

Аграрно-економічний коледж
Полтавської державної аграрної академії
Циклова комісія землевпорядних дисциплін
Економічне відділення

“ ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ЗЕМЛЕУСТРОЇ ”

*курс лекцій для студентів вищих
навчальних закладів I-II рівнів акредитації
IV курсу спеціальності
5.070906 “Землевпорядкування”*

Розробив викладач:

Калашник Дмитро Архипович

2017

ЗМІСТ

Лекція 1. Вступ. Завдання дисципліни «геодезичні роботи при землеустрої». Види геодезичних робіт, які виконують у землевпорядкуванні. Значення дисципліни під час підготовки спеціалістів-землевпорядників та її зв'язок з іншими дисциплінами навчального плану.

Лекція 2. Значення та види топографо-геодезичних обстежень і вишукувань, об'єкти проектування. Види геодезичних робіт. Організація і зміст робіт корегування планів.

Лекція 3. Прийоми та точність обчислення площ різними способами.

Лекція №1 .Вступ

Завдання дисципліни «геодезичні роботи при землеустрої». Види геодезичних робіт, які виконують у землевпорядкуванні. Значення дисципліни під час підготовки спеціалістів-землевпорядників та її зв'язок з іншими дисциплінами навчального плану.

1. Вступ.
2. Значення топографо-геодезичних обстежень і вишукувань для землевпорядних робіт.
3. Загальні відомості про геодезичну мережу.

Вступ

Землевпорядкування – це свого роду генеральний план, по якому визначають контур і характер господарства, розташування і розмір його полів, луків, пасовищ, місць для житлового і промислового будівництва, джерела водо забезпечення і багато іншого, дуже важливого для життя і виробництва. Важливе місце в складі землеустрою займають топографо- геодезичні роботи.

Заходи з організації використання і охорони земель, відповідно до земельного законодавства, здійснюються шляхом складання схем і проектів землеустрою, розробки іншої технічної документації. Землеустрій за цих умов має важливе соціально-економічне значення і потребує відповідного технічного, інженерно-геодезичного забезпечення, починаючи з підготовки якісних вихідних матеріалів для складання відповідної проектної землевпорядної документації і завершуючи її здійсненням.

В умовах переходу країни до ринкової економіки, у зв'язку з передачею земельних ділянок у приватну власність фізичним і юридичним особам, підвищуються вимоги до точності геодезичного забезпечення землевпорядних робіт, ставляться

нові завдання до підготовки фахівців.

Відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики і освітньо-професійної програми підготовки спеціалістів, розглянуті основні питання, з яких майбутній землепорядник повинен мати глибокі теоретичні знання і достатні практичні навички щодо геодезичного забезпечення складання проектів землеустрою. Це такі питання як створення необхідного геодезичного обґрунтування, встановлення та відновлення меж землекористувань, визначення площ земельних ділянок, проектування ділянок різними способами, перенесення проектів землеустрою в натуру, оцінка точності площ ділянок запроектованих і перенесених у натуру різними способами тощо.

Під час курсу вивчення розглядаються питання стосовно різних умов, що трапляються при складанні окремих проектів землеустрою: коли в умовах складного рельєфу проектується контурно-меліоративна організація території; проектування ділянок виконується за рахунок різноякісних земель тощо. Особлива увага звертається на виконання геодезичних робіт при складанні проектів землеустрою із застосуванням сучасної вимірювальної техніки та програмного забезпечення. Разом з тим, для кращого розуміння окремих питань, у навчальному посібнику розглядаються методики і технології виконання геодезичних робіт і традиційними способами із застосуванням звичайних геодезичних приладів та інструментів, які ще досить широко використовуються в землепорядному виробництві.

Ці та інші питання, що вивчаються студентами у дисциплінах "Геодезичні роботи при землеустрої" та „Землепорядне проектування", відпрацьовують їх при виконанні лабораторно-практичних завдань, розробці курсових і дипломних проектів, при проходженні навчальних та виробничих практик.

Курс вивчення корисний також студентам заочної освіти, та

спеціалістам земельпорядних проектних організацій, які виконують інженерно-вишу-кувальні, проектні і розбивні роботи при складанні проектів землеустрою та іншої земельпорядної документації.

1.1. Значення топографо-геодезичних обстежень і вишукувань для земельпорядних робіт

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

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

1. Утворення нових, а також впорядкування існуючих проектів 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 проектів міжгосподарського землеустрою готують плани і карти в масштабі від 1:5000 до 1:25000. При великих роботах по міжгосподарському землеустрою (перебудова землекористувань у зонах великих водосховищ, каналів, іригаційних систем) інколи використовують карти масштабів 1:50000 і 1:100000.

Проведення внутрішньогосподарського землеустрою території (складання проектів 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 1:5000.

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 - 1:1000, сільських населених пунктів – у масштабі 1:2000. 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 1:5000 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) і т. ін.

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 1:1000 – 1:2000 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. Загальні відомості про геодезичну мережу

Для зведення результатів інженерно-вишукувальних, проектних і розбивних робіт, які виконуються при землеустрої, в одне ціле, необхідне геодезичне обґрунтування, яке базується на надійно визначених координатах у державній системі.

Плановим обґрунтуванням будь-яких топографо-

геодезичних робіт, у тому числі тих, які виконуються для землеустрою, є пункти державної геодезичної мережі.

Державна геодезична мережа - це сукупність її пунктів, рівномірно розміщених на території країни і закріплених на місцевості спеціальними центрами, які забезпечують їх збереження та стійкість у плані і за висотою протягом тривалого часу [5].

Мережа поділяється на планову і висотну. Планова геодезична мережа складається із системи пунктів, для яких точно визначені планові координати x і y , а абсолютні висоти - менш точно або взагалі не визначаються. Висотна геодезична мережа складається із системи пунктів, для яких точно визначені висоти H , а планові координати - менш точно або взагалі не визначаються.

Планові координати пунктів, які використовуються при інженерно-вишукувальних роботах, уже протягом тривалого часу визначаються традиційними способами - астрономічним та геодезичним. У сучасних умовах все ширше упроваджуються нові способи (супутникові та інерційні), які базуються на сучасних досягненнях науки і техніки.

Планові державні геодезичні мережі створюють методами триангуляції, трилатерації та полігонометрії, а також супутникової далекометрії. За точністю вимірювань, схемою та послідовністю побудови вони поділяються на три класи. Мережа 1 класу є астрономо-геодезичною. Її створюють полігонами із рядів трикутників або ходів полігонометрії, орієнтованих приблизно уздовж паралелей та меридіанів, периметр яких складає близько 800 км. Мережі 2 класу створюють суцільними в середині полігонів 1 класу. Мережа 3 класу є вставкою в мережі вищого класу.

Характеристика планових мереж тріангуляції та полігонометрії наведена в табл. 1 і 2 [10].

І. Характеристика планової мережі тріангуляції

Клас	Середня довжина сторін, км	Середня квадратична похибка кута, с	Допустима нев'язка в трикутнику, с	Відносна похибка вихідної сторони	Відносна похибка найслабшої сторони
	20-25	0,7	3	1:400000	1:300000
	7-20	1,0	4	1:300000	1:200000
	5-8	1,5	6	1:200000	1:120000

Так само, як і мережі тріангуляції відповідного класу, створюють мережі трилатерації 2-3 класів. Довжини сторін у них вимірюють з такою ж точністю, як і вихідні сторони в мережі тріангуляції цього класу.

2. Характеристика ціанової мережі полігонометрії

Клас	Гранична довжина ходу, км	Середня квадратична похибка кута, с	Довжина сторін, км
1	200	0,4	8-30
2	60	1,0	5-18
3	30	1,5	3-10

Державна геодезична мережа України представлена мережею пунктів, координати яких визначені за допомогою сучасних космічних технологій з найвищою точністю. Основою цієї мережі є пункти, які рівномірно розташовані на території країни та закріплені на місцевості спеціальними знаками, що забезпечують їх збереження і стійкість упродовж тривалого часу.

Для створення національної інфраструктури геопросторових

даних в Україні введена в дію нова система координат УСК-2000, яка повністю базується на супутникових вимірах.

Носіями референційної системи координат в Україні є 12 перманентних GPS-станцій та 15 фундаментальних пунктів, на яких регулярно виконуються спостереження. На основі цих пунктів побудована державна геодезична мережа, яка включає 800 пунктів мережі 1 класу та 500 пунктів мережі 2 класу, які задають на всій території України державну геодезичну референційну систему УСК-2000 та слугують для вирівнювання всіх пунктів мережі в цій системі координат.

Нова система відліку - УСК-2000 безпосередньо зв'язана з міжнародними системами і є близькою (у межах 1-3 м) до системи СК-42. Її використання дозволяє отримувати дані про положення будь-якого об'єкта на території України із сантиметровою точністю, застосовуючи при цьому як супутникові системи, так і класичні методи створення координатної основи.

Висока точність і достовірність визначення координат на цей час досягаються методами, які базуються на супутникових технологіях - GPS, ГЛОНАСС [8]. Саме сучасна GPS-технологія в диференційному режимі - технологія КТК у сукупності з іншими пристроями, як інтегрована система, дозволяє вирішувати будь-які задачі у сфері координатного забезпечення.

Отже, мережа RTK є на сьогодні провідним методом для точного визначення місця розташування супутниковими технологіями. З широким упровадженням цієї технології визначення положення у масштабі реального часу втрачається значення традиційного використання класичної геодезичної мережі (таких пунктів в Україні є близько 20 тисяч) та пунктів згущення з усіма відповідними наслідками.

Астрономо-геодезична мережа 1 класу будується у вигляді

однорідної за точністю просторової геодезичної мережі, яка складається з системи рівномірно розміщених геодезичних пунктів, віддалених один від одного на 50-150 км. Вона є геодезичною основою для побудови нових геодезичних мереж і забезпечення подальшого підвищення точності існуючої державної геодезичної мережі з використанням методів супутникової геодезії.

Визначення просторового положення пунктів 1 класу виконується методами супутникової геодезії у загальноземній системі координат, причому кожний пункт повинен бути зв'язаний супутниковими вимірюваннями не менше як з трьома суміжними пунктами мережі.

Геодезична мережа 2 класу будується у вигляді однорідної за точністю просторової геодезичної мережі, яка складається з рівномірно розміщених геодезичних пунктів існуючої геодезичної мережі 1 та 2 класів і нових пунктів, що визначаються відповідно до вимог, що ставляться. Вона є вихідною геодезичною основою для побудови геодезичної мережі згущення 3 класу та геодезичних мереж спеціального призначення з використанням методів супутникової геодезії та традиційних геодезичних методів.

Вихідними пунктами для визначення координат пунктів геодезичної мережі 2 класу є пункти 1 класу.

Геодезична мережа згущення 3 класу будується з метою збільшення кількості пунктів до щільності, яка забезпечує створення знімальної основи крупномасштабних топографічних та кадастрових знімків. Вона включає існуючі геодезичні мережі 3 та 4 класів і нові мережі згущення.

