**Загальні положення**

 Навчальний геодезичний практикум є логічним продовженням процесу навчання та важливою частиною підготовки бакалаврів та спеціалістів. Програму практикуму складено відповідно до навчальної програми курсу « Інженерна геодезія » для будівельних спеціальностей.

 З приблизними нормами і об′ємами робіт по кожному виду робіт можна ознайомитись в програмі практикуму, яка знаходиться на кафедрі інженерної геодезії.

 Навчальний практикум з інженерної геодезії проходить в кінці ІІ семестру в умовах, близьких до виробничих і спрямований на оволодіння практичними навичками при роботі з геодезичними приладами, освоєнні методів геодезичної підготовки проектів інженерних споруд та напрацюванні практичних навичок з виконання геодезичних розмічувальних робіт.

 Безпосереднє керівництво практикумом академічної групи здійснює керівник практики. Виробничою одиницею є бригада на чолі з бригадиром. До складу групи входить 4…6 навчальних бригад чисельністю 4 – 5 студентів. Формування бригад та призначення бригадира проводиться за участю керівника практикуму. Кожне нове завдання видається бригаді тільки після правильного виконання попереднього та задовільного оформлення відповідних польових і камеральних документів. Склад бригади не змінюється впродовж всього періоду проходження практикуму.

**Мета та задачі практикуму**

 ***Метою*** практикуму є: надбання студентами навичок в роботі з геодезичними приладами; оволодіння технікою геодезичних вимірювань і побудов; виконання технічного нівелювання та нівелювання площин; вирішування різних геодезичних інженерних задач.

 ***Основною задачею є:*** ознайомлення студентами з новими геодезичними приладами і застосуваннями їх в польових умовах; оволодіння навичками організації робіт в колективі; виховання у студентів свідомого відношення до дорученої справи; виховання ініціативності і самостійності; розвиток інтересу до наукових досліджень.

 В результаті проходження практикуму студенти повинні вміти застосовувати геодезичні прилади при вимірюваннях кутів, довжин ліній, перевищень при зйомках місцевості, виконувати прості геодезичні задачі.

**Основні вимоги техніки безпеки та**

**охорони навколишнього середовища**

 Відповідальність за дотриманням правил з техніки безпеки, охорони праці та протипожежної безпеки покладається на керівника практикою і бригадирів учбових бригад.

1. В сонячні дні треба обов′язково працювати з покритою головою.

2. Не дозволяється лягати чи сідати на сиру землю чи траву.

3. Забороняється працювати чи рухатись босоніж.

4. При роботі вздовж вулиць та доріг забороняється розташовувати прилади та працювати на проїжджій частині дороги.

5. Студенти з поганим слухом або зором не повинні допускатись до роботи поблизу трамвайних колій та на вулицях з інтенсивним рухом транспорту.

6. У випадках глибокого порізу або наколу після надання першої допо-моги , необхідно звернутись до лікаря.

7. Забороняється пити сиру воду.

8. На місці практики необхідно дотримуватись порядку і чистоти.

9. Забороняється пити воду з різноманітних неперевірених джерел,

споживати немиті та незрілі овочі та фрукти.

10. Потерпілому від нещасного випадку або хворим повинна бути надана перша медична допомога на місці до прибуття лікаря.

11. При значній кровотечі спочатку треба зупинити кров ( притисненням, накладанням жгута ), потім перев′язати рану. Не можна залишати кінцівку, перетягнуту жгутом, більше ніж на дві години.

12. Не слід накладати пов′язку на місця перелому.

13. При вивихах ні в якому випадку не слід пробувати робити виправ- лення, якщо немає відповідних навичок.

14. Пораненій кінцівці треба забезпечити нерухомість як при переломі і накласти на суглоб холодний компрес.

15. При опіка першого ступіня змочують обпалене місце фіалковим розчином перманганату калію ( марганцівка ).

16. При перших ознаках теплового чи сонячного удару необхідно посади-ти потерпілого в тінь, напоїти холодною водою або чаєм, положити на голову та серце холодний компрес.

17. Людині, що втратила свідомість, не слід вливати до рота рідину. Якщо потерпілий не дихає, слід робити штучне дихання.

**Вимоги з охорони праці.**

1. Перед початком практики потрібно старанно оглянути місце роботи, геодезичні прилади та інструменти.

2. Ящики для геодезичних приладів повинні мати добре закріплені ручки,

а рейки – справні гвинти кріплення.

3. Переносити віхи, штативи та інші інструменти, які мають гострі кінці, дозволяється тільки тримаючи їх гострими кінцями вперед.

4. При переходах вулицями забороняється носити рейки на плечах.

Переносити їх необхідно тільки в руках, обов′язково складеними .

5. Не дозволяється залишати без догляду геодезичні прилади на ящиках і штативах в межах дорожнього полотна.

6. При вимірюванні ліній через вулиці, необхідно виставляти студентів з прапорцями, які повинні забезпечувати безпеку роботи.

7. Забороняється кидати сокири, шпильки вимірювальних приладів,

рейки, віхи. Їх необхідно передавати з рук в руки.

8. При роботі на автодорогах та в міських умовах студенти повинні дотримуватись правил дорожнього руху.

9. Забороняється підіймати рейки, віхи та інші предмети до проводів ліній

електропередач та до конкретних мереж залізничних та трамвайних колій

ближче, ніж на 2 метри.

