

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

**Кафедра Інженерної геодезії**

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

на тему:

**Інженерно-геодезичні вишукувальні роботи для будівництва  
промислового об'єкта**

**Іщук Василь Володимирович**

(прізвище, ім'я та по батькові студента повністю)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

**Кафедра Інженерної геодезії**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ІГ

Дем'яненко Р.А.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

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

**Інженерно-геодезичні вишукувальні роботи для будівництва  
промислового об'єкта**

Виконав студент групи зГД-19

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

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

Іщук Василь Володимирович

Керівник: к.н.т., проф. Нестеренко О.В.

*Ідентичність підтверджую*

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **Геоінформаційних систем та управління територіями**

Кафедра: **Інженерної геодезії**

Освітній рівень: **бакалавр за освітньо-професійною програмою**

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

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету ГІСУТ

Нестеренко О.В.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

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

**Іщук Василь Володимирович**

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи «Інженерно-геодезичні вишукувальні роботи для будівництва промислового об'єкта» затверджена наказом ректора КНУБА № 785/2 від “ 17 ” травня 2024 року.

2. Керівник роботи: к.н.т., проф. Нестеренко Олена Вікторівна

Строк подання студентом роботи до захисту: 15 червня 2024 року

3. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1 . Підготовчі роботи для проведення геодезичних робіт

Р. 2. Комплекс геодезичних робіт при будівництві промислового об'єкту

Р. 3. Економіка, організація та охорона праці при виконанні геодезичних робіт на промисловому об'єкті

4. Графічний матеріал за розділами:

Р. 1 Листи графічного матеріалу з 2 по 7;

Р. 2. Листи графічного матеріалу з 8 по 12;

Р. 3. Лист графічного матеріалу 13.

5. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;

б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Підготовчі роботи для проведення геодезичних робіт	22.04.2024
Розділ 2. Комплекс геодезичних робіт при будівництві промислового об'єкту	06.05.2024
Розділ 3. Економіка, організація та охорона праці при виконанні геодезичних робіт на промисловому об'єкті	02.06.2024
Остаточне оформлення роботи	10.06.2024
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	11.06.2024
Попередній захист роботи на кафедрі	12.06.2024

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1.	Підготовчі роботи для проведення геодезичних робіт	22.04.2024	
Розділ 2.	Комплекс геодезичних робіт при будівництві промислового об'єкту	06.05.2024	
Розділ 3.	Економіка, організація та охорона праці при виконанні геодезичних робіт на промисловому об'єкті	02.06.2024	

7. Дата видачі завдання: 02.03.2024р.

Зав. кафедри ІГ

\_\_\_\_\_ (підпис)

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

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Нестеренко О.В.  
(прізвище та ініціали)

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Іщук В.В.  
(прізвище та ініціали)

# ЗМІСТ

Вступ

**Розділ I.** Підготовчі роботи для проведення геодезичних робіт.....12

1.1.Зміст основної проектної документації.....12

1.2.Технічна документація для проведення інженерно- геодезичних робіт..14

1.3.Аналіз існуючих методів і технології які будуть застосовуватись.....16

1.4.Геодезична підготовка для виносу споруди на місцевість.....32

**Розділ II.** Комплекс геодезичних робіт при будівництві промислового об'єкту.....42

2.1. Закладка пунктів за допомогою GPS та прокладання теодолітного ходу42

2.2 Розрахунок точності мережі полігонометрії 2-го рзряду.....72

2.3 Розрахунок точності нівелювання.....76

2.4 Геодезичні роботи при виносі промислового об'єкту в натуру (на місцевість).....78

**Розділ III.** Економіка, організація та охорона праці при виконанні геодезичних робіт на промисловому об'єкті.....91

3.1 Кошторис на виконання геодезичних робіт.....91

3.2.Охорона праці.....98

Висновок.....111

Список використаної літератури.....113

Додатки.....115

## ВСТУП

### *Значення геодезичних робіт для будівництва промислового об'єкта*

На сьогоднішній день геодезичні роботи на будівництві усе більше зливаються з процесами побудови споруджень. Геодезичні роботи на будівництві неможливо звести до вузько-технічних геодезичних дій. Вони невід'ємні з будівельним виробництвом, що розвивається. Існує нерозривний зв'язок і послідовність в організації геодезичного виробництва й будівельно-монтажних робіт. Ось чому створення геодезичної основи на будівництві є невід'ємною частиною технологічного процесу.

Планова геодезична основа в будівництві - це не тільки забезпечення необхідної точності виносу проекту споруди на місцевість, а й забезпечення належного контролю над процесом будівництва. Тому пункти основи і саме її розташування, відносно запроектованих будівель, повинні знаходитись в такому стані, щоб була можливість використання їх з максимальною користю для майбутнього будівництва.

Геодезична основа, створена на будівельному майданчику в період вишукувань, за своєю точністю й густотою розміщення пунктів мережі забезпечує виконання топографічних зйомок у масштабах, необхідних для проектування споруди.

Форма й точність мережі залежать від типу й розмірів споруди, її конструкції і необхідної точності дотримання геометричних параметрів. Вона може розвиватися на основі пунктів державних сіток або самостійно, в умовній системі. Вона повинна забезпечити точність вимірювань у плановому та висотному відношеннях при виконанні всіх видів інженерно-геодезичних робіт щодо винесення на місцевість комплексу будинків, споруд та інженерних комунікацій.

Геодезична розпланувальна основа на будівельному майданчику створюється у вигляді мережі закріплених пунктів. При цьому повинен бути забезпечений зв'язок із пунктами державної геодезичної мережі, мереж місцевого значення.

Проектування й створення мережі повинно виконуватися в порядку й строки, які відповідають стадіям проектування та черговості будівництва споруд. Проект мережі складається на основі розробленого генерального плану об'єкта будівництва.

Геодезичну розпланувальну мережу в плані створюють методами: триангуляції, трилатерації, полігонометрії та теодолітних ходів.

Даний проект створюється для будівництва промислового об'єкта, який складається із чотирьох складських будівель, а також мережі доріг і інженерних комунікацій. У проекті ми будемо розглядати ті питання, які є невід'ємною частиною горизонтального планування промислового об'єкту, а саме: створення проекту полігонометрії, створення проекту розпланувальних робіт.

### ***Фізико – географічна характеристика району***

Об'єкт, що розглядатиметься в даному дипломному проекті, розташований в с.Яреськи вул. Елеваторна 1 Шишацького району Полтавської області. Це – пункт накопичення, зберігання та первинної переробки зернових та олійних культур, що складається з двох сушок, вагової, а також із двох складських приміщень.

Село **Яреськи** знаходиться на високому лівому березі річки Псел, вище за течією на відстані 4 км розташоване смт. Шишаки, нижче за течією на відстані 1,5 км розташоване село Нижні Яреськи. До села примикає великий лісовий масив (сосна). Поруч проходить залізниця, станція Яреськи за 2 км. До села веде окрема залізнична гілка.

Шишацький район розташований у північно-східній частині Полтавської області у межах Придніпровської низовини, лівобережної Дніпровської зони лісостепу. Площа району 0,79 тисяч км<sup>2</sup>. 5 % території району вкриті лісами, 5,2 % займають поверхневі водойми - це три річки: Псьол (37 км), Грузька Говтва (24 км), Грунь-Ташань (3,9 км), а також 84 штучні водойми з площею водного дзеркала понад 2 га, струмки і понад 20 км<sup>2</sup> заболоченої місцевості.

З природних багатств є нафта, газ, глина, пісок, джерела мінеральних вод, незначні запаси торфу, родючі чорноземні ґрунти.

### **Рельєф**

Шишацький район знаходиться на вододільному плато між річками Говтва і Псьол в середині Придніпровської Лівобережної низовини. Поверхня – слабо хвиляста рівнина, порізана балками та ярами, полого підвищена на північний схід до 170 – 190 метрів над рівнем моря. Рельєф відрізняється різноманітністю, наявністю добре виражених висот, стрімких схилів і рівних ділянок заплави, ярів та балок. Переважаючі ґрунти: темно-сірі суглинкові, лучні-суглинкова на між балочних пологих схилах.

### **Ґрунти**

Половина Шишацького району це – антропогенні, окультурені ландшафти - рілля, населені пункти, шляхи, інженерні комунікації, ставки та інше. Мають місце, хоч і незначні за площею порушені території – кар'єри по видобутку сировини цегельного заводу, піщаних кар'єрів та місць дії зсувних процесів (в основному по лівому березі р.Псьол).

### **Клімат**

Клімат в районі робіт помірно - континентальний, м'який з нетривалою зимою і теплим літом. Влітку середня температура в затінку становить 18-20°C, в окремі дні вона сягає 34-36°C. Середня температура повітря взимку становить -5°C, а в окремі дні до -36°C. Середня річна температура повітря +12°C. Протягом року амплітуда коливань тиску досить значна: літом атмосферний тиск (984-1035мм.рт.ст), взимку (976-1061мм.рт.ст). Максимальний атмосферний тиск спостерігається в січні – 1061 мм.рт.ст., мінімальний в квітні 968 мм.рт.ст. Нормальний атмосферний тиск для Київської області 995 мм.рт.ст. Відносна вологість повітря зимової ночі становить 80-90%, влітку – біля 65%, в день відповідно, 80-85% і біля 50%.

У Шишацькому районі щорічно буває 160 днів з опадами. Сума опадів в середньому за рік становить 620 мм. На прогрівання та охолодження земної поверхні, крім погоди, впливає багато інших чинників: неоднорідність земної

поверхні та її покриття, особливості ландшафту і геологічної будови, наявність і глибина залягання ґрунтових вод.

Сприятливий період для виконання польових геодезичних робіт - 6.5 місяців, з квітня по листопад.

Температурний режим на час спостереження був досить сприятливим з температурою від -2 до +7 .

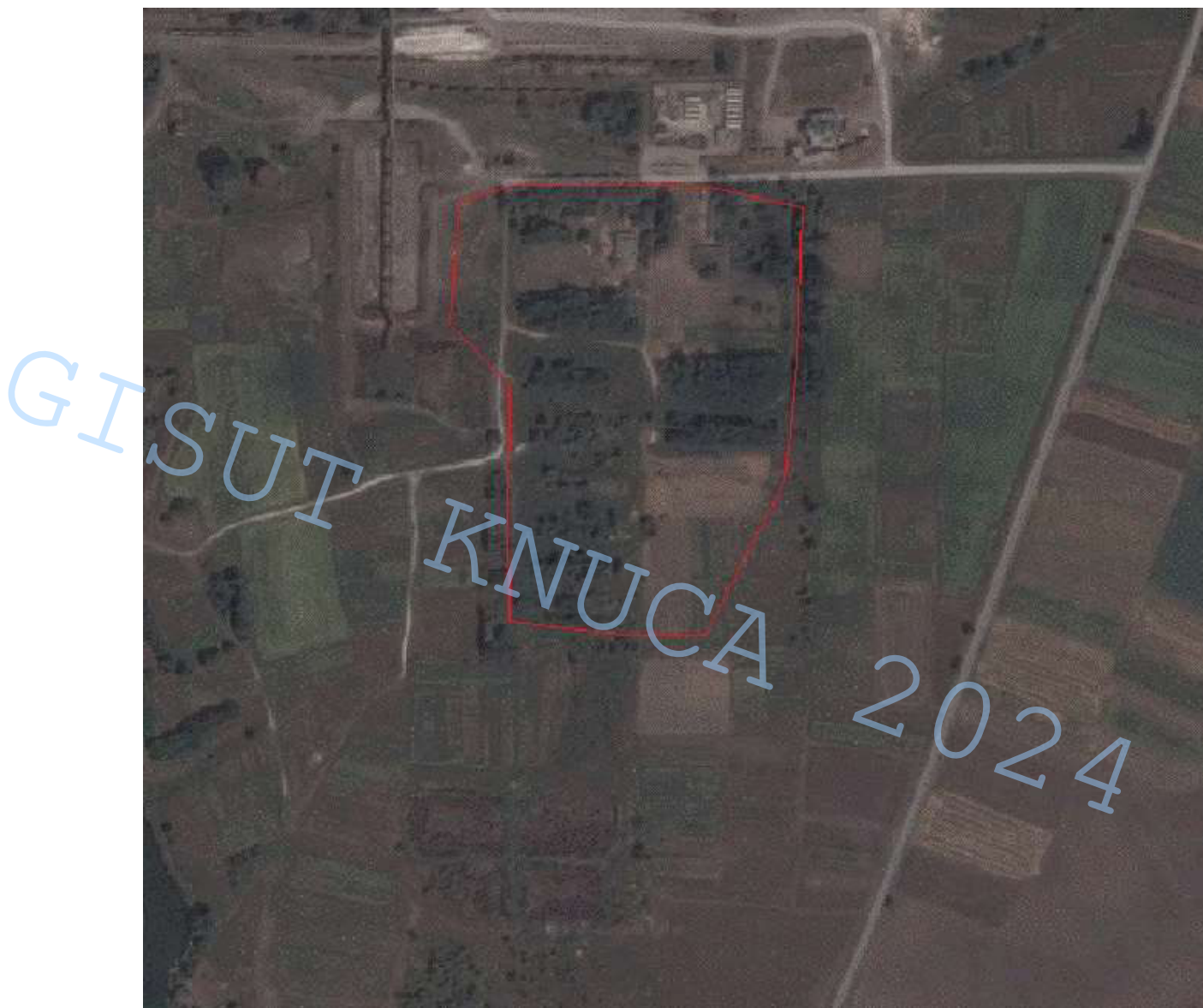


Рис.1 Місцезнаходження земельної ділянки

***Вимоги до виконання геодезичних робіт при горизонтальному плануванні промислового об'єкта***

Необхідність в побудові інженерно - геодезичних мереж виникає при вишукуванні майданчиків і проектуванні споруд, складанні генеральних планів міст та селищ, розробці технічних проектів і робочого креслення

промислових, гідротехнічних, транспортних та гірничодобувних підприємств. Проектування ведеться на планах великих масштабів.

Інженерно - геодезичні планові мережі будуються на територіях міст, великих промислових, енергетичних, гірничодобувних об'єктів і служать геодезичною основою для виконання комплексу проектно-вишукувальних робіт. Планові інженерно-геодезичні мережі формуються у вигляді триангуляційних, полігонометричних, лінійно-кутових, трилатераційних побудов та геодезичних будівельних сіток.

Вимоги до точності, щільності, постійності планових інженерно-геодезичних мереж різноманітні. Це обумовлено різноманітністю тих задач, які вирішуються при вишукуванні, проектуванні, будівництві та експлуатації інженерних споруд. Як правило, інженерно-геодезичні мережі проектуються з урахуванням можливості їх згущення і розвитку для забезпечення основних розпланувальних робіт та топографічної зйомки в масштабі 1:500. Однак в залежності від призначення та розмірів споруди, фізико-географічних умов району робіт, сфера використання цих мереж значно розширюється. При побудові інженерно-геодезичних мереж використовуються державні опорні мережі.

При розрахунках точності інженерно-геодезичних мереж слід розрізняти два основних варіанти використання мереж в залежності від рівня вимог до точності геодезичних робіт.

По-перше, вимоги до точності розпланувальної основи можуть бути приблизно одного порядку з точністю знімального об'грунтування. В такому випадку опорна геодезична мережа розвивається за принципом від загального до часткового з використанням мереж старших класів і розрядів в якості вихідної основи з жорсткою прив'язкою до їх сторін і пунктів мереж молодших класів.

По-друге, вимоги до точності розпланувальних робіт можуть бути суттєво вище точності топографічних робіт. В такому випадку утворюються спеціальні опорні геодезичні мережі. При побудові локальних мереж пункти старших класів використовуються тільки для передачі орієнтування на одну з

сторін мережі і координат - на один з пунктів цієї мережі.

При побудові спеціальних геодезичних мереж їх точність і щільність можуть суттєво мінятися при переході від одного етапу будівництва споруди до другого.

Опорні геодезичні мережі на забудованих і незабудованих територіях міст, селищ і промислових підприємств проектуються з урахуванням можливостей їх поступового згущення і розвитку для обґрунтування топографічної зйомки в масштабі 1:500 та інженерно-геодезичних робіт.

На промислових майданчиках опорні геодезичні мережі в районі будівництва утворюються під час інженерно-геодезичних вишукувань і служать основою для великомасштабних топографічних зйомок і побудов розпланувальних мереж. Площа великих територіально-виробничих комплексів досягає 30 - 50 км<sup>2</sup> більше. Головною геодезичною основою в таких випадках служать державні геодезичні мережі. При малих розмірах будівельних майданчиків дозволяється утворювати місцеві мережі триангуляції 4 кл або світлодалекомірної полігонометрії з довжиною сторін порядком 2 км і середніми квадратичними помилками вимірювання кутів 2.

Для виконання розпланувальних робіт створюється мережа у вигляді будівельної сітки, ходів полігонометрії, червоних ліній забудови.

Геодезична будівельна сітка являє собою одним з найбільш раціональних видів обґрунтування розпланувальних робіт при будівництві комплексу промислових і цивільних приміщень. Розвиток державної геодезичної мережі ведеться за принципом переходу від загального до часткового. Державна планова геодезична мережа поділяється на 1, 2, 3, та 4 класи, які відрізняються між собою точністю вимірювання кутів і відстаней, довжиною сторін мережі та порядком послідовного розвитку.

Державна геодезична мережа повинна бути розрахована на довгий час, тому роботи по її утворенні виконуються ґрунтовно, а пункти мережі закріплюються на місцевості довгостроковими центрами.

Геодезичні мережі повинні надавати надійного контролю вимірювань та оцінку точності виконаних вимірювань, так і кінцевих результатів.

## **Розділ I. Підготовчі роботи для проведення геодезичних робіт**

### **1.1. Зміст основної проектної документації**

Згідно Державних будівельних норм України при виконанні геодезичних робіт у будівництві ДБН В.1.3-2:2010 проект вишукувально - геодезичних робіт повинен включати в себе:

1. Загальні положення
2. Організація геодезичних робіт
  - а. календарний план;
  - б. техніко-економічне обґрунтування ПВГР;
  - в. кошторис.
3. Основні геодезичні роботи
  - а. проектування планово-висотної розмічувальної мережі;
  - б. розрахунок точності та вибір методики виконання робіт;
  - в. підбір геодезичного устаткування та типів геодезичних центрів.
4. Контроль стабільності пунктів планово-висотної основи у процесі виконання будівельно-монтажних робіт .
  - а. періодичність контролю;
  - б. згущення геодезичної мережі.
5. Перенесення в натуру осей споруди
  - а. розрахунок точності та вибір методів перенесення та закріплення осей;
  - б. технологія та методика контрольних вимірювань.
6. Детальні розмічувальні роботи.
  - а. розрахунок точності та вибір методів розмічувальних робіт;
  - б. технологія та методика контрольних вимірювань.
7. Геодезичне забезпечення монтажних робіт
  - а. розрахунок точності та вибір методів і приладів для вивірювання планово-висотного положення елементів конструкцій споруди.
8. Виконавче знімання
  - а. контрольні вимірювання якості монтажних робіт;

б. ведення виконавчого генерального плану.

9. Геодезичний моніторинг деформацій будівлі (споруди)

а. обґрунтування точності вимірювання деформацій і переміщень;

б. проектування геодезичної основи для геодезичного моніторингу;

в. методика вимірювань та циклічність спостережень.

## ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

Таблица 1

Етапи робіт	Вимоги
Створення геодезичної мережі	Виконання попереднього розрахунку точності проекту геодезичної мережі
	Вирівнювання з врахуванням похибок вихідних даних
	Вирівнювання з контролем грубих помилок
	Вирівнювання просторових мереж будь-якої конфігурації з різнорідними вимірними величинами
	Вирівнювання з ітераційним уточненням вагових коефіцієнтів
	Приведення результатів спостережень до заданих метеорологічних умов
	Перетворення в різні системи координат, у тому числі визначення параметрів перетворення між системами координат
Виконання розмічувальних робіт та виконавчого знімання	Обчислення розмічувальних елементів для різних способів
	Обчислення в реальному часі елементів редукування
	Обчислення в реальному часі відхилів вимірних координат точок від проектних
	Робота одночасно з двома та більше приладами для визначення координат
	Визначення геометричних параметрів об'єктів за результатами виконавчого знімання
	Приведення результатів спостережень до заданих метеорологічних умов
	Побудова об'ємної 3D моделі
Геодезичний моніторинг	Виконання попереднього розрахунку точності проекту геодезичної мережі
	Вирівнювання з врахуванням похибок вихідних даних
	Вирівнювання з контролем грубих помилок
	Вирівнювання просторових мереж будь-якої конфігурації з різнорідними вимірними величинами
	Вирівнювання з ітераційним уточненням вагових коефіцієнтів
	Виконання контролю стабільності пунктів просторової геодезичної мережі
	Виконання прогнозу деформацій з використанням різних моделей деформації
	Приведення результатів спостережень до заданих метеорологічних умов
Побудова об'ємної 3D моделі будівлі	
<b>Примітка.</b> Рекомендується використовувати програмне забезпечення фірм виробників геодезичного устаткування, які пропонують його для своїх приладів.	

## 1.2. Технічна документація для проведення інженерно - геодезичних робіт

Інженерно-геодезичні вишукування виконують у три етапи:

**підготовчий** - отримання технічного завдання замовника, збирання та аналіз матеріалів вишукувань минулих років, рекогносцирувальне обстеження території, складання програми вишукувань;

**польовий** - виконання комплексу польових вимірювань і попередня обробка даних для забезпечення їх якості, повноти та точності;

**камеральний** - остаточне оброблення даних польових вимірювань з оцінюванням точності отриманих результатів, складання та передавання замовнику звіту, передавання звітних матеріалів до державних картографічно-геодезичних фондів.

Конкретні цілі та основні вимоги до проведення інженерно-геодезичних вишукувань повинні бути визначені технічним завданням замовника

і уточнені при визначенні складу та обсягів робіт у програмі вишукувань.

Технічне завдання на виконання інженерно-геодезичних вишукувань складає замовник за участі виконавця і генпроектувальника та містить обов'язкову інформацію щодо:

- цільового призначення роботи;
- характеристики об'єкта;
- необхідної детальності та повноти відображення ситуації об'єкта;
- точності визначення просторового положення об'єкта (масштаб);
- меж ділянки вишукувань;
- спеціальних вимог;
- переліку звітних матеріалів, зразків форм їх подання у випадку виконання спеціальних видів робіт;
- відомостей про наявність матеріалів вишукувань минулих років.

Програму виконання інженерно-геодезичних вишукувань розробляють відповідно до вимог технічного завдання, положень нормативних документів,

результатів вивчення фондів матеріалів і детального польового рекогносцирування.

Програмою передбачають:

- обґрунтування можливості використання матеріалів вишукувань минулих років;
- обґрунтування видів та обсягів робіт;
- технології виконання робіт і, у випадку нестандартних рішень, попередній розрахунок точності отримуваних результатів;
- форму та склад звітних матеріалів, що випускаються;
- склад і адресацію передачі матеріалів вишукувань замовнику та до територіальних фондів.

До програми виконання робіт додають графічні матеріали, що відображають і деталізують її зміст. Програма робіт, до початку їх виконання, погоджується з замовником, а при виконанні спеціальних видів робіт - і з генпроектувальником.

Будь-які відступи від програми робіт, що виникають у процесі виконання інженерно-геодезичних вишукувань, погоджують із замовником та обґрунтовують у звіті.

Виконуючи інженерно-геодезичні вишукування, необхідно використовувати геодезичні прилади та інструменти, що повірені й атестовані відповідно до вимог чинного законодавства і нормативних документів.

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**  
**ТОВ АФ «ім.Довженка»**  
*(найменування організації замовника)*

\_\_\_\_\_ **В.М.Скочко**  
*підпис керівника* *прізвище*  
\_\_\_\_\_ **20 р.**  
*число, місяць прописом*

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ  
ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ**

Повне найменування «Будівництво пункту накопичення, зберігання та первинної переробки зернових та олійних культур по вул. Елеваторній 1 в с. Яреськи Яреськівської сільської ради Шишацького р-ну, Полтавської обл.»

1. Місце розташування та межі району (ділянка) **с.Яреськи Яреськівська сільська рада Шишацький р-н, Полтавської області**
2. Замовник \_\_\_\_\_ **ТОВ АФ «ім. Довженка»**
3. Технічна характеристика проектуемого об'єкта та стадія проектування
4. Детальність і повнота відображення ситуації об'єкта \_\_\_\_\_
5. Точність визначення просторового положення елементів ситуації (масштаб) М 1:500
6. Спеціальні вимоги з зйомки = 10 га
7. Перелік звітних матеріалів, зразки форм їх подання у випадку виконання спеціальних  
видів робіт **Технічний звіт**
5. Відомість про наявність матеріалів вишукувань минулих років.
10. Додатки : Схема території земельної ділянки

Головний інженер проекту \_\_\_\_\_  
підпис \_\_\_\_\_ прізвище

Відповідальний представник замовника \_\_\_\_\_  
посада, прізвище

### 1.3 Аналіз існуючих методів і технологій які будуть застосовуватись

#### Використання тахеометрів в геодезичних роботах

Рішення про вибір тих чи інших засобів геодезичного забезпечення для виконання конкретних робіт звичайно приймає геодезист. Це рішення є дуже суб'єктивним. Воно залежить від досвіду геодезиста не тільки в галузі геодезії, але й у будівництві, і навіть від його настрою. А при виборі потрібно враховувати не тільки потрібну точність, але й інші фактори, як то - вартість засобів, продуктивність праці, яка прямо впливає на термін виконання робіт. Також повинні бути враховані і інші критерії, які звичайно ігноруються (екологічні, ергономічні, природні та інші).