Положення нових пунктів геодезичної мережі згущення 3 класу визначають відносними методами супутникової геодезії, а

також традиційними геодезичними методами: полігонометрії, триангуляції та трилатерації.

Вихідними пунктами для побудови геодезичної мережі згущення 3 класу служать пункти астрономо-геодезичної мережі 1 класу і геодезичної 2 класу.

Для визначення пунктів геодезичної мережі згущення 3 класу методом полігонометрії прокладаються окремі ходи або ходи з вузловими точками, які опираються на пункти більш високого класу.

Мережа пунктів державної геодезичної мережі і геодезичної мережі згущення є недостатньою для виконання інженерно-вишукувальних, проектних і розбивних робіт для проведення землеустрою, тому виникає необхідність у побудові знімального обґрунтування (мереж згущення і знімальної основи).

На основі пунктів державної геодезичної мережі, з метою збільшення щільності пунктів геодезичної мережі для створення можливості виконання зйомок у крупних масштабах і безпосереднього вирішення інженерно-геодезичних задач, розвиваються мережі згущення.

Планові геодезичні мережі згущення поділяються на 1 та 2 розряди. Вони створюються у вигляді триангуляції, трилатерації та полігонометрії.

Основні характеристики геодезичних мереж згущення наведені в табл. 3.

Триангуляція 1 розряду будується у вигляді суцільної мережі, рядів трикутників, вставок систем або окремих пунктів на основі державної геодезичної мережі. Триангуляція 2 розряду розвивається у вигляді мереж, окремих пунктів або груп пунктів між пунктами державної геодезичної мережі, а також між пунктами триангуляції 1 розряду.

Полігонометрія 1 та 2 розрядів створюється у вигляді окремих

ходів або систем ходів з вузловими точками.

3. Основні характеристики геодезичних мереж згущення

Розряд	Довжина сторін, км	Середня квадратична похибка вимірювання кутів, с	Відносна похибка вимірювань сторін	Відносна похибка визначення довжини сторони в найслабшому місці
Тріангуляція				
1	0.5-5	5	1:50000*	1:20000
2	0.25 - 3	10	1:20000*	1:10000
Полігонометрія				
1	0.12-0.8	5	1:10000	-
2	0.08 - 0.35	10	1:5000	-

* - відносні похибки вимірювання вихідної (базисної) сторони

Знімальна геодезична мережа створюється з метою згущення геодезичної

Для забезпечення незмінності положення та їх цілісності протягом тривалого часу, пункти геодезичних мереж необхідно надійно закріплювати на місцевості. Це пов'язано з великим значенням геодезичних мереж зі встановлення єдиної системи координат на території країни.

На місцевості пункти планових державних геодезичних мереж закріплюють спеціальними геодезичними спорудами, які складаються з двох частин: підземної - центра пункту та зовнішньої - геодезичного знака.

Типи центрів, що закладаються, залежать від фізико-географічних умов району, особливо від складу ґрунтів та глибини їх промерзання.

Зовнішні геодезичні знаки використовують при проведенні кутових та лінійних вимірювань, при побудові мережі. Тип

зовнішнього знака залежить від висоти, на яку потрібно підняти прилад при виконанні вимірювань. Головними типами геодезичних знаків є: піраміда, простий сигнал, складний сигнал тощо (рис. 2) [5].

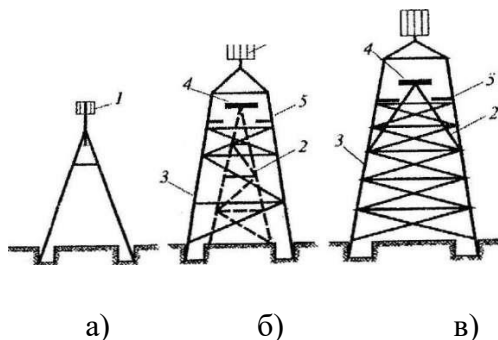


Рис. 2. Типи зовнішніх геодезичних знаків

а) - піраміда; б) - простий сигнал; в) - складний сигнал; 1 - візирний циліндр; 2-внутрішня піраміда; 3-зовнішня піраміда; 4-столик для приладів; 5-площадка для спостерігача

Прості піраміди (рис.2,а) споруджують у тих випадках, коли на сусідні пункти є видимість із землі. На пунктах державної геодезичної мережі будують три- і чотиригранні піраміди. Висота пірамід, як правило, не перевищує 5-10 м.

Прості сигнали (рис.2,б) використовують, коли для виконання вимірювань прилад потрібно підняти на висоту до 4-10 м. Простий сигнал складається з двох ізольованих одна від одної пірамід: внутрішньої (2), яка є підставкою для приладу (4), і зовнішньої (3), яка несе візирну ціль (1) та площадку для спостерігача (5). Внутрішня піраміда будується тригранною, а зовнішня, як правило, чотиригранною. Прості сигнали можуть бути дерев'яними і металевими, постійними або розбірними.

Складні сигнали споруджують, коли прилад необхідно підняти на висоту більше ніж 10 м (рис.2,в). Складний сигнал

відрізняється від конструкції простого тим, що його внутрішня піраміда (2), яка несе столик (4) для встановлення приладу, спирається не на землю, а на основні стовпи сигналу (3) на відстані близько 6 м, нижче від площадки для спостерігача (5).

Точки знімального обґрунтування закріплюються, в основному, тимчасовими знаками: металевими штирями і трубами, дерев'яними стовпами і кілками, вбитими в пеньки та стовпи цвяхами тощо.

На території сільських (селищних) рад для зйомочного обґрунтування застосовуються межові знаки, що встановлені по межах окремих землекористувань (землеволодінь) сільськогосподарських і не- сільськогосподарських підприємств та громадян, з відомими координатами. Висоти цих точок визначають геодезичним нівелюванням з прив'язкою до пунктів державної висотної геодезичної мережі.

Координати точок місцевості, зокрема пунктів геодезичних мереж, у сучасних умовах можуть визначатися сучасними методами із застосуванням технологій GPS-спостережень, які не ставлять таких жорстких вимог до вибору місць розміщення пунктів, як лінійно- кутові вимірювання з використанням оптичних приладів [5]. Тому немає необхідності у розміщенні пунктів на високих точках місцевості. Їх можна встановлювати в будь-якій місцевості, до якої є вільний доступ і забезпечується видимість небосхилу більше ніж 15° над горизонтом у секторі „ південний схід - південь - південний захід ”.

Недоліком геодезичних мереж є те, що їх пункти, навіть за наявності зовнішнього знака (сигналу), майже не читаються на аерознімках.

Ураховуючи можливості сучасних технологій визначення координат точок місцевості та з урахуванням зміни статусу земельних ділянок - переходу їх у приватну власність і вимог

створення цифрової топографічної продукції (цифрових моделей місцевості) з використанням матеріалів аерофотознімання, необхідно розробити нові вимоги до способів визначення місць розміщення пунктів геодезичних мереж, форм та розмірів зовнішніх знаків, щоб нові пункти читалися на матеріалах аерофотознімання будь-якого масштабу, включаючи матеріали космічних знімків.

Для визначення координат пунктів геодезичних мереж методом GPS-спостережень відпадає необхідність побудови зовнішніх знаків у вигляді пірамід чи сигналів. Замість них на поверхні землі необхідно встановити знаки-маркери відповідних розмірів, які б читалися на матеріалах аеро- і космічних знімків.

Контрольні питання для самоперевірки та повторення

1. Сутність геодезичного зйомочного обґрунтування.
2. Сутність астрономо-геодезичних мереж 1-3 класів.
3. Сутність зйомочної геодезичної мережі.
4. Види сигналів та знаків при створенні зйомочного обґрунтування.
5. Система координат УСК-2000 та її сутність.

Лекція 2. Значення та види топографо-геодезичних обстежень і вишукувань, об'єкти проектування. Види геодезичних робіт. Організація і зміст робіт корегування планів.

2.1. Види геодезичних робіт для забезпечення процесу землеустрою

2.2. Установлення і основні способи відновлення меж землекористувань

2.3. Старіння планів і карт, періоди та способи їх оновлення
Організація і зміст роботи по корегуванню

2.4. Види геодезичних робіт для забезпечення процесу землеустрою

До того, як проект 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 проектних планів-копій із планів і карт.

8. Попереднє (ескізне) проектування об'єктів.

9. Технічне проектування об'єктів.

10. Підготовка до перенесення проекту в натуру.

11. Перенесення проекту в натуру (на місцевість).

12. Виконавчі зйомки.

2.2. Установлення і основні способи відновлення меж землекористувань

У юридичному аспекті межа являє собою свого роду площину, яка визначає, де закінчується власність одного землеволодіння і починається власність іншого землеволодіння. Як правило, ця площина є вертикальною і її можна порівняти з повітряною завісою, а будь-яка особа, яка проходить через неї, переходить від однієї сукупності прав до іншої. Така площина поділяє землю на частки по закінченій географічній лінії. Переступити цю лінію означає пройти через цю повітряну завісу.

На практиці в більшості випадків межі власності позначені на поверхні землі за допомогою таких лінійних показників, як огорожа, або за допомогою точкових показників - дерев'яних,

металевих або бетонних стовпів.

Стосовно цих фізичних об'єктів можна також говорити про межі, хоч вони можуть не співпадати в просторі з узаконеними межами. У своїй більшості огорожа є елементом захисту, охороняє від вторгнення і не є обов'язковим інструментом для відновлення (делімітації) власності. Часто межі землеволодінь закріплені лісосмугами. При цьому межі, як правило, проходять на відстані, яка дорівнює половині ширини міжряддя (1,25-1,5 м) і не більше 3 м від крайнього ряду лісосмуги.

У землевпорядній практиці України визначена на місцевості межовими знаками фіксована межа являє собою межу, яка була точно проведена, тому будь-який відсутній межовий (геодезичний) знак може бути з точністю відновлений на основі результатів геодезичних вимірювань [16].

Відновлення меж здійснюють при вирішенні земельних спорів між сусідніми землекористуваннями у випадках повної чи часткової втрати на місцевості межових знаків і ознак ліній межі, для створення зйомочного обґрунтування при коректуванні планово-картографічних матеріалів і проведенні інших землевпорядних робіт.

При відновленні меж юридичним обґрунтуванням і технічною основою є державні акти на право власності і право користування землею. Відновленню підлягають утрачені межові знаки і ті, що стали непридатними. В окремих випадках допускається закладка межових знаків (групами по два три) тільки в характерних місцях меж сусідніх землеволодінь (землекористувань). Ці знаки в подальшому можуть використовуватися як вихідні для відновлення всіх проміжних межових знаків і згущення зйомочного обґрунтування при проведенні знімальних робіт, коректуванні планів і виконанні інших землевпорядних робіт.

