

**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:

Геодезичні роботи при визначенні геометричних характеристик колектора

Красноносів Максим Костянтинович  
(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

\_\_\_\_\_  
—  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_  
року

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

Геодезичні роботи при визначенні геометричних характеристик колектора

Виконав студент групи \_\_\_\_\_ГД-  
21\_\_\_\_\_

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

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

Красноносів Максим Костянтинович

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

Керівник: Адаменко О.В.  
(прізвище та ініціали)

доцент, кандидат технічних наук  
(вчене звання, науковий ступінь)

*Ідентичність підтверджую*

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Геоінформаційних систем та управління територіями

Випускова кафедра: Інженерної геодезії

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма: 5192

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Дем'яненко Р. О.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ бакалавр**

(бакалавр, магістр)

Красноносов Максим Костянтинович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Геодезичні роботи при визначенні геометричних характеристик колектора»

затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

2. Керівник роботи: Адаменко Олександр Вікторович, доцент, к.т.н.  
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Термін подання здобувачем роботи до захисту \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

P. 1. Загальні відомості про знімання підземних комунікацій

P. 2. Створення опорної планово – висотної геодезичної мережі

P. 3. Визначення геометричних параметрів колектора

P. 4. Техніка безпеки під час виконання геодезичних знімальних робіт

P. 5. Кошторис

5. Графічний матеріал за розділами

P. 1. Загальна характеристика об'єкту робіт

P. 2. Створення надземної опорної геодезичної мережі

P. 3. Передача координат з земної поверхні у котлован

P. 4. Створення підземної опорної геодезичної мережі

P. 5. Вимірювання та вирівнювання опорної геодезичної мережі

P. 6. Методика визначення геометричних параметрів колектора

6. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

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

7. Календарний план виконання роботи

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	21.04.2025
Розділ 1.	01.05.2025
Розділ 2.	12.05.2025
Розділ 3.	26.05.2025
Розділ 4.	02.06.2025
Висновки	09.06.2025
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	13.06.2025

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Адаменко О. В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Здобувач

\_\_\_\_\_ (підпис)

Красноносів М. К.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1. Загальні відомості про знімання підземних комунікацій.....	8
1.1. Загальна характеристика об'єкту спостережень.....	8
1.2. Особливості виконання геодезичних робіт під землею.....	11
1.3. Вимоги щодо точності виконання геодезичних робіт.....	13
Розділ 2. Створення опорної планово-висотної геодезичної мережі.....	17
2.1. Визначення необхідної точності виконання геодезичних вимірювань.....	17
2.2. Створення надземної планово-висотної опорної геодезичної мережі.....	18
2.3. Методи передачі координат і висот у підземні виробки.....	24
2.4. Передача координат з поверхні землі у колектор по створах.....	29
Розділ 3 Визначення геометричних параметрів колектора.....	37
3.1. Проект опорної планово-висотної геодезичної мережі у колекторі.....	37
3.2. Розрахунок точності запроектованої геодезичної мережі.....	40
3.3. Вимірювання під час створення опорної геодезичної мережі.....	44
3.4. Оброблення результатів вимірювання опорної геодезичної мережі.....	46
3.5. Методика виконання геодезичних знімальних робіт.....	52
3.6. Створення плану колектора у масштабі 1:500.....	53
Розділ 4. Техніка безпеки під час виконання геодезичних робіт.....	55
Розділ 5. Кошторис геодезичних робіт.....	62
Список використаної літератури.....	66
ДАДАТКИ.....	67
ДОДАТОК А.....	68
ДОДАТОК Б.....	71
ДОДАТОК В.....	79
ДОДАТОК Г.....	81
ДОДАТОК Д.....	82
ДОДАТОК Е.....	83
ДОДАТОК Є.....	85

## ВСТУП

Сучасне місто – це складна інженерна система, функціонування якої значною мірою залежить від стану та точності розміщення підземних комунікацій, зокрема каналізаційних колекторів. Ці споруди є критично важливими для забезпечення санітарного стану населених пунктів, водовідведення, а також екологічної безпеки. У зв'язку з цим, виконання високоточних геодезичних робіт при будівництві, реконструкції та експлуатації таких об'єктів набуває особливого значення.

Підземні інженерні споруди, зокрема колектори, характеризуються складними умовами виконання вимірювань: обмежений простір, висока вологість, відсутність природного освітлення, потенційна загазованість. В таких умовах проведення геодезичних робіт потребує використання спеціалізованих методів і приладів, адаптованих до підземного середовища. Особливе місце посідає створення високоточної планово-висотної геодезичної мережі, передача координат із поверхні у підземні виробки та побудова цифрових планів, які слугують основою для подальшого проектування і технічного аналізу споруд.

Актуальність даної роботи зумовлена необхідністю впровадження точних, надійних та нормативно обґрунтованих методів геодезичного забезпечення для об'єктів підземної інфраструктури. Зокрема, це стосується складних і протяжних колекторів, таких як Південно-західний каналізаційний колектор у місті Києві, який є об'єктом дослідження у цій роботі.

Метою кваліфікаційної випускної роботи є розробка та практична реалізація методики виконання комплексу геодезичних робіт, що забезпечують визначення геометричних параметрів колектора з урахуванням високих вимог до точності та безпеки.

Для досягнення цієї мети в роботі вирішуються такі основні завдання:

- аналіз особливостей виконання геодезичних робіт у підземних спорудах;
- розробка схеми створення планово-висотної опорної мережі та її реалізація у надземній і підземній частинах;

- передача координат з поверхні землі у колектор за допомогою спеціалізованих методів;
- виконання вимірювань у колекторі з наступним обробленням даних та оцінкою точності;
- створення цифрового плану колектора в масштабі 1:500 у середовищі AutoCAD;
- обґрунтування заходів з техніки безпеки та оцінка вартості виконаних геодезичних робіт.

Практична реалізація проекту здійснюється на прикладі ділянки Південно-західного колектора в Голосіївському районі м. Києва. Результати дослідження можуть бути використані для удосконалення методик геодезичного забезпечення підземного будівництва та адаптації існуючих стандартів до сучасних технологій вимірювання.

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗНІМАННЯ ПІДЗЕМНИХ КОМУНІКАЦІЙ

### 1.1. Загальна характеристика об'єкту спостережень

Об'єктом дослідження є Південно-західний каналізаційного колектор. В загальному колектор – це підземна інженерна споруда, яка призначена для збирання, транспортування та відведення стічних вод (побутових, промислових чи дощових) від житлових, промислових чи громадських об'єктів до очисних споруд або місць скидання. Південно-західний каналізаційний колектор розташований у Голосіївському районі міста Києва, він перетинає вулиці Сумську, П. Кайсарова, В. Жуковського, Козацьку, Деміївську, Охтирський провулок і Голосіївський проспект. Загальна його протяжність становить 1863м, діаметр труби 2760 мм. Висоти земної поверхні в зоні проведення робіт змінюються в межах 142–150 метрів за Балтійською системою висот.

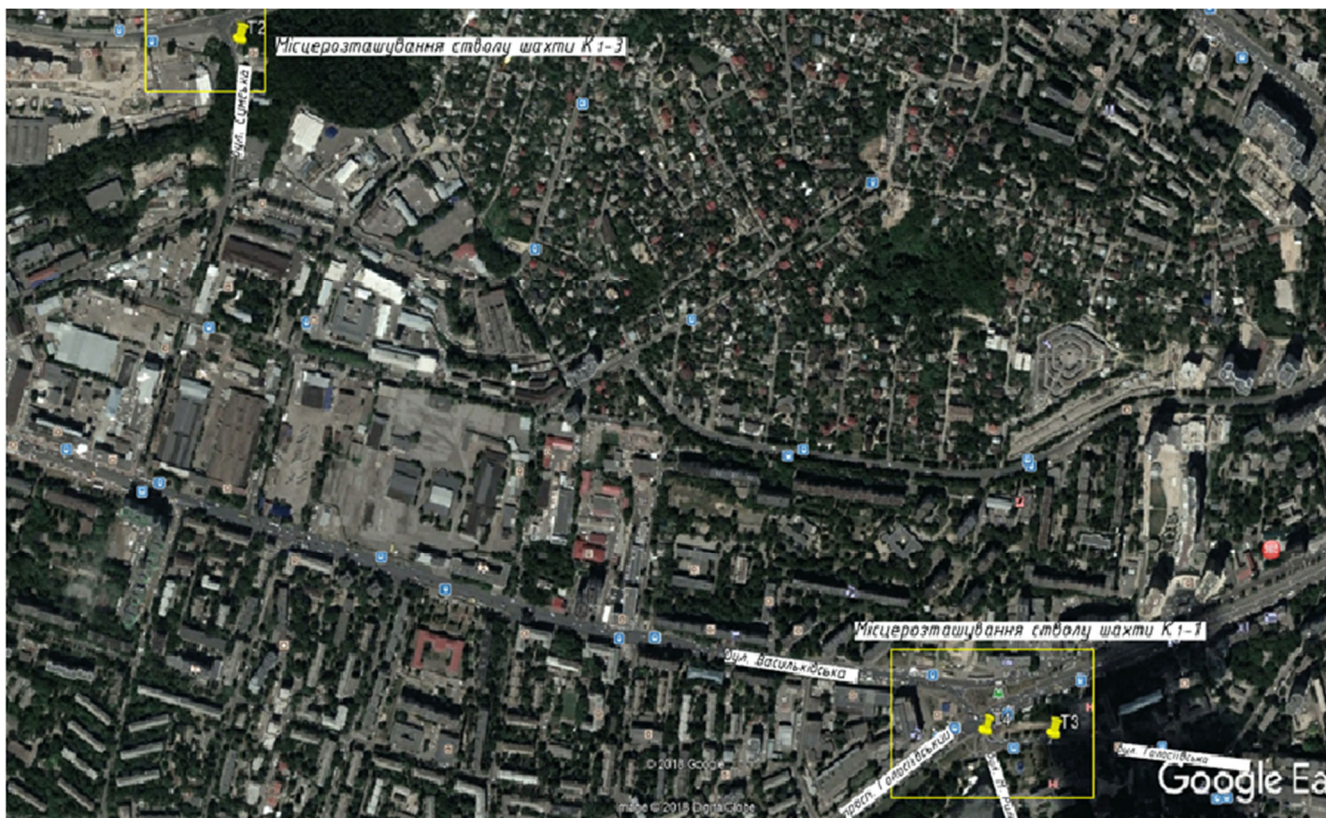


Рис. 1.1 Загальний вигляд місця розташування стволів колектору

Колектор має протяжну форму, захищений шаром пластику та виконує функцію каналізаційної магістралі між стволами К1-3 і К1-1. Уздовж його траси

спостерігається висока вологість і накопичення рідини, що створює специфічні умови для виконання геодезичних робіт. Захист обладнання від впливу вологи та регулярне очищення об'єктів є необхідною складовою робочого процесу.