При виробництві більшості геодезичних робіт, як правило, потрібно виконувати як кутові, так і лінійні виміри, для чого зазвичай використовувалися оптичні тахеометри. Ще наприкінці ХХ століття угорський геодезист Тихі ввів поняття "тахеометр", яке в перекладі з грецької мови означає "швидковимірюючий". У сучасні прилади почали вбудовувати потужні польові комп'ютери для обробки результатів вимірювань і рішення безпосередньо в полі типових геодезичних задач, розширилися потенційні можливості приладів за рахунок значного поліпшення технічних характеристик. Таким чином на замикаючій стадії розвитку електронних геодезичних приладів стоїть універсальний інструмент - електронний тахеометр, який не випадково займає міцне місце в ряду приладів геодезичного обладнання. Тахеометр виробляє будь кутомірні вимірювання одночасно з вимірюванням відстаней і за отриманими даними проводить інженерні обчислення, зберігаючи всю отриману інформацію. За допомогою електронного тахеометра в польових умовах можна отримати інформацію про вимірювані горизонтальних і вертикальних кутах і відстанях, автоматично виконати необхідні обчислення по плановому і висотному положенню ситуації. При наявності комп'ютера процес може бути автоматизований, включаючи одержання готової карти місцевості за лічені

хвилини. Можливість занесення в запам'ятовуючий пристрій допустимих похибок вимірювань (наприклад, циклічної похибки далекоміра, колімаційної похибки, відхилення місця нуля, відхилення осі обертання від стрімкої лінії за рахунок введення двокоординатного електронних рівнів та ін.) Дозволяє підвищити точність і продуктивність вимірювань. Вбудоване програмне забезпечення дозволяє виконати наступні геодезичні завдання: зворотну зарубку, зрівнювання теодолітного ходу, обчислення площ, розбивку кривих і т.д.

На Українському ринку тахеометри представляють сьогодні такі відомі фірми, як Leica-Geosystems (Швейцарія), Sokkia, Topcon, Nikon і Pentax (Японія), South (Китай), Trimble Navigation (США), GeoMax (Швеція), а також ФГУП "УОМЗ" (Росія, Єкатеринбург) та ін.

#### Конструкція і принцип дії

Тахеометр включає в себе:

- Електронний теодоліт (кутомір);
- Електронний далекомір;
- GPS-приймач (додатково);
- Обчислювальний пристрій з пам'яттю, для вимірювання похилих відстаней до заданих точок, горизонтальних і вертикальних кутів, та перетворення результатів із сферичної до декартової системи координат. У лазерних далекомірах відстані вимірюються: • По різниці фаз випущеного і відбитого променя (фазовий лазерний далекомір); 50 • За часом проходження променя лазера до відбивача і назад (імпульсний лазерний далекомір).

Точність вимірювання залежить від технічних можливостей моделі тахеометра, та від зовнішніх параметрів: температури, тиску, вологості тощо. Діапазон вимірювання відстаней залежить від режиму роботи тахеометра: відбивний та безвідбивний. Дальність вимірювань при безвідбивному режимі прямо залежить від відбивних властивостей поверхні, на яку проводиться вимірювання. Для світлої гладкої поверхні (штукатурка, кахельна плитка тощо) вона в кілька разів перевищує максимально можливу відстань, виміряну на темній поверхні. Максимальна дальність лінійних вимірювань

для режиму з відбивачем (призмою) - до п'яти кілометрів (при декількох призмах - ще далі); для безвідбивного режиму - до одного кілометра. Моделі тахеометрів, які мають безвідбивний режим, можуть вимірювати відстані практично до будь-якої поверхні, однак слід з обережністю ставитися до результатів вимірювань, проведених крізь гілки, листя і подібні перешкоди, оскільки невідомо, від чого саме відіб'ється промінь, і, відповідно, відстань до чого він виміряв. Існують моделі тахеометрів, з далекоміром поєднаним з системою фокусування зорової труби. Переваги таких приладів в тому, що вимірювання відстаней виробляється саме на той об'єкт, по якому в цей час виставлена зорова труба приладу. Точність кутових вимірів сучасним тахеометром досягає половини кутової секунди ( $0^{\circ}00'00,5''$ ), відстаней - до 0.5 (1) мм + 1 мм на км (наприклад, в тахеометрах серії NET05 від фірми SOKKIA або Trimble S8-0.5R). Точність лінійних вимірювань в безвідбивному режимі - до 1 мм + 1 мм на км. Більшість сучасних тахеометрів обладнані обчислювальним і запам'ятовуючим пристроями, що дозволяють зберігати виміряні або проектні дані, обчислювати координати точок, недоступних для прямих вимірювань, за непрямыми спостереженнями, і т. д. Деякі сучасні моделі оснащені GPS-приймачем (наприклад, Leica Smart Station). Крім того, в нових серіях тахеометрів Viva TS представлені моделі з вбудованою ширококутною 5-мегапіксельною камерою. З її допомогою можна отримати і вивести на VGA-екран тахеометра панорамні зображення об'єкта для швидкого наведення на точку. Камера здатна робити знімки з чотирикратним наближенням, завдяки чому користувач отримує детальні зображення об'єкта. Кожен знімок може бути прив'язаний до однієї з виміряних точок. Таким чином, в ході тахеометричної зйомки ведеться додаткова документація у вигляді фотозображень з робочими позначками

### **Принцип дії системи глобального позиціонування (GPS)**

GPS приймач обчислює власне положення, вимірюючи час, коли було послано сигнал із GPS супутників. Кожен супутник постійно надсилає повідомлення, в якому міститься інформація про час відправки повідомлення, точку орбіти супутника, з якої було надіслано повідомлення

(ефемеріс), та загальний стан системи і приблизні дані орбіт всіх інших супутників угруповання системи GPS(альманах). Ці сигнали розповсюджуються зі швидкістю світла у всесвіті, та із трохи меншою швидкістю через атмосферу. Приймач використовує час отримання повідомлення для обчислення відстані до супутника, виходячи з якої, шляхом застосування геометричних та тригонометричних рівнянь обчислюється положення приймача. Отримані координати перетворюються в більш наочну форму, таку як широта та довгота, або положення на карті, та відображається користувачеві.

Оскільки для обчислення положення необхідно знати час з високою точністю, необхідно отримувати інформацію із 4-х або більше супутників задля усунення необхідності в надточному годиннику. Іншими словами, GPS приймач використовує чотири параметри для обчислення чотирьох невідомих:  $x$ ,  $y$ ,  $z$  та  $t$ .

В деяких окремих випадках може бути необхідною менша кількість супутників. Якщо заздалегідь відома одна змінна (наприклад, висота над рівнем моря човна в океані дорівнює 0), приймач може обчислити положення використовуючи дані з трьох супутників. Також, на практиці, приймачі використовують різну допоміжну інформацію для обчислення положення з меншою точністю в умовах відсутності чотирьох супутників.

Зона покриття супутників GPS охоплює всю площу Землі, і тому в споживача є можливість визначити свої координати з будь-якого кута земної кулі. Типовий GPS-приймач робить рішення раз у секунду, має інтерфейс для зв'язку з зовнішніми пристроями (як правило, RS-232), і працює за стандартним протоколом (NMEA-0183). Найчастіше одержувана від GPS-приймача інформація містить дані про місце розташування (координати в якій-небудь геометричній проекції), швидкість, курс і час. Особливий інтерес представляє побудова диспетчерських систем на базі GPS, які дозволяють контролювати з єдиного центра (диспетчерський пункт — ДП) переміщення рухливих об'єктів (РО) у рамках визначеної території. Найбільш розповсюджена схема являє собою систему локального радіозв'язку для

передачі даних РО—ДП і програмне забезпечення ДП, призначене для оперативного відображення обстановки.

### **Використання GPS в геодезичних роботах**

За допомогою GPS в геодезії можна виконувати наступні роботи:

багатоканальність - одночасне безперервне спостереження за усіма (чи майже усіма) видимими супутниками;

спільна обробка інформації супутників NAVSTAR і ГЛОНАСС на рівні вимірів із пріоритетом інформації ГЛОНАСС;

цілком когерентний (оптимальний) прийом сигналів супутників - використання фазових вимірів по несучій у контурі віддалеміра, що стежить (апаратна інтеграція);

цифрова обробка радіосигналів супутників у смузі частот, що містить корисну інформацію, з переносом спектрів сигналів супутників ГЛОНАСС із літерних частот у нульову область гетеродинуванням;

цифрова система входження в зв'язок із супутниками без використання якої-небудь апріорної інформації (альманахи супутників, зчислені координати споживача, час);

вимір "абсолютної" псевдодальності - виключення неоднозначності відліків псевдодальності, викликаних мілісекундною тривалістю далекомірних кодів;

економічний навігаційний алгоритм на основі адекватної математичної моделі вимірів, реалізованих у приймально-вимірному тракту.

Усі відомі варіанти апаратури споживачів супутникової навігації містять два незалежних контури стеження:

- 1) спостереження за фазою несучої частоти;
- 2) спостереження за фазою (затримкою) далекомірного коду.

Іншими словами, в апаратурі здійснюється некогерентний прийом інформації про дальність, у той час як несуча частота і тактова частота коду когерентні. Очевидно, що здійснення когерентної обробки підвищить завадостійкість віддалемірному каналу. Але більш істотним є той факт, що шуми спостереження за фазою несучої не перевищують 0,05 фазового циклу, що в лінійній мірі менш 1 см, у той час як шуми спостереження за фазою коду в

некогерентному віддалемірі оцінюються завбільшки одиниці метрів. Ці шуми не можуть бути зменшені через те, що смуга пропускання некогерентного віддалеміра, що стежить, повинна бути досить широкою, щоб не виникли помітні динамічні похибки при маневруванні об'єкта (динамічні похибки спостереження за несучою при оптимальному петльовому фільтрі мають той же порядок, що і шумові, тобто приблизно 1 см).

Виходячи з розглянутих принципів побудови приймачів сигналів супутникових радіонавігаційних систем (СРНС), з огляду на вимоги, що ставляться до проведення топографо-геодезичних робіт на сучасному етапі, а також характерних тенденцій сучасних розробок такої апаратури, спрямованих на створення малогабаритної апаратури СРНС на основі використання нових схемотехнічних рішень, створення спеціалізованої елементної бази високого ступеня інтеграції, застосування технології багатокристальних модулів, розроблена апаратура СРНС геодезичного призначення.

Основне опрацювання сигналів НКА проводиться апаратними і програмними засобами цифрової обробки радіосигналів після їхнього посилення в аналоговій частині РПП і перетворення в цифрову форму в аналогово-цифровому перетворювачі.

Програмне забезпечення післясеансної обробки результатів вимірів забезпечує виконання апаратурою функцій у режимі відносних визначень (при проведенні статичної і кінематичної зйомки) і є невід'ємною частиною апаратури геодезичного призначення.

Визначення координат точок апаратурою СРНС статичним методом.

При проведенні відносних (диференційних) супутникових спостережень на пунктах геодезичної мережі функції спостерігача зводяться до виконання таких операцій:

- встановлення апаратури на пункті;
- вимірювання висоти встановлення антени;
- перевірка готовності апаратури до вимірювань;
- введення в апаратуру необхідних вихідних даних;

- виконання вимірів впродовж встановленого (оптимального) інтервалу часу;
- виконання фіксації результатів вимірів у пам'ять супутникового приймача або автоматична реєстрація результатів у відповідному зовнішньому пристрої (комп'ютері);
- заповнення польового журналу;
- реєстрація всіх зауважень, які безпосередньо пов'язані з супутниковими спостереженнями і можуть виявитися корисними при обробці даних і аналізі кінцевих результатів.

При визначенні координат у реальному часі супутникову апаратуру докомплектують радіомодемом для передачі і прийому диференційних поправок по каналу зв'язку. Підготовка апаратури у цьому випадку включає додаткові дії по перевірці роботи радіомодему. Основна перевірка – визначення максимальної дальності прийому поправок по всіх напрямках від базової станції. Крім того, перевіряється можливість роботи на транспортному засобі (наявність радіозавад від електрообладнання транспортного засобу).

Однією з переваг супутникової технології геодезичного забезпечення є цифрова форма одержуваної інформації, що дозволяє при наявності комп'ютера здійснювати всю обробку безпосередньо у польових умовах. Програмне забезпечення для післясеансної обробки представлено у вигляді пакета програм, адаптованого для роботи на ПК і забезпечує автоматизацію всього процесу робіт від планування спостережень до видачі кінцевих результатів. Пакет програм післясеансної обробки результатів вимірів виконує функції:

- планування сеансів накопичення інформації;
- перенесення результатів вимірювань із приймача на ПК;
- проведення післясеансної обробки результатів вимірювань;
- врівноваження результатів післясеансної обробки;
- проведення документування результатів післясеансної обробки.

Отже, GPS приймач обчислює власне положення, вимірюючи час, коли було послано сигнал із GPS супутників. Кожен супутник постійно надсилає

повідомлення, в якому міститься інформація про час відправки повідомлення, точку орбіти супутника, з якої було надіслано повідомлення (ефемерис), та загальний стан системи і приблизні дані орбіт всіх інших супутників угруповання системи GPS(альманах). Ці сигнали розповсюджуються зі швидкістю світла у всесвіті, та із трохи меншою швидкістю через атмосферу. Приймач використовує час отримання повідомлення для обчислення відстані до супутника, виходячи з якої, шляхом застосування геометричних та тригонометричних рівнянь обчислюється положення приймача. Отримані координати перетворюються в більш наочну форму, таку як широта та довгота, або положення на карті, та відображається користувачеві.

Зона покриття супутників GPS охоплює всю площу Землі, і тому в споживача є можливість визначити свої координати з будь-якого кута земної кулі. Однією з переваг супутникової технології геодезичного забезпечення є цифрова форма одержуваної інформації, що дозволяє при наявності комп'ютера здійснювати всю обробку безпосередньо у польових умовах.

При проведенні відносних (диференціальних) супутникових спостережень на пунктах геодезичної мережі функції спостерігача зводяться до виконання таких операцій:

- встановлення апаратури на пункті;
- вимірювання висоти встановлення антени;
- перевірка готовності апаратури до вимірювань;
- введення в апаратуру необхідних вихідних даних;
- виконання вимірів впродовж встановленого (оптимального) інтервалу часу;
- виконання фіксації результатів вимірів у пам'ять супутникового приймача або автоматична реєстрація результатів у відповідному зовнішньому пристрої (комп'ютері);
- заповнення польового журналу;
- реєстрація всіх зауважень, які безпосередньо пов'язані з супутниковими спостереженнями і можуть виявитися корисними при обробці даних і аналізі кінцевих результатів.

## Використання нівелірів в геодезичних роботах

Більшість точних і технічних нівелірів, що випускаються зараз, мають автоматичний компенсатор, який дозволяє прискорити процес вимірювань і підвищити продуктивність. Для швидкого гасіння коливань компенсатора і установки його в робоче положення використовують прикріпленний до компенсатора повітряний, магнітний або рідинний демпфер. Магнітний демпфер дозволяє компенсатору утримувати горизонтальну візирну вісь при сильному вітрі і в умовах вібрації, що особливо актуально при роботі на будмайданчику. Ними забезпечені, наприклад, нівелири Spectra Precision AL120 і AL124, нівелір SETL AT - 20D. Корисним доповненням до цих сучасних приладів являється призма для прямого відображення бульбашки круглого рівня, пилозахищений горизонтальний лімб і навідні гвинти, що неперервно обертаються. Більшість великих іноземних компаній виробляють точні і технічні нівеліри в Китаї, що дозволяє запропонувати клієнтам всього світу продукцію високої якості за доступними цінами. Є марки які добре зарекомендували на Україні, вони встигли стати "бестселерами", наприклад С41 фірми Sokkia, SAL24 виробництва Chicago Steel Corp./Berger і нівеліри Spectra Precision серії AL100/AL200, що випускаються під маркою Trimble. Вищеназвані прилади виробляються так само в Китаї. Не дивлячись на те, що сучасні оптичні нівеліри є глибоко удосконаленими інструментами, їх конструкція і принцип роботи практично не змінилися. Як простий геодезичний прилад, оптичний нівелір має тільки одну міру автоматизації у вигляді функції самоустановки в горизонт візирної осі. Здавалося б, що ще можна удосконалити або змінити. Проте, якщо розглянути увесь процес роботи з інструментом: наведення, фокусування на об'єкт або рейку, зняття відліків по рейці, запис результатів, розрахунки та ін., то змінити необхідно багато що. Наступним кроком розвитку цього напрямку стала поява цифрових нівелірів. Головною особливістю даних інструментів є можливість автоматичного зняття відліку по спеціальній рейці з нанесеним штрих-кодом. Для цього рейка має бути достатньо освітлена. Штрих-код не повторюється по усій її довжині і, таким чином, дозволяє визначити відстань від п'яти

рейки до місця наведення горизонтальної нитки Наукові записки, вип.10, част. III 221 труби нівеліра. Інструмент може виміряти відстань до рейки з точністю до 0,5 м. Він забезпечений процесором, що дозволяє виконувати обчислення перевищень і відміток, рідкокристалічним дисплеєм для виведення результатів на екран, а також внутрішньою пам'яттю для запису даних в цифровому вигляді. Завдяки передовим технологіям цифрові нівеліри забезпечують можливість спростити роботу виконавця в полі і значно збільшити продуктивність праці. Оскільки вони зчитують і записують дані в цифровій формі, то помилки спостерігача виключаються, а також забезпечується цілісність результатів. Можливість виміру відстаней дозволяє контролювати відстань до передньої і задньої рейок і дотримувати рівність плечей в нівелірних ходах. Окрім екрану цифровий нівелір забезпечений клавіатурою для управління приладом і введення різної інформації: номерів нівельованих точок, відмітки нівелірних реперів та ін. За допомогою вбудованого програмного забезпечення можна управляти роботою інструменту, виконуючи виміри по визначеній методиці. Дані вимірів і обчислень записуються у вигляді файлу, який можна дивитись на екрані або "перенести" в персональний комп'ютер за допомогою роз'єму RS - 232C і спеціального кабелю. У деяких цифрових нівелірах інформація записується на Flash - карти (PCMCIA або власного формату). Точні виміри висот можуть бути передані в різні пакети програм по геодезії і проектуванню, включаючи усі офісні програми. Сфери застосування цифрових нівелірів: - нівелювання для визначення ухилів і побудови профілів; - зйомки зон осідання; - спостереження за деформаціями будівель і споруд; - прокладання нівелірних ходів уздовж залізничних колій; - нівелювання проїжджої частини дорожнього полотна; - руслові зйомки; - майданчикове нівелювання. Вдосконалення геодезичних приладів триває. Це відбувається завдяки: загальному розвитку електроніки, комп'ютерної техніки і цифрових технологій; потребам інженерно- геодезичного забезпечення; зростанню вимог до точності і продуктивності інструментів; зростаючій конкуренції в середовищі виробників приладів і виконавців робіт. Нівеліри залишаються як

і раніше наймасовішими геодезичними інструментами і сфери їх застосування постійно розширюються.

При проведенні геодезичних робіт на території даного об'єкту застосовувалися такі геодезичні інструменти:

Для прокладання тахеометричних ходів був використаний тахеометр Trimble 3305 DR



Рис.2 Тахеометр Trimble 3305 DR з безвідбивачевим далекоміром.

Безвідбивні далекоміри багато в чому полегшують роботу і дозволяють проводити вимірювання до тих об'єктів, які важко або неможливо зняти при використанні звичайного далекоміра, наприклад, при зйомці повітряних ліній електропередач, тунелів, мостів, фасадів будівель, кар'єрів і доріг. Електронний тахеометр Trimble 3305 DR оснащений лазерним покажчиком, вбудованим в зорову трубу і спроектовані на центр сітки ниток. Ця особливість дає можливість робити зйомку при поганій освітленості і зручна для робіт усередині приміщення.

Характеристики тахеометра:

точність вимірювання кутів: 5 ";

точність відстаней: 3 мм +2 мм / км (без відбивача);

2 мм + 2 мм / км по призмі (100 м без відбивача),

800 м по рефлекторної марці, 3000 м по одній призмі);

пам'ять до 1900 точок;

односторонній дисплей;

Основні особливості Trimble 3305 DR:

- має розвинене програмне забезпечення: для топографії, винесення в натуру, додатки для вирішення завдань координатної геометрії;
- далекомір може працювати, як в стандартному режимі при вимірюванні на призму, так і в безвідбивному режимі;
- при включенні безвідбивачевого режиму роботи, включається видимий лазерний покажчик. З лазерним покажчиком немає необхідності дивитися в зорову трубу для наведення на об'єкт. Це властивість особливо зручно, коли проводяться вимірювання в темряві або в тунелі при малій освітленості;
- безвідбивачевий (DR) режим дозволяє проводити вимірювання до об'єктів які можуть бути не доступні, наприклад, такі мости, профілю тунелів, археологічні розкопки, поверхня доріг. Навіть при сильному потоці транспорту можуть бути закоординовані об'єкти, що знаходяться на закритих територіях або є небезпечними для присутності людини;
- користувач отримує можливість проводити точні вимірювання тих об'єктів, де зазвичай призму поставити неможливо, наприклад ліхтарні стовпи і кути будівель;
- електронний тахеометр Trimble 3305 DR простий у використанні: комбінація невеликої клавіатури, графічного екрану і зручного інтерфейсу користувача дозволяє легко освоїти роботу з приладом;
- має ефективні функції збору даних, дозволяючи вимірювати і автоматично записувати вимір на точку з збереженням її номера і коду. Інструмент може зберігати до 1900 точок;
- прилад має малу вагу і невелике енергоспоживання. Однієї зарядки акумулятора вистачає більш ніж на 1000 вимірювань або 8 годин безперервної роботи

Технічне нівелювання виконувалося нівеліром НН-3 для визначення висот:



Мал.3 Нівелір НИ - 3

Опис і застосування нівелір оптичний НИ-3:

Нивелір НИ-3 призначений для визначення перевищень методом геометричного нівелювання при нівелюванні III і IV класів.

Оптичний нівелір НИ-3 використовується для визначення відстаней нитяним далекоміром, вимірювання горизонтальних кутів за допомогою лімба, що входить до складу нівеліра, і проектування вертикальних ліній за допомогою призматичної насадки, що входить в комплект приладу. Широко застосовується в будівництві.

**Технічні характеристики нівеліра НИ-3 оптичний:**

Таблиця 2

Параметр	значення
1. Межа середньої похибки вимірювання перевищення на 1 км подвійного ходу:	
по рейках РН-3-3000СП, мм, не більше	2,5
по рейках РН-05-3000СП, з мікрометрною насадкою, мм, не більше	1,6
2. Межа середньої похибки вимірювання перевищення на станції при відстані від приладу до рейки 100 м, мм не більше	1,6

3. Збільшення зорової труби, крат	31,8±1,6
4. Найменша відстань візування, мм	1,3
з лінзою (насадок)	0,75
5. Зображення зорової труби пряме	прямое
6. Габаритні розміри нівеліра, мм, не більше	
довжина	205
ширина	138
вссота	150
7. Вага, кг, не більше	
нівеліра	2,0
футляра	1,1

Координування точок з прив'язкою до пунктів ДГМ здійснено двочастотним GPS / ГЛОНАСС приймачем з вбудованою антеною Trimble R8 III GNSS RTK.



Рис.4 Двочастотний GPS / ГЛОНАСС приймач з вбудованою антеною Trimble R8 III GNSS RTK

Двочастотний GPS / ГЛОНАСС приймач з вбудованою антеною Trimble R8 III GNSS RTK виконаний у вигляді єдиного пристрою, це коли антена і приймач об'єднані в одному корпусі.

Приймач Trimble R8 III можна використовувати для роботи в режимах статички і кінематики. При використанні в якості ровера, приймач по необхідності може оснащуватися радіо або gsm модемом. Наявність модуля Bluetooth дозволяє здійснювати бездротову передачу даних, а також підключати зовнішні пристрої, наприклад: контролер tsc2 або tcu.

Високий ступінь захисту від вологи і пилу, адаптація до  $-40^{\circ}\text{C}$  дозволяють використовувати даний інструмент в найнесприятливіших кліматичних умовах.

Технічні характеристики:

Одночасно відслідковують сигнали супутників:

- GPS: L1C / A, L2C, L2E (Технологія Trimble відстеження L2P), L5
- ГЛОНАСС: L1C / A, L1P, L2C / A (тільки ГЛОНАСС М), L2P
- SBAS: L1C / A, L5
- Galileo GIOVE-A і GIOVE-B

Вдосконалений GNSS-чип Trimble Maxwell 6 Custom Survey з 220 каналами  
3-провідний послідовний інтерфейс на Порту 1 (7-контактний Lemo).

Повний послідовний інтерфейс RS-232 на Порту 2 (9-контактний D-sub)

Зберігання даних у внутрішній пам'яті об'ємом 57 Мб: 40,7 днів записи даних сирих вимірювань (близько 1,4 Мб в день) від 14 супутників (в середньому) при записи з інтервалом 15 секунд

Введення і виведення: CMR +, CMRx, RTCM 2 .1, RTCM 2 .3, RTCM 3 .0, RTCM 3 .1

висновок 16 повідомлень NMEA, висновок в форматах GSOF, RT17 і RT27.