10. При виконанні робіт, пов′язаних з діючими каналізаційними чи водопровідними мережами, необхідно враховувати можливість знаходження в колодязях горючих та отруйних газів. Забороняється спуск людей до колодязя, а у випадку крайньої потреби його треба провітрити.

11. Прилади та інші важкі предмети повинні знаходитись на відстані, не меншій за 1 метр від відкритих колодязів.

12. Під час грози роботи необхідно припинити.

13. Під час грози не дозволяється знаходитись під деревами та притуля-тися до їх стволів, знаходитись поблизу відводів грому, високих дерев, стовпів, контактної мережі високовольтних ліній та на підвищених місцях.

 **Керівник практики забов′язаний до початку практики опрацювати та вивчити зі складом групи правила техніки безпеки, охорони праці та навколишнього середовища. Вивчення завершується опитуванням, результати якого фіксуються в протоколі, який підписується керівником та всім складом групи.**

**Обов′язки бригадира та членів бригади.**

Бригадир забов′язаний:

1) керувати бригадою при виконанні польових і камеральних робіт;

2) слідкувати за дотриманням правил безпеки;

3) вести облік відвідування членами бригади;

4) розподіляти конкретні завдання, які отримує від керівника групи, між членами бригади;

5) отримувати геодезичні прилади з геодезичної лабораторії згідно з відомістю, в якій вказано найменування приладу, його серійний номер.

Знаходячись на учбовій практиці, кожен член бригади повинен:

1) заздалегідь підготувати необхідні креслярські інструменти,

 креслярський та міліметровий папір;

2) повторити за підручником необхідний матеріал, який відноситься до

 кожного виду робіт;

3) виконувати встановлений розпорядок дня, вимоги трудової дисципліни

 розпорядження керівника практики і бригадира;

4) виконувати всі правила техніки безпеки.

 Всі члени бригади несуть особисту відповідальність за псування і втрату геодезичних приладів і учбових посібників.

 Всі отримані на бригаду прилади повинні бути ретельно перевірені.

Послідовність перевірки:

1) перевіряється комплектність приладу, тобто наявність всіх частин,

 вказаних у інструкції;

2) перевіряється справність всіх гвинтів: підйомних, закріпних, навідних;

3) перевіряється справність циліндричних рівнів вертикального і горизон-

 тального кругів теодоліта, рівней нівеліра;

4) перевіряється справність мікроскопів теодоліта;

5) перевіряється справність штативу, робота всіх його гвинтів,ременів;

6) мірна стрічка, як і рулетка перевіряється по всій довжині.

 Теодоліти і нівеліри після роботи з ними треба правильно укласти у футляри. Теодоліт треба укладати у вертикальному положенні, як вказано у інструкції.

 Зберігання приладів на штативах забороняється.

 Всі прилади переносяться у футлярах і чохлах. При зйомці дозволяється переносити прилади, закріплені на штативах на короткі відстані з однієї станції на іншу. При цьому штатив тримають вертикально, всі закріпні гвинти повинні бути затягненими.

 Необхідно оберігати прилади від ударів і падіння. Перед роботою підйомні і навідні гвинти приводять в середнє положення.

 Теодоліт і нівелір треба оберігати від дії сонячних променів, вологи і пилу. В дощову погоду оптичними приладами працювати забороняється. Після роботи прилади протирають від пилу і бруду і укладають у футляр.

 При роботі з віхами і рейками не можна кидати їх на землю.

 При роботі із сталевими стрічками не можна допускати утворення петель на стрічці. Після роботи стрічку насухо протирають, намотують на кільце і закріплюють.

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО НАВЧАЛЬНОГО ГЕОДЕЗИЧНОГО ПРАКТИКУМУ**

**1. Великомасштабна зйомка забудованої території**

 **в масштабі 1 : 500.**

 Ціль великомасштабної (горизонтальної) зйомки – отримання контурного плана місцевості. За допомогою геодезичних вимірювань визначають положення різних предметів місцевості відносно точок і сторін знімального обґрунтування.

 Зйомка забудованої території наземним способом поділяється на горизонтальну і вертикальну і завжди виконується окремо з пунктів знімального обґрунтування – точок теодолітного або полігонометричного ходів. Основною особливістю зйомки являється обмір усіх будівель і споруд і аналітичне визначення координат будівель і споруд полярним способом і способом прямокутних координат.

 Положення точки на місцевості визначається горизонтальним кутом і відстанню, виміряними від опорної лінії. Горизонтальні кути вимірюють теодолітом при одному положенні вертикального круга з точність до 1′, а відстані – стрічкою, рулеткою, з точністю до 0.01м. Результати фіксують в журналі координування. Довжина візирного променя не повинна перевищувати 120м.

 Вертикальна зйомка полягає у визначенні відміток кутів будівель, підлоги першого поверху і інших входів і виконується методом геометричного нівелювання.

 Кожна бригада отримує завдання на зйомку будь-якої будівлі в межах території університету. Робота ведеться в такій послідовності:

1) рекогносцировка (обслідування) ділянки робіт,складання проекту;

2) прокладання знімального обґрунтування. Обгрунтування будують у вигляді трьох або чотирьох точок замкненого теодолітного ходу навколо вибраної будівлі. Точки закріплюють кілками, шпильками з набору мірних стрічок або цвяхами;

3) за допомогою геодезичних приладів виконують необхідні кутові та лінійні вимірювання;

4) нівелювання точок теодолітного ходу;

4) камеральна обробка польових вимірювань і графічна побудова.