Ствол К1-3, розташований на перехресті вулиць Кайсарова і Сумської, знаходиться на території з низькою щільністю забудови, серед якої переважають одноповерхові будівлі. Зі сходу і півночі розташовані промислові об'єкти, на півдні – автозаправна станція, а на заході – житлова забудова. Рельєф у цій зоні має перепади висот: на південний захід спостерігається пониження, а на північний схід – підвищення. Умови під'їзду до стволу зручні завдяки асфальтованим дорогам із невеликою інтенсивністю руху. На ділянці спостерігається густа рослинність, зокрема листяні дерева, які в зимовий період втрачають покрив.

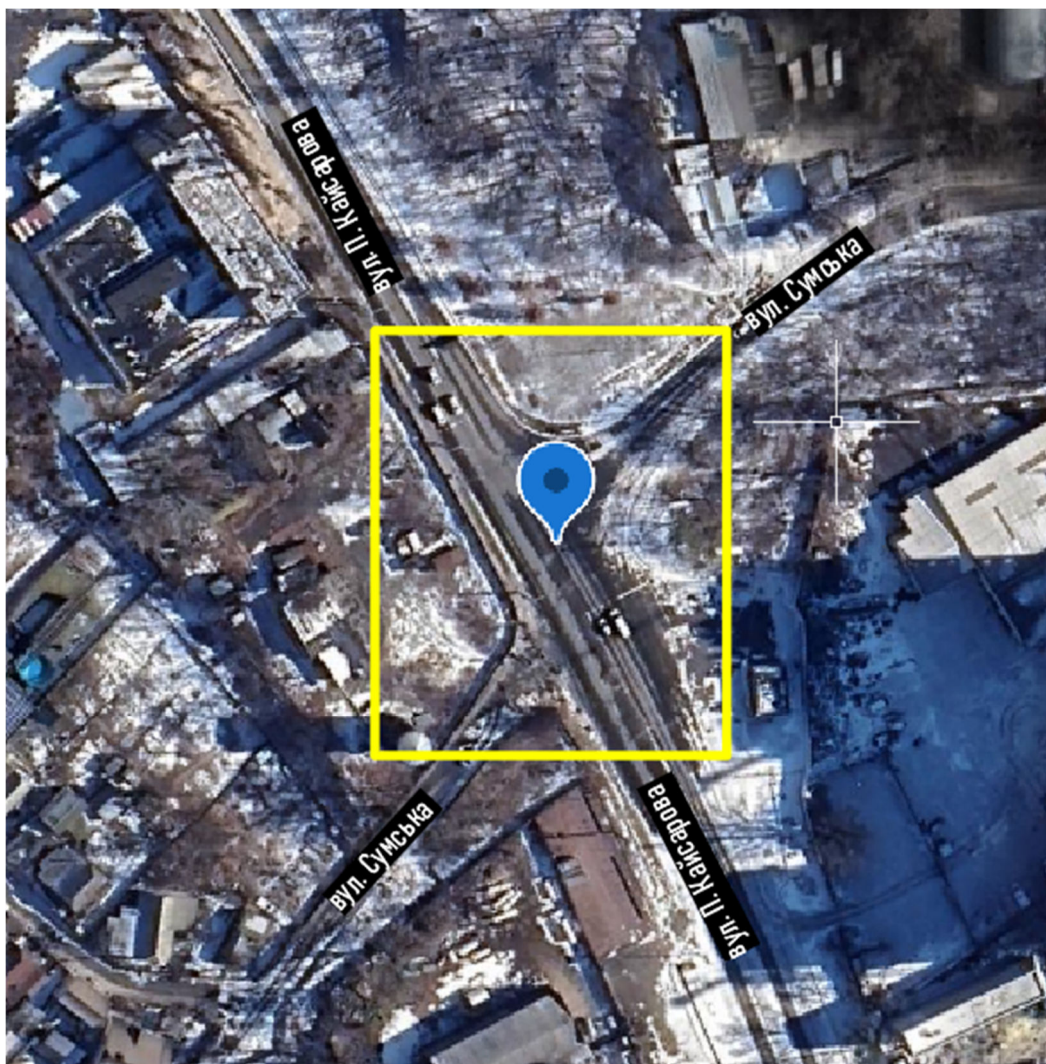


Рис 1.2 Місце розташування стволу шахти К<sub>1</sub>-3 по вул. Кайсарова

Ця територія придатна для виконання різних геодезичних вимірювань, включно з супутниковими методами. Низький рівень руху та впливу антропогенних факторів сприяє збереженню опорних пунктів геодезичної мережі. Ствол К1-3 має круглу форму зі стінками із металевих панелей, а спуск на дно забезпечується шахтним ліфтом.

Ствол К1-1 розташований на перехресті Голосіївського проспекту і вулиці Голосіївська. Територія навколо включає багатоповерхову забудову, храми, медичні заклади, а також об'єкти роздрібної торгівлі. Рельєф переважно пересічений, із незначним підвищенням біля Голосіївського проспекту. Рослинність представлена окремими деревами, що розташовані вздовж вулиці. Велика інтенсивність руху транспорту створює ризики для збереження геодезичних пунктів. Для їх захисту пункти були розташовані на віддалених ділянках та додатково закріплені спеціальними знаками.

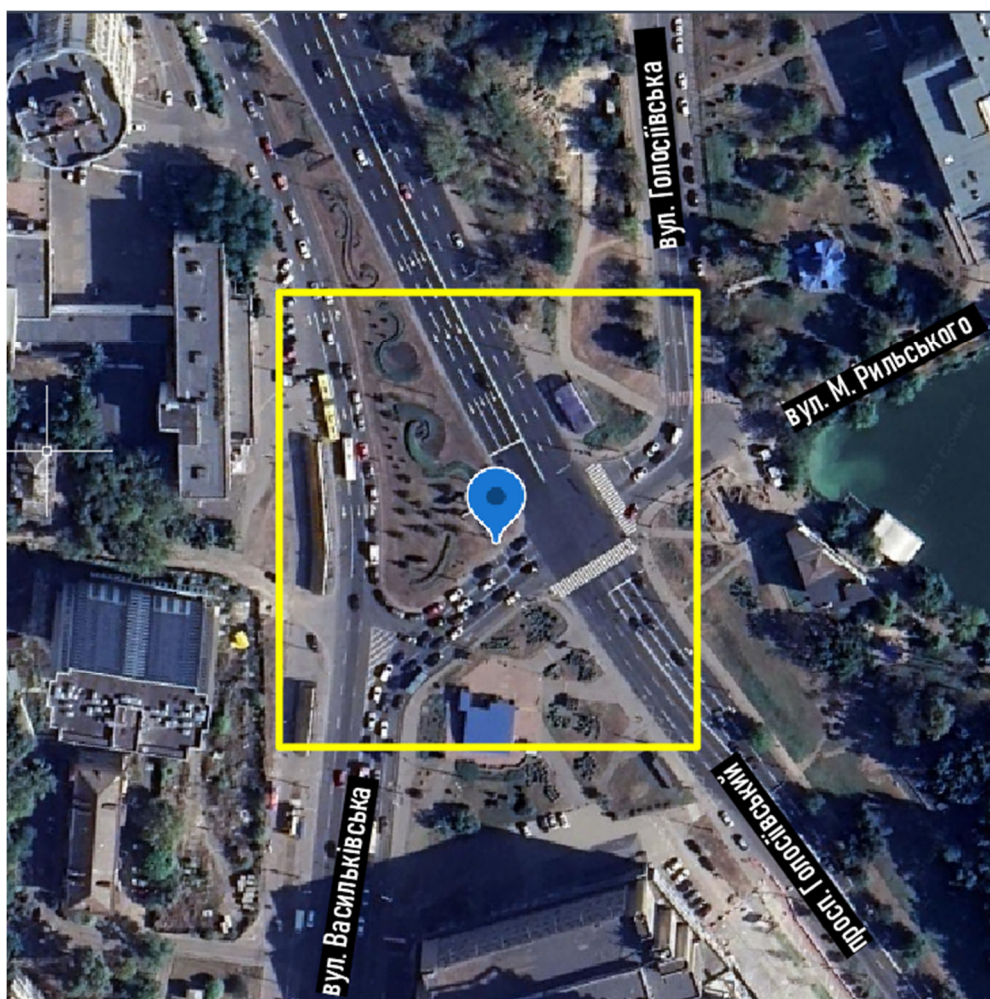


Рис 1.3 Місце розташування стволу шахти К<sub>1</sub>-1 на площі Голосіївській

Згідно із завданням, було виконано технічне обстеження Південно-західного каналізаційного колектора в Голосіївському районі м. Києва. Роботи включали комплекс геодезичних робіт, спрямованих на визначення геометричних параметрів та просторового положення колектора, а також оцінку його технічного стану.