Підтримка формату BINEX і згладжування несучої

Волого-і пилезахищеність: IP67

Температура експлуатації: від  $-40$  до  $+65^{\circ}\text{C}$

Геодезичні інструменти повірені в центрах стандартметрології.

#### 1.4. Геодезична підготовка для виноса споруди на місцевість

Розплануванням споруди, або перенесенням проекту в натуру, називають геодезичні роботи, що виконують на місцевості для визначення планового і висотного положення характерних точок споруди, що будується відповідно робочим кресленням проекту. При цьому використовують генеральний план, який для складних споруд доповнюють розпланувальним кресленням, а в містах - планом червоних ліній забудови; робочі креслення (плани, перерізи).

Геометричною основою проекту для перенесення його в натуру є розпланувальні осі, відносно яких в робочих кресленнях подаються розміри всіх деталей споруди. Головні осі прив'язують до пунктів геодезичної основи.

Позначки точок споруди даються в проектах від умовної площини - рівня чистої підлоги першого поверху і позначаються: ввєрх із знаком плюс, вниз із знаком мінус. Для кожної споруди рівень чистої підлоги відповідає певній абсолютній позначці заданій в проекті. Для винесення в натуру позначки від рівня чистої підлоги переобчислюють в абсолютну систему висот.

Розпланування споруди виконується в три етапи. На першому етапі виконують основні розпланувальні роботи. Від пунктів геодезичної основи, відповідно даним прив'язки, знаходять на місцевості положення головних розпланувальних осей і закріплюють їх знаками. Цей етап оформляють відповідним актом.

Другому етапі проводять Детальне розпланування споруди. Від закріплених точок головних осей виконують розпланування повздовжніх і поперечних осей окремих будівельних блоків і частин споруди з одночасним встановленням точок і площин на рівень проектних позначок. Детальне розпланування, визначає взаємне положення елементів споруди, проводиться значно точніше, ніж розпланування головних осей, що задає лише загальне положення і орієнтування споруди в цілому. Якщо в загальному випадку головні осі можуть бути визначені на місцевості з

похибкою 3-5 см, а іноді і грубіше, то детальні осі розплановують з точністю 2-3 мм, а то і точніше.

Третій етап полягає в геодезичному забезпеченні монтажних робіт. По завершенню будівництва фундаментів розплановують і закріплюють монтажні (технологічні) осі. Цей етап потребує найбільш високої точності геодезичних вимірювань (1-0,1 мм і точніше). Таким чином, при розплануванні споруд дотримується загальний принцип виробництва геодезичних робіт: від загального до часткового. Але точність цих робіт підвищується від першого етапу до третього. Для розпланування споруди на місцевості розплановують геодезичну основу у вигляді сіток спеціальної триангуляції, точної мікротрилатерації, будівельної сітки або полігонометрії, а також виконують геодезичну підготовку проекту, яка включає в себе:

- аналітичний розрахунок проекту;
- геодезичну прив'язку проекту, складання розпланувальних креслень;
- розробку проекту виробництва геодезичних робіт (ПВГР).

При аналітичному розрахунку по проектним значенням відстаней і кутів обчислюють в прийнятій системі координат абсциси і ординати кутових точок споруди, осей проїздів і комунікацій, червоних ліній забудови.

Типовими геодезичними задачами при аналітичному розрахунку проекту є пряма і обернена задачі; визначення координат точок ліній паралельних і перпендикулярних споруді.

При геодезичній прив'язці проекту розраховують полярні координати ряду точок споруди відносно найближчих пунктів розпланувальної основи, або їх прямокутні координати від сторін прямокутної сітки. На основі цих даних і аналітичного розрахунку проекті складають розпланувальне креслення споруди з нанесенням головних осей і вказанням їх координат. Проект виробництва геодезичних робіт розробляється на основі вивчення генерального плану і технічних умов на зведення окремих споруд і призначається для своєчасного забезпечення геодезичними даними з заданими точностями всього комплексу будівельних робіт. В проекті вирішуються наступні питання:

1. Розвиток на майданчику розпланувальної основи. Схеми мереж. Точність і методи вимірювань. Врівноваження. Типи центрів і знаків.
2. Контрольна перевірка стабільності планової і висотної основи в процесі будівництва. Періодичність. Згущення основи.
3. Перенесення в натуру головних осей споруди. Точність. Методи. Контрольні вимірювання. Закріплення.
4. Детальне розпланування споруди. Точність. Способи. Знаки кріплення.
5. Геодезичне забезпечення монтажних робіт. Методи і точність планової і висотної вивірки.
6. Виконавча зйомка. Способи зйомок. Введення виконавчого генерального плану.
7. Спостереження за деформаціями споруд. Обґрунтування точності. Методи. Геодезична основа. Циклічність робіт

Для розрахунку точності розпланувальних робіт у будівництві застосовуються, головним чином, принципи "незначного впливу" і "рівного впливу помилок".

Головне достоїнство застосування принципу "незначного впливу" полягає в тому, що за рахунок деякого завищення точності розпланувальних робіт забезпечується більш широкий діапазон для помилок інших технологічних процесів. Це важлива обставина, тому що потенційні можливості підвищення точності будівельних процесів у порівнянні з геодезичними не великі й обмежені. Однак у ряді випадків застосування "принципу незначного впливу" приводить до такого ускладнення розпланувальних робіт, виконуваних уже з більш, ніж потрібно, високою точністю, що вони починають стримувати темпи будівництва.

Більш логічно "принцип незначного впливу" застосовувати при розрахунку гранично припустимих помилок побудови опорної розпланувальної основи, тому що вона створюється, як правило, на весь

період будівництва і служить одночасно для реалізації сукупності розмірів складових ланок усього розмірного ланцюга, а детальні розпланувальні роботи виконуються для реалізації розміру складової ланки. Таким чином, помилки визначення пунктів опорної розпланувальної основи не повинні відчутно впливати на точність детальних розпланувальних робіт.

Найбільш прийнятні для розрахунку необхідної точності геодезичних розпланувальних робіт усе-таки варто визнати "принцип рівного впливу" з обов'язковим врахуванням корельованості помилок технологічних процесів.

Нехай, наприклад, при реалізації розміру складової ланки розмірного ланцюга впливають помилки:

- розмірів збірних елементів, стандарт яких дорівнює  $\sigma_1$
- геодезичних розпланувальних робіт, стандарт яких дорівнює  $\sigma_2$ ,
- монтажу збірних елементів в проектне положення, стандарт яких дорівнює  $\sigma_3$ .

Характер нагромадження зазначених груп помилок є адитивним і може бути представлений наступною моделлю:

$$u(S_1) = a_0 u_0, \quad u(S_2) = a_0 u_0 + a_1 u_1, \dots$$

$$U(S_n) = a_0 u_0 + a_1 u_1 + \dots + a_n u_n, \quad (1.1)$$

де  $a_0, a_1, \dots, a_n$ —коефіцієнти знакоперемінних рядів, рівні  $+1$  чи  $-1$ .

Якщо

елементарні помилки в приведеній моделі однакові, тобто

$$\sigma_{u_0} = \sigma_{u_1} = \sigma_{u_2} = \dots = \sigma_{u_i} = \sigma_{u_j} = \sigma_{u_n}, \quad \text{то коефіцієнти кореляції можна обчислити по формулі } r(S_i S_j) = a_i a_j / \sqrt{a_i^2 + a_j^2} \quad (1.2)$$

З огляду на корельованість зазначених груп помилок при реалізації розміру складової ланки розмірного ланцюга по моделі (2.1) напишемо

$$\sigma(S) = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + 1,2 \sigma_1 \sigma_2 + 1,4 \sigma_1 \sigma_3 + 1,6 \sigma_2 \sigma_3} \quad (1.3)$$

Користаючись принципом рівного впливу, одержимо

$$\sigma(S) = 2,86 \sigma_2; \quad \sigma_2 = 0,35 \sigma(S_i) \quad (1.4)$$

чи в частках допуску складової ланки

$$\Delta_2 = 0,35 \Delta (S_1) \quad (1.5)$$

Позначимо гранично припустимі похибки визначення положення пунктів опорної розпланувальної основи і виробництва детальних розпланувальних робіт відповідно через  $\Delta_0$  і  $\Delta_p$ . Згідно "принципу незначного впливу" з  $\Delta_0 = \Delta$ .

Отже

$$\Delta_2 = \sqrt{9 \Delta_0^2 + \Delta_0^2} = 3.16 \Delta_0 \quad (1.6)$$

Тоді на основі (2.5) одержимо

$$\Delta_0 = 0,11 \Delta (S) \text{ і } \Delta_p = 0,33 \Delta (S) \quad (1.7)$$

Розмірний ланцюг споруди являє собою складну просторову систему. Для розрахунку допуску розміру складової ланки такої системи приведена формула

$$\Delta (S) = -12 \sigma (S_i) / N \sqrt{V+10.5} \quad (1.8)$$

де  $N = 4V-1$  — кількість ланок у приведеній до лінійного виду складної системи просторового розмірного ланцюга,  $V$  — номер монтажного горизонту. Тоді з врахуванням (2.7), граничнодопустима помилка пункту розпланувальної основи не повинна перевищувати

$$\Delta_0 \leq \frac{1.32 \sigma (S_i) \sqrt{+10.5}}{4V-1} \quad (1.9)$$

а гранично припустимі помилки детальних розпланувальних робіт

$$\Delta \leq \frac{3.96 \sigma (S_i) \sqrt{+10.5}}{4V-1}$$

Вирази (2.5), (2.7), (2.9) і (2.10) покладемо в основу розрахунку гранично припустимих помилок геодезичних вимірів при реалізації розмірів складових ланок розмірних ланцюгів житлового будинку. Нижче приведено розрахунок граничнодопустимих похибок пунктів розпланувальної основи і похибок детальних розпланувальних робіт за допомогою приведених формул

$$N = 4V-1 = 4 \times 34-1 = 135$$

$$\Delta(S) = \frac{12 \sigma(S_i)}{P \quad N} \sqrt{+10.5} = 2.96_{\text{мм}}$$

$$\Delta_0 = \frac{1.32 \sigma(S_i)}{P \quad 4V-1} \sqrt{+10.5} = 0.33_{\text{мм}}$$

$$\Delta \leq 3.96 \sigma(S_i) \sqrt{+10.5}_{\text{мм}}$$

Як видно із розрахунків похибка пункту розпланувальної основи не повинна перевищувати 0,33 мм, а похибка детальних розпланувальних робіт повинна знаходитись в межах 0,98 мм.

Геодезичні вимірювання, які виконуються при вишукуваннях, проектуванні, будівництві і експлуатації інженерних споруд, називаються інженерно-геодезичними роботами.

Вони є складовою частиною технології виконання інженерно-будівельних робіт.

Методика вимірювань, їх обробка і прилади використовуються такі самі, як і при виконанні геодезичних робіт.

Основні види інженерно-геодезичних робіт:

1. Інженерно-геодезичні вишукування є основою для проектування інженерних споруд та інших видів вишукувань: геологічних, гідрологічних та ін. Вони включають:

а) розвиток планово-висотної основи і топографічну зйомку будівельних майданчиків;

б) трасування лінійних споруд;

в) геодезичну прив'язку (визначення координат і висот) геологічних виробок, гідрологічних створів та ін.

Нині широко використовують методи аерофотошукувань.

2. Інженерно-геодезичне проектування виконується на стадії проектування споруд і включає:

а) складання топографічних планів, профілів та інших матеріалів, необхідних для проектування інженерних споруд;

б) розрахунок необхідних даних (геодезична підготовка) для перенесення проекту споруди на місцевість (натуру).

в) проектування методів виконання геодезичних розбивних робіт і добір необхідних приладів;

г) розв'язання задач з планування будівельних майданчиків, підрахунок площ, об'ємів тощо.

3. Розбивка споруд. Це основний вид інженерно-геодезичних робіт при перенесенні проекту споруди на місцевість:

а) побудова геодезичної розбивної основи;

б) перенесення на місцевість головних осей споруд;

в) детальна розбивка споруд;

г) проведення виконавчих зйомок (зйомок зведених споруд).

Для розбивки споруд необхідна більш висока точність геодезичної основи і точніші методи виконання геодезичних вимірювань, ніж при виконанні зйомочних робіт.

4. Геодезичне забезпечення монтажу будівельних конструкцій і технологічного обладнання. Це найвідповідальніший і найточніший вид інженерно-геодезичних робіт, який включає:

а) встановлення в плані, за висотою і вертикаллю, елементів, будівельних конструкцій;

б) контроль точності монтажу будівельних конструкцій;

в) розбивку монтажних осей і встановлення в проектне положення технологічного обладнання;

г) контроль точності монтажу технологічного обладнання.

Геодезичні вимірювання виконуються спеціально розробленими приладами та методами.

5. Спостереження за деформаціями споруд. Вимірювання виконуються високоточними геодезичними методами та приладами за спеціально розробленою програмою. Вони включають:

- а) вимірювання осідань і деформацій основ і фундаментів;
- б) визначення планових зміщень споруд;
- в) визначення кренів висотних споруд (будинків, башт, труб та ін.).

Вони виконуються з метою обґрунтування правильності теоретичних розрахунків стійкості споруд і прийняття необхідних заходів щодо захисту споруд у разі виявлення неприпустимих деформацій.

При будівництві будинків і споруд на місцевість виносять їх осі. Відносно осей; встановлюють елементи конструкцій у проектне положення. План розбивки осей входить до складу робочих креслень проекту. На ньому показують: головні, основні й детальні або проміжні осі.

Усі осі будинків і споруд поділяють на поздовжні та поперечні осі. Поздовжні осі розміщуються вдовж більшої сторони будинку. На робочих кресленнях їх позначають буквами А-А, Б-Б і т.д. Поперечні осі розміщуються перпендикулярно до поздовжніх осей і позначаються цифрами 1-1, 2-2 і т.д. (мал. 5).

Головними осями називаються дві взаємно перпендикулярні осі, відносно яких будинок або споруда розміщується симетрично (В-В, 4-4 на мал. 1.4, а і Б-Б, 2-2 на рис. 5). При розбивці головні осі виносять тільки для великих будинків і споруд.

Основними осями називаються осі, які проходять по контуру будинку або споруди. На рис. 5, а це поздовжні осі А-А, Д-Д і поперечні 1-1, 7-7. Основними осями на мал. 5. є А-А, В-В, Г-Г, 1-1, 3-3, 6-6.

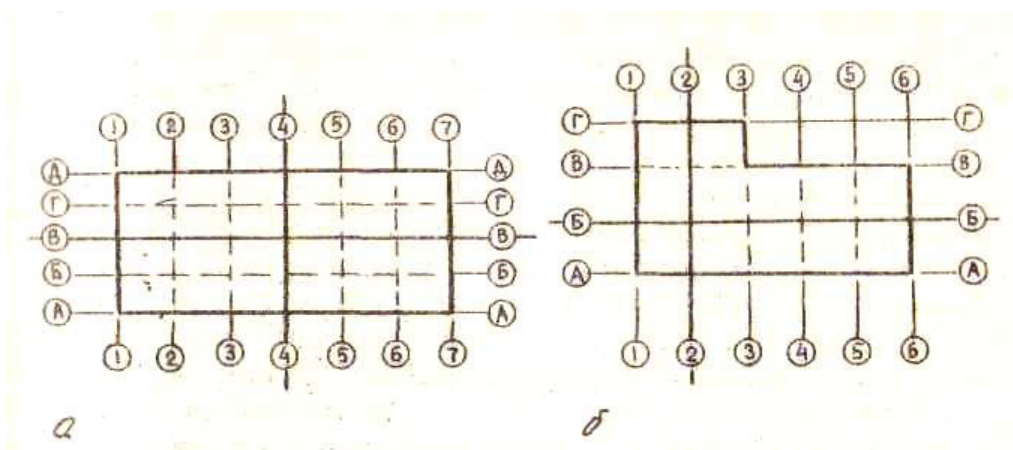


Рис. 5. Схема розбивки осей будинків

Для лінійних споруд (доріг, каналів, водопроводів, каналізації, газопроводів тощо) у проекті наводять головні та основні поздовжні осі цих споруд.

Якщо споруда має заокруглення, то осі повторюють її конфігурацію.

При розбивці на місцевості головні та основні осі виносять від пунктів будівельної сітки або від пунктів вихідної геодезичної основи. На забудованій території. Їх виносять відносно червоних ліній.

Геодезична основа для будівництва створюється для виконання геодезичних, топографічних, маркшейдерських і розпланувальних робіт.

Інженерно-геодезичні розпланувальні роботи в період будівництва виконуються з більш високою точністю. Тому на будівельному майданчику до початку будівельних робіт утворюється планова та висотна основа більш високої точності і з більшою густотою пунктів, її називають геодезичною розпланувальною тоною або спеціальною мережею.

Форма й точність мережі залежать від типу й розмірів споруди, її конструкції і необхідної точності дотримання геометричних параметрів. Вона може розвиватися на основі пунктів державних сіток або самостійно, в умовній системі. Вона повинна забезпечити точність вимірювань у плановому та висотному відношеннях при виконанні всіх видів (інженерно-геодезичних робіт щодо винесення на місцевість комплексу будинків, споруд та інженерних комунікацій).

Геодезична розпланувальна основа на будівельному майданчику створюється у вигляді мережі закріплених пунктів. При цьому повинен бути забезпечений зв'язок із пунктами державної геодезичної мережі, мереж місцевого значення, а також пунктами сіток, які створюються при вишукуваннях.

Проектування й створення сітки повинно виконуватися в порядку й строки, які відповідають стадіям проектування та черговості будівництва споруд. Проект сітки складається на основі розробленого генерального плану об'єкта будівництва.

Геодезичну розпланувальну мережу в плані створюють методами: триангуляції, трилатерації, полігонометрії та теодолітних ходів. Висотну розпланувальну основу створюють методом геометричного нівелювання у вигляді замкнених і розімкнених нівелірних ходів так, щоб позначки пунктів були отримані не менше, ніж від двох реперів Державної геодезичної мережі, або мережі місцевого значення. Пункти висотної сітки в основному поєднують з пунктами планової сітки.

Створення геодезичної розбивної основи при будівництві гідроелектричних станцій, промислових підприємств, мостів та інших інженерних споруд виконується на основі розробленого проекту проведення геодезичних робіт. У ряді випадків при будівництві окремих будинків вона відсутня.

Геодезичну розбивну основу поділяють на зовнішню й внутрішню. Зовнішня геодезична основа створюється і закріплюється поза будинком або спорудою. Вона служить для виконання будівельних робіт нульового циклу: планування будівельного майданчика, упорядкування котловану, зведення фундаментів до позначки "будівельного нуля" - позначки рівня підлоги першого поверху. Цей етап називають зведенням підземної частини будинку.

Внутрішня геодезична розбивна основа розвивається від пунктів зовнішньої геодезичної основи. Її пункти закріплюються на рівні підлоги першого поверху. Взаємне положення пунктів внутрішньої основи повинно бути отримано, як правило, з більш високою точністю, ніж пунктів зовнішньої основи. Для цього виконують геодезичні вимірювання підвищеної точності. Створені на нульовому горизонті геодезичні розбивні сітки називають базисними. Схема базисних сіток залежить від конфігурації будинку (рис. 6).

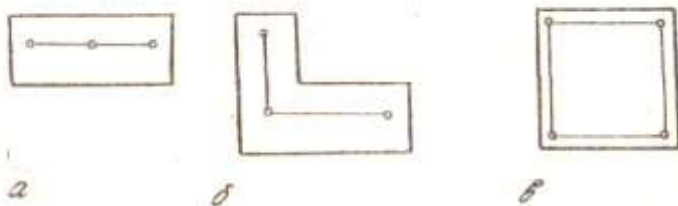


Рис. 6 Найпростіші базисні сітки.

## Розділ II. Комплекс геодезичних робіт при будівництві промислового об'єкту.

### 2.1. Закладка пунктів за допомогою GPS та прокладання теодолітного ходу.

Закладка пунктів за допомогою GPS Trimble R8 III GNSS RTK відбувалася з прив'язкою до пунктів ДГМ Яреськи - 1 класу та Шишаки - 2 класу на території Шишацького району Полтавської області.

Таблиця 3

№	Ідентифікатор пункту	Координати пункту (каталог)		Координати пункту (виміряні)	
		X, м	Y, м	X, м	Y, м
1	1 клас «Яреськи» M362210000	5513650.560	5184819.980	5513650.571	5184819.995
2	2 клас «Шишаки» M362231700	5516678.360	5190298.530	5516678.355	5190298.548

Отримані нев'язки знаходяться в межах допуску точності виконання кадастрових.

Базова станція мережі System.NET, яка була задіяна під час роботи в RTK режимі заходиться в м.Полтава та має характеристики: Таблиця 4

<b>Name:</b>	YARES
<b>Code:</b>	YARES
<b>IERS DOMES Number:</b>	M362210000
<b>Description:</b>	Полтава
<b>Latitude:</b>	49° 49' 35.4076" N
<b>Longitude:</b>	33° 54' 00.57382" E
<b>Height:</b>	178.2029m
<b>Creation Date:</b>	11/02/2013
<b>Receiver Type:</b>	Trimble R8 III GNSS RTK
<b>Receiver Serial Number:</b>	1700452
<b>Satellite System</b>	GPS & GLONASS
<b>Antenna Type:</b>	LEIAR10 NONE
<b>Antenna Serial Number:</b>	14090099
<b>Antenna Reference Pnt:</b>	Antenna bottom
<b>Coverage Radius:</b>	50km
<b>Elevation Mask:</b>	10 °
<b>Recording Rate:</b>	1s

Таблиця 5

<b>Name:</b>	SHISHAKI
<b>Code:</b>	SHISHAKI
<b>IERS DOMES Number:</b>	M362231700
<b>Description:</b>	Полтава
<b>Latitude:</b>	49° 51' 18.2076" N
<b>Longitude:</b>	33° 58' 28.3682" E
<b>Height:</b>	178.2029m
<b>Creation Date:</b>	11/02/2013
<b>Receiver Type:</b>	Trimble R8 III GNSS RTK
<b>Receiver Serial Number:</b>	1700452
<b>Satellite System</b>	GPS & GLONASS
<b>Antenna Type:</b>	LEIAR10 NONE
<b>Antenna Serial Number:</b>	14090099
<b>Antenna Reference Pnt:</b>	Antenna bottom
<b>Coverage Radius:</b>	50km
<b>Elevation Mask:</b>	10 °
<b>Recording Rate:</b>	1s



Рис.7 Схема розміщення пунктів ДГМ

**Результати спостережень.** При проведенні польових робіт було визначено координати точок та їх висоти *orthometric* (система висот). Усі розрахунки координат виконувались у програмному забезпеченні *Smartworx Viva LandXML Export 5.0*

Таблиця 6

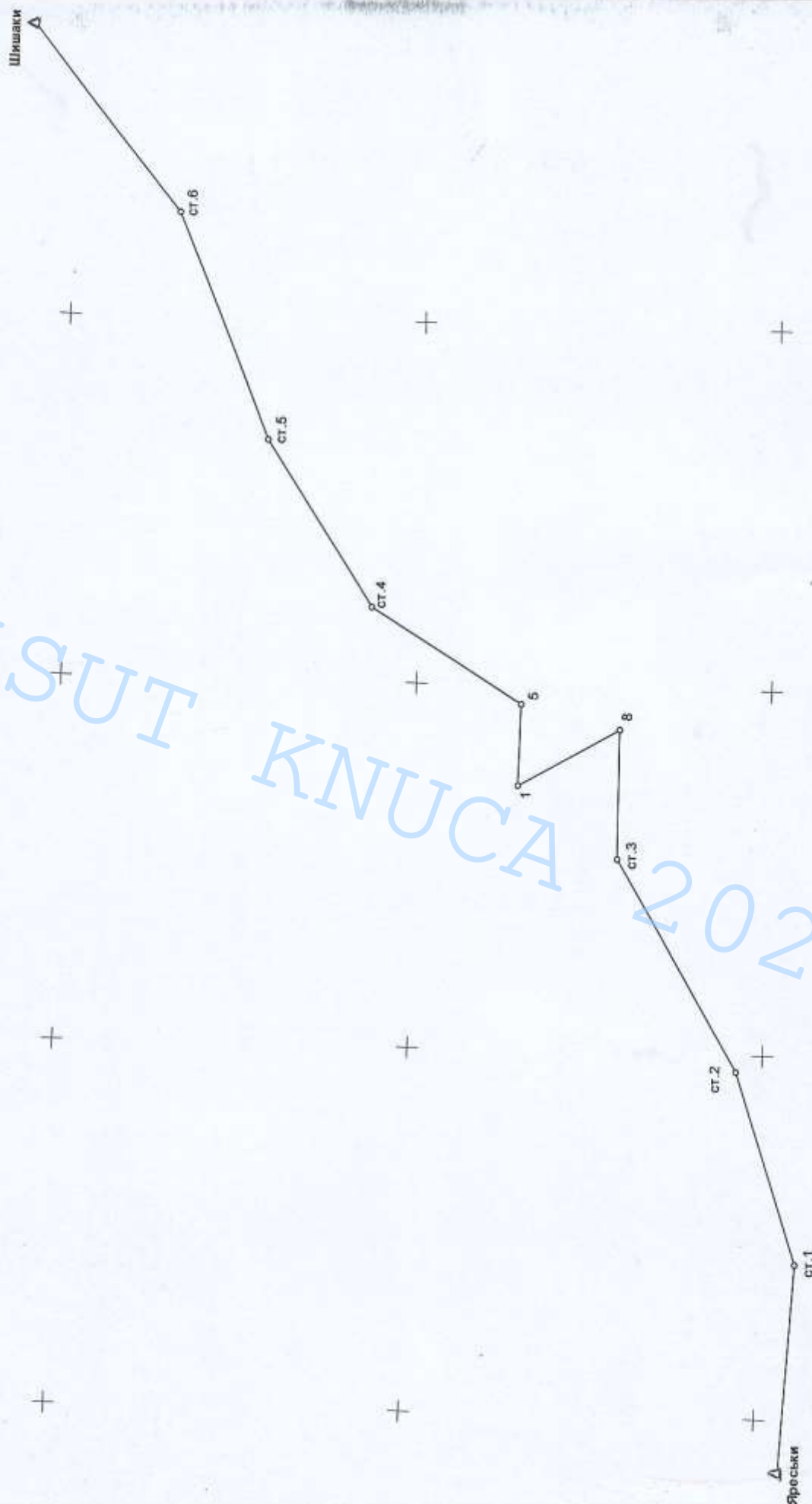
Назва	X, м	Y, м	H, м	СКП в плані, м
1	5514725.798	5187409.403	154.663	0.011
5	5514721.452	5187717.297	152.347	0.019
8	5514337.493	5187631.328	153.091	0.018

Так як проводяться інженерно- геодезичні вишукування для будівництва пункту накопичення, зберігання та первинної переробки зернових та олійних культур, треба передбачити, що підприємство буде розвиватися і для подальшого будівництва потрібні закріплені геодезичні пункти. В зв'язку з цим було вирішено прокладання полігонометричного ходу 4 класу 2 розряду від державних пунктів тріангуляції. Координати закріплених пунктів проконтрольовані за допомогою GPS Trimble R8 III GNSS RTK.