 Робота на станції починається з зарисовки в *абрис* (схематичне креслення місцевості) всіх контурів і предметів місцевості навколо вибраної будівлі. Абрис складається з трьох-чотирьох альбомних листів (за кількістю точок теодолітного ходу). Зарисовку виконують простим олівцем, сторони теодолітного ходу показують потовщеними, предмети місцевості показують у довільному масштабі. Результати кутових вимірювань заносять в абрис в процесі зйомки.

 Після складання абрису приступають до геодезичних вимірювань.

 В залежності від умов місцевості застосовують відповідні способи зйомки.

 *Спосіб прямокутних координат* або спосіб перпендикулярів застосовують для зйомки контурів і кутів споруди, які знаходяться поблизу сторін теодолітного ходу ( рис. 1, а ).

а) б)

35.02

0.00

10.51

3.60

3.25

І

ІІ

ІІІ

А

В

С

Д

ІІ

ІІІ

І

$$β=42°32'$$

0º00′

*d*

С

*Рис.1.* Способи зйомки контурів місцевості: а) прямокутних координат;

 б) полярних координат.

Сторона теодолітного ходу І – ІІ приймається за вісь абсцис, точка І – за початок відліку. За ординату приймають довжину перпендикуляра від сторони ходу до рогу будинка ( 3.25м). Для зйомки, наприклад, т. А рогу будинка, діють слідуючим чином. Мірну стрічку укладають по лінії І – ІІ за допомогою теодоліта. Від т. А опускають перпендикуляр на сторону І-ІІ

і за допомогою рулетки вимірюють його довжину, а по стрічці знімають відстань від т. І до початку перпендикуляра ( відстань 10.51м ). Для масштабу 1:500 довжина перпендикуляра не повинна перевищувати 4м. В інших випадках застосовується екер, далекомір, або перевіряється за допомогою лінійної засічки.

 *Спосіб полярних координат* застосовують у випадках значного віддалення контурів місцевості або кутів споруд на значні відстані. Точку ІІ теодолітного ходу приймають за полюс, сторону ІІ – ІІІ за полярну вісь

( рис.1, б ). На точці ІІ встановлюють теодоліт і вимірюють горизонтальний кут між стороною ІІ – ІІІ і радіус-вектором ІІ – С . Кут *β* вимірюють при одному положенні вертикального круга.

 *Спосіб лінійних засічок* застосовують у випадках, коли потрібний для зйомки предмет знаходиться на відстані, яка не перевищує довжини мірного приладу.

 Складання топографічного плану зйомки включає: побудову координатної сітки, нанесення на план точок знімального обґрунтування, побудову контурів місцевості за результатами горизонтального знімання, проведення горизонталей і оформлення плану.

 Всі побудови виконують на креслярському папері, розмір якої визначають по значенням координат точок знімального обґрунтування. При невеликих розмірах плану, побудову координатної сітки виконують за допомогою циркуля-вимірника і масштабної лінійки.

 *До звітних матеріалів відносяться польові журнали:*

1) вимірювання горизонтальних кутів і довжин теодолітного ходу;

2) нівелірного ходу;

3) абриси за результатами лінійних промірів;

4) план забудованої території в масштабі 1 : 500.

**2. Нівелювання поверхні по квадратах.**

 Якщо потрібно пронівелювати порівняно невелику площу місцевості для планування її, наприклад, перед спорудженням будинку, роблять вертикальну зйомку рельєфу шляхом нівелювання всієї площі ділянки. В результаті такої зйомки складають план із зображенням рельєфу. При нівелюванні поверхні ділянки зі спокійним рельєфом застосовують геометричне нівелювання. В будівельній практиці найбільш поширений спосіб нівелювання поверхні по квадратах, що спрощує польові роботи і складання плану.

 Кожна бригада з 4 – 5 студентів отримує завдання розбити на місцевості сітку квадратів 10⨯10м ( в залежності від умов місцевості розбивають 6-9 квадратів ) для подальшого нівелювання ділянки, створення плану в горизонталях, розрахунків для створення на місцевості горизонтальної площини під забудову з дотриманням балансу земляних робіт. Для цієї роботи підходять невеликі ділянки, розташовані в парках поблизу території університету з добре вираженим і спокійним рельєфом.

Розбивають сітку квадратів за допомогою теодоліта і сталевої стрічки ( рулетки ). За допомогою теодоліта та сталевої мірної стрічки на місцевості будують прямокутник. На протилежних сторонах прямокутника мірною стрічкою відмірюють рівні відрізки по 10м., що відповідають стороні квадратів, і в цих точках забивають кілочки та сторожки з написом номера точки.

 При розбивці сітки квадратів складають схему-абрис, де позначають вершини квадратів за принципом шахової дошки. Наприклад, вертикалі позначають порядковими цифрами зліва направо, а горизонталі позначають літерами в алфавітному порядку. Тоді кожна вершина буде мати свій номер на перетині відповідно позначених ліній, наприклад 4*d,* 1*а,* і т.д. (рис.2).