## **1.2. Особливості виконання геодезичних робіт під землею**

Виконання геодезичних робіт під землею є складним і відповідальним процесом, що має вирішальне значення для будівництва, експлуатації та реконструкції підземних споруд, таких як тунелі, шахти, колектори та метрополітени. Ці роботи проводяться в умовах, які значно відрізняються від наземних, що потребує спеціального підходу та обладнання.

Перш за все, на підготовчому етапі важливо ретельно вивчити існуючу документацію, провести польові обстеження і заздалегідь оцінити геологічні та техногенні особливості підземного середовища. Планування геодезичних робіт включає розробку схем опорних мереж, вибір методів вимірювання і створення графіка робіт із врахуванням специфіки об'єкта.

Для виконання підземних вимірювань застосовуються високотехнологічні прилади, зокрема лазерні сканери, які дозволяють швидко створювати тривимірні моделі об'єктів, що особливо актуально для складних інженерних конструкцій, електронні тахеометри, лазерні далекоміри, нівеліри, які адаптовані до роботи в умовах обмеженого простору, низької освітленості та інших специфічних умов, також активно використовуються гіроскопічні інструменти для визначення просторової орієнтації, що є важливим при будівництві тунелів та колекторів великої протяжності.

Однією з основних задач є створення опорної геодезичної мережі. За звичайних умов пункти мережі закріплюються в землі за допомогою спеціальних закладних знаків, дюбелів або інших кріпильних елементів. Проте у випадку з колекторами, які виконані з пластикових труб, свердління чи забивання кріпильних елементів у стінки колектора є неприпустимими, щоб уникнути пошкодження

конструкції. У таких випадках пункти рекомендується встановлювати на додаткових металевих або бетонних платформах, які надійно фіксуються на дні колектора без порушення його конструкції. У разі значної вологості чи наявності потоку рідини на дні колектора пункти можуть додатково захищатися герметичними корпусами.

Однак в нашому випадку, було прийнято рішення використовувати плівкові відбивачі, які були закріплені на стінах колектора.

Оскільки колектор це підземна комунікація, постає нова задача, а саме, передати координати і висоти з поверхні землі на дно колектора.

Передача координат на дно колектора може здійснюватись через спеціально створені технологічні отвори за допомогою приладу вертикального проектування. Для цього використовуються два методи: метод двох висків та метод двох стовбурів. Спочатку осі та координати передаються окремо у кожному стволі за допомогою методу двох висків, а після прокладання опорної мережі по осі колектора виконується контроль передачі осей за методом двох стовбурів.

Важливою особливістю підземних робіт є недостатня освітленість. У більшості колекторів відсутнє природне або постійне штучне освітлення, що значно ускладнює роботу з геодезичними приладами. Для вирішення цієї проблеми використовуються портативні джерела світла, такі як потужні ліхтарі або прожектори з кріпленням на стінках чи стелі. Сучасні геодезичні прилади також можуть бути оснащені власними системами підсвітки, що полегшує зчитування показників у темних умовах. Особливу увагу слід приділяти розташуванню джерел світла, щоб уникнути появи відблисків на оптичних елементах приладів.

При виконанні геодезичних робіт у підземному середовищі важливим аспектом є дотримання заходів безпеки. Високий рівень ризиків, таких як газова небезпека, обвали або загроза затоплення, потребує використання засобів індивідуального захисту та постійного моніторингу стану середовища. У цьому контексті геодезисти мають проходити обов'язковий інструктаж і використовувати сучасні пристрої для аналізу навколишнього середовища.

### 1.3. Вимоги щодо точності виконання геодезичних робіт

Виконання геодезичних робіт під землею регламентується низкою нормативних документів, серед яких є ДБН В.1.3-2:2010, ДСТУ Б В.2.1-1-2017, Інструкція по геодезичним та маркшейдерським роботам При будівництві транспортних тунелів ВСН 160-69, а також галузеві стандарти, що стосуються конкретних видів робіт. Точність вимірювань залежить від призначення об'єкта, використовуваних методів і технологій, а також особливостей підземного середовища. Відносна помилка в побудові підземних опорних геодезичних мереж відповідно до ДСТУ Б В.2.1-1-2017 не повинна перевищувати 1:10,000 для локальних мереж і 1:50,000 для магістральних тунелів чи великих підземних споруд.

ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві" встановлює загальні правила проектування, виконання та приймання геодезичних робіт під час будівництва. Зокрема, у ньому наведено вимоги до точності створення опорних геодезичних мереж, які є базою для виконання розмічувальних та контрольних робіт при будівництві підземних комунікацій.

Згідно з таблицею 1 цього ДБН, середні квадратичні похибки побудови геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика залежать від класу наслідків (відповідальності) об'єкта та площі забудови. Для об'єктів класу СС2 з площею забудови від 10 до 100 тис. м<sup>2</sup> допустимі похибки становлять:

*Таблиця 1.1*

Параметр	Допустима похибка
Кутові вимірювання	5''
Лінійні вимірювання	5 мм для L до 50 м, L/10000 для L понад 50 м
Нівелювання на 1 км подвійного ходу	5мм (за програмою III класу відповідно до інструкції з нівелювання)

Допустимі похибки для об'єктів класу СС2

Для об'єктів класу ССЗ з площею забудови більше ніж 100 тис. м<sup>2</sup> допустимі похибки становлять:

Таблиця 1.2

Параметр	Допустима похибка
Кутові вимірювання	3''
Лінійні вимірювання	2 мм для L до 50 м, L/25000 для L понад 50 м
Нівелювання на 1 км подвійного ходу	3мм (за програмою III класу відповідно до інструкції з нівелювання)

#### Допустимі похибки для об'єктів класу ССЗ

Ці вимоги обґрунтовані необхідністю забезпечення точності при монтажі та з'єднанні елементів підземних комунікацій, що впливає на їхню надійність та безпеку експлуатації.

Оскільки колектор є великою підземною спорудою, що потребує високої точності для надійної експлуатації та мінімізації ризиків аварій, доцільно використовувати нормативи для об'єктів класу ССЗ.

Окрім цього, для забезпечення належної точності виконання геодезичних робіт використовується Інструкції з топографічного знімання в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98). Для поставленої роботи використовуватись буде масштаб 1:500, вимоги будуть наступними:

Таблиця 1.3

Вид точності	Граничні середні квадратичні похибки (м)
Планова точність координат пунктів основи	0,07
Висотна точність визначення пунктів	0,05

Допустимі похибки геодезичних вимірювань

Таблиця 1.4

<b>Вид вимірювань</b>	<b>Граничні середні квадратичні похибки (м)</b>
Лінійні вимірювання	1:2000 довжини, але $\leq 2$ см
Кутові вимірювання	$\leq 20''$
Перевищення між суміжними точками	$\leq 5$ мм
Лінійні вимірювання	1:2000 довжини, але $\leq 2$ см

Допустимі розходження при контролі пунктів геодезичної основи

Таблиця 1.5

<b>Вид контролю</b>	<b>Допустиме розходження (м)</b>
Положення планових пунктів основи	$\leq 0,05$
Висотне положення пунктів	$\leq 0,03$

Вищі вимоги до точності, у порівнянні з класом СС2, є виправданими через значну довжину колектора, необхідність точного з'єднання його елементів та уникнення можливих деформацій. Умови експлуатації: висока вологість, можливі ерозійні процеси підвищують ризики, тому точність повинна відповідати рівню магістральних тунелів і підземних споруд. Застосування більш точних методів зменшить похибки у визначенні просторового положення колектора, що критично для його подальшого обслуговування та ремонту.

ДБН А.2.1-1-2008 "Інженерні вишукування для будівництва" встановлює вимоги до точності створення опорних геодезичних мереж. Зокрема, для планових опорних мереж 1-го розряду середня квадратична похибка становить 5 мм, а для 2-го розряду — 10 мм. Для висотних мереж II класу гранична нев'язка в полігонах та окремих ходах становить 5 мм на кілометр ходу.

Відмінності у допустимих похибках між різними документами обумовлені різними цілями та умовами виконання геодезичних робіт. ДБН В.1.3-2:2010

орієнтований на геодезичні роботи безпосередньо на будівельному майданчику, де потрібна висока точність для забезпечення правильного монтажу конструкцій. Натомість ДБН А.2.1-1-2008 стосується створення опорних геодезичних мереж на більш масштабних територіях, де вимоги до точності можуть бути менш жорсткими.

Для забезпечення високої точності всі прилади мають проходити регулярне калібрування відповідно до ДСТУ ISO 17123-3:2006 з інтервалом не більше 6 місяців при роботі в агресивному середовищі. Стабільність марок і знаків опорних мереж повинна забезпечуватися з точністю до 2 мм відповідно до ДБН В.1.3-2-2010. Усі вимірювальні дані підлягають обробці з використанням методів середніх квадратичних відхилень згідно з ДСТУ Б В.2.8-7:2011, а результати мають бути оформлені відповідно до ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Чітке дотримання цих вимог забезпечує високу якість геодезичних робіт і відповідність виконаних робіт проектним рішенням.

## РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ ОПОРНОЇ ПЛАНОВО-ВИСОТНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ

### 2.1. Визначення необхідної точності виконання геодезичних вимірювань

Згідно з технічними умовами будівництва колектора, споруда відноситься до класу наслідків ССЗ, що вимагає високої точності виконання геодезичних вимірювань. Відповідно, точність визначення планового та висотного положення колектора не повинна перевищувати значень, наведених в Інструкції з топографічного знімання ГКНТА-2.04-02-98 для масштабу 1:500.