Таблиця 7

Опис ходу					
Номер з/п	Назва пункту	Вимірний угол			Виміряна лінія
		град.	мін.	сек.	
Ход № 1					
1	Яреськи	0	0	0,00	793,76
2	ст.1	158	0	12,00	770,93
3	ст.2	167	26	1,00	928,74
4	ст.3	211	4	4,00	495,42
5	8	60	29	0,00	447,25
6	1	300	33	27,00	307,93
7	5	119	55	41,00	688,44
8	ст.4	205	50	17,00	760,77
9	ст.5	190	50	5,00	942,04
10	ст.6	163	42	55,00	930,95
11	Шишаки	0	0	0,00	

СХЕМА ПРОКЛАДАННЯ  
ПОЛІГОНОМЕТРИЧНОГО ХОДУ 4 КЛАСУ 2 РОЗРЯДУ



Відомість обчислення координат точок ходу

Шпшаки

теодолитні ходи

клас мережі

лінії вимірювались

кількість віхдних пунктів 2

кількість вузлових пунктів 0

кількість ходів 1

Назва пункту	Вимірені кути		V сек.	Дирекційні кути		Вимірені лінії	V, см			Врівноваження лінії		Приріст координат		Координати		
	град.	мин. сек.		град.	мин. сек.		L	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
Яреськ																
н																
ст.1	158	0	12,00	93	15	44,06	793,757		-1,450	-2,640	793,757	-45,184	792,444	5513650,560	5184819,980	
ст.2	167	26	1,00	71	15	56,06	770,931		-1,420	-2,580	770,931	247,595	730,059	5513605,376	5185612,424	
ст.3	211	4	4,00	58	41	57,06	928,744		-1,700	-3,110	928,744	482,495	793,536	5513852,971	5186342,484	
8	60	29	0,00	89	46	1,06	495,419		-0,920	-1,640	495,419	2,006	495,399	5514335,465	5187136,019	
1	300	33	27,00	330	15	1,06	447,249		-0,810	-1,480	447,249	388,294	-221,945	5514337,493	5187631,328	
5	119	55	41,00	90	48	28,06	307,925		-0,550	-1,030	307,925	-4,347	307,884	5514725,798	5187409,403	
ст.4	205	50	17,00	30	44	9,06	688,440		-1,270	-2,310	688,440	591,724	351,825	5514721,452	5187717,297	
ст.5	190	50	5,00	56	34	26,06	760,770		-1,410	-2,530	760,770	419,064	634,911	5515313,143	5188069,182	
ст.6	163	42	55,00	67	24	31,06	942,036		-1,740	-3,160	942,036	361,872	869,720	5515732,207	5188704,093	
Шпшаки				51	7	26,06	930,949		-1,720	-3,100	930,949	584,282	724,718	5516094,079	5189573,813	
и														5516678,361	5190298,531	

Хід № 1

7066,220

довжина ходу в метрах

0,270

лінійна нев'язка в метрах

1:26140

відносна нев'язка

0,01

кутова нев'язка в хвилинах

3,00

допустима кутова нев'язка

0,237

нев'язка по Y-ам в метрах

0,131

нев'язка по X-ам в метрах

Взагалі полігонометричні мережі 4-го класу, 1 і 2 розрядів створюються у вигляді окремих ходів або систем ходів. Окремий хід повинен спиратися на два вихідних пункти. На вихідних пунктах необхідно вимірювати примикаючи кути.

В окремих випадках при відсутності видимості з землі припускається:

прокладання ходу полігонометрії, який спирається на 2 вихідних пункти, без кутової прив'язки на одному з них. Для контролю кутових вимірювань використовуються дирекційні кути на орієнтирні пункти державної геодезичної мережі або дирекційні кути примичних сторін, які отримані з астрономічних вимірювань з точністю 5 - 7" ;

прокладання замкнутого ходу полігонометрії 1, 2 розрядів, які спираються на один вихідний пункт, при умові передачі або вимірювання з тих точок ходу двох дирекційних кутів з точністю 5 - 7" на дві суміжні сторони по можливості в слабкому місці ходу; координатна прив'язка до пунктів геодезичної мережі.

При цьому для контролю кутових вимірювань з метою знаходження грубих помилок вимірювань використовуються дирекційні кути на орієнтирні пункти або азимути, отримані з астрономічних або гіртеодолітних вимірювань.

При побудові полігонометричних ходів 4-го класу, 1 і 2 розрядів повинні дотримуватися вимог, які наведені в таблиці 9. Таблиця 9.

<i>Показники</i>	<i>4 клас</i>	<i>1 розряд</i>	<i>2 розряд</i>
Гранична довжина ходу, км:	15	5	3
Окремого між вихідною та вузловою точками	10	3	2
між вузловими точками	7	2	1.5
Граничний периметр полігону, км	30	15	9
Довжини сторін ходу, км:			
найбільша	2,00	0.80	0,35
найменша	0.25	0,12	0,08
оптимальна	0,50	0,30	0,20
Число сторін в ході	15	15	15
Відносна помилка ходу	1:25000	1:10000	1:0000
Середня квадратична помилка вимірювання кутів	3"	5"	10"

Відстань між пунктами паралельних ходів полігонометрії одного класу чи розряду, по довжині близьких до граничних, повинна бути не менше:

в полігонометрії 4-го класу - 2,5 км;

в полігонометрії 1-го розряду - 1.5 км.

При менших відстанях найближчі пункти повинні бути зв'язані ходом полігонометрії денного класу.

Якщо пункти ходу полігонометрії 1-го розряду знаходяться менш ніж на 1,5 км від пунктів паралельного ходу полігонометрії 4-го класу, то між цими ходами повинен бути зв'язок прокладанням ходу 1-го розряду,

При прокладанні полігонометричних ходів 1 і 2 розрядів більших за довжиною, необхідно визначати дирекційні кути сторін ходу з точністю 5-7 через 15 сторін або через 3 км ходу.

На всі закріплені точки полігонометричних ходів повинні бути передані відмітки нівелюванням IV класу або технічним нівелюванням.

Вимірювання кутів на пунктах полігонометрії виконується, способом вимірювання окремого кута або способом прийомів за допомогою тахеометра

Лінії в полігонометрії 4-го класу, 1 та 2 розрядів вимірюються світлодалекомірами, радіодальномірами та іншими приладами, що забезпечують точність, яка відповідає певному класу чи розряду полігонометрії.

При будівництві полігонометричних мереж 4 класу, 1 та 2 розрядів повинні дотримуватись вимог, приведені в таблиці.

Відстань між пунктами паралельних полігонометричних ходів данного класу (розряду), по довжині близьких до граничних, повинно бути не менше:

в полігонометрії 4 класу -2.5 км

в полігонометрії 1 розряду -1.5 км

При менших відстанях ближні пункти повинні бути зв'язані полігонометрії данного класу (розряду).

Якщо пункти хода полігонометрії 1 розряду знаходяться менше ніж на 1.5 км від пунктів паралельного хода полігонометрії 4 класа, то між цими ходами повинен бути здійснений зв'язок прокладення хода 1 розряду.

При прокладенні полігонометричних ходів 1 та 2 розрядів вказаній в табл. протяжності необхідно визначити дирекційні кути сторін хода з точністю 5-7" не рідше, ніж 15 сторін і не рідше ніж через 3 км.

З метою забезпечення більшої жорсткості мережі необхідно досягати скорочення багатоступінчатості мережі, обмежуючись розвитком полігонометрії 4 класа і 1 розряду.

На всі вказані точки полігонометричних ходів повинні бути передані відмітки нівелюванням IV класа.

В горній місцевості при забезпеченні зйомок перетином рельєфа через 2 і 5 м допускається визначення висот точок полігонометричних ходів тригонометричним нівелюванням.

### **Кутові вимірювання в полігонометрії**

Вимірювання кутів на пунктах полігонометрії виконані тахеометром Trimble 3305 DR способом прийомів.

При розрахунках допусків вплив окремих джерелом похибок буде виходити з величини СКП кутів, встановлених для розрядів полігонометрії.

На точність кутових вимірювань діють інструментальні похибки за редукацію, за центрування, похибка собственого вимірювання, похибки, визвані навколишнім середовищем.

В міських умовах часто приходиться кути виміряти з установкою теодоліта зі зміщення з центра полігонометричного знака, тобто використовувати внецентрирний спосіб вимірювання кутів.

Для приведення кута к центру полігонометричного пункту вимірюють кутовий та лінійний елемент редукування. Похибки в вимірювання цих елементів вносять викривлення в величини кутів полігонометричного хода, тому будемо вважати, що всього діють шість основних джерел похибок при вимірюванні кутів.

Якщо виходити з принципу рівних впливів, то вплив окремого фактора необхідно обмежити величиною

$$m_{\phi} = m_{\square} / 6$$

Для полігонометричних ходів 2 розряду  $m_{\square} = \pm 10''$  отже  $m_{\phi} = \pm 5.0''$

### Інструментальні похибки

З інструментальних похибок при вимірюванні кутів особливий вплив мають похибки, визвані наклоном основної осі обертання та зміщення лімба при обертанні алідади.

Максимальний вплив кута та відхилення осі обертання алідади горизонтального круга від вискового положення визначається формулою

$$i = d \cdot (\operatorname{tg} V_A + \operatorname{tg} V_B) \quad (1)$$

Максимальне значення величини  $i$  досягає при  $V_1 = -V_2$

В цьому випадку маємо  $V_i = 2i \cdot \operatorname{tg} V$

Поставимо вимоги, щоб значення  $V_i$  не перевищувало допустимого розміру впливу одного джерела похибок, тобто величини  $5.0''$

Тоді  $5.0'' \leq 2i \operatorname{tg} V$ , звідки  $i \leq 5.0 / (2 \operatorname{tg} V)$

Допустимо, що сусідні лінії полігонометрії, образуючі вимірний кут, мають  $V = +5^\circ$

Тоді  $\operatorname{tg} V = 0.087$  та  $i \leq 5.0'' / (0.174) = 28.7''$

Розмір кута нахилу осі обертання труби в цьому випадку не повинна перевищувати  $12''$

Вплив кута нахилу осі обертання труби, проіснуючого від нерівності його підставок, вичаються, коли вимірюють кут при двох положеннях вертикального круга.

При нахилі осі обертання алідади горизонтального круга похибка, визиваема в зв'язку з цим нахилом осі обертання труби, не компенсується.

Кут нахилу осі обертання алідади горизонтального круга має особливий вплив на точність вимірювання кутів при снеселии координат. В цьому випадку один з візірних променів може мати нахил більш  $30^\circ$ , в той

час, як другий промінь горизонтален. Будемо вважати  $V_1=30^0$ ,  $V_2=0$ , тоді формула (1) прийме вигляд

$$V_i=i \operatorname{tg}30^0$$

звідси, вимагає, щоб  $V_i \leq 5.0''$ , отримаємо  $i \leq 5.0''/\operatorname{tg}30^0=3.0''$

Відповідно, похибка приведення осі обертання алідади горизонтального круга інструмента в вискове положення при вимірюванні кутів для снесення координат з триангуляційного пункту, розташованого на даху будинку, якщо кут нахила візирного променя біля  $30^0$ , не повинна перевищувати  $\pm 3''$ . Добитися соблюденія цієї умови дуже тяжко.

Похибка за редукцію.

Похибка вимірювального кута від невірної установки візирних марок над центрами полігонометричних знаків визначається за формулою

$$m_{\text{ред}}=S \cdot e_1 / 2 \cdot \sqrt{1/S_1^2+1/S_2^2} \quad (2)$$

де,  $e_1$ - відхилення осей візирних марок від вертикальних ліній, проходящих між центри полігонометричних знаків;  $S_1$ - довжина однієї полігонометричної лінії  $S_2$ - довжина другої лінії.

В ході з десь равними сторонами можливо положити  $S_1=S_2$ . Тоді формула (2) прийме вигляд

$$m_{\text{ред}}=S \cdot e_1 / S$$

Ставлячи вимоги, щоб  $m_{\text{ред}}$  не перевищувала  $\pm 2.0''$  і розв'язуючи отриману нерівність відносно  $e_1$ , отримуємо

$$e_1 \leq 2.0s/m$$

При міні довжині ліній полігонометричного хода 1 розряду, що дорівнює 100м, будемо мати  $e_1 \leq 1.0\text{мм}$

Чим більш коротші сторони полігонометричних ходів, тим більше вплив редукції на точність вимірювального кута.

Відповідно, при вимірюванні кутів полігонометричних ходів треба стремитися к цьому, щоб середня величина похибки редукції не перевищувала 1.0мм.

Похибка центрування характеризується випадковою величиною  $e_1$ , вплив якої на величину кута виражається формулою

$$m_{\text{ц}} = V * e / 2S_1 S_2 * c \quad (3)$$

де  $e$  - відхилення осі обертання інструмента від вертикальної лінії, проходящий через центр полігонометричного знака;

$c$  - довжина діагонолі, з'єднавши кінці ліній, утворений вимірний кут;

$S_1 = S_2$  - довжини ліній, утворюючий вимірний кут.

При  $S_1 = S_2$  формула (3) приймає вигляд

$$m_{\text{ц}} = c * e / S * 2$$

При  $m_{\text{центр}} \leq \pm 2.0''$  отримуємо

$$e \leq 5.0s / m^2$$

або при  $S = 100\text{м}$

$$e \leq 0.7\text{мм}$$

Розрахунки показують, що середня величина похибки центрування інструмента при вимірюванні кутів в ходах полігонометрії 1 розр. не повинні виходити за границі 0.7мм. Таку точність центрування інструмента забезпечити нитяним віском неможливо, тому в міській полігонометрії для вимірювання кутів необхідно применити інструменти, снабженні оптичними центрами.

Похибки, визвані зовнішніми умовами.

Під зовнішніми умовами вимірювання кутів розуміють комплекс факторів, впливаючих на значення кута. В цей комплекс входять наступні основні фактори:

- а) бокова рефракція;
- б) неустійкість штативів, викликаемая оседанням ножек штативів;
- в) нестійкість інструмента та візирних марок в результаті струсу під дією проезжающего транспорту та роботи механізмів, розташованих непосредственной близкості к інструменту;
- г) нестійкість інструмента та візирних марок;
- д) неравномірність освітлення марок або візирних пристроїв.

Дія всіх джерел похибок з комплексу зовнішніх умов не повинна перевищувати  $2''$ , однак при неблагоприемних умов вплив тільки бокової рефракції являющегося одним з багатьох джерел похибок, діючих при

вимірюванні кутів в міських умовах, може визвати перевищуючу величину, допустиму для сумарного впливу всіх джерел похибок.

Для послаблення шкідливого впливу бокової рефракції, а також інших джерел похибок з комплексу зовнішніх умов можна рекомендувати слідує:

1. Візирний промінь при вимірюванні кутів в ходах полігонометрії повинен бути віддалений від стени не менш ніж на 1 м.
2. Полігонометричні пункти треба закладати по можливості на тінювих сторонах вулиц.
3. Кути вимірюють в пасмурну погоду або в період, коли стіни розташовані вздовж полігонометричного хода знаходяться в тіні.
4. Під час роботи потужних вентиляторів та механізмів, утворюючих воздушні потоки, якщо візирний промінь проходить поблизу цих вентиляторів та теплових потоків, треба уникати вимірювання кутів.
5. При встановленні штативів під інструмент або під візирні марки в місцях розташування ножек необхідно знімати дерн, а при встановці штативу на асфальт в літні сонячні дні під ножки штативів роблять спеціальні углубління в асфальті і місця ножек штатива затемняти від прямого попадання сонячних променів.
6. Інструменти та візирні марки, встановлені в зоні впливу струсу від руху транспорту, необхідно закріплювати особливо ретельно, а в процесі вимірювання кутів постійно наглядати за центріровкою та за станом рівня.
7. Кутові вимірювання припинити при повітрі, викликаючим струс інструмента та візирних пристроїв. При вимірюванні кутів інструмент та візирні марки необхідно захистити від сонячних променів парасольками. Освітлення всієї площини візирної марки повинна бути рівною.

Схема теодолітних ходів

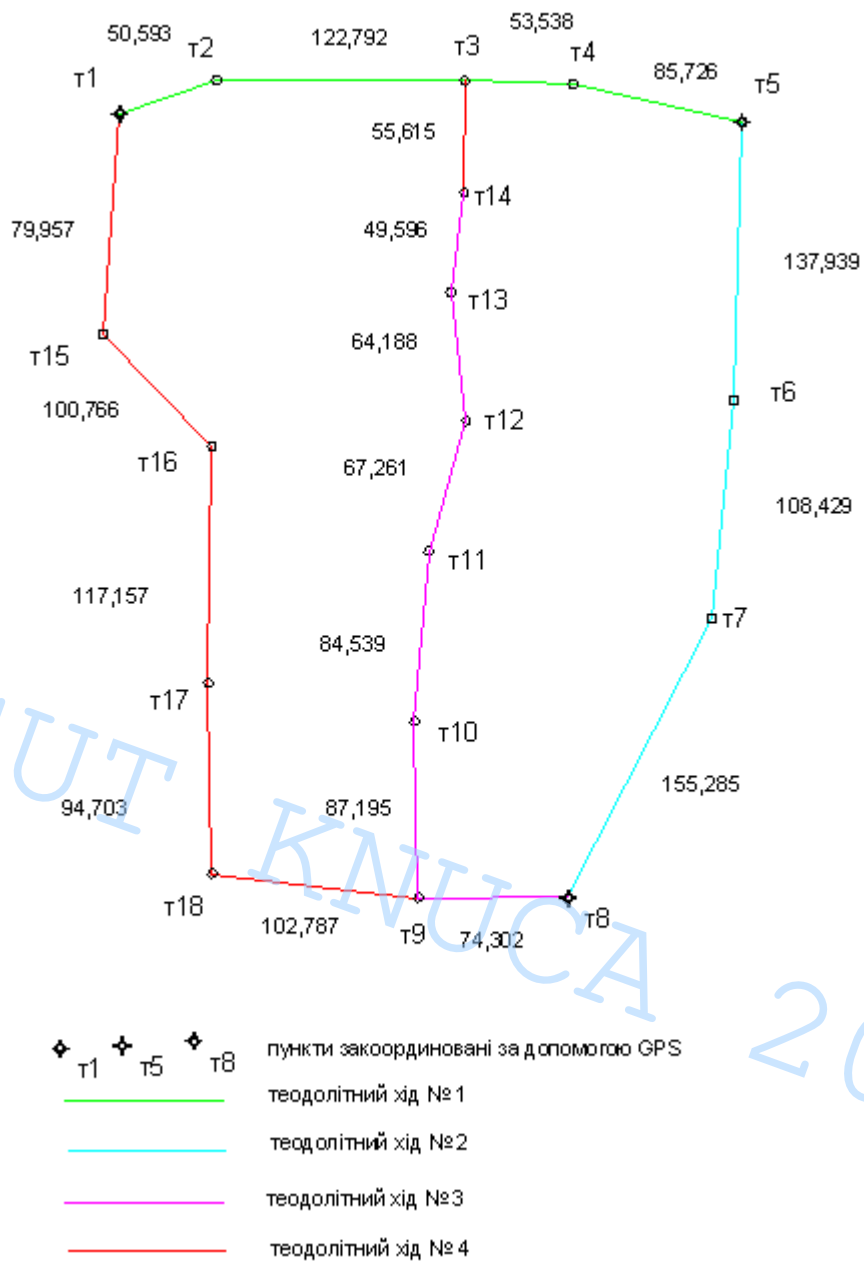


Рис.9 Схема теодолітних ходів

## Відомість обчислення координат точок теодолітних ходів

виміри виконані **Тахеометр електронний Trimble 3305 DR**

Хід № 1

таблиця 10

Назва пункту	Виміряні кути			кутові поправки	дирекційні кути			Виміряні лінії	Лінійні поправки	Врівноважені лінії	Приростки координат		Координати пунктів	
		'	''			'	''				X	Y	X	Y
т1													5514725,7980	5187409,4030
т2	198	55	14,0	-00'13,6''									5514742,1118	5187457,2998
					90	06	28,0	122,792	0,0152	122,8072	-23,10	122,8070		
т3	181	45	17,0	-00'17,1''									5514741,8808	5187580,1068
					91	51	27,9	53,538	0,0066	53,5446	-1,7358	53,5165		
т4	190	44	23,0	-00'15,1''									5514740,1450	5187633,6233
					102	35	35,8	85,726	0,0104	85,7364	-18,6930	83,6737		
т5													5514721,4520	5187717,2970

Кутова нев'язка

00'00,0''

Допустима кутова нев'язка

02'00,0''

Відносна нев'язка

1:7552.0000

Допустима відносна нев'язка

1:1000.00000

нев'язка по X-ам в метрах

0,0006

нев'язка по Y-ам в метрах

-0,0414

довжина ходу в метрах

312,6490

лінійна нев'язка в метрах

0,0414

Назва пункту	Виміряні кути			кутові поправки	дирекційні кути			Виміряні лінії	Лінійні поправки	Врівноважені лінії	Приростки координат		Координати пунктів	
		'	''			'	''				X	Y	X	Y
т4					102	35	35,8							
т5	259	06	27,0	+01'18,4''									5514721,4520	5187717,2970
					181	43	21,2	137,939	0,0199	137,9589	-137,8966	-4,1470		
т6	184	02	51,0	-00'14,9''									5514583,5554	5187713,1500
					185	45	57,4	108,429	0,0159	108,4449	-107,8963	-10,8949		
т7	201	25	36,0	-01'08,6''									5514475,6591	5187702,2551
					207	10	24,7	155,285	0,0229	155,3079	-138,1661	-70,9271		
т8													5514337,4930	5187631,3280

Кутова нев'язка

00'00,0''

Допустима кутова нев'язка

01'43,9''

Відносна нев'язка

1:3698.0000

Допустима відносна нев'язка

1:1000.00000

нев'язка по X-ам в метрах

0,0530

нев'язка по Y-ам в метрах

-0,0948

довжина ходу в метрах

401,6530

лінійна нев'язка в метрах

0,1086

## Відомість обчислення координат точок теодолітних ходів

виміри виконані

Тахеометр електронний Trimble 3305 DR

Хід № 3

таблиця 12

Назва пункту	Виміряні кути			кутові поправки	дирекційні кути			Виміряні лінії	Лінійні поправки	Врівноважені лінії	Приростки координат		Координати пунктів	
		'	"			'	"				X	Y	X	Y
т7					207	10	24,8							
т8	242	37	47,0	+00'32,3''									5514337,4930	5187631,3280
					269	48	44,1	74,3020	-0,0004	74,3016	-0,2435	-74,3012		
т9	268	52	23,0	+00'19,7''									5514337,2495	5187557,0268
					358	41	26,8	87,1950	0,0008	87,1958	87,1730	-1,9922		
т10	186	05	53,0	+00'11,3''									5514424,4225	5187555,0346
					4	47	31,1	84,5390	0,0009	84,5399	84,2444	7,0623		
т11	191	07	36,0	+00'04,7''									5514508,6669	5187562,0969
					15	55	11,8	67,2610	0,0007	67,2617	64,6820	18,4495		
т12	157	22	50,0	+00'01,9''									5514573,3489	5187580,5464
					353	18	03,7	64,1880	0,0006	64,1886	63,7504	-7,4878		
т13т	194	13	54,0	-00'05,3''									5514637,0993	5187573,0586
					07	31	52,4	49,5960	0,0005	49,5965	49,1687	6,5004		
т14	173	02	08,0	-00'08,8''									5514686,2680	5187579,5590
					0	33	51,6	55,6150	0,0005	55,6155	55,6128	0,5478		
т3	271	17	50,0	-00'13,8''									5514741,8808	5187580,1068
					91	51	27,8							
т4														

Кутова нев'язка	00'42,1''	Допустима кутова нев'язка	02'49,7''
Відносна нев'язка	1:6979.0000	Допустима відносна нев'язка	1:1000.00000
нев'язка по X-ам в метрах	-0,0089		
нев'язка по Y-ам в метрах	-0,0789		
довжина ходу в метрах	482,6960		
лінійна нев'язка в метрах	0,0794		

GISUT  
KNUCA  
2024

# Відомість обчислення координат точок теодолітних ходів

виміри виконані

Тахеометр електронний Trimble 3305 DR

Хід № 4

таблиця 13

Назва пункту	Виміряні кути			кутові поправки	дирекційні кути			Виміряні лінії	Лінійні поправки	Врівноважені лінії	Приростки координат		Координати пунктів	
	'	"	"		'	"	"				X	Y	X	Y
т2					251	11	27,6							
т1	114	47	07,0	-00'36,2''									5514725,7980	5187409,4030
					185	57	58,4	79,9570	0,0041	79,9611	-79,5280	-8,3113		
т15	141	52	54,0	-00'02,2''									5514646,2700	5187401,0917
					147	50	50,2	100,7660	0,0056	100,7716	-85,3165	53,6284		
т16	213	01	26,0	-00'24,3''									5514560,9535	5187454,7201
					180	51	51,9	117,1570	0,0063	117,1633	-117,1499	-1,7676		
т17	177	56	17,0	+00'16,0''									5514443,8036	5187452,9525
					178	48	24,9	94,7030	0,0051	94,7081	-94,6876	1,9720		
т18	97	48	35,0	+00'45,4''									5514349,1160	5187454,9245
					96	37	54,4	102,7870	0,0026	102,7896	-11,8665	102,1023		
т9	173	11	45,0	-00'46,3''									5514337,2495	5187557,0268
					89	48	44,0							
т8														

Кутова нев'язка

00'47,6''

Допустима кутова нев'язка

02'27,0''

Відносна нев'язка

1:7901.0000

Допустима відносна нев'язка

1:1000.00000

нев'язка по X-ам в метрах

-0,0350

нев'язка по Y-ам в метрах

-0,0521

довжина ходу в метрах

495,3700

лінійна нев'язка в метрах

0,0627

## Закріплення пунктів полігонометрії

Центри геодезичних пунктів служать для точного позначання місця пункту та довгострокового його зберігання. Центри мають різноманітну конструкцію і поділяються на типи, які залежать від фізико-географічних умов району робіт, глибини промерзання ґрунту. Центри виготовляють з бетону або з металевих труб, заповнених бетонним розчином.