 $\frac{Rp1}{152.671} 0202$

1 1153

2 0953

3 0643

4 0253

 152.62

0693

152.18

1283

151.59

1513

151.36

*а*

*в*

*с*

*d*

150.13

150.58

150.98

Рис. 2. Нівелювання поверхні по квадратам.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 151.721843 | 151.921453 | 152.231123 |
| 151.032313 | 151.421963 | 151.751483 |
| 150562743 | 150.912293 | 151.391893 |

 Після розбивки сітки квадратів і складання абриса приступають до нівелювання. Нівелір встановлюють на ділянці таким чином, щоб було видно всі кути сітки квадратів. Перший погляд роблять на точку, відмітка якої відома ( рис2, Rp1. В знаменнику пишуть відмітку репера. ) За таку точку може бути прийнятий репер, розташований на ділянці, або одна з вершин квадратів. Якщо за якихось умов поблизу ділянки немає репера з відомо відміткою, то вибирають поблизу відкрите місце і закладають тимчасовий умовний репер. Такому реперу надають умовну відмітку. Потім, встановлюючи рейку на кожній вершині квадрату, послідовно знімають відліки по середній нитці по чорній стороні рейки. Відліки заносять до абрису. Після цього обчислюють горизонт приладу (ГП) і відмітки всіх вершин квадратів.

*Розглянемо порядок спостережень і обчислень.*

 Станцію стояння нівеліра було вибрано майже посередині розбитої сітки квадратів. Перший погляд було зроблено на рейку, встановлену на Rp 1, з відміткою 152.671м і знято відлік по рейці 0202 (рис.2). Потім знімаємо відліки з усіх вершин квадратів. Наприклад, на вершині 1*а* відлік по рейці становить 1153мм, а на вершині 4*d* – 1513мм. Після зняття всіх відліків і нанесення їх на абрис, обчислюють горизонт приладу:

ГП = 152. 671 + 0202 = 152.873м.

Через горизонт приладу обчислюють відмітки всіх вершин. Наприклад, відмітка на вершині 1*а* дорівнює: Н1*а* = 152.873 – 1.153 = 151.72м, а на вершині 4*d*: Н4*d* = 152.873 – 1.513 = 151.36м. На рис.2 показано відліки по рейці в чисельнику, а відмітки вершин в знаменнику.

 На окремому аркуші в масштабі 1:500 викреслюють сітку квадратів, виписують над вершинами відмітки і зарисовують план місцевості в горизонталях. Після цього приступають до планування горизонтальної площини. Для цього потрібно:

а) обчислити координати центра ваги за формулою. Центр ваги чотирикутника або прямокутника знаходиться на перетині діагоналей

 $Х\_{0}=\frac{\sum\_{1}^{n}Хі}{n}; У\_{0}=\frac{\sum\_{1}^{n}Уі}{n}$,

де Хі, Уі – умовні координати вершин квадратів відносно початкової точки 1*d*; 𝓷 – кількість вершин квадратів;

б) обчислюємо відмітку центра ваги будівельного майданчика:

 $Н\_{0}=\frac{\sum\_{}^{}Н\_{1}+2\sum\_{}^{}Н\_{2}+4\sum\_{}^{}Н\_{4}}{4n}$ , де 𝓷 – кількість вершин квадратів,

Н1, Н2, Н4 – відмітки вершин, які відносяться д 1-го, 2-х, 4-х квадратів. Відмітка центра ваги буде проектною, тому відносно цієї відмітки обчислюють робочі відмітки, тобто скільки треба зрізати і підсипати землі і в якому місці, щоб в кінці отримати горизонтальну ділянку землі;

в) робочі відмітки отримують шляхом віднімання від проектної відміт- ки ( Н0 ) відмітку землі кожної вершини квадрата. На окремому аркуші в масштабі 1:500 креслять сітку квадратів будівельного майданчика і поряд з кожною вершиною виписують робочі позначки ( рис.3);

-0.33 -0.53 -0.84 -1.23

-0.79

-0.21

0.02

1.26 0.81 0.41

Н0 = 51.38

Рис.3. Приклад оформлення рисунку з робочими відмітками.

М: 1 : 500

-0.36

-0.34

0.36

0.82

0.47

-0.01

5.22 4.78

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0 1.0 |  |  |
|  9.0 |  |  |
|  |  |  |

г) методом інтерполювання проводять лінію нульових робіт, яка розмежовує насип та виїмку грунта. Для кожної фігури із трьох, чотирьох та п′ятикутників за формулами геометрії обчислюють площі, середню висоту та об′єми.

*Наприклад*: візьмемо верхній лівий квадрат (рис.3). Лінія нульових робіт розділила його на п′ятикутник, який відноситься до виїмки та трикутник, який відноситься до насипу. Розрахуємо відстань, на якій починається лінія нульових робіт, сторона квадрата 10⨯10м : Л0 = $\frac{0.36}{\left|0.36\right|+\left|0.33\right|}· 10=5.22м, 10м-5.22м=4.78м$

Л0 = $\frac{0.36}{\left|0.36\right|+|0.04|}· 10=9.0м, 10м-9м=1м$ ;

Для трикутника: середня робоча відмітка hсер. = ( 0.36 + 0 + 0 ) : 3 = 0.12м,

площа: SТР. = ( 5.22 + 9.0 ) : 2 = 23.49м2, об′єм: VТР. = 23.42 · 0.12 = 2.82м3.

Для п′ятикутника: hсер. = ( - 0.33 – 0.53 – 0.04 – 0 – 0 ) : 5 = - 0.18м,

площа: 100 – 23.49 = 76.51м2, об′єм: V = 76.51 · (-0.18) = - 13.772м3.

д) обчислюють загальний об′єм окремо по насипу ΣVН і окремо по виїмці ΣVВ, обчислюють різницю ∆V = ΣVН – ΣVВ, загальний об′єм робіт

| ΣVН | + | ΣVB |, обчислюють дисбаланс в процентах, який не повинен перевищувати 5%. Наприклад: ΣVH = 176.57 м3, ΣVB = 167.55 м3, ∆V = 9.07 м3, | ΣVH | + | ΣVB | = 344.12 м3.