Необхідна точність визначення просторового положення колектора:

*Таблиця 2.1*

Параметр визначення	Середня квадратична похибка
Планове положення точок колектора	70 мм
Висотне положення точок колектора	50 мм

Для визначення необхідної точності створення опорної геодезичної мережі використовується принцип рівного впливу, за яким точність опорної геодезичної мережі повинна бути щонайменше втричі вищою за точність виконання вимірювань, за формулою:

$$m_0 = \frac{m_r}{3}, \quad (2.1)$$

де,  $m_0$  – середня квадратична похибка створення опорної геодезичної мережі,  
 $m_r$  – середня квадратична похибка визначення просторового положення об'єкта.

Таким чином, необхідна точність створення опорної геодезичної мережі для будівництва колектора становить:

- Планова точність:

$$\frac{70}{3} \approx 23\text{мм}$$

- Висотна точність:

$$\frac{50}{3} \approx 17\text{мм}$$

Отримані розрахункові значення необхідної точності створення опорної геодезичної мережі представлені у таблиці 2.1

Таблиця 2.2

<b>Вид точності</b>	<b>Середня квадратична похибка</b>
Планова точність створення мережі	23 мм
Висотна точність створення мережі	17 мм

В Інструкції по геодезичним та маркшейдерським роботам При будівництві транспортних тунелів ВСН 160-69, точність побудови вказана:

Таблиця 2.3

<b>Вид точності</b>	<b>Середня квадратична похибка</b>
Планова точність створення мережі	25 мм
Висотна точність створення мережі	30 мм

Дотримання наведених вище вимог щодо точності геодезичних вимірювань дозволить забезпечити точне просторове положення колектора, що є критичним для подальшої надійної експлуатації споруди та її технічного обслуговування.

## **2.2. Створення надземної планово-висотної опорної геодезичної мережі**

Планова опорна геодезична мережа на поверхні Землі складається з двох окремих, незалежних одна від одної лінійно-кутових мереж. Ці мережі створені в місцях виходу стволів колектора на поверхню для подальшого забезпечення точності передачі координат із GNSS мережі до вертикальних створів, облаштованих у стволах № 1 та № 3 колектора.

Таблиця 2.3

№ з/п	Індекс пункту по БГД	Назва пункту	Клас пункту	В проекції Гаусса-Крюгера, м				Висота над рівнем моря, м	Клас нивел.
				x	m <sub>x</sub>	y	m <sub>y</sub>		
1	GLSV	Голосіїв	УПМ ГНСС	41 587.736		25 460.812		200.85	ГНСС/нів
2	RIGC	НДІГК	2	48 774.479		26 812.920		152.06	ГНСС/нів
3		T001	4	45 534.886	0.0059	24 689.659	0.0030	145.06	ГНСС/нів.
4		T002	4	45 513.889	0.0058	24 771.359	0.0027	150.07	ГНСС/нів.
5		T003	4	45 319.998	0.0030	26 502.290	0.0022	121.88	ГНСС/нів.
6		T004	4	45 261.984	0.0033	26 410.471	0.0026	126.25	ГНСС/нів.

Зокрема, планова опорна геодезична мережа, що розташована біля стволу № 1, включає п'ять пунктів, між якими проведено комплексні лінійні та кутові вимірювання у всіх напрямках. Вихідними пунктами для створення цієї мережі слугували пункти GNSS-мережі з відомими координатами: пункт T3 ( $X=45319,998$  м,  $Y=26502,290$  м) та пункт T4 ( $X=45261,984$  м,  $Y=26410,471$  м). Дані координати були попередньо визначені під час виконання GNSS-спостережень на етапі підготовчих геодезичних робіт.

Біля кожного стволу створювалась закладалась пара пунктів, координати яких визначались за допомогою ГНСС вимірювань, статичним методом. Тривалість сеансу спостережень - 1 година. Ці пункти служили вихідними в лінійно-кутовій мережі, яка створювалах біля стволу колектора. У лінійно кутову мережу включались пункти UU1, UU2, VV1 – VV3, що фіксують верхні частини вертикальних створів, які використовувались для передачі координат у колектор.

Для забезпечення точності вимірювань та надійності закріплення, пункти планової опорної геодезичної мережі були суміщені з пунктами висотної геодезичної мережі. У місцях з твердим покриттям (асфальт, бетон) для закріплення пунктів використовувалися металеві дюбелі, на яких додатково виконувалися керни або отвори діаметром близько 1 мм. Ці конструктивні особливості дозволяли точно центрувати геодезичні прилади під час виконання вимірювань.

На рисунку 2.1 представлена схема планової опорної геодезичної мережі, побудованої поблизу стволу № 1 колектора.

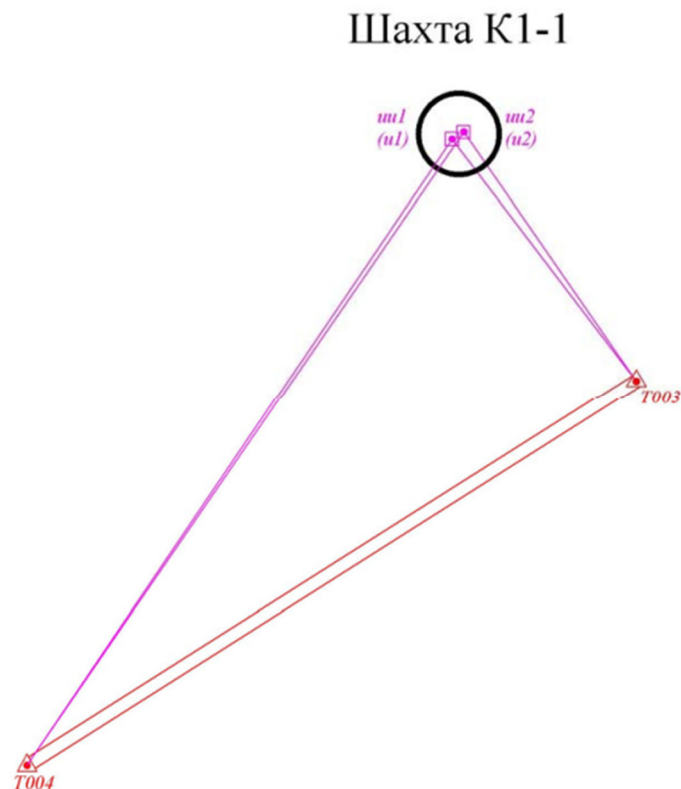


Рис. 2.1 Схема планової опорної геодезичної мережі біля стволу 1

Загальна кількість пунктів планової опорної геодезичної мережі, розташованої біля стволу № 1, складає 5 пунктів. Структура зазначеної мережі включає такі основні пункти:

- $T003$ ,  $T004$  – вихідні пункти планової опорної геодезичної мережі, координати яких визначені GNSS-методом;
- $UU1$ ,  $UU2$  – пункти, що фіксують верхні частини вертикальних створів у стволі № 1 колектора.

Виконання геодезичних вимірювань напрямків здійснювалося за методикою кругових прийомів у два прийоми відповідно до вимог полігонометрії 1-го розряду. Під час кожного заходу вимірювання напрямків паралельно проводилося багаторазове вимірювання відстаней до інших пунктів лінійно-кутової мережі, при цьому кожна відстань визначалася шляхом усереднення результатів 10-ти послідовних вимірювань.

З метою підвищення точності визначення координат пунктів та зниження впливу похибок центрування, кутові та лінійні вимірювання на ключових пунктах

T3, T4 та P3 здійснювалися з використанням трьохштативної системи центрування геодезичних приладів.

Результати обробки та вирівнювання геодезичних вимірювань планової опорної геодезичної мережі біля стволу № 1 колектора наведено на рисунку 2.2.

Результати урівнювання											
Станція	Координати		Дирекционн. углы			Наблюд. пункт	Длины сторон (м)	Ср. квадр. ошибки			Отн. ошибки сторон
	X (м)	Y (м)	гр	мин	сек			X (м)	Y (м)	сторон (м)	
P3	45354.3307	26474.5779	214	46	5.9	T004	112.4172	0.0022	0.0039		
			141	5	27.2	T003	44.1214				
			358	56	53.8	UU1	2.1005				
			28	19	43.3	UU2	3.5694				
UU1	45356.4309	26474.5394					0.0046	0.0040			
UU2	45357.4727	26476.2717					0.0042	0.0045			
Средняя квадр. ошибка направления			0.6								
Средняя квадр. ошибка расстояния			0.002								

Рис. 2.2 Результати вирівнювання геодезичних вимірювань опорної геодезичної мережі біля стволу 1.

Планова опорна геодезична мережа, створена біля стволу № 3 колектора, складається з 7 пунктів. Між цими пунктами були проведені комплексні лінійні та кутові вимірювання в усіх напрямках. Як вихідні пункти для побудови цієї мережі були обрані пункти GNSS-мережі T1 ( $X=45534,886$  м,  $Y=24689,659$  м) і T2 ( $X=45513,889$  м,  $Y=24771,359$  м). Координати зазначених пунктів були попередньо визначені під час проведення GNSS-вимірювань на початковому етапі геодезичних робіт.

Схема планової опорної геодезичної мережі біля стволу № 3 колектора представлена на рисунку 2.3.

### Шахта К1-3

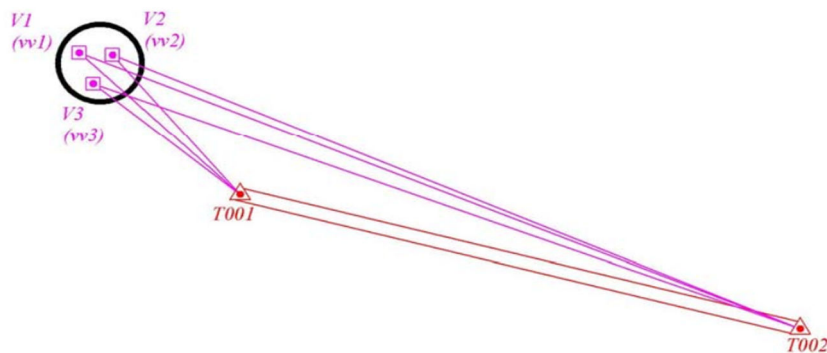


Рис. 2.3 Схема планової опорної геодезичної мережі біля стволу 3

Пункти планової опорної геодезичної мережі були суміщені з пунктами висотної геодезичної мережі. У місцях з твердим покриттям (асфальт, бетон) пункти планової опорної геодезичної мережі закріплювались за допомогою металевих дюбелів, на яких додатково виконувалися керни або отвори діаметром близько 1 мм для точного центрування геодезичних приладів.