Пункти інженерно-геодезичних мереж на територіях міст, промислових, енергетичних, будівельних об'єктів закріплюються геодезичними знаками, які мають ряд особливостей в конструкціях, місцях розташування та способах використання.

Ці особливості обумовлюються:

а/ ритмом виробничої та господарчої діяльності на промислових та будівельних майданчиках, в результаті якої природний рельєф місцевості перетворюється механізмами, відбувається знос будівель та возведення нових, змінюється призначення геодезичної мережі, вимоги до її конструкції і точності;

б/ використання геодезичних знаків для закріплення осей багатокоштовних споруд, повсякденне використання знаків для розпланувальних робіт та контролю за дотриманням геометричних форм споруд які будуються;

в/ наявністю перешкод для проходження візирного променя у вигляді будівель, споруд, вібрації сигналу із-за роботи двигуна;

г/ можливості виготовлення сигналів та центрів на заводі;

д/ вимогами різних служб міського господарства та правил техніки безпеки.

Пункти полігонометрії 4-го класу, а також пункти полігонометрії 1-го та 2-го розрядів на незабудованій території закріплюються центрами типу 5 г.р.

При розвиненні геодезичного обґрунтування на промислових майданчиках: всі пункти полігонометрії 4-го класу, 1-го та 2-го розрядів

закріплюються постійними центрами. В полігонометрії 1-го розряду пункти закріплюються через 1 км, а в полігонометрії 2-го розряду - через 0,5 км. Центри пунктів розташовуються попарно, забезпечуючи закріплення обох кінців лінії. Всі вузлові пункти полігонометрії закріплюються обов'язково.

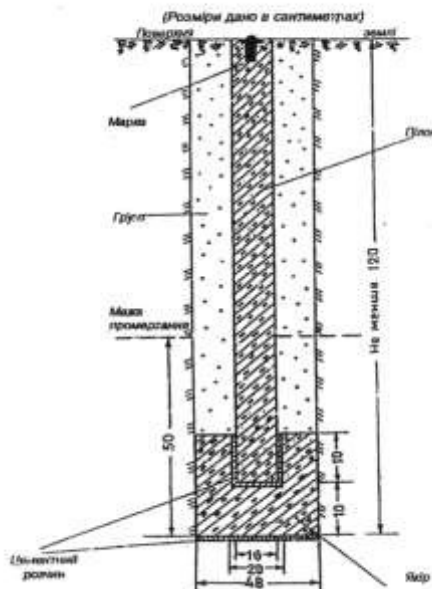


Рис. 10 Центр пункту полігонометрії, трилатерації і триангуляції 4-го класу, 1-го і 2-го розрядів та ґрунтового репера (тип 160)

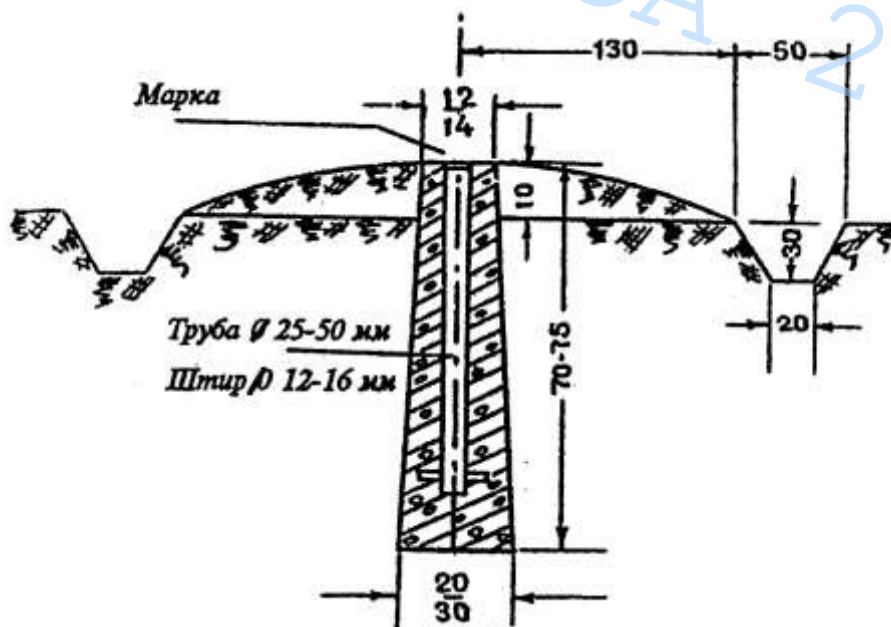


Рис. 11 Центр пункту полігонометрії, трилатерації, триангуляції 4-го класу 1-го і 2-го розряду для незабудованої території (тип У15Н).

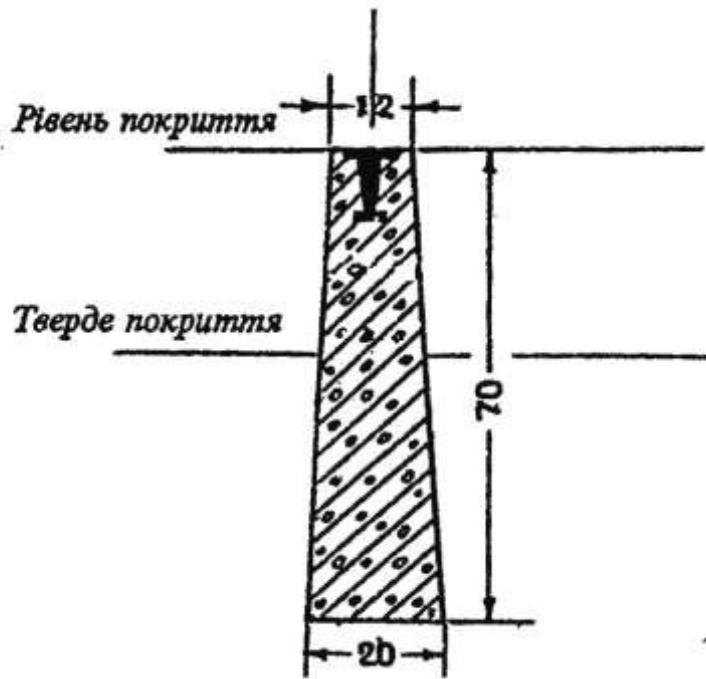


Рис. 12 Центр пункту полігонометрії, трилатерації, триангуляції 4-го класу, 1-го і 2-го розрядів для забудованих територій райцентрів, міст, селищ, сільських населених пунктів (тип У15).

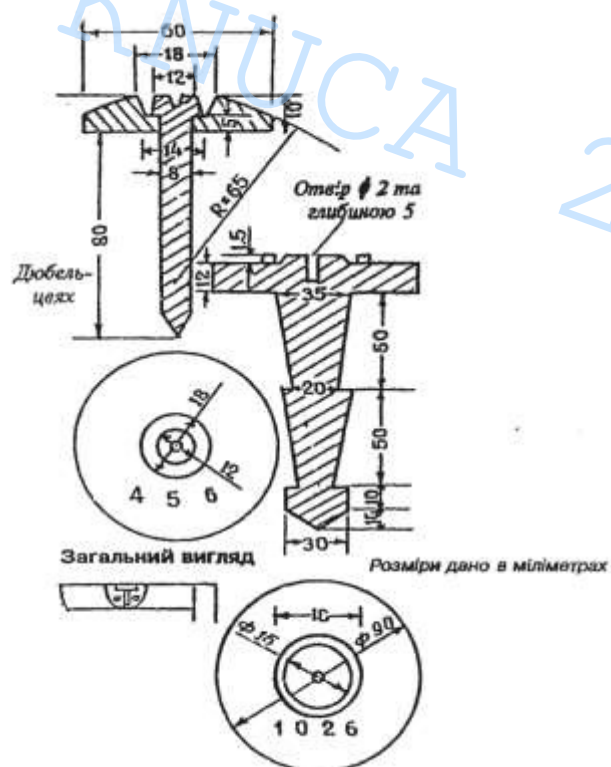
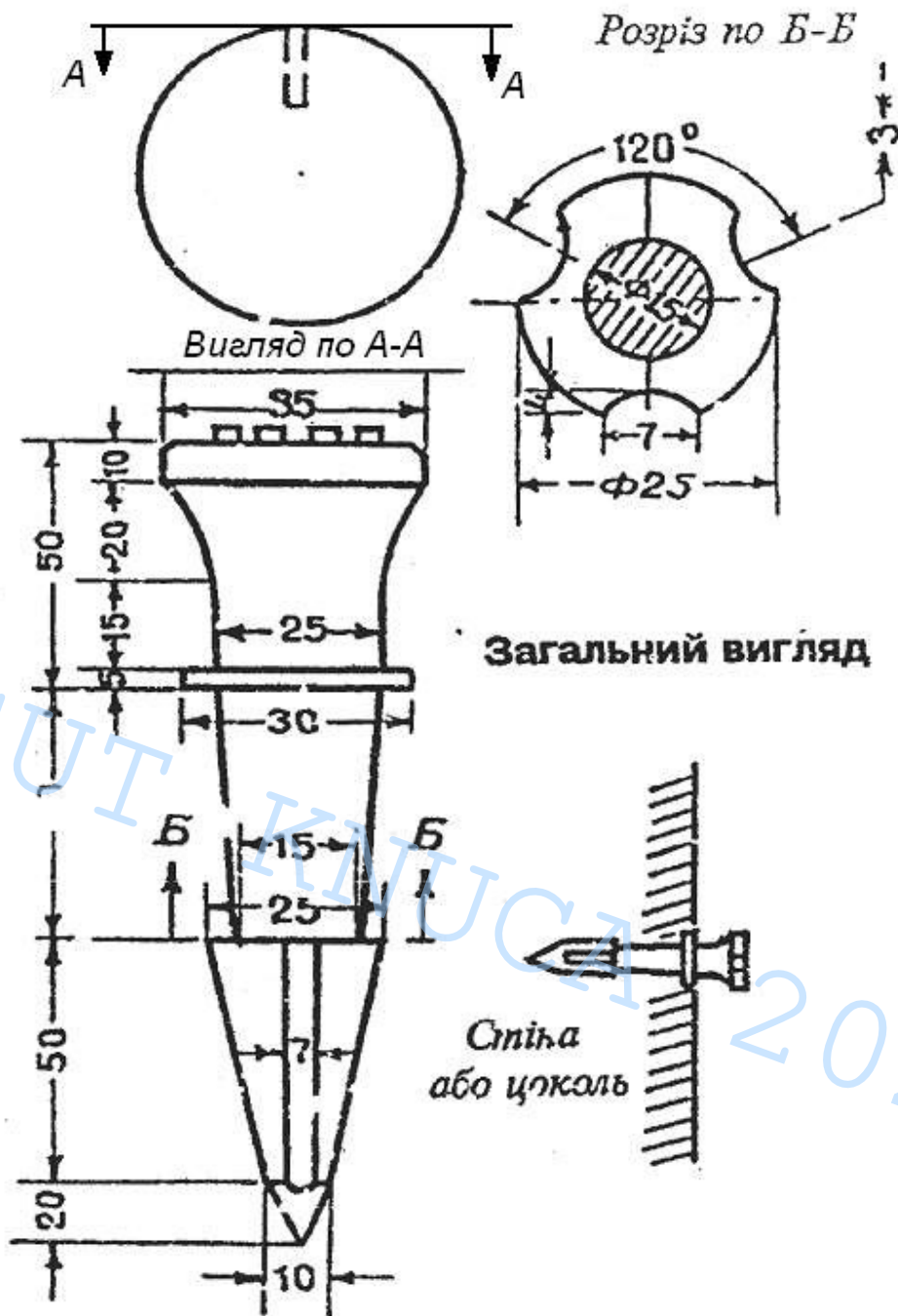


Рис. 13. Тимчасовий (робочий) центр пункту полігонометрії 4-го класу 1-го і 2-го розрядів на ділянках з твердим покриттям.



Розміри дано в міліметрах

Рис. 14 Стінні знаки пункту полігонометрії 4-го класу 1-го і 2-го розрядів (тип 143).

## Проект нівелірних мереж

В даному проекті ми розглянемо також висотну основу нашого промислового об'єкта. Розглянемо основні положення побудови висотної основи, а також зробимо оцінку точності нівелірної мережі.

### Загальні відомості про висотну основу

Точність і густина висотних мереж, які утворюються на території міст, промислових та енергетичних комплексів, залежить від точності розпланувальних і знімальних робіт, а також від розмірів обслуговуємої території.

Інженерно-геодезичні роботи базуються на державній нівелірній мережі I - IV класів. Нівелірні мережі I і II класів утворюють головну висотну основу, за допомогою якої встановлюється єдина система висот на всій території країни.

Мережі нівелювання, які утворюються на територіях міст та промислових майданчиках, характеризуються слідуючими технічними характеристиками, наведеними в таблиці 4.

Таблиця 14

<b>Класи нівелювання</b>	<b>Класи нівелювання</b>		
	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
Максимальна довжина ходу, км: між вихідними пунктами	40	15	4
між вузловими точками	10	5	2
Максимальна відстань між постійними знаками:			
на забудованих територіях	2	0,2	0,2-0,5
на незабудованих територіях	5	0,8	0,5-2
Допустимі нев'язки в полігонах, в км	$5\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$

Нівелірні коди II класу прокладають так, щоб марки та ґрунтові репера розташовувалися рівномірно на всій території робіт. Нівелювання виконується способом суміщення в прямому та зворотному напрямленнях.

При згущенні нівелірної мережі II класу нівелюванням III класу, хід прокладають між марками та реперами вищих класів. Якщо мережа III класу являє собою самостійну опорну мережу, то вона будується у вигляді замкнених полігонів. В такому випадку нівелірні ходи прокладаються в прямому та зворотному напрямках. В інших випадках ходи III класу нівелюються в одному напрямку.

Нівелювання IV класу виконується в одному напрямку по стінним та ґрунтовим реперам і центрам опорних геодезичних мереж.

Нівелірні знаки на лініях III і IV класів закладаються на вулицях та проїздах центральної частини населеного пункту через 200 - 300 м, на околицях і в частині міста з рідкою забудовою відстань між знаками дозволяється до 800 метрів, на незабудованій території знаки закладаються через 0,5 - 2,0 км.

На території будівництва головною висотною основою становлять знаки, абсолютні висоти яких визначають прокладеному нівелірних ходів ІІС, ІІС й ІІІС класів, що прив'язують, як правило, не менш чим до двох марок або реперів державного нівелювання вищого класу.

Головна висотна основа повинна забезпечити створення на будівельному майданчику робочої висотної основи для розпланувальних робіт із середньою квадратичною помилкою її знаків  $\pm 10$  мм і можливість спостереження за величинами деформацій споруджень, що знаходяться в процесі будівництва із середньою квадратичною помилкою  $\pm 5$  мм. У першому випадку вона повинна бути створена до початку будівництва, тобто в підготовчий період, а в другому - до початку робіт зі спостережень за деформаціями. Для більше точного визначення величин деформацій головна висотна основа створюється на базі спеціальних технічних розрахунків; при спостереженнях за деформаціями користуються, як правило, марками й реперами, висоти яких отримані нівелюванням ІІС класу,

Знаки (марки й репери) головної висотної основи повинні так розміщатися на будівельному майданчику, щоб висотні оцінки на відповідальні об'єкти

будівництва могли бути передані не менш чим від двох таких знаків і не більш ніж із трьох станцій нівелірного ходу.

У число знаків головної висотної основи повинні бути включені всі збережені пункти нівелювання, закладені при вишукуванні, а також всі доступні пункти державної геодезичної мережі й головної планової основи, створюваної на будмайданчику, включаючи пункти й знаки закріплення вершин будівельних сіток, головні осі споруджень і кути прилягаючих до будмайданчику забудованих кварталів.

Таблиця 15

Показники	Класи нівелювання		
	II кл	III кл	IV кл
СКП нівелювання на 1 км ходу, мм	$2\pm$	$\pm 5$	$\pm 10$
Систематична похибка на 1 км ходу, мм	0,4		
Допустимі нев'язки і розходження сум перевищень прямого і зворотнього ходів	$\pm 5\sqrt{L}$	$\pm 10\sqrt{L}$	$\pm 20\sqrt{L}$
Теж якщо число штативів на 1 км ходу більше 15	$\pm 1,2\sqrt{n}$	$\pm 2,5\sqrt{n}$	$\pm 5\sqrt{n}$
Максимальна довжина ходу, км			
замкнутого	40	25	10
між пунктами вищого кл.		15	5
між вузловими точками	10	5	3
відстань між робочими реперами на будмайданчику	0,5	0,5	0,5
відстань між паралельно ідучими ходами на будмайданчику, км		0,5	
Сер. Число пунктів на 1 кв. км на тер. Будівництва		10 or 15	
найбільша відстань від нівеліра до рейок, м	50	75	100
допустима різниця в плечах, м	1	2	5
накопичення нерівностей в плечах в секції між сусідніми марками, чи реперами (по ходу) не більше, м	2	5	10
найменша висота променя візування, м	0,5	0,3	0,2

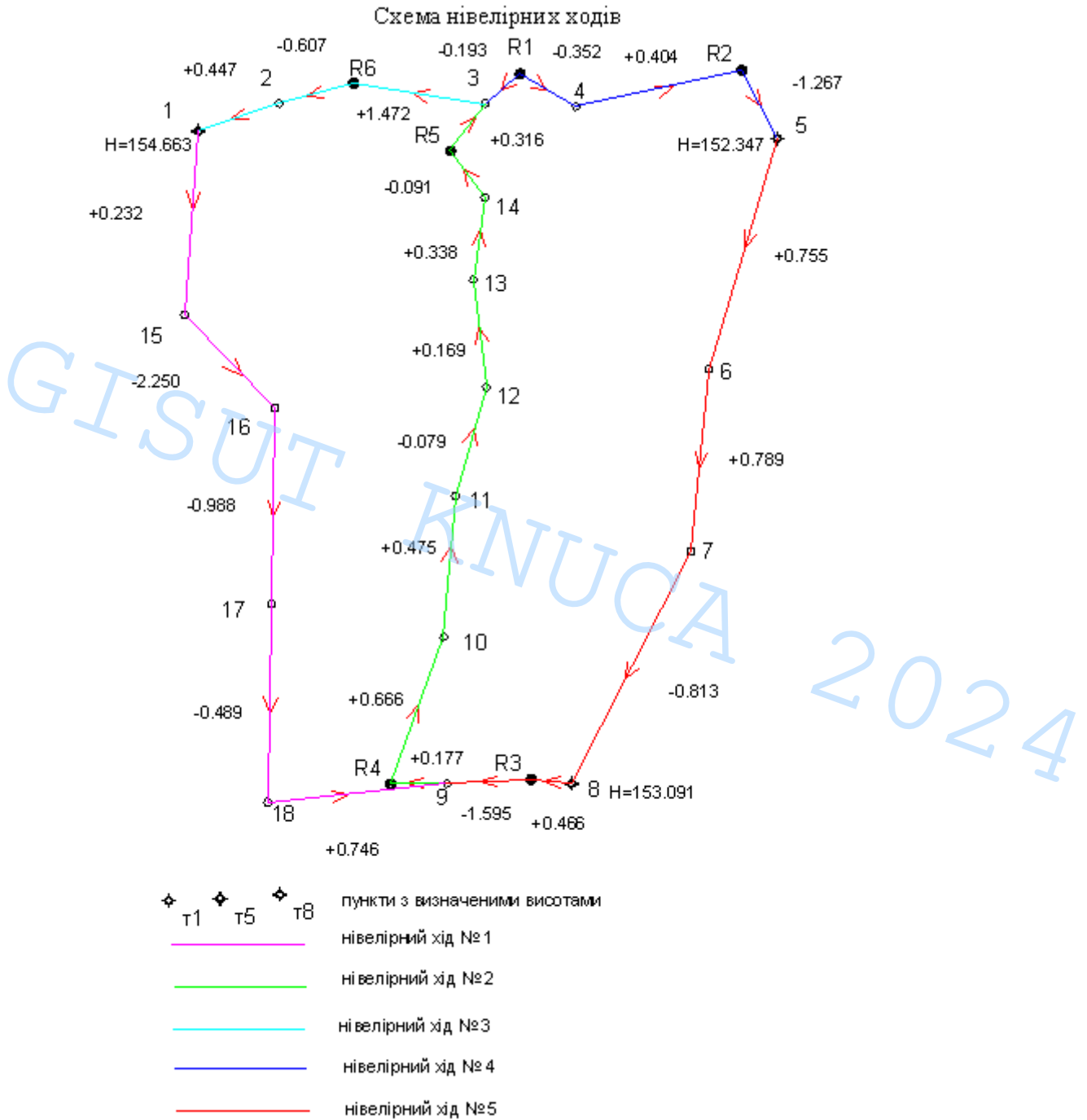


Рис.15 Схема нівелірних ходів

## Відомість врівноваження нівелірних ходів

Хід № 1

Таблиця 16

Назва пункту	Число штативів	вимірне перевищення	зрівняне перевищення	врівноважена відмітка
т1				154,663
	1	0,232	0,236	
т15				154,899
	1	-2,250	-2,246	
т16				152,653
	1	-0,988	-0,984	
т17				151,670
	1	-0,489	-0,485	
т18				151,185
	1	0,746	0,750	
т9				151,935

Кількість штативів в ході 5

Сума вимірних перевищень в ході -2,749 м

Нев'язка в ході -21,0 мм

Допустима нев'язка 25,0 мм

Довжина ходу 0,250 км.

Хід № 2

Таблиця 17

Назва пункту	Число штативів	вимірне перевищення	зрівняне перевищення	врівноважена відмітка
т9				151,935
	1	0,177	0,179	
R4				152,114
	1	0,100	0,102	
т10				152,216
	1	0,475	0,477	
т11				152,693
	1	-0,079	-0,077	
т12				152,616
	1	0,169	0,171	
т13				152,787
	1	0,338	0,340	
т14				153,127
	1	-0,091	-0,089	
R5				153,038
	1	0,316	0,318	
т3				153,356

Кількість штативів в ході 8

Сума вимірних перевищень в ході 1,405 м

Нев'язка в ході -15,5 мм

Допустима нев'язка 29,6 мм

Довжина ходу 0,350 км.