Заходи щодо відновлення меж повинні забезпечити беззаперечне визначення в натурі положення меж землекористувань (межових знаків і ліній). Перед відновленням меж проводять їх рекогноситування (огляд). На копію плану землекористування наносять результати огляду окружної межі. Умовними знаками позначають уцілілі і втрачені межові стовпи. Наприклад, ті, що збереглися, обводять двома кружками; межові знаки, ознаки яких збереглися, - одним кружком; втрачені межові знаки (стовпи) - хрестиком. Потім встановлюють спосіб відновлення втрачених межових знаків. Відновлення меж землекористувань полягає в знаходженні місцеположення втрачених межових стовпів і закріпленні їх новими знаками встановленого зразка.

Межові стовпи відшукують візуально, якщо на місцевості збереглися ознаки втраченого знака у вигляді кургану, уламків тощо. Якщо межовий знак візуально знайти неможливо, його місцеположення на місцевості можна визначити за допомогою GPS - навігатора.

Він являє собою приймальний прилад, який використовує сигнали супутникової системи GPS для обчислення свого місцезнаходження та дозволяє визначати координати точок з підвищеною точністю за рахунок додаткової математичної обробки вимірювань.

Відновити втрачені межові знаки можна також інструментально. При цьому на місцевості будують горизонтальні кути і відкладають лінії, значення яких знаходять шляхом розв'язання обернених геодезичних задач. Значення горизонтальних кутів і довжин ліній можуть бути відомі за результатами попередніх зйомок.

Для побудови заданого горизонтального кута β необхідно на місцевості мати вершину кута і одну з його сторін (рис.3).

Теодоліт установлюють у вершині кута, в точці A , і візують на точку B . Обертанням алідади відкладають кут β знаходять на місцевості точку C_2 . Зорову трубу переводять через зеніт, те ж саме виконують при другому положенні вертикального круга і відмічають точку C_1 . Посередині відрізка C_1C_2 установлюють (позначають, закріплюють) точку C .

Побудований таким чином кут CAB і є заданий горизонтальний кут β . Оскільки він побудований при двох положеннях вертикального круга, то в ньому відсутня колімаційна помилка теодоліта.

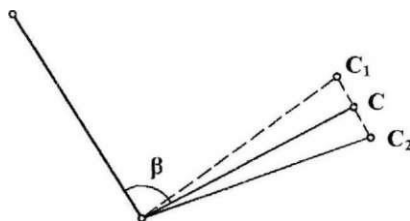


Рис. 3. Побудова горизонтального кута

У багатьох випадках горизонтальні кути необхідно будувати із заданою точністю. Якщо потрібну точність побудови кута позначити через $m\beta$, а точність теодоліта - t , то між кількістю прийомів вимірювань n , величинами $m\beta$ і t має місце співвідношення:

$$n = \frac{t^2}{m_\beta^2}$$

Величини t і $m\beta$ вимірюються (визначаються) в секундах. Побудову кута в цьому випадку виконують у такій послідовності (рис. 4).

Кут попередньо закругляють до мінут, при одному положенні круга відкладають його на лімбі і позначають точку С1 на місцевості. Вимірюють його кількістю прийомів, знайдених за вищенаведеною формулою.

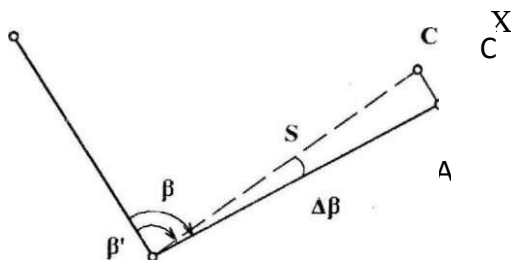


Рис. 4. Побудова горизонтального кута із заданою точністю

Припустимо, що при вимірюваннях (рис.4) отримали кут β' , тоді $\beta - \beta' = \Delta\beta$ або $\beta = \beta' + \Delta\beta$

Позначивши відстань $AC1$ через S , вираховують лінійну величину X , яка відповідає $\Delta\beta$ за формулою:

$$X = \frac{\Delta\beta''}{p''} \cdot S$$

де p'' - кількість секунд у радіані (206265).

Відклавши величину X лінійкою або іншим мірним (вимірювальним) приладом перпендикулярно до лінії $AC1$, отримують шуканий кут β , побудований на місцевості із заданою точністю.

Щоб відкласти (відміряти) на місцевості лінію d , задають її напрям і вимірювальним приладом відкладають задану довжину. Правильність відкладання перевіряють вимірюванням у зворотному напрямку. Довжини ліній, визначених за координатами точок окружної межі, є горизонтальними

прокладеннями ліній місцевості. Дія їх побудови необхідно вирахувати фактичні значення ліній на місцевості D (з урахуванням ку та нахилу) за однією з формул:

$$D = \frac{d}{\cos v}; \quad D = d + 2d \cdot \sin^2 \frac{v}{2}; \quad D = d + \frac{h^2}{2d}; \quad D = d + \frac{1.5 \cdot v^2 + d}{10000}; \quad D = \sqrt{h^2 + d^2},$$

де d - горизонтальне прокладення лінії, взяте з плану або визначене за координатами, м;

v - кут нахилу місцевості, град.;

h - перевищення між кінцями лінії, визначене за горизонталями планів, м.

Кут нахилу v° вимірюється на місцевості або визначається на плані з горизонталями за формулою:

$$v^\circ = \frac{i\%}{1.75}; \quad i\% = \frac{h}{d} \cdot 100\%,$$

де $i\%$ - ухил лінії, %; h - перевищення між кінцями лінії, м; d - горизонтальне прокладення лінії, м.

Якщо на плановому матеріалі горизонталі відсутні, поправки за нахил визначають безпосередньо в полі, вимірюючи кути нахилу екліметром або теодолітом. Поправка за нахил місцевості завжди вводиться із знаком (+). При відновленні меж землекористувань ці поправки треба урахувувати при кутах нахилу більше $1,5^\circ$.

Горизонтальний кут і довжину лінії можна побудувати за допомогою електронного тахеометра (теодоліта).

За результатами огляду окружної межі землекористування залежно від взаємного розміщення втрачених межових знаків і тих, що збереглися, а також від умов місцевості визначають способи відновлення втрачених знаків.

Окремий межовий знак можна знайти шляхом контрольних вимірювань від стовпів, які збереглися на місцевості. Якщо межі землекористування не розпізнаються на місцевості, положення межового знака визначають полярним способом - побудовою горизонтального кута відносно стовпів, що збереглися, і відкладанням довжини лінії в напрямку втраченого знака, як це було розглянуто вище.

Відновлення декількох знаків, за сприятливих умов для вимірювання ліній, проводять так. Наприклад, для знаходження втрачених межових знаків у точках C і D (рис. 5) на ділянці окружної межі $ABCDE$ необхідно побудувати теодолітний хід. У точці B за допомогою теодоліта відкладають вирахований горизонтальний кут $\alpha = \angle ABC$ і в заданому напрямі відкладають довжину лінії BC . Через наявність похибок, які супроводжують вимірювання, на місцевості буде одержана не точка C , а допоміжна точка C^1 .

Аналогічно будують кут в точці C^1 і, відклавши довжину лінії CD , отримують точку D^1 . При великій кількості втрачених знаків відновлюють послідовно, поки не дійдуть до стовпа, що зберігся.

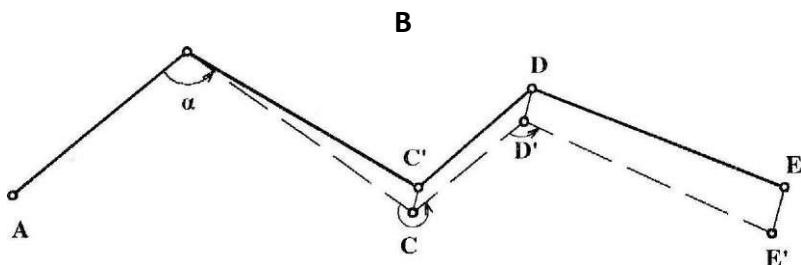


Рис. 5. Відновлення меж шляхом побудови теодолітного ходу

Відрізок $E'E$ - нев'язка, яку розподіляють за способом паралельних ліній. Для цього за допомогою бусолі визначають напрямок нев'язки і, відклавши в точках C' і D' поправки - відрізки $C'C$ і $D'D$ у заданому напрямі, одержують місцеположення втрачених точок C і D . Поправки $C'C$ і $D'D$ визначають за формулами:

$$C'C = \frac{E'E \cdot BC}{BC + CD + DE}; \quad D'D = \frac{E'E(BC + CD)}{BC + CD + DE};$$

Допустимо величину лінійної нев'язки ходу (якщо кути будують 30 - секундним теодолітом, а лінії відкладають з відносною похибкою 1:2000) визначають як 1:700 - 1:1000 до довжини ходу залежно від умов вимірювань.

Якщо пошук положення межових знаків B і C побудовою теодолітного ходу пов'язаний з небажаною прорубкою просік по межах землекористування, то знаходять їх способом перпендикулярів відносно лінії AD , яка опирається на уцілілі межові стовпи A і D (рис.6). За координатами цих точок вираховують дирекційний кут і довжину лінії AD , а, використовуючи дирекційні кути ліній AD , AB , BC , CD , - кути α , β і γ . Потім визначають відстані до основ перпендикулярів $Av = AB \cdot \cos \alpha$, $Ac = Av + BC \cdot \cos \beta$ і їх довжину $Bv = AB \cdot \sin \alpha$, $Cc = Bv + BC \cdot \sin \beta = CD \cdot \sin \gamma$.

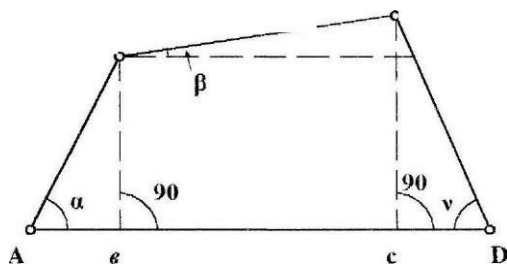


Рис. 6. Відновлення меж способом перпендикулярів

Для контролю визначають значення $cD = CD \cdot \cos \gamma$ і перевіряють рівність $AD = Ae + cD$.

Вирахувані відрізки ліній відкладають на місцевості за допомогою мірної стрічки або іншого мірного приладу і одержують місцеположення втрачених межових знаків B і C . Перпендикуляри до лінії AD будують теодолітом або екером, якщо їх довжина не перевищує 100 м.

Якщо безпосередня побудова лінії на місцевості ускладнена, але є видимість між уцілілими і втраченими стовпами, межі можна відновити способом кутових засічок (рис.7).

За координатами точок A і E , які збереглися, і втрачених точок B , C , D визначають всі необхідні напрями (дирекційні кути) і кути α_1 , α_2 , α_3 , β_1 , β_2 і β_3 (рис.7).

На місцевості в точках A і E відносно лінії AE будують кути α_3 і β_1 , α_2 і β_2 , α_1 і β_3 на перетині одержаних напрямів знаходять положення втрачених межових знаків B , C , D .