Загальна кількість пунктів планової опорної геодезичної мережі біля стволу № 3 колектора становить 7 пунктів. Структура мережі наступна:

- *T001, T002* – вихідні пункти GNSS-мережі;
- *ST1* – центральний пункт планової опорної геодезичної мережі;
- *D1* – додатковий орієнтирний пункт;
- *VV1, VV2, VV3* – пункти, що фіксують верхні частини вертикальних створів у стволі № 3 колектора.

Вимірювання напрямків на пунктах геодезичної мережі виконувались у два прийоми методом кругових заходів, згідно з програмою 1-го розряду полігонометрії. Паралельно з кожним вимірюванням напрямків проводились багаторазові вимірювання відстаней до інших пунктів мережі, при цьому кожна відстань визначалася шляхом усереднення результатів десяти прийомів.

Кутові та лінійні вимірювання виконувались на пунктах *ST1, T1, T2, V1, V3*. Пункт *D1*, закріплений на стіні стволу, використовувався лише як орієнтирний. Пункт *VV2*, через складність встановлення приладу, використовувався виключно як точка наведення. Для забезпечення максимальної точності вимірювань та мінімізації похибок центрування на пунктах *T1, T2* та *ST1* використовувалася трьохштативна система центрування.

Результати вирівнювання геодезичних вимірювань планової опорної мережі біля стволу № 3 колектора наведені на рисунку 2.4.

:Станция	:наблюд.	:Измеренные	:Поправ:	Уравненные	:Измеренн.	:Поправ:	Уравненн
:	: точка	:направления:	сек	:направления:	расстоян	мм	:расстоян
:ST1	:D1	:359 59 59.7:	0.0:	359 59 59.7:	7.9164:	3.2:	7.9196:
:	:VV1	: 10 55 51.9:	-0.3:	10 55 51.6:	7.2155:	0.0:	7.2155:
:	:VV2	: 51 6 6.6:	-0.3:	51 6 6.3:	4.0371:	-0.0:	4.0371:
:	:VV3	:325 40 33.8:	-0.3:	325 40 33.5:	3.8137:	-0.0:	3.8137:
:	:T001	:199 54 4.9:	-2.3:	199 54 2.6:	25.2504:	2.1:	25.2525:
:	:T002	:175 47 23.6:	1.5:	175 47 25.1:	106.7729:	-1.6:	106.7713:
:T002	:ST1	: 19 54 8.6:	0.0:	19 54 8.6:	106.7754:	-4.1:	106.7713:
:	:T001	: 12 52 55.4:	-13.7:	12 52 41.7:	84.3601:	-5.1:	84.3550:
:	:D1	: 20 11 47.0:	-12.7:	20 11 34.3:	114.6737:	-2.7:	114.6710:

#### Р е з у л ь т а т ы у р а в н и в а н и я

:Станция	координаты		:дирекционн.	:наблюд.	:длины	Ср. квадр.	
:	X	Y	: углы	: пункт	: сторон	X	Y
:	(м)	(м)	: гр мин сек:	:	(м)	(м)	(м)
:ST1	: 45552.9121:	: 24671.9743:	:295 38 48.9:	:D1	: 7.9196:	:	:
:	:	:	:306 34 40.9:	:VV1	: 7.2155:	:	:
:	:	:	:346 44 55.6:	:VV2	: 4.0371:	:	:
:	:	:	:261 19 22.8:	:VV3	: 3.8137:	:	:
:	:	:	:135 32 51.9:	:T001	: 25.2525:	:	:
:	:	:	:111 26 14.3:	:T002	: 106.7713:	:	:
:T002	: 45513.8890:	: 24771.3590:	:291 26 14.3:	:ST1	: 106.7713:	:	:
:	:	:	:284 24 47.4:	:T001	: 84.3550:	:	:
:	:	:	:291 43 40.0:	:D1	: 114.6710:	:	:
:D1	: 45556.3399:	: 24664.8350:	:	:	:	:0.0015:	:0.0031:
:VV1	: 45557.2119:	: 24666.1799:	:	:	:	:0.0029:	:0.0039:
:VV2	: 45556.8417:	: 24671.0489:	:	:	:	:0.0047:	:0.0011:
:VV3	: 45552.3367:	: 24668.2042:	:	:	:	:0.0007:	:0.0048:

Средняя квадр. ошибка направления 3.7  
Средняя квадр. ошибка расстояния 0.003

Рис. 2.4 Результати вирівнювання геодезичних вимірювань опорної геодезичної мережі біля стволу 3.

#### Засоби вимірювальної техніки, що застосовуються під час вимірювань

- Тахеометр електронний Sokkia SET630RK № 345872, фірми „Sokkia Co., Ltd.” (Японія). Діапазон вимірювань горизонтального кута – від 0 до 360°, вертикального кута – від мінус 55° до 55°, вимірювання відстані за допомогою призми – від 1,5 до 5000 м, у режимі «без відбивача» - від 1,5 до 250 м. Середня квадратична похибка вимірювання одним прийомом горизонтального кута – 5", вертикального кута – 5", відстані з застосуванням призми –  $(2,0 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм, у режимі без відбивача – 2 мм.

- Нівелір Ni-007 № 00688, ГОСТ 10528-90. Діапазон вимірювань від 1,5 м. Середня квадратична похибка вимірювання перевищення на 1 км подвійного нівелірного хода – 0,7 мм.
- Рейка нівелірна інварна № 35486. Діапазон вимірювань від 50 до 2000 мм. Ціна поділки 0,5 мм.
- Прилад вертикального проектування DZj-2 № 05480. Діапазон вимірювання від 0 до 100 м. Середня квадратична похибка вимірювань: в оптичному режимі – 1 мм на 100 м, в лазерному режимі 10 мм на 100 м.
- Рулетка металева.

Усі ЗВТ, які були застосовані при вимірювання, були повірені або калібровані в встановленому порядку.

### **2.3. Методи передачі координат і висот у підземні виробки**

Вибір методу передачі координат на дно колектора визначається формою і розмірами самого колектора, умовами виконання робіт та доступністю відповідного геодезичного обладнання. Завдяки використанню сучасних геодезичних приладів значно підвищується точність передачі координат, що стає можливим завдяки виконанню надлишкових вимірювань і подальшому їх вирівнюванню та контролю точності отриманих результатів. Основні методи передачі координат і їх характеристики наведені у таблиці 2.4

Таблиця 2.4

## Характеристики основних способів передачі координат і їх точність

№ пп	Название	Точность (m <sub>0</sub> )	Идея способа
1	2	3	4
	Магнитный способ	5'	На поверхности земли, на линии с известным дирекционным углом с помощью буссоли определяют склонение магнитной стрелки. Затем с буссолью спускаются в подземную выработку и по магнитной стрелке, с учетом склонения, определяют дирекционный угол оси выработки или закрепленного направления.
	Способ створа двух отвесов	до 30"	Для ориентирования применяют два отвеса, опущенных в ствол шахты и закрепленных на поверхности в створе линии с известным дирекционным углом. В подземной выработке в створе двух отвесов устанавливают теодолит, с помощью которого задают исходное направление.
	Способ двух шахт	до 8"	В подземной выработке прокладывается полигонометрический ход, который привязывается к двум опущенным с поверхности отвесам с известными координатами в начале и конце (в промежутке) хода.
	Гироскопическое ориентирование	2" – 3"	С помощью гиротеодолита измеряется азимут направления в любом месте подземной выработки.
	Автоколлимационный способ	8"	Для измерений применяют два автоколлимационных теодолита, один из которых устанавливают на поверхности, а другой - в подземной выработке, а также три зеркальных поворотных устройства: верхнее (ВПУ), среднее (СПУ) и нижнее (НПУ). Совмещение визирных лучей (теодолит на поверхности – ВПУ; ВПУ–СПУ; СПУ–НПУ; НПУ – теодолит) в подземной выработке в одной плоскости позволяет получить дирекционный угол линии в подземной выработке.
	Способ соединительного треугольника	10" – 12"	В ствол опускают два отвеса и на поверхности земли путем необходимых измерений определяют дирекционный угол плоскости двух отвесов, который принимается за исходный базис для определения дирекционного угла линии подземной полигонометрии.

Проведений аналіз способів орієнтування дозволяє зробити такі висновки:

1. Метод орієнтування за двома вертикальними шахтами дозволяє безпосередньо визначити дирекційний кут лінії підземної полігонометрії в самому колекторі. Однак застосування цього способу можливе лише за наявності щонайменше двох вертикальних стволів і є ефективним у випадках, коли траса тунелю має прямолінійну форму або характеризується великим радіусом кривизни.

2. Метод орієнтування за допомогою з'єднувального трикутника є надійним, оскільки передбачає надлишкові вимірювання, що дозволяють провести подальше вирівнювання результатів і досягти необхідної точності.

З огляду на переваги обох методів, орієнтування координат у підземних виробках було здійснено двоетапно.

На першому етапі координати передавались окремо для кожного зі стволів методом з'єднувальних трикутників. На другому етапі, після створення підземної полігонометричної мережі, проводився додатковий контроль орієнтування методом двох вертикальних шахт.