## Відомість врівноваження нівелірних ходів

Хід № 3

Таблиця 18

Назва пункту	Число штативів	виміряне перевищення	зрівняне перевищення	врівноважена відмітка
т3				153,356
	1	1,472	1,470	
R6				154,826
	1	-0,607	-0,609	
т2				154,218
	1	0,447	0,445	
т1				154,663

Кількість штативів в ході 3

Сума вимірних перевищень в ході 1,312 м

Нев'язка в ході 4,6 мм

Допустима нев'язка 22,4 мм

Довжина ходу 0,200 км.

Хід № 4

Таблиця 19

Назва пункту	Число штативів	виміряне перевищення	зрівняне перевищення	врівноважена відмітка
т3				153,356
	1	0,193	0,196	
R1				153,552
	1	-0,352	-0,349	
т4				153,203
	1	0,404	0,407	
R2				153,611
	1	-1,267	-1,264	
т5				152,347

Кількість штативів в ході 4

Сума вимірних перевищень в ході -1,022 м

Нев'язка в ході -13,4 мм

Допустима нев'язка 22,4 мм

Довжина ходу 0,200 км.

Назва пункту	Число штативів	виміряне перевищення	зрівняне перевищення	врівноважена відмітка
т5				152,347
	1	0,755	0,752	
т6				153,099
	1	0,789	0,786	
т7				153,885
	1	-0,813	-0,816	
т8				153,070
	1	0,466	0,463	
R3				153,533
	1	-1,595	-1,598	
т9				151,935

Кількість штативів в ході 5

Сума вимірних перевищень в ході -0,398 м

Нев'язка в ході 14,0 мм

Допустима нев'язка 29,6 мм

Довжина ходу 0,350 км.

### Закріплення пунктів висотного обґрунтування

Місця для закладання реперів помічають поблизу характерних контурів та орієнтирів, які в подальшому полегшать як пошук їх на місцевості, так і розпізнати на матеріалах аерофотозйомки.

З метою забезпечення довгострокового збереження та надійності реперів місця для їх закладання намічують на височині. Рівень ґрунтових вод в місцях закладання реперів повинен бути не ближче 3 м від поверхні землі о Глибину залігання ґрунтових вод визначають бурінням, за гідрогеологічними даними.

Лінії нівелювання III-го та IV-го класів закріплюються на місцевості реперами через 5 км. Кожен репер повинен мати свій індивідуальний номер, який не повторюється на даній лінії, а по можливості і на найближчих лініях нівелювання.

Залізобетонні пілони або бетонну плиту з металевою трубою виготовляють централізовано на спеціально підготованому майданчику, розташованому біля джерела води. Репера закладаються типу 162 для сезонного промерзання ґрунту.

При закладанні реперів на дно котловану під основу плити наливають шар цементного розчину товщиною не менше 3 см. Забороняється закладувати репера в котлован з розпухленим або підсипаним ґрунтом.

Ґрунтові репери входять в нівелірні лінії III-го та IV-го класів тільки не раніше чим через 15 днів після закидання котловану.

### Типи центрів для закріплення нівелірної мережі

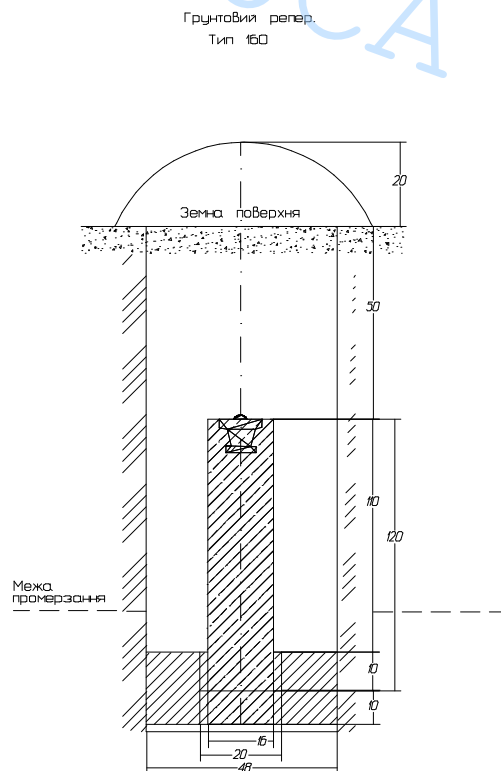


Рис.16 Ґрунтовий репер

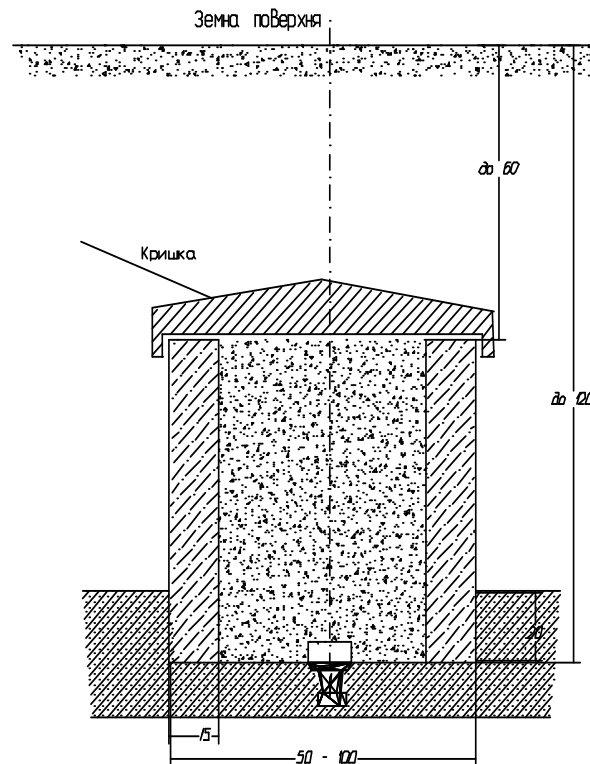


Рис.17 Віковий репер для неглибокого залягання скельних порід. Тип

173

## 2.2 Розрахунок точності мережі полігонометрії 2-го розряду

Очікувана СКП визначення положення кінцевої точки вільного полігонометричного ходу визначається формулами:

$$m^2 = [m_s^2] + \frac{m_B^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+3}{12}$$

для зігнутого

$$m^2 = [m_s^2] + \frac{m_B^2}{\rho^2} [D^2_{цв.л}]$$

$m_s$  - середня квадратична випадкова похибка вимірювання кожної лінії;

$[S]$  - довжина полігонометричного ходу;

$m_{\square}$  - СКП вимірювання кутів;

$n$  - кількість ліній в ході;

$D_{i, n+1}$  - відстань між точкою ходу з номером  $i$  та кінцевою ( $n+1$ );

$D_{i,ц}$  - відстань між точкой хода з номером  $i$  та центром тяжіння полігонометричного хода.

При переміщенні світловіддалеміром похибки вимірювання ліній мають в основному випадковий характер та мало залежать від довжини вимірюваної лінії, тому формули можна записати у вигляді:

$$[m_S^2] = n \cdot m_{\text{сер}}^2$$

Якщо очікувальну похибку визначення положення кінцевої точки ломаного полігонометричного хода підрахувати по формулі витягнутого хода, то при тій же довжині хода та його ліній завжди отримаємо перебільшення значення величини  $M$ , так як при зміні ломаного хода в витягнутій довжина діагоналей  $D_{i, n+1}$  і  $D_{i,ц}$  збільшується. Тому створюючи некороткий запас точності для ломаних ходів, можна користуватися при розрахунку формулами для витягнутих ходів.

Для СКП напишемо

$$m_L / L = 1 / T_{\text{сер}} \quad T_{\text{сер}} - \text{знаменник відносної похибки}$$

Якщо при переході від однієї стадії розвідку обґрунтування к іншому коефіцієнту пониження точності більш двох, то невязку хода можна розглядати в основному обумовленою впливом похибок вимірювання ліній та кутів.

В цьому випадку, виходячи з принципа рівного впливу похибок кутових та лінійних вимірювань, можна написати для витягнутого ходу

$$m_u / L = 1 / T_{\text{сер}}^2; \quad m_t / L = 1 / T_{\text{сер}}^2$$

де  $m_u$  - СК поперечна похибка положення кінцевої точки хода;

$m_t$  - СК продольна похибка положення кінцевої точки хода.

Для прперечного зсуву останньої точки хода напишемо

$$m_{\beta} = \frac{m_{\rho} \sqrt{6}}{L \sqrt{n+3}}$$

Для полігонометрії 2 розр. максимальна довжина хода  $L_{\text{max}} = 3.0$  км

$$T_{\text{сер}} = 10\,000 \quad n = 15$$

по формулі (1) знайдемо для хода максимальної довжини

$$m_{\beta}=12''$$

В Інструкції  $m_{\beta}=10''$

“Інструкція з топографічного знімання “ М. Недра 1985

На точність полігонометричного ходу з двома напрямками кутів вимірюють по способу вимірювання окремого кута, а на вузлових точках - по способу кругових прийомів. Візують на марки, пристасованих для центрування над центром полігонометрії, при допомозі лотанатора. Перед началом робіт інструмент та марки існують, перевіряють і знайдені недоліки виправляють. В процесі робіт інструменти періодично перевіряють, особливо оптичні центрири.

При праці на станціях з двома напрямками прийнят слідує порядок вимірювання кутів, значно послаблюючий шкідливий вплив зміщення лімба.

1. Візують на початковий полігонометричний знак, обично будинків та відраховують по колу. Відлік при цьому повинен бути близький до нуля.
2. Обертають алідаду по ходу часової стрілки, візують на другий полігонометричний пункт та відраховують по колу.
3. Переводять трубу через зеніт, повертають алідаду по ходу часової стрілки, візують на другий полігонометричний пункт. При цьому відраховують по колу.
4. Повертають алідаду по ходу часової стрілки, візують на початковий полігонометричний пункт (задній по ходу) та відраховують по колу. На цьому вимірювання кута прийомом закінчується.

Розраховуємо точність редуції та центрування. Це буде точність встановлення марки над центрами та точність центрування теодоліта.

$$m_p = m_{\alpha} = \frac{m_{\beta}}{\sqrt{5}} = \frac{2,3}{\sqrt{5}} = 1,02''$$

$$l_1 = \frac{m_p}{\rho} \cdot S = \frac{1,02}{\rho} \cdot 200 = 0,001\text{м}$$

$$l = \frac{m_{\alpha}}{\rho\sqrt{2}} \cdot S = \frac{1,02}{\rho\sqrt{2}} \cdot 200 = 0,001\text{м}$$

Вимірювання кутів та ліній слід виконувати електронними тахеометрами.

Центрування марок і теодоліта виконувати за допомогою оптичного центрира з точністю 1 мм.

На вузлових точках для вимірювання кутів необхідно застосувати спосіб кругових прийомів. Кути вимірювати двома прийомами.

Полігонометрія 2-го розряду прокладена між пунктами полігонометрії 1-го розряду з метою забезпечення зйомки 1:500. Довжини ліній ходів 200 метрів. Довжина окремого ходу 1 км.

Виконаємо розрахунок точності окремого ходу полігонометрії 2-го розряду.

Даний хід являється зігнутим, оскільки

$$\beta_i > 24^\circ \quad \text{і} \quad [S]/L > 1.3$$

Кути і лінії в ході вимірюватимуться тахеометром Топкон з СКП  $m\beta=5''$ , і з СКП  $m_{\text{сцеп}}=2\text{мм}+2\text{мм} S_{\text{км}}$

$$m_{\text{сцеп}}=2\text{мм}+2\text{мм} S_{\text{км}}$$

$$m_{\text{сцеп}}=2+2*0.666=3,33\text{мм}$$

$$M=0,01$$

$$f_s=2\text{м}; f_s=0,02; f_s/[s]=0,02/666,500=1/30000 < 1/5000$$

На території будівництва промислового об'єкту запроєктована мережа полігонометрії 2-го розряду. При виконанні геодезичної зйомки прокладено 4 теодолітних хода.

Технічна характеристика планової зйомочної основи (теодолітні ходи) приведена в таблиці 21. таблиця 21

№	Назва ходу	Довжина ходу, км	Число кутів	Кутіві нев'язки, хв.		Лінійні нев'язки, м	
				Одерж.	Допуст.	Абсол.	Відносн.
1	Хід 1	0,313	3	0	2'0	0,041	1:7552
2	Хід 2	0,402	3	0	1'7	0,109	1:3698
3	Хід 3	0,483	8	0'7	2'8	0,079	1:6079
4	Хід 4	0,495	6	0'8	2'4	0,063	1:7901

### 2.3 Розрахунок точності нівелювання

На території будівництва промислового об'єкту запроєктована мережа техгічного нівелювання. При виконанні висотної зйомки прокладено 5 нівелірних ходів.

Технічна характеристика висотної зйомочної основи (технічне нівелювання) приведено в таблиці 22.

Таблиця 22

№	Назва ходу	Число станцій або кілометрів ходу	Нев'язки в ходах, мм	
			одерж.	допуст.
1	Хід 1	0,250	-21,0	25,0
2	Хід 2	0,350	-15,5	29,6
3	Хід 3	0,200	4,6	22,4
4	Хід 4	0,200	-13,4	22,4
5	Хід 5	0,350	14,0	29,6

### 2.4 Геодезичні роботи при виносі промислового об'єкту в натуру (на місцевість)

Геодезичне забезпечення монтажу будівельних конструкцій і технологічного обладнання. Це найвідповідальніший і найточніший вид інженерно-геодезичних робіт, який включає:

- а) встановлення в плані, за висотою і вертикаллю, елементів, будівельних конструкцій;
- б) контроль точності монтажу будівельних конструкцій;
- в) розбивку монтажних осей і встановлення в проектне положення технологічного обладнання;
- г) контроль точності монтажу технологічного обладнання.

Геодезичні вимірювання виконуються спеціально розробленими приладами та методами.

Головне завдання геодезичного забезпечення будівництва полягає у зведенні будинків і споруд відповідно до запроектованих геодезичних параметрів у точно зазначеному місці. Це досягається завдяки точному виконанню усіх технологічних операцій від виготовлення конструкцій до їх встановлення у проектне положення. Геодезичні роботи супроводжують усі етапи будівельного виробництва. Вони є загальними для усіх видів споруд незалежно від їх конструкції і місця будівництва. При монтажних роботах виконується встановлення в проектне положення елементів і частин будівельних конструкцій: фундаментів, колон, панелей, балок, плит перекриття, трубопроводів і санітарно-технологічного обладнання, а також встановлення технологічного устаткування у проектне положення.

При встановленні елементів конструкцій і монтажі технологічного обладнання, що встановлюються, визначається відносно осей споруд. Монтаж починають з контролю внесення осей споруд. Як правило, осі споруди збігаються з осями симетрії споруди або з осями симетрії елементів конструкції. Крім розмічувальних осей потрібно визначити положення монтажних осей. Монтажні осі визначають після старанного вивчення креслень. Їх, як правило, надалі використовують для контролю точності монтажу елементів конструкцій.

Встановлення конструкцій і обладнання в проектне положення потребує високої точності. Для точного встановлення будівельних конструкцій і технологічного обладнання створюється сітка робочих реперів. Їх розміщують на одному рівні, що полегшує встановлення конструкцій по висоті.

До початку монтажу перевіряються геометричні розміри (довжина, ширина, висота, товщина). На елементи збірних конструкцій наносять допоміжні риси осей симетрії (Рис.18). Обладнання в проектне положення керується існуючими нормативно-технічними документами.

Основні види геодезичних робіт при монтажі будівельних конструкцій і обладнання:

- встановлення і вивірення положення в плані;
- встановлення і вивірення по висоті;
- встановлення і вивірення по вертикалі.

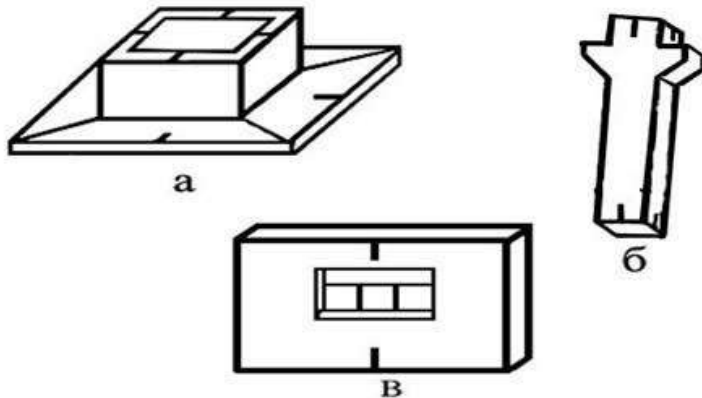


Рис.18 – Приклади нанесення рисок осей симетрії на елементах будівельних конструкцій: а – фундаментний блок; б – залізобетонна колона; в – стінова панель.

Геодезичні роботи виконуються у такій послідовності, що і монтаж будівельних конструкцій. Після монтажу конструкцій виконується контроль точності їх встановлення у проектне положення. Якщо відхилення перевищує допустимі значення, то виконують необхідні виправлення. Тільки після цього будівельні конструкції остаточно закріплюють.

При монтажі пункти базисних сіток переносять на розташовані вище монтажні горизонти. Сітка, яка утворена пунктами всіх монтажних горизонтів, називається просторовою геодезичною сіткою.

Точність побудови зовнішньої геодезичної основи характеризується даними, наведеними в табл. 21. При побудові внутрішньої основи користуються допусками встановлення елементів конструкцій в проектне положення. В базисних сітках вимірюють усі кути та лінії, тому їх називають лінійно-кутовими.

Геодезичну розбивну основу створюють з перспективою її використання при експлуатації споруди (дослідження деформацій), його розширення та реконструкції.

Допустимі середні квадратичні похибки, наведені в табл. 21, отримані як теоретичні узагальнення багаторічного досвіду геодезичного забезпечення будівництва в нашій країні. Точність вимірювання базисів геодезичної розбивної основи визначається спеціальними розрахунками, але повинна бути не менш як у 2 рази точніша відносних похибок (табл. 21).

Характеристика точності побудови геодезичної розбивної сітки

Таблиця 21

№п/п	Характеристика об'єктів будівництва	Середні квадратичні похибки		
		кутові виміри,с	лінійні виміри (відносна точність)	визначення перевищень,мм,на 1км ходу
1	Підприємства і споруди на площі 100га.Окремі споруди і будинки з площею забудови 100 тис.м <sup>2</sup>	3	1/25000	4
2	Підприємства і споруди на площі до 100га.Окремі споруди і будинки з площею 10....100тис.м <sup>2</sup>	5	1/10000	6
3	Будинки і споруди на площі до 10тис.м <sup>2</sup> .Дороги інженерні комунікації на забудованих територіях	10	1/5000	10
4	Дороги інженерні комунікації на незабудованій території	30	1/2000	15

Клас точності побудови геодезичної розбивної основи особливо складних і унікальних інженерних споруд, а також будинків, вищих за 16 поверхів, визначається спеціальними розрахунками при розробці проекту проведення геодезичних робіт.

Сітки проектують з можливо меншою кількістю ступенів основи, і до скорочує обсяг робіт і підвищує точність положення пунктів сітки.

При будівництві гідроелектростанцій, мостів, тунелів існують особливі вимоги щодо точності планово-висотної розбивної основи. Розглянемо її окремо.

Висотну основу на будівельних майданчиках розвивають, як правило, геометричним нівелюванням II, III, IV класів. Пункти сітки закріплюють постійними знаками, їх розміщують у місцях, де буде забезпечене їх зберігання на весь період будівництва і експлуатації споруд.

Слід пам'ятати, що в державних геодезичних сітках у виміряні лінії вводяться поправки за проектування їх на поверхню сфероїда і за приведення до площини проекції. Ці поправки не вводяться у виміряні лінії розбивних сіток, оскільки вони можуть викликати викривлення в розмірах споруди при винесенні її на місцевість. У гірських районах для площадок з великим перепадом висот лінію АВ проектують на середній рівень будівельного майданчика А'В' (рис. 19).



Рис. 19. Проектування ліній.

Винос головних вісей.

Після остаточного встановлення та закріплення на місцевості червоних ліній виносять у природу головні вісі будинку.

Геодезичні роботи з виносу на місцевість підрозділяються на основні та детальні. До основних робіт відносять визначення в природі головних (див. рис. 20) і основних вісей будинку.



Рис. 20. Головні вісі будинку

Головні та основні вісі служать основною базою для всіх детальних геодезичних робіт.

При складній конфігурації будинку або значних його розмірів, а також, коли група будинків тісно зв'язані між собою технологічними процесами, обов'язково розбивають головні вісі.

При невеликих будинках і спорудженнях розбивають звичайно тільки головні вісі.

Головні та основні вісі спорудження розбивають на підставі генерального плану строймайданчику, на якому повинні бути зазначені прив'язки цих вісей до пунктів і знаків геодезичної й висотної основи, червоних ліній, будівельної сітки, на підстав розбивочних креслень, плану фундаментів, виконавчих креслень, плану фундаментів, виконавчих креслень по виносі в натуру червоних ліній та головних вісей інженерні комунікації.

Геодезичною базою для виносу на місцевість головних основних вісей будинків і споруджень служать пункти триангуляції, полігонометрії, трілатерації, а також закріплені в натурі пункти розбивочної планової та висотної основи і точки червоних ліній.

Вносять у натуру проектні точки центра та головний продольної вісі будинку закріпленням їхніми тимчасовими знаками. Потім виконують контрольні виміри із центральної точки головної вісі будинку, спорудження до пунктів планової основи.

Після контрольних вимірів, що підтверджують правильність визначення центральної точки, розбивають головну поперечну вісь будинку, спорудження та контролюють виміру з однієї із крайніх точок цієї вісі.

Якщо контрольні виміри встановлять правильність розбивочних робіт, то головну вісь закріплюють постійними знаками.

При виносі в натуру основних вісей будинку, споруджень, як правило, закріплюють тимчасовими знаками одну з поздовжніх вісей. Після належного контролю від точок основної поздовжньої вісі вносять проектні точки основних поперечних вісей і поздовжні вісі, які закріплюють постійними знаками після встановлення правильності виносу та на місцевість.

Число постійних знаків, закріплюють головні та основні вісі будинку й спорудження, залежить від ситуації строймайданчику, складності об'ємно-планувальних і конструктивних рішень організації виробництва та технології будівельно-монтажних робіт, визначається проектом виробництва геодезично-маркшейдерських робіт (ППГР) і не повинне бути менш зазначених у табл. 22

Таблиця 22

Клас будинків і спорудження	Мінімальне число осьових знаків, що закріплюють головні та основні вісі будинку	
	Поздовжні	Поперечні
1	6	3
2	5	3
3	4	2
4	3	2

Точність виносу в натуру головних і основних вісей будинку повинна бути встановлена ППГР, і геодезичні методи виконання розбивочних робіт повинні забезпечити певне положення точок, що закріплюють головні та основні вісі будинку й спорудження щодо пунктів геодезичної основи з точністю, передбаченої ППГР.

Контролювати правильність виносу в натуру головних і основних вісей будинку з треба на підстав виміру від цих вісей до пунктів геодезичної основи, що не беруть участь при виносі проекту в місцевість.

На ділянках зведення окремих будинків та споруджень необхідно створювати локальні вісьові мережі з вершинами, що закріплюють на місцевість головні, основні та допоміжні вісі.

Таку локальну осьову мережу будують у вигляді прямокутників, одні сторони яких відповідає відстані між поздовжніми основними вісями, інших - відстані між допоміжними вісями будинку або між основними поперечними вісями.

Відповідно до параметрів збірних житлових будинків (довжина 28 м.) рекомендуються типові схеми локальної вісьової сітки, довжина сторін якої кратна параметрам будинку, з урахуванням видалення вісьових знаків від мережі будинку.

Локальну вісьову мережу будують у наступному порядку:

- виносять у натуру кінцеві вісьовий знаки одою з основних однієї з основних поздовжньої вісі будинку;
- попередньо будують проектні точки вісьових знаків основних і допоміжних вісей;
- точно визначають довжини сторін, кути та координати вісьових знаків у локальній вісьовій мережі;
- редукують центри знаків локальної вісьової мережі;
- будують створні проміжні знаки даної мережі;
- проводять контрольні виміри.

Попередня побудова на місцевості локальної мережі виконують відповідно до ППГР способів полярних координат, засічок, теодолітного ходу.

Точне взаємне положення пунктів локальної вісьової мережі повинне визначатися способами мікротриангуляції, полігонометрії.

Лінійні виміри проводять підвісними мірними приладами, світлодальномірами та ін.

Кутові виміри виконують тахеометром Trimble 3305 DR та іншими, рівноточним їм, обов'язково трьохштативним методом, що дозволяє значно знизити вплив помилок центрування та редукції й таким чином, підвищити точність кутових вимірів.

Вісьові знаки варто розміщати за межами розробки котловану й закріплювати в місцях, вільних від тимчасових і постійних споруджень, складів будівельних матеріалів, механізмів, устаткування і т. ін. Місця закладки вісьових знаків визначають на основі стройгенплану та узгоджують з головним інженером будівництва.

## Спостереження за деформацією та осадками споруд

Спостереження за деформаціями споруд. Вимірювання виконуються високоточними геодезичними методами та приладами за спеціально розробленою програмою. Вони включають:

- а) вимірювання осідань і деформацій основ і фундаментів;
- б) визначення планових зміщень споруд;
- в) визначення кренів висотних споруд (будинків, башт, труб та ін.).

Вони виконуються з метою обґрунтування правильності теоретичних розрахунків стійкості споруд і прийняття необхідних заходів щодо захисту споруд у разі виявлення неприпустимих деформацій.