V% = $\frac{9.07}{344.12}·100\%=2.6\%<5\%$.

 Тільки після переконання в правильності розрахунків, геодезист виходить на місцевість і виконує роботи, які перетворять рельєфну ділянку в горизонтальну.

**3. Перенесення запроектованих осей споруди на місцевість від пунктів геодезичного знімального обґрунтування.**

 Для винесення на місцевість проекту споруди ( в натуру ), потрібні робочі креслення, на яких показані осі споруд і віддалі між ними, ширина фундаментів,, товщина стін, відмітка підошви та обрізу фундаменту, відмітки поверхні чистої підлоги першого поверху. Крім цього треба мати робоче креслення - рисунок, який визначає за проектом місце розташування споруди в натурі відносно пунктів геодезичної основи. Необхідні матеріали вибирають з генплану забудови.

 На план зйомки масштаба 1:500 (робота №1) наносять проект споруди прямокутної форми і отримують генплан забудови. Кожній бригаді керівник практикою видає дані по розмірам споруди і її місце- розташуванню. Необхідні величини для перенесення проекту на місцевість визначають в процесі геодезичної підготовки і складанні розмічувального креслення. Геодезичну підготовку здійснюють графоаналітичним методом, коли частина необхідних даних визначається графічно з плану (координати перетину головних осей будинку, відмітки кутів будинку, і т.д.), а інші визначаються аналітично, шляхом розв′язання прямих і обернених геодезичних задач.

 Геодезичні роботи по перенесенню проекту в натуру являють собою комплекс дій протилежних геодезичним роботам при зйомці. Тут не виконують зйомку контурів місцевості для зображення на плані, а запроектовані на плані та профілях контури розбивають на місцевості. При зйомці виміряють віддаль між двома точками, а при розбивці споруд запроектовану віддаль відміряють у потрібному напрямку на місцевості від заданої точки, щоб визначити місце другої точки. При зйомці виміряють кути, а при розбивці на місцевості будують проектне значення кутів від закріпленого на місцевості напрямку. При нівелюванні визначають відмітки існуючих в натурі точок, а при розбивці виносять проектні відмітки на місцевість і закріплюють їх на призначених проектом висотах.

 Перенесення проекту в натуру виконують способами, аналогічними способам зйомки, а саме: способом перпендикулярів (прямокутних координат), кутових засічок, лінійних засічок, полярним.

***3.1. Спосіб прямокутних координат.***

 Припустимо, що потрібно перенести на місцевість точку С від пунктів знімального обґрунтування ( точок теодолітного ходу). Для цього вздовж

а) б)

І ІV

 *С*

  *С*

 d2

 *ус* ІІІ *β1*  *β2*

 d1 Е

 *хс*  *M* *N*

ІІ

Рис.4. Перенесення точок на місцевість: а) спосіб прямокутних координат;

 б) спосіб прямої кутової засічки.

прямої І – ІІ, прийнятої за вісь, ретельно відміряють запроектований відрізок d1.( рис.4, а)). В отриманій точці *Е* за допомогою теодоліта відкладають кут 90º або 270º і вздовж напрямку *ЕС* мірною стрічкою або далекоміром відкладають відрізок d2. Довжина перпендикуляра d2 не повинна перевищувати довжини мірного приладу. Довжини відрізків d1 i d2, беруть з робочих креслень. Якщо відомі координати точки *С*, то довжини відрізків ІІ *– Е* і *ЕС* обчислюють як різницю координат точок ІІ і *С*, тобто: d2 = *ХС – ХІІ ,* d1 *= YС – YІІ* .

 Якщо точки ІІ і ІІІ Являються пунктами геодезичної основи і відомий дирекційний кут *α* лінії ІІ-ІІІ, то відрізки d1 і d2 обчислюють за формулами:

d2 = *( ХС – ХІІ )·cos α + ( YC – YII )·sin α ,*

d1 = *( YC – YII )·cos α – ( XC – XII )·sin α .*

 Контролем правильності розмічування можуть бути діагоналі споруди і розміри, наведені в проекті.

***3.2. Спосіб прямої кутової засічки.***

 Пряма кутова засічка (рис.4, б)) застосовується в тих випадках, коли важко або неможливо виконати лінійні вимірювання. Суть способу полягає в тому, що положення точки *С* на місцевості визначається шляхом перенесення на натуру двох полярних кутів *β1*та *β2*. При графоаналітичному методі підготовки для розбивки на місцевості ліній і точок, частину даних, як було сказано раніше, знімають с генплану, а іншу частину обчислюють. В нашому прикладі (рис.4.б)) точки *M* i *N* теодолітного ходу були нанесені на план по координатах, тому їх абсциси і ординати, а також дирекційний кут напрямку *αМN* відомі. Треба зняти з плану координати точки *С* і з рішення оберненої геодезичної задачі обчислити *αМС* і *αNС*. Кути  *β1* і *β2* знаходять як різницю дирекційних напрямків: *β1* = *αМN – αМС , β2 = αNС - αNМ* .

 Для винесення на місцевість точки бажано застосовувати два теодоліта. Їх встановлюють над точками *М* і *N*, приводять в робоче положення і від напрямків *МN* і *NМ* відкладають кути *β1* і *β2* . На перетині візирних променів отримують точку *С*. Кути виносять при двох положеннях вертикального круга. Із отриманих напрямків беруть середнє положення.