### **Спосіб передачі осей за допомогою з'єднувальних трикутників**

Розглянемо технологію передачі координат на дно котловану, за допомогою способу з'єднувального трикутника. Відповідна геометрична схема орієнтування наведена на рис. 2.5. У вертикальному стволі задаються два вертикальних створи, що позначені як  $O_1$  та  $O_2$ . В точці  $A$ , яка знаходиться на поверхні біля ствола, проводяться вимірювання кута  $\alpha$  між напрямками на ці створи, а також прилеглого кута  $\omega$ . Крім того, вимірюються лінійні відстані: відстань  $a$  між створами, а також відстані  $b$  і  $c$  від тахеометра до кожного з цих створів. Таким чином, на поверхні буде сформований з'єднувальний трикутник  $ABC$ , у якому відомі три сторони ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) та один кут  $\alpha$ . На основі отриманих результатів, за вихідним дирекційним напрямком  $AT_1$ , прилеглим кутом  $\omega$  і вимірним кутом  $\alpha$  трикутника, визначаються дирекційні кути площини створів  $O_1$ ,  $O_2$ .

Безпосередньо у колекторі поблизу ствола закріплюється точка  $A_1$ . В цій точці проводяться аналогічні вимірювання: кути  $\alpha_1$  і  $\omega_1$ , а також сторони підземного трикутника ( $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$ ). Використовуючи попередньо визначений дирекційний кут площини створів, за вимірним прилеглим кутом  $\omega_1$  розраховується дирекційний кут лінії  $A_1D_1$  у колекторі. Точність орієнтування істотно залежить від геометрії утворених з'єднувальних трикутників. Тому точки для встановлення створів обираються таким чином, щоб отримати оптимальну форму трикутника, де



вертикальних створів. Після проведення відповідних вимірювань обов'язково здійснюється контроль отриманих результатів через перевірку суми кутів у трикутнику. Фактичні значення виміряних кутів порівнюються з теоретичними, при цьому допустимі розбіжності повинні бути не більше 10" на поверхні та не більше 15" у колекторі.

Процес обчислення результатів при передачі координат методом з'єднувальних трикутників включає наступні етапи:

1. За отриманими в ході вимірювань сторонами трикутника ( $a$ ,  $b$ ) та відомим кутом  $\alpha$  виконується розрахунок величини гострого кута  $\beta$  і довжини сторони  $c$ :

$$\begin{aligned} \sin \beta &= \frac{b}{a} \sin \alpha \\ c_{\text{вир}} &= b * \cos \alpha + a * \cos \beta, \end{aligned} \quad (2.2)$$

2. Здійснюється контроль отриманої довжини сторони шляхом її порівняння з фактично виміряною, визначаючи величину нев'язки  $f_s$ :

$$f_s = c_{\text{визнач}} - c_{\text{вимір}}, \quad (2.3)$$

3. Виявлене значення  $f_s$  рівномірно розподіляють між усіма трьома виміряними сторонами:

$$\begin{cases} (a) = -\frac{f_s}{3}; \\ (b) = -\frac{f_s}{3}; \\ (c) = +\frac{f_s}{3}. \end{cases} \quad (2.4)$$

4. Розраховуються допустимі межі нев'язок для з'єднувальних трикутників, що розташовані на поверхні та у колекторі:

$$\begin{aligned} f_{s \text{ доп}} &= 1,6\sqrt{3} = 2,2\text{мм}; \\ f_{s \text{ доп}} &= 2,4\sqrt{3} = 4,1\text{мм}. \end{aligned} \quad (2.5)$$

5. На основі вирівняних довжин сторін визначаються кути  $\beta_{\text{вир}}$  та  $\gamma_{\text{вир}}$ , при цьому кут  $\alpha$  залишається незмінним.

$$\begin{cases} \sin\beta_{\text{вир}} = \frac{b_{\text{виправ}}}{a_{\text{виправ}}} \sin\alpha \\ \sin\gamma_{\text{вир}} = \frac{c_{\text{виправ}}}{a_{\text{виправ}}} \sin\alpha \end{cases}, \quad (2.6)$$

Сума вирівняних кутів кожного з'єднувального трикутника повинна становити рівно  $180^\circ$ , з максимально допустимим відхиленням не більше  $0,3''$ .

6. Обчислення дирекційного кута прилеглої сторони підземної полігонометрії ( $A_1D_1$ ) виконується для кожного вертикального створу окремо. Вихідними даними для цього слугують дирекційний кут лінії  $AT$ , що знаходиться на поверхні, а також значення вимірних прилеглих кутів  $\omega$ ,  $\omega_1$  і зрівняних кутів трикутників.

З трьох отриманих результатів береться середнє арифметичне значення, допустиме відхилення від якого становить не більше  $25''$ .

Координати вихідних пунктів підземної полігонометрії обчислюються окремо за кожним положенням вертикальних створів, враховуючи розраховані дирекційні кути, координати вихідної точки  $A$ , а також зрівняні довжини сторін  $b$  і  $c$  як на поверхні, так і під землею. Середнє значення отриманих координат вважається остаточним результатом. Допустиме відхилення від цього середнього значення координат становить на рівні не більше  $3$  мм.

## 2.4. Передача координат з поверхні землі у колектор по створах

### Передача координат на дно колектора у стволу шахти К1-1

Передача координат на дно колектора у стволі шахти К1-1 здійснювалась із застосуванням модифікованого методу з'єднувальних трикутників. Для підвищення точності та надійності вимірювань на поверхні землі та в колекторі було сформовано два окремих з'єднувальних трикутники з пунктів геодезичної

мережі. На поверхні землі ці трикутники утворювались пунктами UU1, UU2, P3 та UU1, UU2, T3.

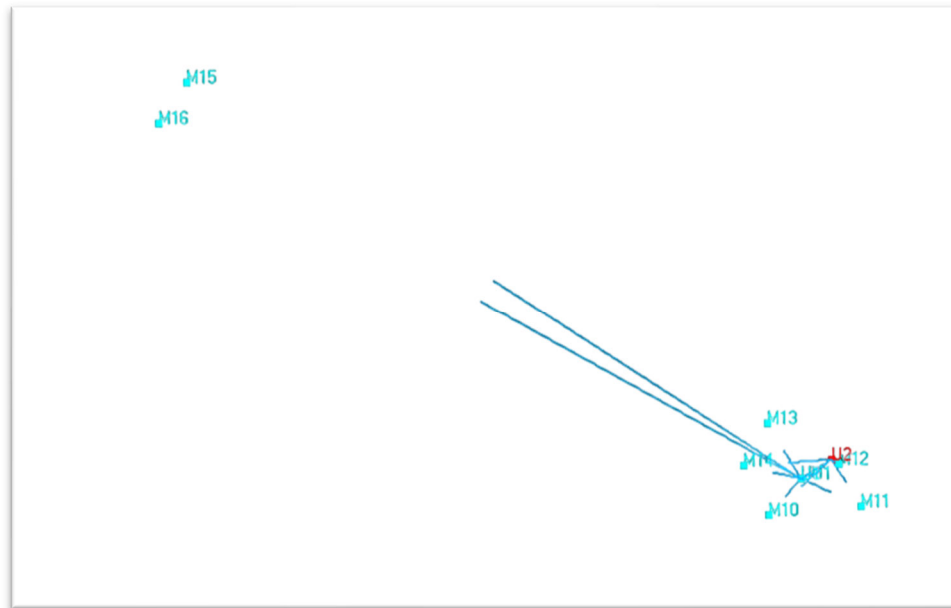


Рис. 2.6 Схема геодезичної мережі при передачі координат на дно колектора у стволі К1-1

Схема геодезичної мережі у стволі шахти К1-1, що використовувалась для передачі координат на дно колектора, представлена на рис. 2.6.

Передача координат у колекторі здійснювалась шляхом встановлення електронного тахеометра безпосередньо у вертикальному створі. Тахеометр орієнтувався на другий ствол шахти, після чого проводилися вимірювання закріплених пунктів геодезичної мережі, а саме пунктів M10, M11, M12, M13 і M14. В результаті були сформовані такі з'єднувальні трикутники: U1, U2, M10 і U1, U2, M11.

Пункти M15 та M16 були використані як пункти планової опорної геодезичної мережі, створеної безпосередньо в колекторі.

Результати виконаного вирівнювання вимірювань при передачі координат на дно колектора через ствол К1-1 наведені на рис. 2.7.

Измеренные и уравненные направления и стороны										
:Станция	:наблюд.	:Измеренные	:Поправ:	Уравненные	:Измеренн.	:Поправ:	Уравненн	:	:	:
:	: точка	:направления:	сек	:направления:	расстоян	мм	:расстоян	:	:	:
:U1	:M10	: 0 0 1.0:	0.0:	0 0 1.0:	2.6504:	-0.3:	2.6501:	:	:	:
:	:M11	:251 34 52.4:	-0.1:	251 34 52.3:	3.8008:	0.8:	3.8016:	:	:	:
:	:M15	: 79 59 9.2:	-0.1:	79 59 9.1:	41.2380:	-0.0:	41.2380:	:	:	:
:	:M16	: 76 13 45.0:	-0.1:	76 13 44.9:	41.4474:	-0.0:	41.4474:	:	:	:
:	:M13	:106 21 33.4:	-0.1:	106 21 33.3:	3.5824:	-0.0:	3.5824:	:	:	:
:	:M14	: 60 25 7.0:	-0.0:	60 25 7.0:	3.2818:	0.5:	3.2823:	:	:	:
:	:M12	:208 18 57.4:	-0.1:	208 18 57.3:	2.3329:	-0.8:	2.3321:	:	:	:
:	:U2	:197 11 12.2:	-0.3:	197 11 11.9:	2.0388:	-0.6:	2.0382:	:	:	:
:	:UU1	:197 11 12.4:	-0.1:	197 11 12.3:	0.0035:	-0.0:	0.0035:	:	:	:
:U2	:U1	: 17 11 10.7:	0.0:	17 11 10.7:	2.0383:	-0.1:	2.0382:	:	:	:
:	:M10	: 7 27 48.1:	-0.5:	7 27 47.6:	4.6375:	-0.9:	4.6366:	:	:	:
:	:M11	:283 56 39.4:	-0.3:	283 56 39.1:	3.0960:	-0.2:	3.0958:	:	:	:
:	:M12	:258 8 7.4:	-0.3:	258 8 7.1:	0.5164:	-1.5:	0.5149:	:	:	:
:	:M14	: 44 5 46.2:	-0.4:	44 5 45.8:	4.9666:	1.0:	4.9676:	:	:	:

Результаты уравнивания										
:Станция	Координаты		:Дирекционн.	Наблюд.	:длины	Ср. квадр.		:	:	:
:	X	Y	: углы	пункт	: сторон	X	Y	:с	:	:
:	(м)	(м)	: гр мин сек:	:	(м)	(м)	(м)	:	:	:
:U1	: 45356.4223:	26474.5250:	:221 47 27.9:	M10	: 2.6501:	0.0001:	0.0001:	:	:	:
:	:	:	:113 22 19.1:	M11	: 3.8016:	:	:	:	:	:
:	:	:	:301 46 36.0:	M15	: 41.2380:	:	:	:	:	:
:	:	:	:298 1 11.8:	M16	: 41.4474:	:	:	:	:	:
:	:	:	:328 9 0.2:	M13	: 3.5824:	:	:	:	:	:
:	:	:	:282 12 33.8:	M14	: 3.2823:	:	:	:	:	:
:	:	:	: 70 6 24.1:	M12	: 2.3321:	:	:	:	:	:
:	:	:	: 58 58 38.7:	U2	: 2.0382:	:	:	:	:	:
:	:	:	: 58 58 39.2:	UU1	: 0.0035:	:	:	:	:	:
:U2	: 45357.4727:	26476.2717:	:238 58 38.7:	U1	: 2.0382:	:	:	:	:	:
:	:	:	:238 58 38.7:	OR	: 2.0214:	:	:	:	:	:
:	:	:	:229 15 15.6:	M10	: 4.6366:	:	:	:	:	:
:	:	:	:145 44 7.2:	M11	: 3.0958:	:	:	:	:	:
:	:	:	:119 55 35.1:	M12	: 0.5149:	:	:	:	:	:
:	:	:	:265 53 13.8:	M14	: 4.9676:	:	:	:	:	:
:M10	: 45354.4464:	26472.7589:	:	:	:	:0.0003:	0.0003:	:	:	:
:M11	: 45354.9142:	26478.0147:	:	:	:	:0.0002:	0.0001:	:	:	:
:M15	: 45378.1386:	26439.4683:	:	:	:	:0.0005:	0.0007:	:	:	:
:M16	: 45375.8934:	26437.9359:	:	:	:	:0.0005:	0.0008:	:	:	:
:M13	: 45359.4653:	26472.6346:	:	:	:	:0.0007:	0.0005:	:	:	:
:M14	: 45357.1164:	26471.3169:	:	:	:	:0.0000:	0.0004:	:	:	:
:M12	: 45357.2158:	26476.7180:	:	:	:	:0.0000:	0.0000:	:	:	:
:UU1	: 45356.4241:	26474.5280:	:	:	:	:0.0004:	0.0007:	:	:	:

Рис. 2.7 Результати виконаного вирівнювання геодезичних вимірювань при передачі координат на дно колектора по стволу К1-1

### Передача координат на дно колектора у стволу шахти К1-3

Передача координат на дно колектора через ствол шахти К1-3 здійснювалася за допомогою модифікованого методу з'єднувальних трикутників. З метою підвищення точності та надійності результатів як на поверхні землі, так і всередині колектора, були створені декілька з'єднувальних трикутників з пунктів геодезичної мережі. Для цього було утворено три вертикальні створи VV1, VV2 та VV3.

Відповідно, на поверхні трикутники формувалися з різних комбінацій пунктів VV1, VV2, VV3, ST1 та T2.

Роботи з орієнтування колектора через ствол К1-3 мали додаткові труднощі, оскільки цей ствол не має безпосереднього виходу в колектор. На дні ствола К1-3 знаходиться бетонна плита, що містить технологічні отвори, через які здійснюється доступ до колектора. Отже, процес передачі координат і осей у колектор через ствол К1-3 проводився у два етапи. Перший етап включав передачу координат на дно ствола за модифікованим методом з'єднувальних трикутників та їх закріплення за допомогою катафодних марок М1, М2, М3, М4 та М5. На другому етапі координати передавалися безпосередньо в колектор методом лінійно-кутової засічки з використанням закріплених пунктів Т1, Т2, Т3.

Схема геодезичної мережі в стволі шахти К1-3, що демонструє передачу координат на дно колектора, представлена на рис. 2.8.

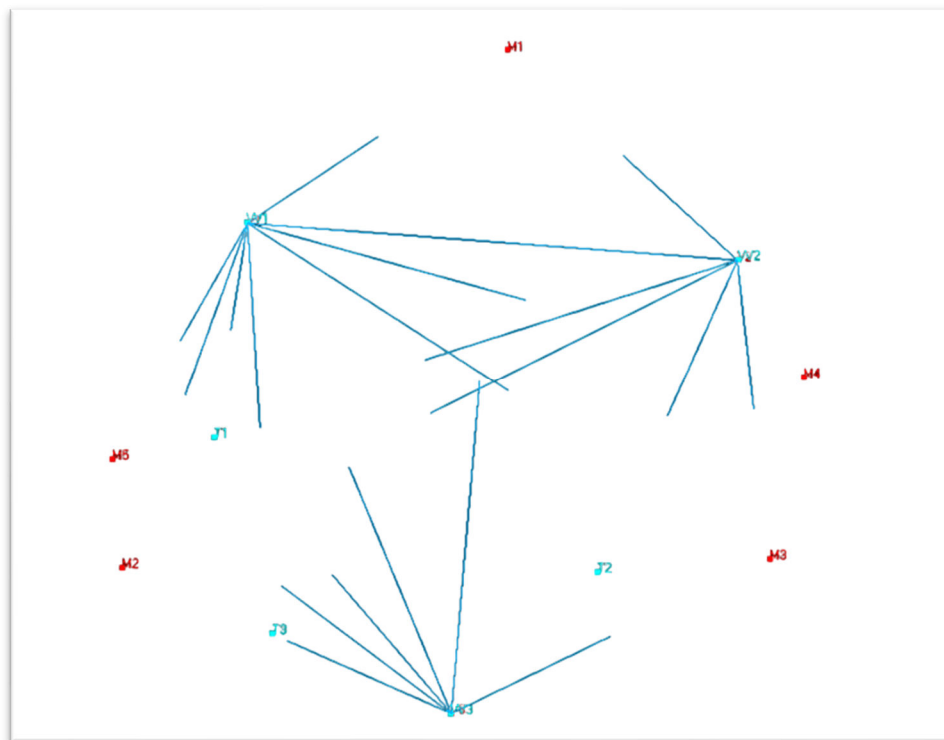


Рис. 2.8 Схема геодезичної мережі при передачі координат на дно колектора у стволі К1-3

Результати виконаного вирівнювання геодезичних вимірювань наведені на рисунках 2.9 і 2.10.

Измеренные и уравненные направления и стороны										
Станция	Наблюд. точка	Измеренные направления	Поправки	Уравненные направления	Измеренные расстояния	Поправки	Уравненные расстояния			
			сек		мм		мм			
V2	V1	: 0 0 5.0:	0.0:	0 0 5.0:	4.8772:	5.9:	4.8831:			
	M1	: 38 13 25.4:	62.3:	38 14 27.7:	3.0925:	5.5:	3.0980:			
	M2	: 329 1 13.1:	121.6:	329 3 14.7:	6.8283:	-0.1:	6.8282:			
	M3	: 259 21 21.2:	126.2:	259 23 27.4:	2.9913:	-8.1:	2.9832:			
	T2	: 289 45 33.6:	82.3:	289 46 55.9:	3.3987:	-0.0:	3.3987:			
	M5	: 337 55 26.0:	101.6:	337 57 7.6:	6.5166:	1.1:	6.5177:			
	VV2	: 57 16 39.8:	82.3:	57 18 2.1:	0.0095:	-0.0:	0.0095:			
V1	V2	: 359 59 59.8:	0.0:	359 59 59.8:	4.8767:	6.4:	4.8831:			
	M1	: 321 59 41.2:	-63.3:	321 56 57.9:	3.1074:	3.6:	3.1110:			
	M2	: 105 32 1.4:	-59.1:	105 29 22.3:	3.6477:	-3.9:	3.6438:			
	M3	: 28 25 34.3:	-42.9:	28 21 31.4:	6.1750:	-1.8:	6.1732:			
	M4	: 11 8 24.1:	-42.9:	11 6 1.2:	5.7447:	0.0:	5.7447:			
	M5	: 115 22 5.6:	-49.5:	115 19 36.1:	2.7098:	-2.8:	2.7070:			
	T3	: 82 9 57.5:	-42.9:	82 7 34.6:	4.0910:	-0.0:	4.0910:			
	T1	: 94 26 12.4:	-42.9:	94 23 49.5:	2.1658:	-1.0:	2.1648:			
	VV1	: 188 25 20.8:	-42.9:	188 22 57.9:	0.0051:	-0.0:	0.0051:			
V3	V1	: 224 59 50.9:	0.0:	224 59 50.9:	5.2844:	-5.6:	5.2788:			
	M1	: 252 23 33.1:	30.8:	252 25 43.9:	6.6271:	-1.6:	6.6255:			
	M2	: 181 28 7.7:	13.4:	181 29 11.1:	3.5715:	-3.7:	3.5678:			
	M3	: 311 36 31.1:	24.7:	311 38 35.8:	3.5213:	2.8:	3.5241:			
	M5	: 194 23 48.1:	9.1:	194 24 57.2:	4.2096:	-4.0:	4.2056:			
	T1	: 206 49 11.8:	17.7:	206 50 29.5:	3.6130:	-4.3:	3.6087:			
	VV3	: 137 19 37.3:	17.6:	137 20 54.9:	0.0051:	0.0:	0.0051:			