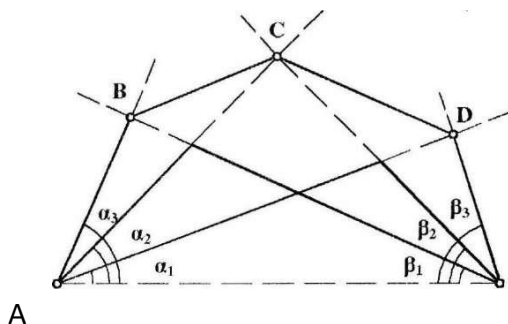
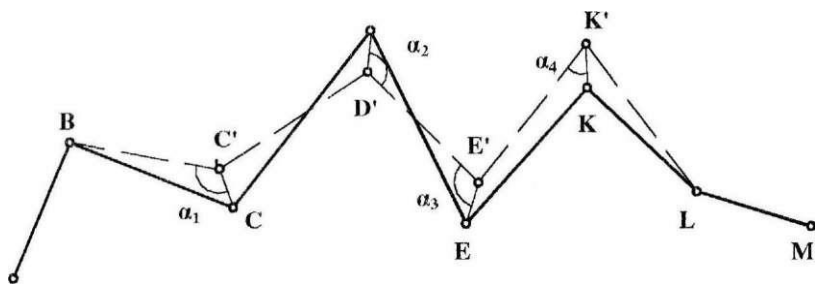


Рис. 7. Відновлення меж кутовими засічками

Межі землекористування можна відновити прокладанням допоміжного теодолітного ходу. Для цього уздовж ділянки межі з втраченими межевими знаками прокладають розімкнутий теодолітний хід між межевими знаками, що збереглися, і вираховують координати його точок (рис.8). Потім обчислюють напрями і відстані між точками теодолітного ходу і втраченими межевими знаками окружної межі. Визначивши і побудувавши на місцевості горизонтальні кути між напрямками ліній теодолітного ходу і напрямками на втрачені стовпи $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ і відклавши відстані $C'C, D'D, E'E, K'K$, знаходять положення втрачених знаків C, D, E , і K .



А/с. 8. Відновлення меж шляхом прокладання допоміжного теодолітного ходу

Якщо втрачений межовий знак знаходиться на значній відстані від стовпів, що збереглися, його відновлюють прокладанням теодолітного ходу до місця розміщення втраченого знака (рис.9).

Після обробки результатів вимірювань, у процесі яких отримують координати точки N_1 , визначають горизонтальний кут між останньою лінією теодолітного ходу і напрямом на точку N і відстань N_1N . Положення втраченого межового знака N знаходять шляхом побудови кута β і відкладанням лінії N_1N .
 $\Delta X_{ED} = X_D - X_E$ і $\Delta X_{EC} = X_C - X_E$

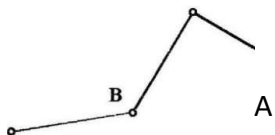


Рис. 9. Знаходження межового знака шляхом прокладання теодолітного ходу

В отриманих точках будують прямі кути. Відклавши відстані $\Delta Y_{ED} = Y_D - Y_E$ і $\Delta Y_{EC} = Y_C - Y_E$ знаходять місце розміщення втрачених знаків C і D . Правильність визначення положення цих точок (знаків) перевіряють за відомими відстанями ED , DC і CB . Відновлення точок C і D можна виконати і відносно лінії AB , яка збереглася. При цьому треба одержати південний напрям, паралельний осьовому меридіану, побудувавши кут $\beta_2 = 180^\circ - \alpha_{BA}$. Використовуючи координати точок C , D і B , необхідно вирахувати прирости координат ліній BC та BD і, виконавши на місцевості побудови зазначеним вище

способом, визначити місцеположення точок С і D. Якщо ділянка межі витягнена із заходу на схід, для визначення місця розміщення трачених знаків зручніше будувати напрям, перпендикулярний осьовому меридіану. В одержаному напрямі слід відкладати різницю ординат, а довжини перпендикулярів визначати як різницю абсцис відповідних точок. При значній відстані від межових знаків, які збереглися, до приблизного місця, де розміщений втрачений знак, прокладають хід, кути повороту в якому 90° , за винятком першого (рис. 10,6). Координати точок будуть дорівнювати

$$X_P = X_B + (a_1 + a_2) \quad Y_P = Y_B + (b_1 + b_2).$$

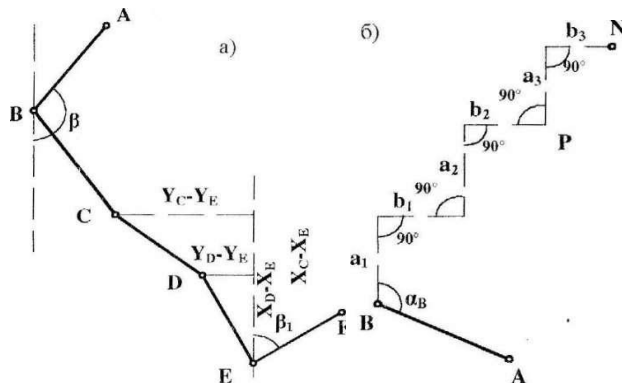


Рис. 10. Відновлення меж способом приростів координат

Якщо лінії ходу мають північний і східний напрями, їм присвоюють знак (+), а південний і західний - (-).

Порівнявши координати точки P з координатами втраченого пункту N вираховують прирости координат лінії NP. Побудувавши на місцевості ще два прямих кута і відклавши дві лінії a_3 і b_3 , визначають місцеположення втраченого пункту N. Цей спосіб доцільно застосовувати при відкладанні ліній за допомогою світловіддалеміра або електронного теодоліта.

Закріплення втрачених межових знаків провадять стовпами (дерев'яними, залізобетонними) встановленого зразка з окопуванням кургану.

Положення втрачених знаків можна знайти також способом приростів координат. Наприклад, для знаходження положення точок C і D у точці E (рис. 10а) відносно лінії EF будують кут β_1 , рівний величині її дирекційного кута. Отриманий напрям паралельний лінії осьового меридіана для системи, в якій вираховані координати окружної межі землекористування. У даному напрямку відкладають відстані.

Визначення, координати точок, щод пунктів T_x та T_2 триангуляції. Існує багато розв'язків такої задачі. Одним із найдоцільніших серед них є розв'язок, який може назвати методом умовного базису.

Суть цього методу полягає в тому, що довжину лінії P_x - P_2 умовно приймають за одиницю. Потім, за вимірними кутами D , $(32, D, D, \text{та})$ вважаючи лінію P_x - P_2 відомою, такою, що дорівнює B_0 , розв'язуванням трикутників $T_x P_2 P_x$ та $T_2 P_2 P^{\wedge}$ визначають сторони $S^{\wedge}$, S_2 , S'_3 , S'_4 .

У кожному з двох трикутників $T_x P_2 P_x$ та $T_x T_2 P_2$ відомі дві сторони та кути між ними D та D , то ці трикутники розв'язуються. Можна знайти третю сторону та два інші кути. Знайдемо також кути $(p$ та $Я$. Тепер у нас є можливість два рази, з контролем, знайти довжину b в цій умовній одиниці довжин. Позначимо цю умовну довжину B' . З трикутників Γ , $T_2 P_x$ та $T_x T_2 P_2$ відповідно маємо:

$$\frac{b'}{\sin \beta_1} = \frac{S'_1}{\sin \lambda}; \quad \frac{b'}{\sin \beta_4} = \frac{S'_4}{\sin \varphi}.$$

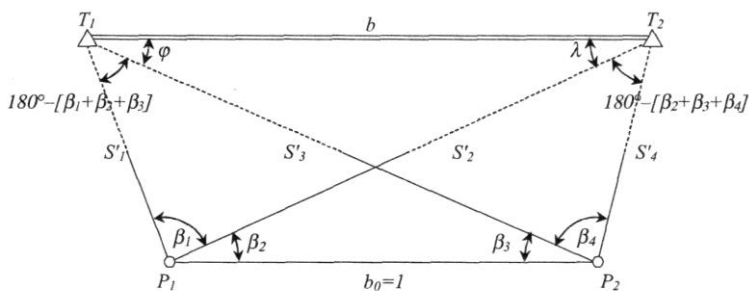


Рис. II.5.9. Визначення координат двох точок

$$\left. \begin{aligned} \frac{S'_1}{\sin \beta_3} &= \frac{b_0}{\sin [180^\circ - (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3)]}; \\ \frac{S'_2}{\sin (\beta_3 + \beta_4)} &= \frac{b_0}{\sin [180^\circ - (\beta_2 + \beta_3 + \beta_4)]}; \\ \frac{S'_3}{\sin (\beta_1 + \beta_2)} &= \frac{b_0}{\sin [180^\circ - (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3)]}; \\ \frac{S'_4}{\sin \beta_2} &= \frac{b_0}{\sin [180^\circ - (\beta_2 + \beta_3 + \beta_4)]} \end{aligned} \right\}. \quad (\text{II.5.64})$$

Отже, справді b визначено з контролем (двічі). Два результати b повинні сходитися у межах точності обчислень. Але фактичну довжину цієї лінії b та її дирекційний кут ми можемо визначити за координатами пунктів T_x та T_2 .

З відношення b до b' ми знайдемо дійсну довжину лінії P_x — P_2 . Позначимо цю довжину S :

$$S = \frac{b}{b'}.$$

Тепер у нас є всі необхідні дані, щоб знайти дирекційні кути і фактичну довжину усіх чотирьох ліній:

$$S_1 = S'_1 \cdot S; S_2 = S'_2 \cdot S; S_3 = S'_3 \cdot S; S_4 = S'_4 \cdot S.$$

Залишається за довжинами ліній та дирекційними кутами визначити прирости координат, а потім і координати точок P_x та P_2 . Координати кожної з цих точок будуть обчислені двічі, що і буде їхнім кінцевим контролем.

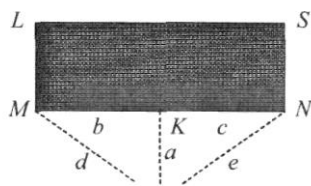
Розглянутий спосіб є дуже простим та природним. Найдоцільнішим випадком визначення координат двох точок буде той, коли форма, створена двома заданими та двома шуканими точками, близька до квадрата. Потрібно уникати дуже гострих кутів у чотирикутнику.

Відшукування полігонометричних пунктів. Прив'язування пунктів полігонометрії до постійних об'єктів місцевості.

Від прокладення полігонометричної мережі до її використання для топознімання може пройти декілька років, і, як би фундаментально не закріплювались пункти, все ж знайти їх на місцевості буває дуже важко. Головна мета прив'язування пунктів до постійних предметів, як вже відзначалося - забезпечити їх знаходження. Способи такого прив'язування різноманітні. Суть їх стане зрозумілою після ознайомлення з типовими прикладами прив'язування.