***3.3. Спосіб полярних координат.***

 Полярний спосіб ( Рис.5. а)) застосовують на відкритій місцевості, де можна виконувати проміри безпосередньо від геодезичних пунктів та точок майбутньої споруди. Полярною віссю служить напрямок між пунктами геодезичної основи.

 Припустимо, що треба перенести в натуру точки  *А* і *В* – кути будинку від точок №4 і №5 геодезичної основи, існуючої на місцевості. Спочатку роблять необхідні розрахунки: знімають з генплану координати точок *А* і *В*; координати і дирекційний напрямок точок 4 та 5 відомі, або вибирають з відомості обчислень теодолітного ходу;

обчислюють: $ arctg r\_{4-A}= \frac{Y\_{A}-Y\_{4}}{X\_{A}-X\_{4}}, arctg r\_{5-B}= \frac{Y\_{B}-Y\_{5}}{X\_{B}-X\_{5}},$

по чверті румба знаходять дирекційні кути. Потім обчислюють відстані:

$d\_{1}= \frac{Y\_{A}-Y\_{4}}{sinα\_{4-A}}, d\_{2}= \frac{X\_{B}-X\_{5}}{cosα\_{5-B}}$ .

а) б)

*C*

 4

55

*А*

*β1*

*β2*

*l*

*B*

 d1 d2 d1 d2

 *В*

 *в* *Е*

 *l*

 *М*

 *А*

Рис.5. Перенесення точок на місцевість: а) спосіб полярних координат;

 б) спосіб лінійної засічки.

 За обчисленими дирекційними кутами знаходять полярні кути, як різницю дирекційних напрямків:

β1 = α4-5 – α4-А ; β2 = α5-В – α5-4.

При винесенні на натуру, наприклад, точки *А* на точку 4 встановлюють теодоліт, приводять його в робоче положення. На точку 5 встановлюють віху або марку. Від напрямку 4 – 5 відкладають кут β′1 = 360º - β1  за ходом годинникової стрілки при двох положеннях вертикального круга. Вздовж отриманого напрямку відкладають відкладають відстань d1 стрічкою, рулеткою або далекоміром і закріплюють кілочком точку *А.*

***3.4 Спосіб лінійної засічки.***

 Суть цього способу полягає в тому, що запроектовану точку *С* визначають на місцевості в перетині дуг, описаних за допомогою рулетки чи стрічки, радіусом d1 та d2, визначеними на генплані від точок геодезичного обґрунтування, або з рішення оберненої геодезичної задачі. Для такої засічки радіуси не повинні перевищувати 20м, а кут в точці перетину близький до 90º ( рис. 5, б)).

 Якщо відстань між вихідними пунктами *А* і *В* є великою, то у створі лінії намічають точку *М* на відстані *l* і точку *Е* на відстані *в* від точки *М.* При розбивці беруть дві сталеві стрічки. Нульові штрихи їх прикладають до точок *М* і *Е.* Мірні стрічки розтягують так, щоб вони переткнулись в точках відліків d1 і d2. Точку перетину *С* відмічають кілком.

*До звітних матеріалів відносяться:*

1). Математичні розрахунки вибраного способу розбивки.

2). Робочі креслення вибраного способу розбивки.

3). Журнали кутових вимірювань.

**4. Розв′язання геодезичних інженерних**

**задач.**

***4.1. Побудова на місцевості проектного кута.***

 Припустимо, що треба побудувати на місцевості горизонтальний кут *β*, величина якого задана проектом. Нехай вершина кута буде у точці *А* і один бік кута заданий лінією *АВ* ( рис. 6 ).

*А*

*В*

*С*

*С1*

*С2*

*β*

 Рис. 6. Побудова проектного кута.

 Для побудови кута установлюють теодоліт у точці *А* і приводять його в робоче положення. У точці *В* встановлюють віху або марку. Сполучають індекс верньєра алідади з нулем лімба та при КЛ (круг ліва) візують на точку *В* і закріплюють лімб. Потім відкріплюють алідаду і по горизонтальному крузі відкладають відлік, що дорівнює заданому куту *β*.

На місцевості в напрямку візування установлюють на проектній відстані

Шпильку в точці *С1*. Після цього переводять трубу через зеніт і при КП (круг право) будують той же кут і установлюють шпильку в точці *С2* на тій же відстані. У цьому випадку колімаційна помилка не впливає на вимірювання кута *β*. Помилка у відліках, візуваннях від нерівності підставок осі труби не повинна перевищувати *С1С2* = 0.03м на 100м сторони кута *АС*. За правильне положення точки *С* приймають середню точку між *С1* та *С2*.

***4.2. Побудова на місцевості лінії з заданим уклоном.***

 Побудову лінії з заданим проектним уклоном можна виконати за допомогою теодоліта, нівеліра або візирок. Таке завдання зустрічається головним чином при перенесенні в натуру ліній для вертикального планування будівельних ділянок під заданим уклоном, а також ліній підземних комунікацій канав і т. п.

*Приклад.* Припустимо, що на місцевості точка *А* має відмітку 171.163 м і потрібно на віддалі 80.0 м від неї в напрямку *АВ* розбити лінію з уклоном

*і* = 10‰ (0.01). Для цього в напрямку точки *В* відміряють лінію довжиною 80.0 м і забивають кілок, позначаючи точку *В*. Відмітка кілка повинна бути

*НВ = НА + d·і =* 171.163 + (80.0 $×$ 0.01) = 171.963 м. Спочатку позначають точку *В* на проектній відмітці. Для цього встановлюють нівелір над точкою *А*, приводять в робоче положення і вимірюють висоту інструмента *І* (рис.7, а)) а) б)

*І*

*І*

*І*

*І*

*і = 0.01*

80.0 м

*А*

*В*

171.963

171.163

*в*

*І*

*А*

*В*

 Р2

 Р1

Рис.7. Побудова лінії з заданим уклоном.

