок, В. Д. Барановський, К. І. Дрич. – Київ : Вища шк., 1995. – 275 с.
2. Геодезические работы при землеустройстве / [А. В. Маслов, Г. Н. Горохов, Э. М. Ктиторов, А. Г. Юнусов]. – М. : Недра, 1976 . – 256 с.
3. Неумывакин Ю. К. Земельно-кадастровые геодезические работы / Ю. К. Неумывакин, М. К. Перский. – М. : Колосс, 2006. – 184 с.
4. Ранський М. П. Геодезичні роботи в землевпорядкуванні : метод. посібник / М. П. Ранський. – Чернівці : Рута, 2007. – 59 с.
5. Чижмаков А. Ф. Геодезія / А. Ф. Чижмаков, А. М. Чижмакова. – М. : Недра, 1977 . – 342 с.



*Навчальне видання*

**НЕСТЕРЕНКО** Сергій Григорович  
**АФАНАСЬЄВ** Олександр Валерійович

**ОСОБЛИВОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕРИТОРІЇ МІСТ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної та заочної форми навчання освітнього рівня «магістр  
за спеціальністю 193 – Геодезія та землеустрій)*

Відповідальний за випуск *С. Г. Нестеренко*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2019, поз. 18Л

---

Підп. до друку 02.03.2020. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 4,7.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.