Рис. 1.8. Прив'язування до фасаду будинку

Прив'язування до фасадів будинків



Якщо полігонометричний хід проходить біля постійних предметів, то прив'язування виконують переважно лінійними вимірюваннями -

рулетками. Наприклад, якщо маємо $LMNS$ - цегляну або кам'яну споруду (будинок), а точка ходу P_m розташована біля стіни MN , тоді доцільно опустити на лінію

MN фасаду перпендикуляр з точки P_{n+X} та виміряти довжину перпендикуляра

a . Крім того, доцільно виміряти віддалі b і c від основи

перпендикуляра, тобто від точки K , до кутів будинку. Цих вимірів достатньо, щоб знайти точку P_{n+i} , але безконтрольно. Прив'язування необхідно виконувати так, щоб обов'язково був контроль. Тому необхідно ще виміряти віддалі d та ϵ від кутів будинку M та N до точки P_m . Тепер точку P_m можна знайти з контролем лінійними засічками, використовуючи довжини a , d та ϵ .

Прив'язування до кута будинку

Якщо хід проходить біля кута будинку, то прив'язування можна виконати методом створів, а саме: продовження стіни AN дає на стороні ходу точку L , а продовження стіни BN - точку M .

Крім того, потрібно з точки tV опустити, за допомогою екера, перпендикуляр на цю саму лінію ходу. Точки M , R та L необхідно зафіксувати. Для цього необхідно виміряти відрізки c , a , b , а також частини S_1 та S_2 сторони ходу P_i — P_m . Цих даних достатньо, щоб з контролем, якщо необхідно, відновити положення точок M , L та R . Якщо ж продовжити створ відрізка ML , то зможемо знайти точки P_i та P_m . Для точнішого встановлення напрямку сторони полігонометричного ходу корисно виміряти на одній з точок M , R або L кут ϵ між напрямком сторони ходу та напрямком на віддалений, стійкий предмет Q . Оскільки дирекційний кут лінії P_i та P_m відомий, тоді буде відомий і дирекційний кут ліній RQ та RN . Отже, у результаті прив'язувальних вимірювань можна отримати на місцевості координати додаткових точок R та N . Це може виявитись корисним, наприклад, під час поновлення пунктів P_i та P_m .

У малонаселених районах близькі стійкі предмети місцевості просто відсутні. Одночасно часто трапляються випадки, коли з полігонометричних пунктів видно далекі предмети місцевості: поодинокі дерева, перехрестя доріг, чіткий край лісу тощо. У такому разі необхідно виміряти кути Δ і Δ (рис. П.5.13), як це робиться в задачі Потенота та, крім того, виміряти кути γ та ϵ для орієнтування сторін ходу. Під час пошуку пункту P_i треба встановлювати теодоліт послідовно в такі точки, щоб вимірювані кути наближалися до відомих Δ і Δ . Контролем будуть кути γ та ϵ . Доволі корисно для такого прив'язування використовувати метод створів.

Під час прив'язування необхідно дотримуватися одного загального правила: кількість елементів прив'язування повинна бути необхідною і достатньою для того, щоб поновити хоча б два сусідні пункти полігонометричного ходу.

Зрозуміло, що для відшукування пунктів можна використовувати не тільки прив'язування цих пунктів до предметів місцевості, але й прив'язування до пунктів триангуляції, трилатерації чи полігонометрії старших класів.

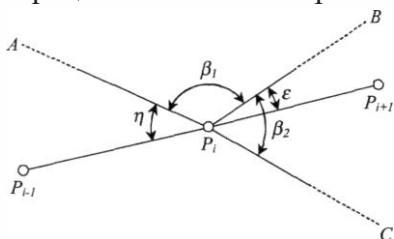


Рис. 1.11. Прив'язування до далеких предметів

Відшукування пунктів за прив'язками до інших пунктів геодезичних мереж застосовують найчастіше для поновлення пунктів полігонометрії. Якщо, наприклад, було виконане прив'язування пункту P до пунктів триангуляції $\Gamma_p T_2$ та Γ_3 (рис.

П.5.14) розв'язанням задачі про четверту точку (задачі Потенота), то для відшукування втраченого пункту потрібно, ставши на місцевості там, де передбачається, розмістити цей пункт (наприклад, у точці M), визначити координати точки M , користуючись пунктами триангуляції T_1, T_2, T_3 .

Тепер, знаючи координати точки M і координати точки P , ми можемо поновити точку P . Для цього за координатами обчислюється довжина та напрямок лінії MP . Далі, знаючи дирекційний кут лінії (MT_3), знаходять кут ζ за формулою:

$$\eta = \alpha_{(MP)} - \alpha_{(MT_3)}.$$

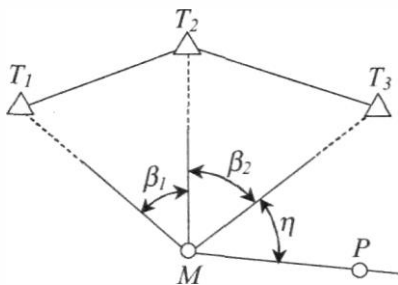


Рис. 1.12. Відшукування пункту полігонометрії, прив'язаного до пункту триангуляції

Додамо кут ζ до відліку лімба теодоліта, який встановлено в точці M і труба якого наведена на точку T_3 , отримаємо новий відлік, який необхідно встановити на лімбі, відкріпивши алідаду і повертаючи трубу в горизонтальній площині. Далі, користуючись вертикальною ниткою сітки, виставляють віху у напрямку візирної осі труби. Залишається за цим напрямком відкласти довжину обчисленої лінії MP , і місце точки P на місцевості буде знайдено.

Особливості закріплення пунктів геодезичних мереж

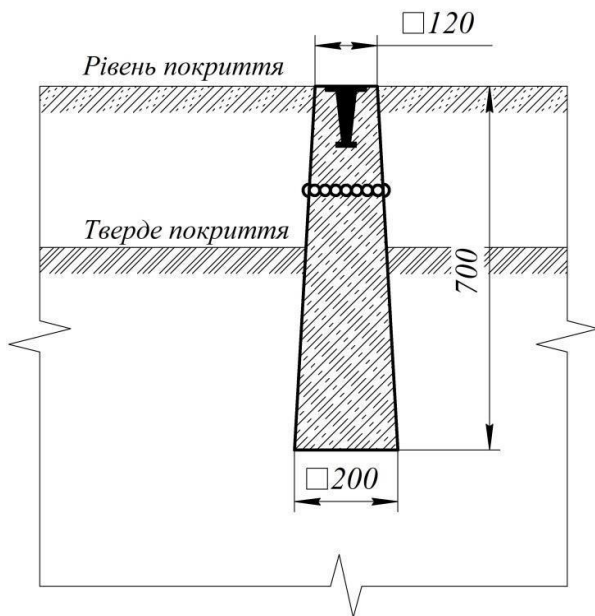
Пункти геодезичних мереж надійно закріплюються на місцевості таким чином щоб забезпечити незмінність їхнього

положення та цілісність протягом тривалого часу. Це пов'язано з великим значенням геодезичних мереж, що встановлює єдину систему координат на території країни.

Пункти планових державних геодезичних мереж закріплюються на місцевості спеціальними геодезичними спорудами, які складаються з двох частин: підземної центра пункту та зовнішньої – геодезичного знака.

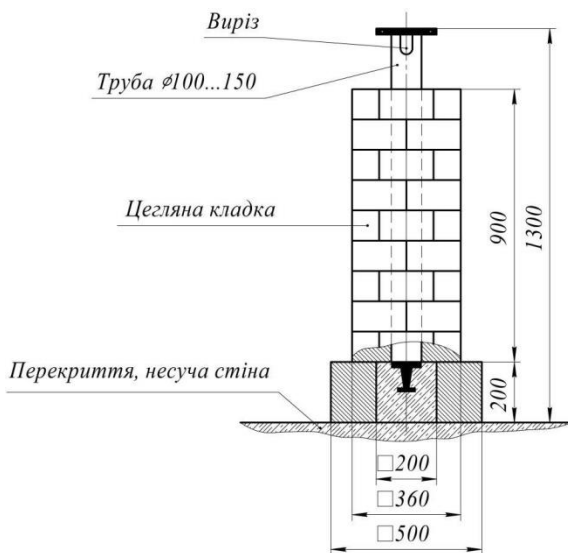
Типи центрів, що закладаються, залежать від фізико – географічних умов району, особливо від складу ґрунтів і глибини промерзання ґранту.

Тип центру геодезичного пункту У15 Рис. 1.13.



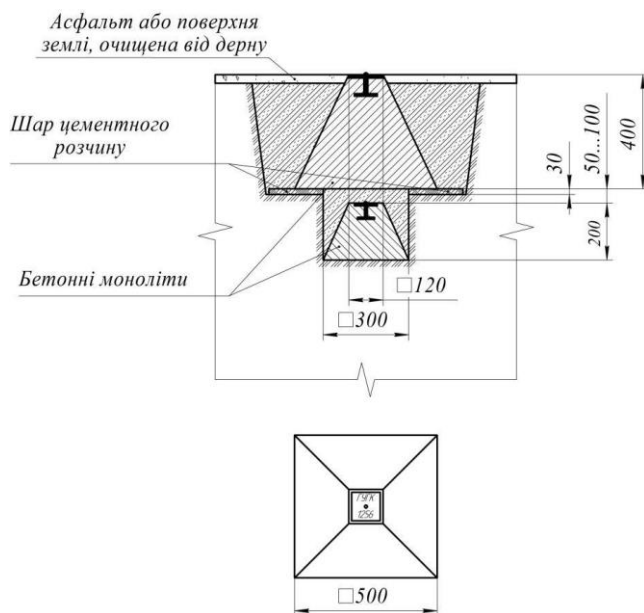
Центр полігонометрії, трилатерації, триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів для забудованих територій, райцентрів, міст, селищ, сільських населених пунктів

Тип центру геодезичного пункту УІ6 Рис. 1.14.



Центр пункту триангуляції, трилатерації і полігонометрії на будівлі

Тип центру геодезичного пункту 5 гр Рис. 1.15.