Обчислюють відлік, який треба встановити на рейці в точці *В*, щоб отримати відмітку землі цієї точки, нехай *І* = 1.50 м :

*в = НА + І – НВ* = 171.163 + 1.50 – 171,963 = 700 мм. В точці *В* забивають під рейкою так, щоб відлік на рейці дорівнював 0700.Зрозуміло, що коли виявиться відлік на рейці менший за 700 мм, то кілок треба відповідно заглибити, а якщо відлік буде більший, то кілок треба підняти.

Після цього нівелір або теодоліт перевертають на штативі в точці *А* таким чином, щоб один з підйомних гвинтів був розташований по створу лінії *АВ*. Вимірюють висоту інструмента *І* і на рейці, в точці *В* помічають відлік, рівний висоті інструмента *І*. Потім, діючи підйомним гвинтом нівеліра, розташованим в напрямку лінії *АВ*, наводять трубу на відлік *І*, а в точках Р1 та Р2 забивають кілочки так, щоб відліки по рейці, встановленій на цих кілочках, дорівнювали висоті приладу *І*.

***4.3. Перенесення на місцевість проектної відмітки.***

 Виконується методом геометричного нівелювання на будівельному майданчику від точки геодезичного обґрунтування з відомою відміткою. Застосовується переважно два способи виноса відмітки на натуру: нівелюванням вперед і нівелюванням з середини. Перший спосіб був розглянутий в попередній задачі.

 На будівельному майданчику маємо нівелірний репер Rp1 з відомою відміткою НRp1 = 171.163 м. Треба зафіксувати на місцевості в запроектованому на генплані місці точку *А* з проектною відміткою землі НА = 171.963 м. Між репером та визначеним місцем проектної точки *А* встановлюють нівелір і приводять його в робоче положення ( центрують, горизонтують, фіксують на око). На репері встановлюють прямовисно рейку ( рис. 8 ) і беруть відлік *а*. Нехай цей відлік дорівнює *а* = 1245 мм. Обчислюють позначку горизонту приладу:

НГП = НRp1 + *а* = 171.163 + 1.245 = 172.408 м.

HRp1

*А*

*а*

*в*

*НГП*

 0445

 1245

Рис.8. Побудова проектної відмітки.

 Щоб встановити точку *А* на проектну відмітку потрібно знати відлік *в*:

*в =* НГП – НА = 172.408 – 171.963 = 0445мм.

Рейку в точці *А* піднімають або опускають, добиваючись, щоб відлік по середній нитці зорової труби нівеліра був рівним відліку *в*. Під п′ятку рейки забивають кілок. Верх кілка буде відповідати проектній відмітці точки *А*.

***4.4. Визначення висоти споруди за допомогою теодоліта.***

1). На будівництві іноді доводиться визначати безпосередньо над землею висоту дроту високовольтної лінії, щоб визначити габарит проїзду, або для інших потреб.

*С*

*D*

провід

 h1

 *v1* h

 *v2*

 h2

 *A B*

Рис.9. Визначення висоти точки.

 Встановлюють віху в створі опор, на яких підвішено провід, під найнижчою точкою *С* в точці *В*. Осторонь, на відстані подвійної висоти дроту над землею, встановлюють в точці *А* теодоліт. Приводять його в робоче положення і вимірюють вертикальні кути *v1* та  *v2* при крузі право (КП) і крузі ліво (КЛ) спостерігаючи точки *С* та *В*. Стрічкою (або далекоміром по рейці) вимірюють відстань від теодоліта до віхи в точці *В* і кут нахилу цієї відстані. Перевищення, якщо враховувати знаки кутів нахилу, буде дорівнювати:

*h = d ( tg v1 – tg v2 ) = h1 + h2*

*d = D cos2v2*

2). Відстань від точки стояння теодоліта до споруди, висоту якої треба визначити, мірною стрічкою або по далекоміру безпосередньо виміряти неможливо. В цьому випадку розбивають на місцевості базис *АВ* і вимірюють його довжину *b* в прямому і зворотньому напрямках з відносною помилкою не більше$ \frac{1}{2000}$.

 *C1*

*b*

 *h*

 *v1 v3*

 *v2 C v4*

 *d1 γ d2*

 *β1 β2*

 *A B*

Рис. 10. Визначення висоти недоступної точки.

З трикутника *АСВ по теоремі сінусів обчислюють d1* та  *d2* :

$$d\_{1}= \frac{b ·sinβ\_{2}}{\sin(( β\_{1}+β\_{2 }))}; d\_{2}= \frac{b ·sinβ\_{1}}{\sin(( β\_{1}+ β\_{2 }))} .$$

Потім, як і в попередній задачі, роботу виконують в тій же послідовності: визначають МО ( місце нуля ), беруть відліки по вертикальному кругу теодоліта на верх і низ споруди і визначають кути *v1 , v2 , v3 , v4*. За формулою з попередньої задачі обчислюють висоту споруди двічі для контролю.