Усі споруди відчувають різного роду деформації, викликані конструктивними особливостями, природними умовами та діяльністю людини.

Спостереження за деформаціями будівель і споруд починають з моменту їх зведення і продовжують в процесі експлуатації. Вони являють собою комплекс вимірювальних і описових заходів з виявлення величин деформацій і причин їх виникнення. За результатами спостережень перевіряється правильність проектних розрахунків, і виявляються закономірності, що дозволяють прогнозувати процес деформації і своєчасно вжити заходів щодо ліквідації їх наслідків. Для складних і відповідальних споруд спостереження починають одночасно з проектуванням. На майданчику майбутнього будівництва вивчають вплив природних факторів і в цей же період створюють систему опорних знаків з тим, щоб заздалегідь визначити ступінь їх стійкості. На кожному етапі зведення або експлуатації споруди спостереження за його деформаціями проводять через певні проміжки часу. Такі спостереження, проведені за календарним планом, називаються систематичними. У разі появи чинника, що призводить до різкої зміни звичайного ходу деформації (зміна навантаження на підставі, температури навколишнього середовища та самої споруди, рівня ґрунтових вод, землетрусу тощо), виконують термінові спостереження.

Паралельно з вимірюванням деформацій для виявлення причин їх виникнення організують спеціальні спостереження за зміною стану і температури ґрунтів і підземних вод, температурою тіла споруди, метеорологічних умов і т. п. Ведеться облік зміни будівельної навантаження і навантаження від встановленого обладнання.

Внаслідок конструктивних особливостей, природних умов діяльності людини споруди в цілому та їх окремі елементи відчують різного роду деформації.

У загальному випадку під терміном деформація розуміють зміну форми об'єкта спостережень. У геодезичної же практиці прийнято розглядати деформацію як зміна положення об'єкта відносно якого-небудь первісного.

Під постійним тиском від маси споруди ґрунти в підставі його фундаменту поступово ущільнюються (стискаються) і відбувається зміщення у вертикальній площині або осадку споруди. Крім тиску від власної маси, осадку споруди може бути викликана і іншими причинами: карстовими і зсувними явищами, зміною рівня ґрунтових вод, роботою важких механізмів, рух транспорту, сейсмічними явищами і т.п. При докорінній зміні структури пористих і пухких ґрунтів відбувається швидко що протікає в часі деформація, звана просадкою .

У тому випадку, коли ґрунти під фундаментом споруди стискаються неоднаково або навантаження на ґрунт різна, осадку має нерівномірний характер. Це призводить до інших видів деформацій споруд: горизонтальним зміщенням, зрушень, перекосів, прогином, які зовні можуть проявлятися у вигляді тріщин і навіть розломів. Зсув споруд у горизонтальній площині може бути викликано бічним тиском ґрунту, води, вітру і т.п.

Для вивчення деформацій у характерних місцях споруди фіксують точки і визначають зміну їх просторового положення за обраний проміжок часу. При цьому певне положення і час приймають за початкові. Для визначення абсолютних або повних осад  $S$  фіксованих на спорудженні точок періодично визначають їх позначки  $H$  щодо вихідного репера, розташованого в стороні від споруди й прийнятого за нерухомий. Очевидно, щоб визначити

осадку точки на поточний момент часу відносно початку спостережень, необхідно обчислити різницю відміток, отриманих на ці моменти, тобто  $S = H_{\text{тек}} - H_{\text{поч}}$ . Аналогічно можна обчислити осадку за час між попереднім і наступним періодами (циклами) спостережень.

Середня осадку  $S_{\text{ср}}$  всієї споруди або окремих його частин обчислюється як середнє арифметичне з суми осад всіх  $n$  його точок, тобто  $S_{\text{ср}} = S/n$ . Одночасно з середньою осадкою для повноти загальної характеристики вказують найбільшу  $S_{\text{наиб}}$  і найменшу  $S_{\text{наим}}$  опади точок споруд.

Спостереження за деформаціями споруд являють собою комплекс вимірювальних і описових заходів з виявлення величин їх виникнення.

Для складних і відповідальних споруд спостереження починають одночасно з проектуванням. На майданчику майбутнього будівництва вивчають вплив природних факторів і в цей же період створюють систему опорних знаків з тим, щоб заздалегідь визначити ступінь їх стійкості. Спостереження безпосередньо за спорудами починають з моменту початку його зведення і продовжують протягом всього будівельного періоду.

Для більшості великих споруд спостереження проводяться і в період їх експлуатації. Залежно від характеру споруди, природних умов і т.п. спостереження можуть бути закінчені при припиненні деформацій, а можуть тривати і весь період експлуатації.

На кожному етапі зведення та експлуатації споруди спостереження за його деформаціями проводять через певні проміжки часу. Такі спостереження, проведені за календарним планом, називають систематичними.

У разі появи чинника, що призводить до різкої зміни звичайного ходу деформації (зміна навантаження на підставі, температури навколишнього середовища та самої споруди, рівень ґрунтових вод, землетрус та ін) виконують термінові спостереження.

Паралельно з вимірюванням деформацій для виявлення причин їх виникнення організують спеціальні спостереження за зміною стану і

температури ґрунтів і підземних вод, температурою тіла споруди, за зміною метеоумов і т.п. Ведеться облік зміни будівельної навантаження і навантаження від встановленого обладнання.

Від правильного вибору точності та періодичності залежать методи і засоби вимірювань, витрати на їх виробництво і достовірність отримуваних результатів.

Істотна роль в організації спостережень за деформаціями споруд відводиться геодезичним знакам. Від правильного вибору конструкції і місць їх розміщення значною мірою залежить якість результатів спостережень. Застосовувані для спостережень геодезичні знаки розрізняють за призначенням. Це опорні, допоміжні та деформаційні знаки. Знаки також діляться на планові і висотні. Опорні знаки служать опорної основою, щодо якої визначаються зміщення деформаційних знаків. Закріплюються вони з розрахунком на стійкість і тривале збереження.

Допоміжні знаки є сполучними в схемі вимірювань і використовуються для передачі координат від опорних знаків до деформаційних.

Деформаційні знаки закріплюються безпосередньо на досліджуваному спорудженні та, переміщаючись разом з ним, характеризують зміну його положення в просторі.

Для вивчення деформацій промислових і цивільних будинків в якості опорних застосовують пальові знаки та репери з поперечним перерізом 180 - 250 мм.

### **Особливості спостережень**

Високоточне нівелювання застосовують переважно в тих випадках, коли вимірюються осадки монументальних чи особливо відповідальних будинків і споруд та коли необхідно в короткий проміжок часу (1—3 місяці) визначити швидкість осадки будинків, в яких з'явилися тріщини або інші деформації.

В другому випадку вимога високої точності обумовлюється необхідністю встановлення характеру і величини осадки в експлуатаційний період, коли вона, як правило, невелика (кілька міліметрів у рік).

Точність вимірювань осадок, а отже і методика їх вимірювань, пропонуються технічним завданням, що складається проектно-вишукувальною або науковою організацією.

Одним з переваг геометричного нівелювання у порівнянні з іншими методами є те, що за допомогою одного комплексу інструментів можна вимірювати осадки будь-якої кількості точок споруди. Крім того, нівелювання можна робити в будь-який час року без зниження точності вимірів.

Для правильної інтерпретації результатів вимірів деформацій споруд геодезист повинен бути добре ознайомлений з механікою ґрунтів. Як показала практика, спостереження за осадками споруд проходять більш успішно в тих випадках, коли всі цикли нівелювання марок виконує один спостерігач. Значний вплив на точність і швидкість проведення спостережень надає ступінь технічної підготовки реєчника. Спостерігач не повинен жалкувати часу на його інструктаж та навчання.

Умови, при яких виконуються спостереження за деформаціями, істотно відрізняються від польових умов при виробництві державного нівелювання. Такі фактори, як струс від роботи машин, транспортний рух, недостатня освітленість внутрішніх приміщень, потоки нерівномірно нагрітого повітря, ушкодження або завали марок, істотно затруднюють роботу та знижують точність її результатів.

Описані вище умови далеко не завжди дозволяють прийняти методику точного нівелювання, що наказується інструкцією по виконанню державного нівелювання. Зокрема, дотримувати довжини нівелірного плеча в 50 м і передавати висоти по двох парах костилів в умовах будівельного майданчика, як правило, буває неможливо.

Специфіка вимірів осадок складається також і в тім, що треба визначати вертикальні зсуви точок споруди, розташованих не далі 25 м одна

від одної з точністю до десятих долей міліметра. Саме тому для визначення величин осадок застосовують нівелювання короткими плечами. Ця обставина, здавалося б повинна привести до збільшення середньої квадратичної похибки в перевищеннях на 1 км ходу, однак цього не трапляється, тому що при нівелюванні короткими променями послаблюється вплив помилок від зовнішніх умов (рефракція, конвекція й ін.) , і підвищується точність відліку по рейці.

Успішне проведення вимірювань осадок нівелюванням короткими променями залежить від багатьох умов, обумовлених прийнятою організацією та методикою робіт.

Висоти опорних реперів для вимірювань осадок короткими променями повинні бути практично незмінними протягом усього терміну спостережень. Їхню стабільність необхідно перевіряти при кожному циклі вимірювань і особливо весною та восени. Для особливо точних вимірювань висотна основа повинна складатися не менш чим із трьох глибинних чи фундаментальних реперів.

Знаки державного нівелювання включаються в місцеву мережу тільки в тих випадках, коли їхнє розташування щодо об'єкта спостережень виявиться вигідним. При цьому один з таких знаків служить для передачі висоти тільки в першому циклі спостережень. У наступних циклах опорними знаками служать лише глибинні чи фундаментальні репери, встановлені в районі будівництва.

Марки по можливості встановлюють на одному рівні для того, щоб відліки по рейці були близькі один до одного, що послабляє вплив помилок у поділках рейки.

Довжини коротких візирних променів повинні знаходитися в межах від 3 до 25 м при середній їхній довжині 10—15 м.

Вимірювання осадок будинку, що спостерігається пропонується виконувати нівеліром Ni – 007.

Нівелювання, як правило виконують тільки однією рейкою.

З результатів першого циклу спостережень визначають початкові відмітки всіх осадочних марок. В період експлуатації будинку частота вимірювань залежить від швидкості осадок: один цикл на місяць, квартал, півроку.

Нівелювання роблять щораз по одній і тій же схемі ходів, щоб зменшити вплив систематичних похибок на результати вимірювань. Нівелірні ходи прив'язують до реперів висотної опорної основи. Відстань від нівеліра до марок допускають до 25 м.

Особливо ретельно повинно бути проведено в прямому і зворотному напрямках нівелювання для визначення оцінок реперів висотної опорної основи, на які спираються нівелірні ходи (прив'язочні репери). Варто приділити увагу на те, що похибки в відмітках прив'язочних реперів будуть спотворювати результати спостережень осадочних марок. Помітно змінює відмітки реперів сезонне коливання температури (порядку 1 – 1,5 мм). Тому треба прагнути, щоб прив'язочні репери знаходилися приблизно в тих же термічних умовах, що і фундамент, що спостерігається.

При несприятливих умовах навколишнього середовища (погана основа під ніжками штатива, однобічне нагрівання інструмента ) під час нівелювання рекомендується максимально скорочувати тривалість терміну спостережень.

Після кожного нівелювання всіх марок оглядають фундаменти і стіни будинку з метою виявлення тріщин. Про виявлені тріщини робиться запис із малюнком в журналі.

## **Розділ III. Економіка, організація та охорона праці при виконанні геодезичних робіт на промисловому об'єкті.**

### **3.1. Кошторис на виконання геодезичних робіт**

Для виконання польових топографо-геодезичних робіт утворюються спеціальні підрозділи. Основною виробничою одиницею в бригада. Кожна бригада складається з одного-двох інженерно-технічних працівників та декілька звичайних працівників. Очолює бригаду виконавець робіт з числа інженерно-технічних робітників. Виконавець виконує роботи у відповідності з вимогами технічних інструкцій. Він керує бригадою, несе відповідальність за дотримання робітниками бригади правил по техніці безпеки, організовує забезпечення членів бригади справними інструментами та необхідними матеріалами.

Для нормальної безперебійної праці кожній бригаді перед початком польових робіт видають завдання, в якому указуються об'єми робіт та планові строки їх завершення.

В процесі польових робіт бригади постійно пересуваються з одного місця роботи на друге. Під робочим місцем бригади розуміють певну частину профілю, нівелірного ходу, в межах якого у відповідності з робочим процесом виконується комплекс основних та допоміжних робіт,

Після отримання завдання виконавець складає маршрут пересування бригади.

Прогресивною формою організації праці на польових роботах являється метод комплексного виконання робіт, коли одна бригада виконує декілька видів польових робіт.

Така організація праці підвищує виробництво, скорочує втрати часу на переїзди та переходи, знижує витрати на транспорт.

Весь комплекс польових робіт складається з наступних процесів.

1. Обстеження та відновлення пунктів триангуляції 3-го і 4-го класів.

Роботи по обстеженню та відновленню виконують у відповідності до вимог діючих інструкцій та наставлень. Місцеположення пунктів на місцевості відшуковують за допомогою топографічної карти. При відсутності

зовнішніх прикмет пункту місцеположення його установлюють шляхом інструментальних геодезичних вимірювань.

При обстеженні та відновленні пунктів отримують завдання, виписані технічні данні на обстежуєми пункт. Відшуковують пункт на Г' місцевості, виявляють стан зовнішнього знаку, верхньої марки центру. Очищення марок центрів від іржи та покриття їх бітумним лаком. Встановлення розпізнавальних стовпів над центром пункту та центрами орієнтирних пунктів. Вимірювання висоти знаку. Визначення елементів приведення. Складання списку обстежених та відновлених пунктів.

2. Рекогносцировка пунктів полігонометрії 4-го класу, 1-го та 2-го розрядів.

Рекогносцировку виконують на основі складеного проекту. Проміри при прив'язці пунктів полігонометрії до місцевих предметів виконують рулеткою. Пункти закріплюють тимчасовими знаками. Замалювати прив'язку пунктів до постійних місцевих предметів. Складання схеми ходів.

3. Централізоване виготовлення бетонних монолітів для центрів, Підготовка майданчика для відливання монолітів. Установлення форм для відливання монолітів. Виготовлення бетонної суміші. Фарбування марки бітумним лаком. Заливання бетонної суміші у форми, поливання монолітів водою. Зачищення поверхні монолітів.

4. Закладка центрів на пунктах полігонометрії 4-го класу, 1-го та 2-го розрядів.

Розвантаження обладнання, підготовка інструментів до роботи» Уточнення місця закладки. Приготування цементного розчину, перенос монолітів. Установлення центру, його засипання та утрамбування. Установлення чавунного ковпака та заливка його бетоном. Установлення розпізнавального стовпа та прив'язка знака до місцевих предметів.

5. Прокладання полігонометричних ходів 4-го класу, 1-го та 2-го розрядів з вимірюванням довжин сторін світлодалекоміром СТ-5.

Підготовка приладів до роботи. Установлення приладу і візирних цілей. Вимірювання кутів на пунктах полігонометрії за триштативною

системою та примичних кутів на пунктах тріангуляції. Вимірювання кутів на вузлових точках між напрямками на пункти тріангуляції і полігонометрії. Установлення світлодалекоміра та відбивачів на пунктах. Вимірювання довжин сторін. Обчислення кутових та лінійних нев'язок ходів та полігонів.

6. Обстеження та відновлення нівелірних знаків, Відшуковують знак. Виконують огляд його стану. Проводять очищення від корозії» Покривають бітумним лаком металеві частини труб ґрунтових реперів та марок. Заміряють відстані до орієнтирів. Відновлення зовнішнього оформлення знаку.

7. Централізоване виготовлення залізобетонних пілонів та якорів для ґрунтових реперів.

Підготування майданчика та установлення форми для відливання пілону та якоря. Покриття марки бітумним лаком. Відливання репера. Підтримування режиму, необхідного для твердіння бетону. Зачищення поверхні пілону.

8.. Закладання ґрунтових: реперів, виготовлених централізованим шляхом.

Заключний вибір місця для закладання репера. Риття котловану руками. Установлення репера в котловані. Установлення розпізнавального знаку. Закидання репера та його зовнішнє оформлення.

9. Нівелювання III-го та IV-го класів. Отримання завдання, підбір матеріалів. Ознайомлення з проектом нівелювання. Перевірка нівеліра та рейок. Знаходження реперів. Нівелювання. Оформлення тимчасових реперів на місцевих предметах. Складання відомості перевищень, списку занівельованих знаків та схеми ходів.

Для попередньої економічної оцінки запроектованих робіт необхідно знайти трудові витрати на весь об'єм запроектованих робіт, а також скласти кошторис по виробництву геодезичних робіт на об'єкті. Розрахуємо необхідну кількість бригад, що необхідна для виконання запроектованих робіт в період з 5 квітня по жовтень місяць. Також складемо календарний графік виконання робіт на об'єкті.

Для пересування робочої бригади по об'єкту робіт, а також для перевезення виготовлених центрів, необхідно виділити вантажний автомобіль ГАЗ-58, або іншу машину, пристосовану для перевезення вантажів.

Таблиця 23

Розрахунок необхідної кількості бригад		
Види робіт	Польові роботи	
	число бригадо- місяців	Потрібне число бригад
1,Рекогностування пунктів полігонометрії 1-го та 2-го розрядів	0,716	0,002
2,Централізоване виготовлення бетонних монолітів для центрів	0,590	0,090
3,Закладання центрів на пунктах полігонометрії	2,377	0,340
4,прокладання полігонометричних ходів	0,890	0,14
5,Обстеження та відновлення нівелірних знаків	0,017	0,002
6,Закладання реперів основи	0,112	0,016
7,Нівелювання 4-го класу	0,322	0,046
8,Технічне нівелювання	0,221	0,015

Для виконання робіт протягом трьох місяців необхідна одна бригада.

## Відомість об'ємів робіт та трудових витрат необхідних для виконання робіт

Таблиця 24

	<i>Процеси, робіт</i>	<i>Одиниця виміру</i>	<i>Об'єм робіт</i>	<i>Категорія труднощі</i>	<i>Норма часу на одиницю, ч</i>	<i>Число бригадо-місяців</i>
1	Рекогносцировка пунктів полігонометрії:					
	1-го та 2-го розрядів	пункт	190	II	0,457	0,488
2	Централізоване виготовлення бетонних монолітів для центрів:					
	тип 5	компл.	187		0,366	0,385
3	Закладання центрів на пунктах полігонометрії:					
	тип 5	пункт	187	II	1,82	1,914
4	Прокладання полігонометричних ходів:					
	2-й розряд	пункт	190	I	0,693	0,740
5	Обстеження та відновлення нівелірних реперів	репер	2	II	1,55	0,017
7	Закладання ґрунтових реперів.	репер	8	II	2,49	0,112
8	Нівелювання:					
	Технічне нівелювання	км	15,05	II	0,542	0,219
	IV-й клас	км	45,13	II	0,864	0,219

Відомість об'ємів камеральних робіт та трудових витрат, необхідних для виконання робіт

Таблиця 25

<i>Процеси робіт</i>	<i>одиниця виміру</i>	<i>об'єм робіт</i>	<i>норма часу на одиницю, годин</i>	<i>число бригадо-місяців</i>
Обчислення полігонометричних ходів:				
1. Перевірка журналів куткових вимірів	Направлення	261	0,018	0,026
2. Перевірка журналів лінійних вимірювань	сторона	261	0,102	0,150
3. Обчислення куткових нев'язок та с.к.п, вимірюного кута	кут	214	0,033 «	0,040
4. Приведення довжин сторін до горизонту	сторона	261	0,109	0,161
5. Складання каталогу робочих координат і висот пунктів полігонометрії	пункт	214	0,143	0,173
Нівелювання IV-го класів:				
1. Виписка вихідних даних у відомість та на схему	відмітка	222	0,018	0,022
2. Складання відомості перевищень технічного та IV-го класів	перевищення	222	0,042	0,053
3. Обчислення відміток пунктів нівелювання до 0,001 м	пункт	222	0,037	0,046

4. Зрівнювання пунктів нівелювання	система	I	1,26	0,007
5. Складання каталогів від-міток реперів нівелювання IV-го кл.	пункт	222	0.040	0,050

## Кошторис

Таблиця 26

№ п/п	Характеристика підприємства , будівлі, споруди або виду робіт	№№ частин, глав, таблиць пунктів, указаний до розділу або глави Збірник цін на проектні і пошукові роботи для будівництва	Розрахунок ціни (об'єм x ціна)		Ціна, грн
1	2	3	4		5
	<b>1.ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ</b>				
1	Отыскивание и технический осмотр знаков полигонометрии, категория сложности - 2	(т.81, п.2)	2	4,30	9
2	Отыскивание и технический осмотр знаков нивелирования, категория сложности - 3	(т.82, п.1)	2	1,50	3
3	Виготовлення та закладання центрів заповнюючої будівельної сітки; ґрунти - II категорії	(т.12, п.7)	10	4,40	44
4	Измерение угла (направлений) в благоприятный период; кат. сложности - 5	(т.14, п.1)	58	45,00	17433
5	Измерение базиса (базисной стороны) в благоприятный период, категория сложности-II	(т.15,п1)	3	73,00	2117
5	Нивелирование II класса в благоприятный период;кат.сложности-IV	(т.25 п.3)	3	27,00	141
6	<b>Всього по розділу 1 :</b>				<b><u>19747</u></b>
7	<b>2. КАМЕРАЛЬНІ РОБОТИ</b>				
9	Сбор и систематизация материалов сетей триангуляции, трилатерации и полигонометрии; категория сложности - IV-V	(т.85 п.6)	12	0,90	11
10	Сбор и систематизация материалов нивелирных сетей	(таб.85 п.7)	3	0,50	2

12	Окончательная камеральная обработка нивелирных ходов с составлением каталогов и схем	(т.25 п.3)	3	4,70	20
13	Составление технического отчета	(т.86 п.4)	1	800	920
14	<b>Всего по разделу 2 :</b>				<b><u>952</u></b>
	<b>ВСЬОГО:</b>				<b><u>20699</u></b>
	<b>із них:</b>				-
	<b>польові</b>				<b><u>19747</u></b>
	<b>камеральні</b>				<b><u>952</u></b>
15	<b>3. ІНШІ ВИТРАТИ</b>				
16	Расходы по внутреннему транспорту	(таб.4,п.1)		19747	1234
17	Расходы по внешнему транспорту	(таб.5,п.3)		20981	999
18	Расходы по организации инженерно-геодезических работ и на ликвидацию 20980,6грн	(Таб.6, п. 5)	20981	6%	1888
19	Удорожание сметной стоимости изысканий от районного коэффициента территории по инженерно-геодезичним роботам 19746,6 грн.	(таб.3, п.1)	19747	0,32	6319
20	<b>Всього по розділу 3:</b>				<b><u>10440</u></b>
21	Коэффициент индексации на инженерно-геодезические работы. К=4,07	К=4.07	31139		<b><u>126735</u></b>
22	Получение Разрешения на выполнение инженерно-геодезичних робіт в обласной архитектуре		250		500
23	<b>ВСЬОГО ПО КОШТОРИСУ:</b>				<b><u>127235</u></b>

Всього по кошторису: Сто двадцять сім тисяч двісті тридцять п'ять гривень00 коп.

### **3.2 Охорона праці**

#### **1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які виникають при роботі з електронними приладами.**

При проектуванні комплексу необхідне впровадження рішень сучасної безпеки виробництва , уникнення травматизму , максимально зручної та безпечної експлуатації машин і механізмів.

При розробці дипломної роботи мають місце небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які негативно впливають на стан працюючих та відвідувачів. До них можна віднести:

##### *1. Шкідливі чинники:*

- Незадовільний мікроклімат;
- Недостатня освітленість робочих місць в робочій зоні;
- Шкідливі іонізуючі випромінювання;
- Атмосферна електрика;
- Підвищений рівень вібрації;
- Підвищений рівень виробничого шуму.
- 

##### *2. Небезпечні чинники:*

- Електричний струм, статична електрика, природна електрика; (блискавка);
- Пожежна безпека (вибухонебезпека);
- Статична електрика.