Тип центру геодезичного пункту 143

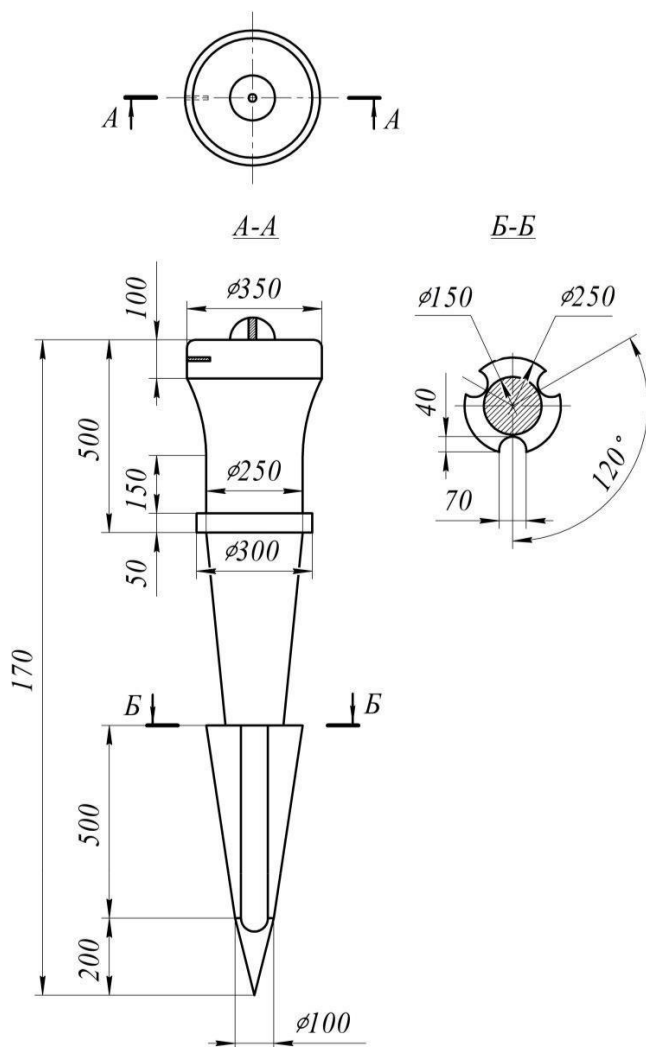
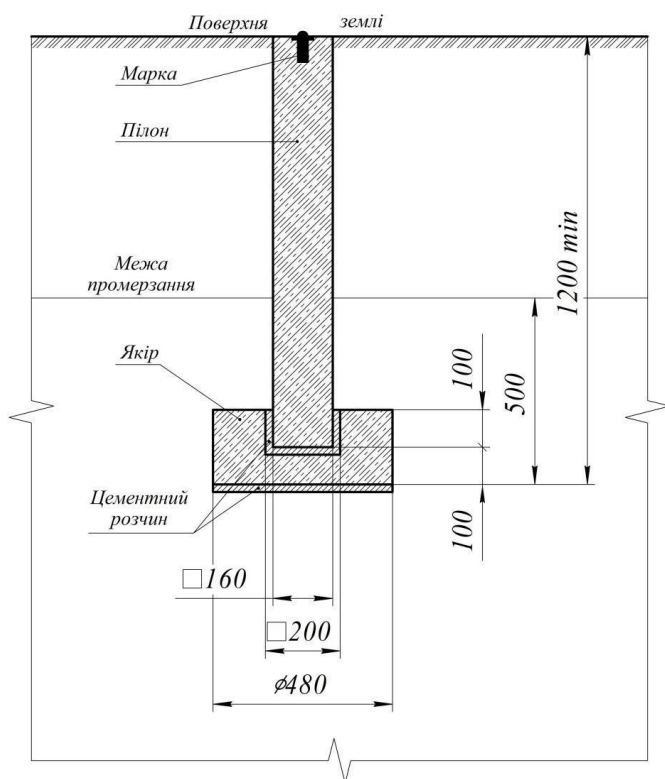


Рис. 1.16. Стінний знак пункту полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів

Тип центру геодезичного пункту 160 Рис. 1.17.



Центр пункту полігонометрії, трилатерації і триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів та ґрунтового репера

Центр пунктів мереж полігонометрії, трилатерації і триангуляції 1 і 2 розрядів і полігонометрії 4 класу на незабудованій території, а також на забудованій, якщо відсутні споруди для закладання стінних реперів.

Центр пунктів мереж полігонометрії, трилатерації і триангуляції 1 і 2 розрядів і полігонометрії 4 класу на незабудованій території, а також на забудованій, якщо відсутні споруди для закладання стінних реперів

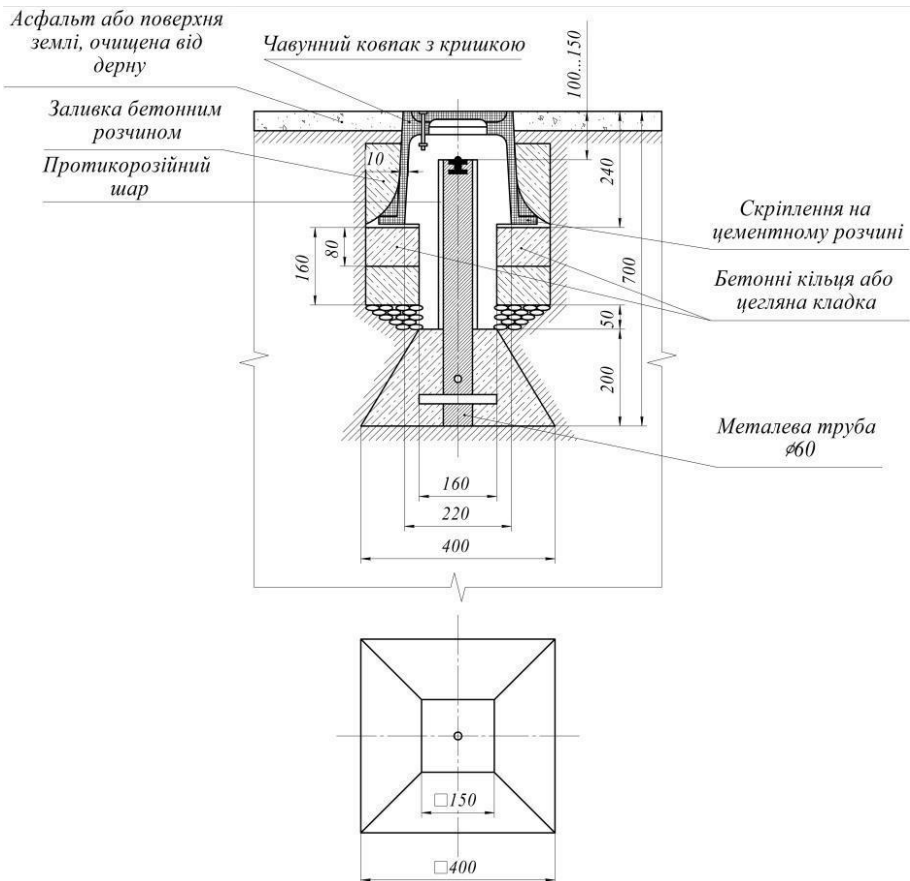


Рис. 1.18. Тип центру геодезичного пункту 6 гр

Рис. 1.19. Схематичне креслення простих сигналів Простий сигнал висотою до стола 5 м

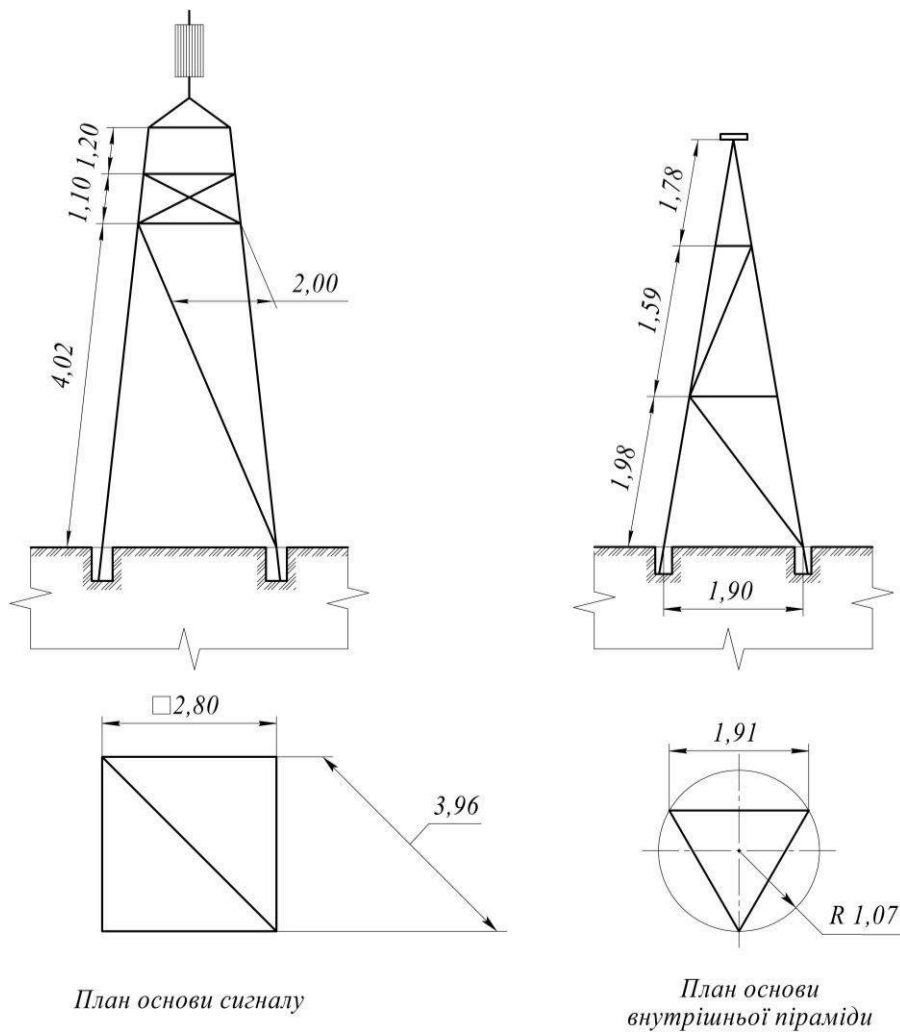
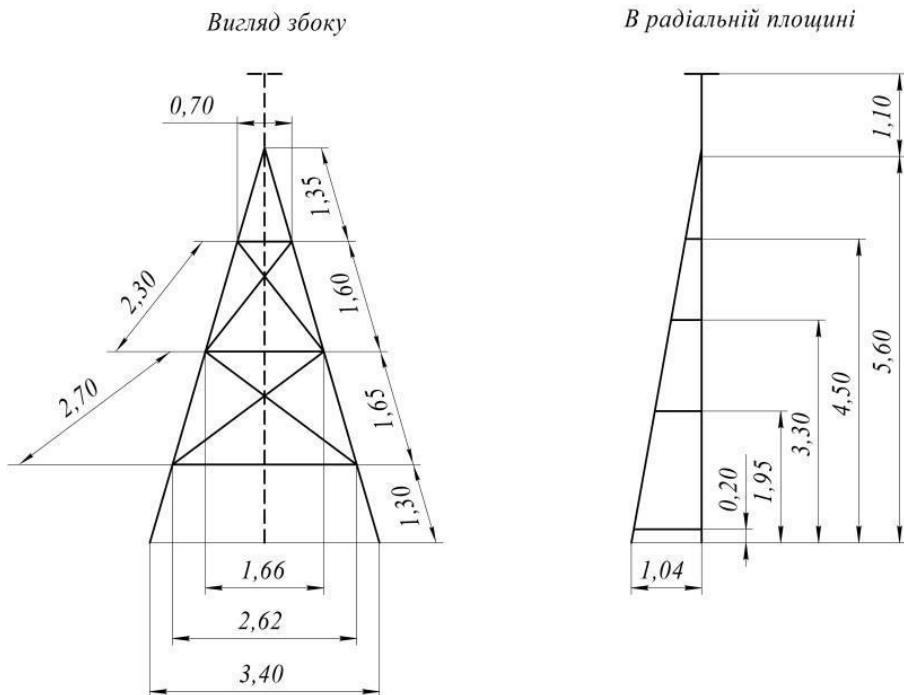


Рис. 1.20. Схематичне креслення внутрішньої піраміди складних тригранних сигналів



Видимість між точками 26 і 29 відсутня, але їх можна спостерігати із точки С, де і було визначено між ними кут α що дорівнює $51 + n$. Відстань до точки 26 $720 + n$. Для проведення геодезичної прив'язки необхідно визначити координату точки.