***4.5. Визначення неприступної відстані.***

1). Цей спосіб застосовується у тих випадках, коли напрямки ( сторони ) між пунктами геодезичного обґрунтування перетинають такі перешкоди, як ріки, яри, дамби і т. п., через які безпосередньо міряти лінії мірними приладами неможливо, але видимість між пунктами існує.

ріка

*А*

*В*

*С*

*Д*

$$\frac{АВ}{\sin(β\_{1})}=\frac{b\_{1}}{\sin(γ\_{1})}; \frac{АВ}{\sin(β\_{2})}= \frac{b\_{2}}{\sin(γ\_{2})}$$

$$АВ= \frac{b\_{1 }\sin(β\_{1})}{\sin(γ\_{1})}= \frac{b\_{2} \sin(β\_{2})}{\sin(γ\_{2})}$$

$$γ\_{1}=180°-\left( α\_{1}+ β\_{1} \right)$$

$$γ\_{2}=180°-( α\_{2}+ β\_{2} )$$

 *b1*

  *α1 γ1*

 *α2 γ2*

 *b2*

 *β2*

Рис. 11. Неприступна відстань. Видимість між пунктами існує.

 Для визначення довжини лінії *АВ* вибирають на місцевості точки *С* і *Д* так, щоб сторони *АС = b1* і *АД =b2*, які називаються базисами, були зручними для вимірювань, а кути при точці *В* були не менші за 30º і не більші 150º. Якщо виміряти базиси *b1* i *b2*, кути *α1*, *α2*, *β1*, *β2* і розв′язати трикутники *АВС і АВД* за теоремою синусів, отримуємо двічі обчислену (з контролем) відстань *АВ*. Різниця між двома одержаними значеннями сторони *АВ* не повинна перевищувати 1/1000 довжини визначуваної сторони.

2). Цей спосіб застосовується у випадках, коли прямої видимості між точками геодезичного обґрунтування немає.

 d

 *A C*

 *a b1*

 *a1  b* d = √ *a2 + b2 + 2ab·cos α*

 *α*

 *α1*

 *M1 M*

 Якщо прямої видимості між точками немає, то можна застосувати теорему косинусів. Для цього на місцевості розбивають два базиси *a* і *b* від точки *М* таким чином, щоб була видимість на точки *А* і *С*. Для контролю вибирають ще одну точку *М1* і розбивають базиси *a1, b1.* Мірною стрічкою вимірюють довжину базисів, а теодолітом горизонтальні кути *α , α1*. За теоремою косинусів двічі з контролем обчислюють відстань dAC.

*До звітних матеріалів відносяться:*

1). Схема задачі в довільному масштабі на окремому листі формата А4, виписані значення всіх кутів і ліній на зразок робочого креслення.

2) Журнал кутових та лінійних вимірювань.

**Ведення польової документації**

 До польових матеріалів відносяться матеріали перевірок та досліджень приладів, журнали кутових та лінійних вимірювань і таке інше.

 Для кожного виду робіт існують журнали встановленої форми, які підлягають суворому врахуванню та збереженню. Сторінки журналів повинні бути пронумеровані. Польові журнали повинні бути заповнені старанно та чітко. Чіткість ведення записів та зарисовок в оригінальних журналах досягається наступним шляхом:

1) цифри писати розбірливо; неможна писати швидкописом, потрібно користуватись відомими шрифтами;

2) числа в стовпчиках необхідно записувати так, щоб цифри відповідних розрядів були під цифрами тих же розрядів у записаному вище числі;

3) всі результати вимірювань, проведені з однаковою точністю пишуться з однаковим числом знаків;

4) значення мінут і секунд завжди пишуться двозначним числом.

 Всі польові записи, відноситься це до перевірок, досліджень чи польових вимірювань повинні виконуватись зразу ж начисто. Записи на окремих листках проміжних дій з наступним внесенням чи переписуванням до журналу чи бланку суворо заборонені.

 Кожна бригада складає звіт про виконані роботи під час проходження практикуму. Всі матеріали, тобто креслення і журнали кутових та лінійних вимірювань, складають до папки. На папці пишуть прізвища всіх членів бригади і прізвище керівника практикумом. Після складання звіту і перевірки, керівник ставить оцінку навпроти кожного прізвища і свій підпис.

**Список літератури**

1. *Войтенко С.П.* Інженерна геодезія. Підручник. – Київ: « Знання »,

 2009. – 557 с.

2. *Видуев Н.Г., Баран П.И., Войтенко С.П..* Геодезичкские разбивочные

 работы. - М.: Недра, 1973. – 216 с.

3. *Радионов В.И.* Руководство по учебной геодезической практике. – М.:

 Недра, 1991. – 205 с.

4. *Ганьшин В.Н., Лебедев С.М., Хренов Л.С.* Практикум по геодезии. – М.:

 Недра. 1964. – 206 с.

5. *Войтенко С.П.* Геодезичні роботи в будівництві : навчальний посібник.

 К.: ІСДО, 1993. – 144 с.

6. *Інструкція* з топографічного знімання у масштабах 1 : 5000, 1 : 2000,

 1 : 1000, 1 : 500, ГКНТА – 2.04-02-98 ( видання офіційне, виправлене

 та доповнене ). – К.: ГУГКК, 1999. – 156 с.

7. *Основні положення* створення державної геодезичної мережі України.

 Затверджено постановою Кабінету Міністрів України 8 червня 1998р.

 № 844. – Укргеодезкартографія, 1998. – 26 с.

8. *Инструкция* по нивелированию I, II, III, VI классов. – М.: Недра,

 1990. – 167 с.