## 2. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів заносимо в таблицю

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори	Джерело виникнення фактору (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
Незадовільний мікроклімат робочої зони приміщень	Тепло-випромінююче обладнання ВДТ, ПК та операторів	Для робіт категорії легка 1а/1б період року: холодний температура +22-24 відносна вологість 4-6% швидкість руху повітря 0,1/0,1м/с теплий температура +23-25 °С відносна вологість 4-6% швидкість руху повітря 0,1м/с	ССБП ГОСТ 12.1.005-88 ДСанПІН 3.3.2.007-98 ДСН 3.3.6.042-99 ДСанПІН 5.5.6.009-98
Недостатня освітленість на робочому місці	Природне і штучне освітлення	КПО повинен бути не менше 1,5 %. Нормативний рівень освітлення на робочому столі в зоні розташування документів E=300-500лК	ДБН В.2.5-28- 2006 НАОП 0.00-1.31-99 ДСанПІН 5.5.6.009-98 ДБН В.2.2-13-2003
Шкідливі іонізуючі випромінювання	Екрани моніторів ВДТ та ПК	Категорія А – персонал, який постійно працює з джерелом випромінювання. Індивідуальні еквівалентні дози – зовнішнє та внутрішнє випромінювання за рік, 0,05 Зв/рік	ДБН 12.4.120-83, НРБУ-97/Д-2000

Підвищений рівень шуму	Робота пневмоінструментом, експлуатація електричних машин	Допустимий рівень До 65 Дб	ГОСТ12.1.003-83 ГОСТ 12.1.029-80 Сніп II-12-77+ зміни №1 2003 р СН 3477-82
Підвищений рівень вібрації	Коливання частин апаратів, машин, комунікації	Інфразвук 0-45 Гц, Ультразвук 0-10 Гц. Базова частина межі спектру $V < 63$ Гц	ГОСТ 12.4.012-83 ДСН 3.3.6039-99 ДСанПІН 3.3.2.007-98 ДСТУ 12.1.012-90
Небезпека ураження електричним струмом, замикання через тіло людини	Робоче обладнання ВДТ, ПК, електрообладнання і освітлення приміщення та робочих місць	Мережі електроживлення і освітлення Допустимі: $U=220$ В $P=50/60$ Гц $I=10$ А $I=25$ А	ДНАОП 0.00-1.31-99 ДНАОП 0.00-Г21-98 ГОСТ 12.1.019.-79 ГОСТ 12.1.030.-81 ДБН В.2.5-27-2006
Промислові	Робоче обладнання, освітлювальні і силові мережі	$U=380$ В $P=50/60$ Гц $I=20$ А	ССБТ ПУЄ, ПТЕ
Атмосферна електрика	Газовий розряд, блискавка	$U < 50$ МВ $N=1$ /рік	ДСТУ Б В.2.5-38:2008 ДНАОП 0.00-1.29-97
Статична електрика	ВДТ та ПК	20 I, А 50 U, В	ДНПАОП 40.1-1.21-98
Пожежна безпека	Коротке замикання робочого обладнання	Ступінь вогнетривкості будівель $T = 280^{\circ}\text{C}$	ДБН В.1.1-7-2002 СніП 2.04.09-84 ДБН В.1.2-7-2008
Вибухонебезпека	ВДТ, ПК та освітлення приміщень. Попадання блискавки. Підвищення температури	Категорія вибухонебезпеки будівель – (А)	ДБН В.1.2-7-2008 ГОСТ 12.1.004-76 ДСТУ 22-72-93 ДСТУ 22-73-93 ДБН В.2.5-13-98 ДСТУ БВ.2.8-43-2011 НАПБ А.01.001-2004 НАПБ Б.01.004-2000 НАПБ Б.03.002-2007 НАПБ Б. 02.003-2007

Заходи профілактики стосовно безпечних умов праці

## **Мікроклімату приміщення**

Параметри мікроклімату можуть мінятися в широких межах, у той час як необхідною умовою життєдіяльності людини є підтримка сталості температури тіла завдяки терморегуляції, тобто здатності організму регулювати віддачу тепла в навколишнє середовище.

Вологість повітря істотно впливає на віддачу тепла випаровуванням. Через високу вологість випаровування погіршується і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровуванням. Однак, надто низька вологість викликає висихання слизових оболонок, їх пересихання та розтріскування, забруднення хвороботворними мікробами.

Таким чином, для нормального теплового самопочуття людини важливо забезпечити певне співвідношення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, тобто певні мікрокліматичні умови. Такі умови визначаються, в основному, категорією роботи, що виконуються, та періодом року і можуть бути оптимальними та доступними.

## **Вплив іонізуючого випромінювання**

Допустимі рівні іонізуючого випромінювання регламентуються «Нормами радіаційної безпеки» НРБУ-97/Д-2000. Згідно цих нормативів гранично допустима доза опромінення для осіб категорії А (персоналу) не може перевищувати 5; 1,5; 30 бер/рік відповідно до трьох груп критичних органів (все тіло; щитовидна залоза, м'язи, легені, нирки; шкіра, кістки, передпліччя). Створення оптимальних умов у виробничих приміщеннях є складною задачею, але вирішити її можна наступними заходами: використання джерел з мінімальним випромінюванням; скорочення часу роботи з джерелом іонізуючого випромінювання; віддалення робочого місця від джерела іонізуючого випромінювання; екранування джерела іонізуючого випромінювання.

## **Загальні заходи та засоби нормалізації впливу виробничого шуму та вібрації.**

Допустимі рівні звукового тиску згідно ДСТУ 12.1.001-83 на робочих місцях не повинні перевищувати 50-60 дБ. в залежності від частоти та рівня звукового тиску. Створення оптимальних умов у виробничих приміщеннях є складною задачею, але вирішити її можна наступними заходами: зсування коливань у джерелі виникнення; усунення коливання на шляху їх розповсюдження; звукоізоляція; звукопоглинання; застосування архітектурно-планувальних методів та організаційно-технологічних рішень; засоби індивідуального захисту.

Вібрацію, що діє на людину, нормують окремо для кожного встановленого напрямку згідно з ДСТУ 12.1.012-90. Нормалізувати вібрації можна наступними методами: зниження вібрацій в джерелі виникнення шляхом зниження або усунення збуджувальних сил; віброізоляція; динамічне гасіння.

### **Електробезпека**

Величина напруги в мережі складає 380/220У. Мережа трифазна з заземленою нейтраллю, струм змінний. Приміщення відноситься до категорії приміщень з підвищеною небезпекою тому, що існує можливість одночасного дотику людини до корпусу електроустановки і металоконструкції, що має контакт із землею. Світильники закритого типу, не мають відкритих нормально струмоведучих частин. Розетки закриті. Для забезпечення неприступності нормально струмоведучих частин проводи виконані у вінілпластових трубах, прокладених приховано в підлозі і стінах; застосовуються шафи-рубильники закритого типу. Для запобігання контакту з нормально струмоведучими частинами при порушенні безпеки застосовуються рознімання і штепсельні з'єднувачі закритого типу. Для забезпечення орієнтації в електроустановках - застосовуються ПЕВМ 1 перехідники, що обладнані системою світлової і звукової сигналізації, вимикачі обладнати таким чином, що візуально однозначно контролюється включений і виключений стан.

Для запобігання електротравм при переході напруги на не струмоведучі частини використовуються каркаси, металеві кожухи й інші не струмоведучі частини електроустаткування зануляються відповідно до ПУЕ. Захисний нульовий провідник з'єднаний з мережею заземлених нульових проводів. Безперервність ланцюга занулення від кожного корпусу електроустановки до нейтралі джерела забезпечується зварюванням стиків чи проварюванням перемичок і індивідуальних захисних провідників від кожного споживача. Опір нульового захисного провідника не перевищує опір фазного проводу більш ніж у два рази. Система захисного занулення підтримується в справному стані.

### **Пожежна безпека**

Протипожежний захист (безпека) – це комплекс організаційних та технічних засобів, які направлені на забезпечення безпеки людей, на запобігання пожежі, обмеження її розповсюдження, а також на створення умов успішного гасіння пожежі.

Причинами пожеж та вибухів на підприємстві є порушення правил і норм пожежної безпеки, невиконання Закону «Про пожежну безпеку» тощо.

Пожежі в приміщеннях з оргтехнікою становлять особливу небезпеку, бо поєднані з великими матеріальними збитками. Пожежа може виникнути при взаємодії горючих речовин і джерел запалювання.

Горючими речовинами є будівельні та опоряджувальні матеріали, пластмасові корпуси техніки, шнури тощо. Джерелами запалювання можуть бути електронні схеми комп'ютерів, принтерів, пристроїв електроживлення, де внаслідок різних порушень виникає перегрівання елементів, утворюються електричні іскри та луги, здатні спричинити займання горючих матеріалів.

Пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися:

- системою запобігання пожежі;
- системою протипожежного захисту;
- організаційно-технологічними заходами.

Процес евакуації людей можна поділити на три етапи :

рух людей від найбільш віддаленої точки приміщення, до евакуаційних виходів;

рух людей від евакуаційних виходів до виходів на зовні;

рух людей від виходів із будівлі та їх розсіювання.

В спорудах громадських центрів пожежні крани встановлюються в коридорах, на площадках сходових клітин та входах.

Пожежні крани встановлюються на висоті 1,35м від підлоги в найбільш доступних та безпечних місцях. Пожежний кран забезпечений рукавом діаметром 50 мм та довжиною 10-20 м. В приміщенні, яке захищається повинно бути не менше двох пожежних кранів.

Максимальна віддаль  $L$  між найбільш віддаленими один від одного евакуаційними виходами з приміщення визначається за формулою.

$L = 1,5 * P = 1,5 * 405,5 \text{ м} = 608,25 \text{ м}$ , де  $P$  - периметр приміщення, м.

Оскільки периметр запроектованого приміщення дорівнює 405,5м, то  $L$  буде дорівнювати 608,25м.

Проектується 3 евакуаційних виходів на всю будівлю. Мінімальна ширина шляхів евакуації - не менше 1 м, дверей – 0,8 м.

Спроектване приміщення відноситься до категорії D по вибухонебезпечності, в ньому не має джерел відкритого вогню, горючих газів, вибухонебезпечних і самозаймистих сумішей.

Основні інженерно-технічні засоби захисту від пожежі

Необхідність обладнання споруд і приміщень автоматичними установками пожежогасіння (АУП) та пожежної сигналізації (АУПС) слід визначати відповідно до НАПБ Б.06.004, інших НД з цього питання, утому числі відомчих (галузевих) переліків, узгоджених з центральним органом державного пожежного нагляду.

Вибір типу АУП, виду вогнегасної речовини, способу гасіння, типу і кількості автоматичних пожежних сповіщувачів, обладнання та апаратури АУПС слід здійснювати залежно від призначення, об'ємно-планувальних, конструктивних і технологічних особливостей захищуваних споруд і приміщень, а також властивостей речовин і матеріалів, що в них містяться.

Населені пункти, підприємства, установи, організації, будинки повинні бути забезпечені протипожежним водопостачанням (протипожежними водопроводом, резервуарами, водоймами і т. ін.) для зовнішнього пожежогасіння. Його проектування та улаштування слід здійснювати відповідно до вимог СНиП 2.04.02.

Будинки різного призначення повинні забезпечуватися протипожежним водопостачанням для внутрішнього пожежогасіння. Його проектування та улаштування слід здійснювати відповідно до СНиП 2 04.01. В кожному з будинків є по 2 гідранта, що відповідає нормам, де відстань не перевищувала довжину пожежного рукава.

Для протидимного захисту будинків і приміщень слід передбачати спеціальні вентиляційні системи, які повинні забезпечувати:

видалення диму з коридорів, холів, інших приміщень у разі пожежі з метою проведення безпечної евакуації людей на початковій стадії пожежі.

подавання повітря до ліфтових шахт, протипожежних тамбур-шлюзів сходових кліток типів Н2, Н4 та інших захищуваних об'ємів (відповідно до вимог, встановлених у НД) для створення в них надлишкового тиску(підпору повітря) й запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі.

До засобів гасіння пожежі, призначених для локалізації невеликих займань, належать вогнегасники, сухий пісок, азбестові ковдри.

Приміщення, в яких встановлені комп'ютери і де не має необхідності влаштування систем автоматичного пожежогасіння, необхідно оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку 2 шт. на кожні 20м<sup>2</sup> в приміщеннях.

Дана будівля обладнана автоматичними пожежними сповіщувачами, ручними пожежними сповіщувачами та автоматичною системою водяного пожежогасіння.

Будівля обладнана автоматичними тепловими пожежними сповіщувачами виробника ВАТ «МГП Спецавтоматика» 5551 Е (термодеференціальний).



Рис. 21 Пожежні сповіщувачі

В будівлі є ручні пожежні сповіщувачі, які встановлюють на стінах і конструкціях на висоті 1,5 м від рівня підлоги або землі.

Максимальна висота між двома найближчими сповіщувачами всередині приміщень – не більше 50 м.

При проектуванні контролю приміщень пожежними сповіщувачами їх рекомендується розташовувати за схемами трикутного або квадратного розміщення.

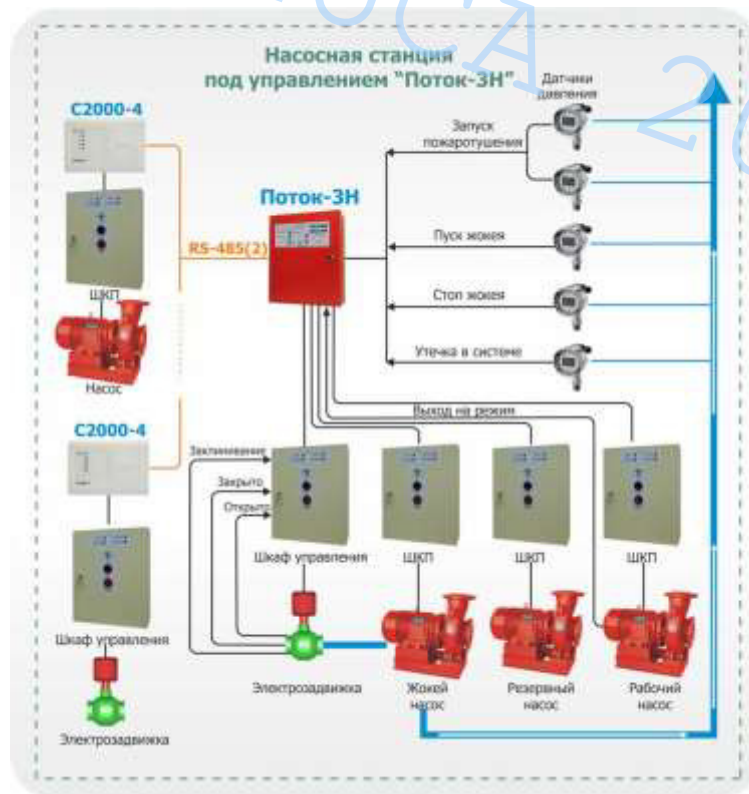


Рис. 22 Автоматизована система пожежогасіння "Поток-3Н".

## Конструктивні рішення

Якщо кабельна лінія або система електропроводки проходить крізь елементи будівельних конструкцій, то отвори, які залишаються після їх прокладання, повинні бути ущільнені негорючими вогнезахисними матеріалами або засобами, які забезпечують належну межу вогнестійкості елементів будівельних конструкцій. Елементи системи електропроводки такі, як кабельні трубопроводи та короби повинні бути також ущільнені всередині в місцях проходу крізь будівельну конструкцію або мати межу вогнестійкості, прийняту для будівельної конструкції.

### Протипожежним водопровід

Для підключення водопроводу і автоматичних установок пожежогасіння до пересувної пожежної техніки ззовні висотного будинку слід передбачати встановлення двох патрубків від кожного вертикального протипожежного відсіку з'єднувальними головками діаметром 80 мм. Регулювання подачі вогнегасної речовини до системи необхідно забезпечувати засувками та зворотними клапанами, які встановлені всередині висотного будинку. З'єднувальні головки, які виведені назовні висотного будинку, повинні розташовуватись у місцях, зручних для під'їзду пожежних автомобілів та обладнуватись світловими покажчиками і піктограмами. Витрати води на зовнішнє пожежогасіння споруд необхідно приймати згідно і розрахунком, але не менше 35 л/с. Кількість і розташування пожежних гідрантів на зовнішньому протипожежному водопроводі слід приймати відповідно до СНИП 2.04.02. Місця розташування пожежних гідрантів позначаються встановленням світлових покажчиків пожежних гідрантів згідно з 6.3.1.11 НАПБ А.01.001.

### Автоматичні системи пожежогасіння

Усі приміщення громадських будинків повинні захищатись автоматичною системою пожежогасіння (крім приміщень, зазначених у примітці 1 таблиці С1 ДБН В.2.2-9). Історично склалося так, що системи

автоматичного водяного пожежогасіння отримали найбільш широке поширення. Вода - найбільш дешева і безпечно вогнегасна речовина, що дозволяє ефективно захищати об'єкти, для яких характерне велике скупчення людей: торговельні центри, офісні приміщення, готелі. Вода, як вогнегасна речовина, не представляє безпосередньої небезпеки для людини та інших живих істот.

Головним вузлом системи автоматичного водяного пожежогасіння є насосна станція. В середині станції встановлюється необхідна запірна арматура (електро-засувка), насоси (основний пожежний, резервний, насос компенсації витоків), шафи керування насосами і приводами, додаткове устаткування. Прилад Поток-3Н має набір входів (контрольованих ланцюгів), що призначені для підключення датчиків (електро-контактних манометрів, датчиків потоку), сигнальних ланцюгів електро-засувок і пускових пристроїв. Прилад дозволяє здійснювати запуск системи водяного пожежогасіння по декількох умовах: падіння тиску води в системі, сработка кнопки запуску, дистанційні команди управління (при роботі в складі системи). При виникненні однієї з умов запуску, прилад подає сигнали управління на шафу керування насосом - ШКП (шафа контрольно-пусковий). У випадку блокування автоматичного включення, шафа забезпечує можливість місцевого або ручного управління агрегатами. Так само ШКП дозволяє відключати всі види управління. До приладу «Поток-3Н» можливо підключити до 20 додаткових абонентів (наприклад, приладів «С2000-4») по внутрішньому RS-485 (2) інтерфейсу, які можна використовувати для управління додатковим технологічним обладнанням.

Система оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей (СО) повинна передбачатися згідно з ДБН В.1.1-7.СО повинна мати можливість передачі екстреної інформації до всіх приміщень, де можуть перебувати люди. Можливість кругового проїзду пожежної техніки повинна бути забезпечена навколо споруд, в тому числі до ліфтів транспортування пожежних підрозділів.

Доступ пожежних із автодрабин або автопідіймачів повинен бути забезпечений у кожне приміщення з урахуванням технічних характеристик автодрабин і автопідіймачів. При цьому необхідно враховувати висоту і ширину стилобатної частини будинку. Проїзди для пожежної техніки слід передбачити завширшки не менше 8 м, на відстані 8 м від стін будинку до внутрішнього краю проїзду. Уклон проїздів у місцях установки авто-драбин і авто-підіймачів повинен бути не більше 60. Радіуси поворотів проїздів для пожежних машин повинен бути не менше 18 м. Конструкцію дорожнього покриття пожежного проїзду слід проектувати з урахуванням на розрахункове навантаження від авто-драбини або автопідійомника: не менше 15 т на вісь, загальна маса – 53 т, тиск виносної опори – 13,9 кг/см.

### **Заходи з техніки безпеки при виконанні геодезичних робіт**

Виконання правил по техніці безпеки на інженерно-геодезичних роботах створює безпечні умови праці при високій його продуктивності. Основними задачами техніки безпеки є попередження нещасних випадків і вишукування способів попередження травматизму.

Фахівцям в області інженерної геодезії доводиться працювати в специфічних виробничих умовах, практично у всіх видах будівництва - від стадії вишукувань до експлуатації. Тому в кожному конкретному випадку інженери-геодезисти повинні вивчити технологічні й трудові процеси, організацію виробничого процесу, виробничу обстановку й стан робочих місць.

Всі види топографічних і геодезичних робіт повинні вироблятися в строгій відповідності з рекомендаціями з техніки безпеки, що діють інструкціями й Правилами по техніці безпеки на топографо-геодезичних роботах».

Всі особи, що приступають до роботи, повинні проходити медичний огляд. Усе без винятку працівники проходять інструктаж з техніки безпеки у встановлений термін. Через кожні шість місяців проводиться повторний інструктаж і щоразу - на початку робіт на новому об'єкті.

## Далекомірні виміри й роботи з лазерними приладами

Радіо- і світловіддалеміри, лазерні геодезичні прилади набули широкого застосування на геодезичних роботах, забезпечуючи високу продуктивність й якість робіт. І

У сучасних далекомірах особливої обережності вимагають радіовіддалеміри у зв'язку зі значною щільністю потоку енергії випромінювання електромагнітних хвиль діапазону СВЧ поблизу від раскрива антени (параболоїда або рупора).

У результаті досліджень установлено, що щільність потоку енергії випромінювання в радіодальномерах РДГВ не перевищує норми рівня  $10 \text{ мкВт/див}^2$  при дальності антени 3 м,

Тому не рекомендується спостерігачеві перебувати тривалий час у межах діаграми спрямованості включеної станції радіовіддалеміра, на відстані менш 10 м від антени. З наближенням грози спостереження необхідно припинити, виключити антену, а спостерігачам укритися в наметах, розташованих в 60 м від сигналу.

## **Висновок**

Дипломний проект на тему: «Проект геодезичних робіт при горизонтальному плануванні промислового об'єкта» розроблявся на пункт накопичення, зберігання та первинної переробки зернових та олійних культур, який знаходиться в с.Яреськи вул.Елеваторна 1 Шишацького району Полтавської області.

При розробці даного проекту було розглянуто висвітлені такі пункти:

- Значення геодезичних робіт для будівництва промислового об'єкта
- Підготовчі роботи для проведення геодезичних робіт
- Комплекс геодезичних робіт при будівництві промислового об'єкту
- Економіка, організація та охорона праці при виконанні геодезичних робіт на промисловому об'єкті

Спочатку було вивчено фізико – географічні характеристики району, та розглянуто вимоги до виконання геодезичних робіт при плануванні промислового об'єкту.

При підготовчих роботах складене технічне завдання та проведено аналіз існуючих методів і технологій для виконання геодезичних робіт.

В якості вихідної геодезичної основи було закладено три пункти, координати яких було визначено за допомогою супутникових вимірювань (GPS Trimble R8 III GNSS RTK), з прив'язкою до пунктів ДГМ Яреськи та Шишаки на території Шишацького району Полтавської області.

Згущення планової основи виконано у вигляді лінійно-кутової мережі, в даному випадку полігонометрії II розряду, з використанням електронного тахеометру Trimble 3305 DR, з скп вимірювання кутів 5 секунд.

Ходи нівелювання IV класу проклали використовуючи нівелір НИ-3. На точках знімальної мережі виконано горизонтальне знімання забудованої території полярним способом з обміром габаритів будівель та споруд по вимогам масштабу 1:500 з січенням рельєфу через 0,5 м.

Висотне знімання забудованої території проводилось одноразово в процесі горизонтального знімання.

Знімання ситуації та рельєфу на незабудованій території проводилась методом тахеометричної зйомки.

Знімання та обстеження підземних інженерних мереж виконувалось по оглядовим колодязям з погодженням в обслуговуючих підприємствах.

Виконано розрахунки точності планової і висотної основи.

Розглянуто геодезичні роботи при виносі споруд в натуру (на місцевість), проведення розпланувальних робіт, монтажних робіт , та спостереження за деформацією та осадками споруд

Складено кошторис на виконання топографо-геодезичних робіт.

GISUT KNUCA 2024

## Список використаної літератури

1. Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98)
2. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001.
3. Войтенко С.П. Інженерна геодезія, К: „Знання”, 2012.
4. Войтенко С. П. Геодезичні роботи в будівництві : навчальний посібник / Войтенко С. П. – К. : ІСДО, 1993. – 144 с.
5. Большаков В. Д., Маркузе Ю. И. Практикум по теорії математичної обробки геодезичних вимірів.- М.: Надра, 1983.
6. Методи й прилади високоточних геодезичних вимірів у будівництві. Большаков В. Д., Васютинський И. Ю., Ключин. Е. Б. ін.- М.: Надра, 1976.
7. Войтенко С.П. Високоточні інженерно-геодезичні роботи в будівництві, К:ІСД, 1993.
8. ДБН А.2.1-1-2014, Інженерні вишукування для будівництва, К: Мінрегіонбуд, 2014.
9. ДБН В.1.3-2:2010, Геодезичні роботи в будівництві / Київ Мінрегіонбуд України
10. ДБН В.2.2-12-2003 будівлі і споруди для зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, Держбуд України Київ 2004
11. Геодезичні методи дослідження деформацій споруд/ А. К. Зайцев, С. В. Марфевко, Д. Ш. Міхелєв й ін.- М.: Надра, 1991.
12. Левчук Г. П., Новак В. В., Конусів В. Г. Прикладна геодезія. Основні методи й принципи інженерно-геодезичних робіт.- М.: Надра, 1981.
13. Конспект лекцій з курсу «Інженерна геодезія / В. О. Пеньков; Харк. нац. ун-т міськ.госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2013. – 86 с.
14. Ратушняк Г. С., Панкевич О. Д., Бікс Ю. С., Вовк Т. Ю. Геодезичне

забезпечення будівництва / Навчальний посібник /Вінниця/2014

15.Шевченко Т.Г., Мороз О.І., Тревого І.С. Геодезичні прилади Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2006. – 464 с.

16.Охрана труда в строительстве. Инженерные решения: справочник (В.И.Русин, Г.Г.Орлов, Н.М.Неделько и др.)-К.: Будівельник, 1990. - 208 стор.

17.Инженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей. Навчальний посібник. - К.:Основа,2001.-336с.

18. Инженерные решения по охране труда в строительстве. Справочник /Г.Г.Орлов, В.И.Булыгин ,Д.В.Виноградов и др. -М.: Стройиздат, 1985.-278 с.

19. Инженерные решения по технике безопасности в строительстве. Н.Д.Золотницкий, А.М.Гнускин, В.И.Максимов, Г.А.Михайлова, М.А.Чулюков. М.: Стройиздат, 1969.- 264с.

20.Литвиненко Е.А. Специальные вопросы охраны труда.К.:1979 - 96с.

GISUT **ДОДАТКИ** KNUCA 2024