2.3. 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 ;
- в складі категорії земель і категорії землекористувачів;
- в 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. Причому вартість робіт буде залежати від:

1. Ступеня старіння плану (карти).
2. Способу оновлення або корегування (наземний або аерофотознімання).
3. Виду плану, що корегується (штриховий план або фотоплан).
4. 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 однозначно відображає фактичний об'єм виконаної роботи. Але цей показник нерідко вимагає виконання картометричної роботи, тому для визначення об'єму робіт із корегування користуються показником, який показує відношення площі контурів, які змінились, p до площі всіх контурів P , зображених на плані, і який дає можливість перевести його в показник λ , який визначається за формулою

$$\lambda\% = 100\sqrt{\frac{\delta}{D}} \quad .$$

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 в 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 1:5000, 1:2000 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.

Польове 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.

2.4. 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.

Контрольні запитання та завдання

1. Дайте визначення таким поняттям: оновлення планів і карт, тверді контурні точки, корегування планів і карт.
2. Охарактеризуйте основні способи зйомки при корегуванні планів і карт із використанням твердих контурних точок як опори.
3. Як оформлюють результати корегування?
4. Розкрийте організацію і зміст робіт по корегуванню планів і карт.
5. Вкажіть на періоди і способи оновлення карт і планів.

3. СПОСОБИ ТА ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ УГІДЬ ТА ЗЕМЛЕКОРИСТУВАНЬ

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 виміряних сторонах d_1 і d_2 та куту β_2 за формулами

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

де $h = d_2 * \sin \beta_2$.

$$\text{Тоді } S = \frac{1}{2} d_1 * d_2 * \sin \beta_2.$$

Якщо відомі координати вершин трикутника, то

$$2S = (x_1 - x_2) * (y_3 - y_2) - (x_2 - x_3) * (y_1 - y_2)$$

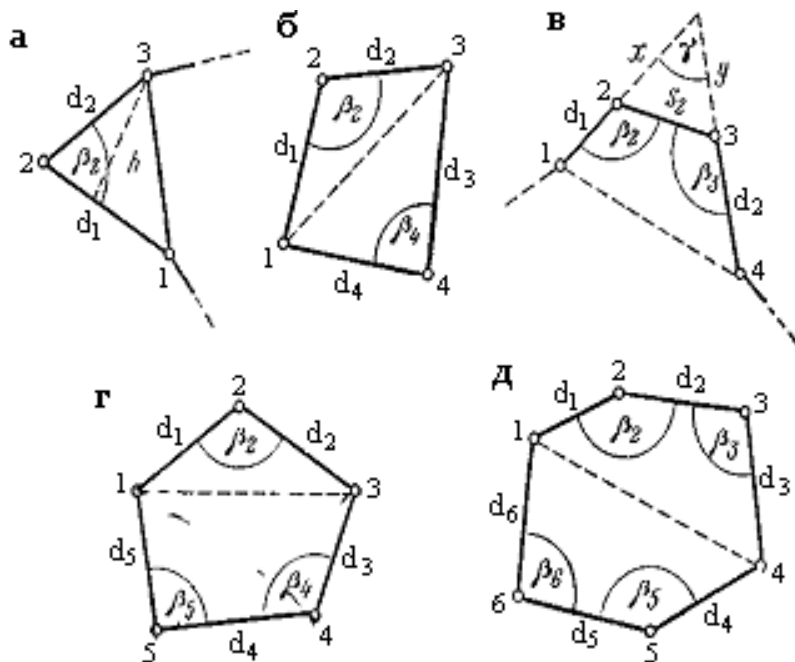


Рис. 3.1. Варіанти конфігурацій ділянок

Коли маємо чотирикутник (рис 3.1, б) де відомі чотири сторони d_1, d_2, d_3, d_4 , і два протилежних кути β_2 та β_4 , то площа

обчислюється за формулою

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

При відомих сторонах d_1, d_2, d_3 і двох кутах β_2 та β_3 між ними (рис 3.1, в) площа цього чотирикутника обчислюється за формулою

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

Якщо відомі координати кутів чотирикутника, то:

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

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 кута β_2, β_4 та β_5 , площа обчислюється за формулою

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

Якщо на місцевості в полігоні поміряно шість сторін і чотири горизонтальних кути $\beta_2, \beta_4, \beta_5$ та β_6 (рис 3.1, д), то площу шестикутника можна обчислити за формулою

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

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

$$\Delta P_{\text{доп}} = 0,04 \frac{M}{10000} \sqrt{P_{\text{доп}}} ,$$

де M – знаменник числового масштабу карти (плану).

Для підвищення точності при виборі висот і основ, в суміжних трикутниках вони не повинні повторюватись, оскільки це зумовлено залежністю 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

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

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:

$$ma = mn = m. \quad \text{Тоді, згідно, з наведеною}$$

вище формулою, отримаємо

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

$$\text{Так для трикутника буде } d \cdot h = 2S \quad m_s = \frac{m}{2} \sqrt{a^2 + h^2}.$$

Для прямокутника, паралелограма і трапеції

$$d_1 \cdot h_1 = S \quad m_s = m \sqrt{a_1^2 + h_1^2}$$

Якщо $a=h$, то для трикутн. $m_s = m\sqrt{S}$,

Для прямокутника, паралелограма та трапеції при $a_1=h_1$
отримаємо $m_s = m \sqrt{2S}$

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

$$m_{S_{\Delta}}^2 = 0,01 \sqrt{S_{\Delta}^2} ;$$

або для планів різних масштабів

$$S_{\Delta\bar{\Delta}} = 0,01 \frac{M}{10000} \sqrt{S_{\Delta\Delta}} ,$$

де M – знаменник числового масштабу.

При визначення площі квадратичною і паралельною палетками точність обчислюється за формулою

$$m_{S_{\Delta\bar{\Delta}}} = 0,025 \frac{M}{10000} \sqrt{S_{\Delta\Delta}} .$$

3.3. Обчислення площ полігонів (контурів, ділянок) за координатами вершин і приростками координат

Якщо по межах землекористувань прокладені теодолітні ходи, то площі обчислюють за координатами вершин полігонів. Цей спосіб відомий вам із курсу геодезії. Нагадаємо формули:

$$2S = \sum_{i=1}^n x_i$$

$$i(y_{i+1}-y_{i-1})),$$

$$2S=\sum_{i=1}^ny(x_{i-1}-x_i).$$

Щоб виключити грубі помилки, часто користуються формулами для обчислення площ, в які разом із координатами входить приростки координат. Такі формули можна отримати, виходячи із вищенаведених формул, які можна записати так:

$$2S = \sum_{i=1}^n (y_{i+1} - y_{i-1} + y_i - y_{i-1})$$

$$2S = \sum_{i=1}^n x_i \Delta y_i + \sum_{i=1}^n x_{i+1} \Delta y_{i-1}$$

Оскільки

$$\sum_{i=1}^n x_i \Delta y_{i-1} = \sum_{i=1}^n x_{i+1} \Delta y_i,$$

то

$$2S = \sum_{i=1}^n \Delta y (x_i + x_{i+1}) = \sum_{i=1}^n \Delta y (x_i + x_i + \Delta x).$$

Тому

$$S = \sum_{i=1}^n x_i \Delta y + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \Delta x \Delta y.$$

Для обчислення площ на обчислювальних машинах, найбільш зручними є формули

$$2S = \sum_{i=1}^n x_i \Delta y_i + \sum_{i=1}^n x_{i+1} \Delta y_i,$$

$$S = \sum_{i=1}^n x_i \Delta y_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \Delta x_i \Delta y_i$$

Де отримані результати взаємно контролюються

Тут необхідно мати всього три суми добутоків

$$\sum_{i=1}^n \Delta y_i; \quad \sum_{i=1}^n x_i \Delta y_i; \quad \sum_{i=1}^n \Delta x_i \Delta y_i$$

Із яких один виходить в обидві формули.

При виписуванні значень координат, їх необхідно округляти до 0,1 м, а при визначенні площ більш ніж 200 га – до 1 м, при цьому втрата точності буде дорівнювати 0,04 м і 0,4 м відповідно до округлення. Перед обчисленням площ значення координат ретельно перевіряють. Точність визначення площ і геодезичних вимірювань необхідно виконувати з врахуванням економічних факторів, а похибки у визначенні площ при проведенні інвентаризації повинні бути

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{1}{1000} \text{ або } \Delta S \leq 0,001 * S.$$

Якщо полігон прив'язаний до пунктів геодезичної мережі, то вплив систематичних похибок вимірювання ліній при ув'язці ходів значно ослаблюється, а для витягнутих ходів взагалі виключається. Тому відносні похибки визначення площ полігонів, які включені в геодезичну мережу, значно менше 1:2000.

3.4. Визначення площ механічним способом.

Вимірювання площі угідь на планах і картах механічним способом виконується за допомогою планіметра. Планіметром називають механічний прилад, який дає можливість шляхом обведення контуру будь-якої форми визначити його площу.

Полярний планіметр (рис. 3.2.) складається із двох важелів – обвідного (2) і полюсного (1), які з'єднані шарніром (5), лічильного ролика (4) і циферблата (3).

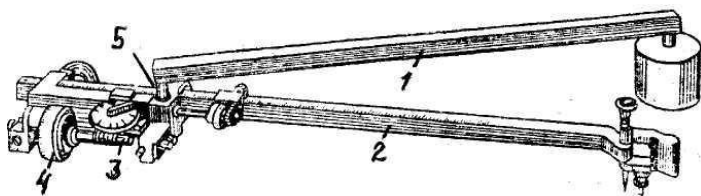


Рис . 3.2. Будова полярного планіметра

До початку роботи планіметр має бути перевірений, тобто відповідати таким вимогам:

1. Лічильний ролик планіметра повинен обертатися вільно на осі, не коливатися, близько прилягати до верньєра, але не

доторкатися до нього. Просвіт між верньєром і лічильним роликом перевіряють тонким папером. Якщо умову не виконано, положення осі лінійного ролика виправляють гвинтами підшипників, попереду відкріпивши стопорні болти.

2. Поверхня верньєра повинна бути продовженням поверхні лічильного ролика. Положення поверхні верньєра регулюють гвинтами, які прикріплюють його до муфти лічильного механізму.

3. Площина обідка лічильного ролика має бути перпендикулярна до його осі, а вісь – паралельна осі обвідного важеля.

Відлік по планіметру являє собою чотиризначне число. Перша цифра (тисячні поділок) ближча до покажчика цифра на циферблаті, друга і третя (соті і десяті поділок) – цифри шкали лічильного ролика і четверта (одиниці поділок) – відлік по верньєру. На рис. 3.3 відлік дорівнює 3687 поділкам.

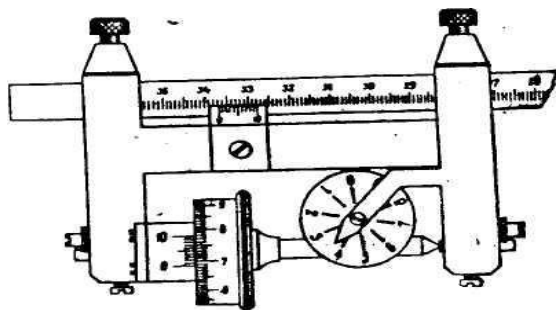


Рис. 3.3. Лічильний механізм планіметра Визначення ціни поділки планіметра

Для визначення ціни поділки планіметра двічі обводять за ходом стрілки годинника фігуру з відомою площею, наприклад, квадратний дециметр координатної сітки. Відліки беруть перед обведенням і після першого та другого обведенень. Вважаючи, що

обведено 1 дм² і взято відліки 355; 1474; 2595 для масштабу 1:5000, знаходять ціну поділки p , попередньо обчисливши середню різницю відліків:

$$1) 1474 - 355 = 1119; 2) 2595 - 1474 = 1121,$$

тобто середня різниця 1120;

$$3) \quad p = \frac{25}{1120} = 0,022322$$

Цій ціні поділки відповідає довжина обвідного важеля $R = 151,1$ мм.

Для контролю ціну поділки планіметра визначають ще один раз і результати записують у відомість визначення площ угідь.

Точність визначення площі планіметром

При визначення площі планіметром, коли полюс розташований за межами ділянки користуються формулою $P = p \cdot u$, де p – ціна поділки планіметра, u - кількість поділок отриманих в результаті обведення. Після логарифмування і диференціювання та переходу до середньоквадратичних похибок будемо мати:

$$\frac{\left(\frac{m}{S}\right)^2}{\left(\frac{m}{S}\right)^2} = \frac{\left(\frac{m}{P}\right)^2}{\left(\frac{m}{P}\right)^2} + \frac{\left(\frac{m}{u}\right)^2}{\left(\frac{m}{u}\right)^2}.$$

Відносна середньоквадратичних похибка визначення ціни поділки планіметра $\frac{m_s}{S}$ дорівнює 1:1000 і впливає на похибку визначення площі незалежно від розмірів фігури, яка

обводиться і кількості обведень. Похибка – визначення кількості поділок m_u - отримується як результат впливу похибок: 1) відліки по лічильному ролику; 2) обведення; 3) механічних; 4) несуміщення обвідного індексу з вихідною точкою на початку і в кінці обведення.

Середньоквадратична похибка відліку складає 0,5 поділки. Для одного обведення, коли отриманий результат є різницею відліків, вона дорівнює $0,5\sqrt{2} = 0,7$ поділки і не залежить від розміру обведеної фігури.

Загальна середньоквадратична похибка для одного обведення при нормальній довжині обвідного важеля 150-170 мм обчислюється за формулою при площі до 200 см^2 на плані

$$m_{s\ddot{a}\dot{a}} = 0,7 * P_{\ddot{a}\dot{a}} + 0,01 \frac{M}{10000} \sqrt{S_{\ddot{a}\dot{a}}} + 0,001 S_{\ddot{a}\dot{a}},$$

де 0,7 – сер. кв. похибка відліку; $P_{\ddot{a}\dot{a}}$ – ціна поділки планіметра в м^2 (га).

При площі більше 200 см^2 на плані

$$m_{s\ddot{a}\dot{a}} = 0.005 + 0,001 S_{\ddot{a}\dot{a}}.$$

3.5. Практика визначення та ув'язки площ угідь із загальною площею землекористування

Площі землекористувань КСП та інших визначають аналітичним способом, якщо по межі прокладені теодолітні ходи, а також за допомогою планіметра – способом Савіча і дуже рідко графічним способом. Можна також обчислювати за графічними (фотограмметричними) координатами точок межі – аналітично (ЕВМ, МК, ПК).

Площі контурів сільськогосподарських угідь визначають в основному планіметром (палетки – коли $S = 1-3 \text{ см}^2$ на плані), а також за координатами знятими з плану за допомогою ЕВМ.

При роботі полярним планіметром необхідно керуватись таким:

1. Підготовка плану і планіметра. Для визначення площ за планом папір необхідно випрямити на гладкому столі або креслярській дошці і закріпити. Перед роботою планіметр необхідно перевірити і визначити ціну поділки шляхом обведення трьох квадратів координатної сітки (якщо не застосовується спосіб Савіча), по двох обведеннях при кожному положенні полюса. Ціну поділки виражають чотирма значущими цифрами.

2. Перпендикуляр площини ролика до склеєних аркушів. Якщо план склеєний з окремих аркушів папера і рахунковому роликові при обведенні доводиться переходити через склейку з одного листа на інший, то потрібно, щоб при переході ролика його площина була перпендикулярна склейці, інакше на оберт ролика впливає не тільки поверхня папера знизу, але і ребро паперу збоку.

3. Попереднє обведення контуру. При виборі місця для установки полюса планіметра попередньо швидко обводять

фігуру, щоб переконатися, що при обведенні фігури середнє значення кута між важелями близько 90° і відхилення від нього в обидва боки приблизно рівні і не перевищують 60° , тобто кут між важелями не повинен виявитися меншим 30° і більшим 150° . Ця вимога (щоб при обведенні кут між важелями в середньому був 90°) ґрунтується на теорії полярного планіметра, якщо обведення фігури проводиться при одному якому-небудь положенні полюса, то треба прагнути того, щоб відхилення кута від прямого в обидва боки було приблизно однаковим, тому що в цьому випадку відбувається значна компенсація помилки, що виникає від невиконання основної геометричної умови, рівносильна компенсації помилки при обведенні фігури з положенням полюса вправо і полюса вліво.

4. Вибір вихідної точки, з якої починають обведення контуру. Вихідну точку обведення вибирають у тому місці, де обертання рахункового ролика виявляється найбільш повільним, що досягається при взаємно перпендикулярному положенні важелів планіметра. Невиконання цієї умови звичайно веде до великих похибок при визначенні площ. Так при тупому та особливо гострому кутах, утворених важелями планіметра, найменше несполучення обвідного шпиля з вихідною точкою на початку і кінці обведення, яке дорівнює 0,1 мм (роздільна здатність ока), може дати помилку в 2 – 3 поділки.

5. Полюс не переміщується при перекладанні важелів. Якщо для підвищення точності визначення площ потрібно обводити фігуру при двох положеннях полюса, то перекладені важелів із положення «полюс право» в положення «полюс уліво» полюс не переміщують, а лише переводять важелі.

6. Визначення площі виконують обведенням фігури два рази. При визначенні площ землекористування або секцій фігуру обводять по два рази при кожному положенні полюса (планіметром

МІІІЗ можна обводити по одному разу при кожному положенні полюса). Площі контурів ситуації визначаємо двома обведеннями при одному положенні полюса). Площі контурів ситуації визначаємо двома обведеннями при одному положенні полюса (при роботі планіметром МІІІЗ можна обмежитися одним обведенням).

7. Обвідний шпиль або обвідне скло ведуть плавно, вибираючи всі звивини контуру. При обведенні фігур, обмежених довгими прямими лініями, не слід користуватися лінійкою, тому що це веде до помилки по всій лінії контуру в одну сторону.

8. Якщо розбіжності між результати обведень перевищують дві поділки при площі 200 поділок, три поділки – при площі від 200 до 2000 поділок і чотири поділки – при площі понад 2000 поділок, то обведення повторюють.

9. Якщо ситуація плану переповнена дрібними контурами в кілька квадратних сантиметрів, то площі їх визначають способом повторень, обводячи їх 3 – 4 рази підряд і беручи відліки перед першим обведенням і після завершення останнього. Різницю відліків поділяють на кількість обведень. Площі дрібних контурів можна також визначити, зменшивши довжину обвідного важеля планіметра, однак застосування способу повторень дає більше збільшення точності, ніж зменшення довжини обвідного важеля.

10. Площі вузьких контурів: доріг, канав, струмків, річок, смуг відчуження, ползахисних лісосмуг та ін. обчислюють як площі прямокутників, у яких довжину визначають за планом, а ширину вимірюють на місцевості або теж беруть із плану.

Для зменшення нев'язки в сумі площ контурів при порівнянні її із загальною площею ділянки або секції площі вузьких і вкраплених контурів включають у площі сусідніх угідь або угідь, у які вони вкраплені. Площі

вузьких і вкраплених контурів позначаються номером угіддя, в яке вони вкраплені, з додаванням літери «а», «б» і т.д.

11. Щоб не накопичувати помилки при обведенні великої кількості контурів і не компенсувати грубі помилки при визначенні площ, площу ділянки розмічають на секції, що включають у себе 50 – 100 контурів. Площі секцій ув'язують у площі ділянки або трапеції, обмеженої меридіанами і паралелями, а площі контурів – у кожній секції окремо. При великій контурності площі секцій доцільно брати по 200 – 300 см² на плані.

12. Допустиму нев'язку суми площ секцій у площі землекористування або в площі трапеції визначають за формулою

$$f_{\text{аіі}} = \pm \frac{S}{500} .$$

13. Оцінка точності обчислення площ. Допустимість нев'язки в сумі площ контурів при порівнянні її з загальною площею ділянки або секції обчислюють по емпіричною формулою

$$f_{\text{аіі}} = 0,7 * p \sqrt{n} + 0,05 \frac{M}{10000} \sqrt{S} ,$$

де p – ціна поділки планіметра; n – кількість контурів, площі яких визначають планіметром; M – знаменник числового масштабу плану; S – загальна площа ділянки (секції).

14. У процесі обчислення площ контурів ситуації складають кальку контурів, на яку виписують номери контурів (відповідно до їхньої нумерації у відомості обчислення площ) і площі контурів.

15. Після обчислення площ складають експлікацію угідь.

Контрольні запитання та завдання

1. Розкрийте способи, які застосовують для визначення площ за топографічними картами і планами.
2. Поясніть, в чому полягає принцип визначення площ графічним способом і яка його точність.
3. Поясніть порядок визначення площ механічним способом і яка його точність.
4. Назвіть порядок обчислення площ земельної ділянки за відомими координатами межових знаків.
5. Поясніть методику ув'язки площ угідь із загальною площею ділянки