Рис. 2.9 Вирівняні значення довжин сторін та кутів геодезичної мережі

Результаты уравнивания										
Станция	координаты		дирекционн. углы		наблюд. пункт	длины сторон	Ср. квадр.			
	X (м)	Y (м)	гр	мин	сек	(м)	X (м)	Y (м)		
V2	45556.8418	24671.0489	274	20	52.6:	V1	4.8831			
			312	35	15.2:	M1	3.0980			
			243	24	2.3:	M2	6.8282			
			173	44	15.3:	M3	2.9832			
			204	7	43.5:	T2	3.3987			
			252	17	55.2:	M5	6.5177			
			331	38	49.7:	VV2	0.0095			
V1	45557.2120	24666.1799	94	20	52.6:	V2	4.8831			
			56	17	50.7:	M1	3.1110			
			199	50	15.2:	M2	3.6438			
			122	42	24.1:	M3	6.1732			
			105	26	54.0:	M4	5.7447			
			209	40	29.1:	M5	2.7070			
			176	28	27.4:	T3	4.0910			
			188	44	42.3:	T1	2.1648			
			282	43	50.7:	VV1	0.0051			
V3	45552.3368	24668.2043	337	26	58.6:	V1	5.2788			
			4	52	51.7:	M1	6.6255			
			293	56	18.6:	M2	3.5678			
			64	5	43.6:	M3	3.5241			
			306	52	4.8:	M5	4.2056			
			319	17	37.1:	T1	3.6087			
			249	48	2.6:	VV3	0.0051			
M1	45558.9382	24668.7680					0.0000	0.0000		
M2	45553.7845	24664.9434					0.0000	0.0000		
M3	45553.8764	24671.3743					0.0000	0.0000		
T2	45553.7400	24669.6595					0.0462	0.0207		
M5	45554.8600	24664.8397					0.0000	0.0000		
VV2	45556.8502	24671.0444					0.0445	0.0241		
M4	45555.6818	24671.7171					0.0136	0.0488		
T3	45553.1287	24666.4315					0.0505	0.0033		
T1	45555.0724	24665.8508					0.0017	0.0000		
VV1	45557.2131	24666.1749					0.0112	0.0094		
VV3	45552.3350	24668.1995					0.0175	0.0075		
Средняя квадр. ошибка направления			18.2							
Средняя квадр. ошибка расстояния			0.004							

Рис. 2.10 Вирівняні значення координат геодезичної мережі

## Спосіб передачі координат на дно колектора за допомогою двох вертикальних стволів

Оскільки передача координат у колектор через ствол К1-3 не була здійснена безпосередньо, було прийнято рішення провести контроль точності передачі координат методом використання двох вертикальних стволів.

Процес орієнтування та передача координат на дно колектора за допомогою двох вертикальних стволів виконувалися відповідно до схеми, представленої на рисунку 2.11.

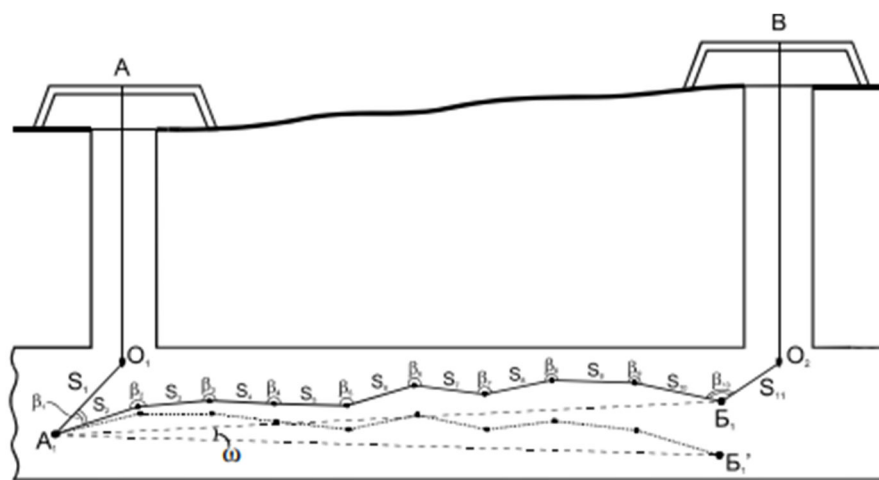


Рис. 2.11 Схема проведення орієнтування колектора способом двох вертикальних стволів

Від ствола А була прокладена планова опорна геодезична мережа, з пунктів якої здійснювалися геодезичні вимірювання для визначення планового положення осі колектора та його геометричних параметрів.

У стволі 3 було задано створ  $O_1$ , координати якого на поверхні визначалися від пунктів планової опорної геодезичної мережі, закладеної на поверхні Землі. В колекторі планова опорна геодезична мережа була прив'язана до цього створу (точка  $A_1$ ) шляхом вимірювання кута  $\beta_1$  та відстані  $S_1$ . Дирекційний кут лінії  $O_1A_1$  був визначений методом з'єднувальних трикутників.

У стволі 1 (В) було задано створ  $O_2$ , до якого був прив'язаний кінець планової опорної геодезичної мережі в колекторі (точка  $B_1$ ). Це дозволило визначити координати створу  $O_2$  на основі геодезичної мережі, прокладеної вздовж

колектора. Порівняння координат створу O2, отриманих під землею та на поверхні, дозволило обчислити нев'язки:

$$\begin{cases} f_x = X_{\text{ш}} - X_{\text{п}} \\ f_y = Y_{\text{ш}} - Y_{\text{п}} \end{cases}, \quad (2.7)$$

Абсолютна нев'язка була визначена за відповідною формулою:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad (2.8)$$

Значення абсолютної нев'язки склало 14мм.

Поперечна та поздовжня нев'язки розраховувалися за наступними формулами:

$$\begin{cases} t = \frac{f_y[\Delta Y] + f_x[\Delta X]}{L} \\ u = \frac{f_y[\Delta X] - f_x[\Delta Y]}{L} \end{cases}, \quad (2.9)$$

де L – довжина мережі,

t – поздовжня нев'язка,

u – поперечна нев'язка.

За проведеними розрахунками значення нев'язок склали: t = 8 мм, u = 11 мм.

Поперечна нев'язка u виникла внаслідок впливу кількох факторів, зокрема похибок геодезичного обґрунтування на поверхні (m1), похибок кутових вимірювань у плановій опорній геодезичній мережі колектора (m2), а також похибок орієнтування першої лінії геодезичної мережі у колекторі (m3).

Сумарна очікувана величина загальної поперечної похибки визначається за наступною формулою:

$$m_u = \sqrt{m_{u_1}^2 + m_{u_2}^2 + m_{u_3}^2}, \quad (2.10)$$

Отримана поперечна нев'язка u була розподілена на дві складові, одна з яких була компенсована шляхом внесення поправки до початкового дирекційного кута

першої сторони геодезичної мережі O1A1, а інша – шляхом введення поправок вимірних кутів у підземній геодезичній мережі.

Перша складова поперечної нев'язки визначалась за відповідною формулою:

$$u_3 = u \frac{m_{u_3}^2}{m_u^2}, \quad (2.11)$$

а коригування дирекційного кута здійснювалось за допомогою розрахованої поправки:

$$\Delta''_{\alpha} = -\frac{u_3}{L} \rho'', \quad (2.12)$$

Підставляю свої значення у формулу і отримую наступну попраку:

$$\Delta''_{\alpha} = -\frac{0.011\text{м}}{1863\text{м}} 206265'' = -1.21''$$

Друга частина нев'язки була усунена за рахунок вирівнювання геодезичної мережі параметричним методом найменших квадратів. При цьому геодезична мережа базувалась на стабільних пунктах, розташованих на її початку та в кінці.

## РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОЛЕКТОРА

### 3.1. Проект опорної планово-висотної геодезичної мережі у колекторі

До комплексу геодезичних робіт, що виконувалися для побудови планової опорної геодезичної мережі в колекторі, входили такі етапи:

1. Проведення рекогностування території та закріплення пунктів геодезичної мережі.
2. Виконання геодезичних вимірювань на закріплених пунктах планової опорної мережі.
3. Обробка та вирівнювання отриманих результатів геодезичних вимірювань методом найменших квадратів з використанням спеціалізованого програмного комплексу ТРОСАД.

Вихідними пунктами для створення опорної геодезичної мережі в котловані слугували пункти, координати яких визначалися під час передачі координат у колектор через відповідні стволи. Для стволу К1-1 вихідними пунктами виступають пункти U1 та U2, а для стволу К1-3 – пункти VV1, VV2 та VV3.

Структура опорної геодезичної мережі в колекторі наступна:

- *VV1, VV2, VV3* – вихідні пункти у стволі К1-3;
- *U1, U2* – вихідні пункти у стволі К1-1;
- *ST1–ST17* – пункти знімальної основи, закріплені вздовж дна колектора. На цих пунктах встановлювалися тахеометри та відбивачі, з них та на них виконувалися кутові та лінійні вимірювання;
- *T10–T63* – додаткові пункти знімальної основи, закріплені на стінках колектора, які також використовувалися для виконання кутових та лінійних вимірювань.

Робота буде виконуватись в програмному забезпеченні ТРОСАД.

Відкриваю програму, створюю новий документ та вибираю вирівнювання.

Потім починаю додавати точки своєї мережі. Починаю з точок *VV1, VV2, VV3* (вихідні пункти стволу К1-3), після них додаю точки *ST1 – ST17* (пункти знімальної

основи, закріплені вздовж дна колектора), і закінчую точками  $U1$ ,  $U2$  (вихідні пункти у стволі К1-1). Таблиця координат пунктів див. Додаток А

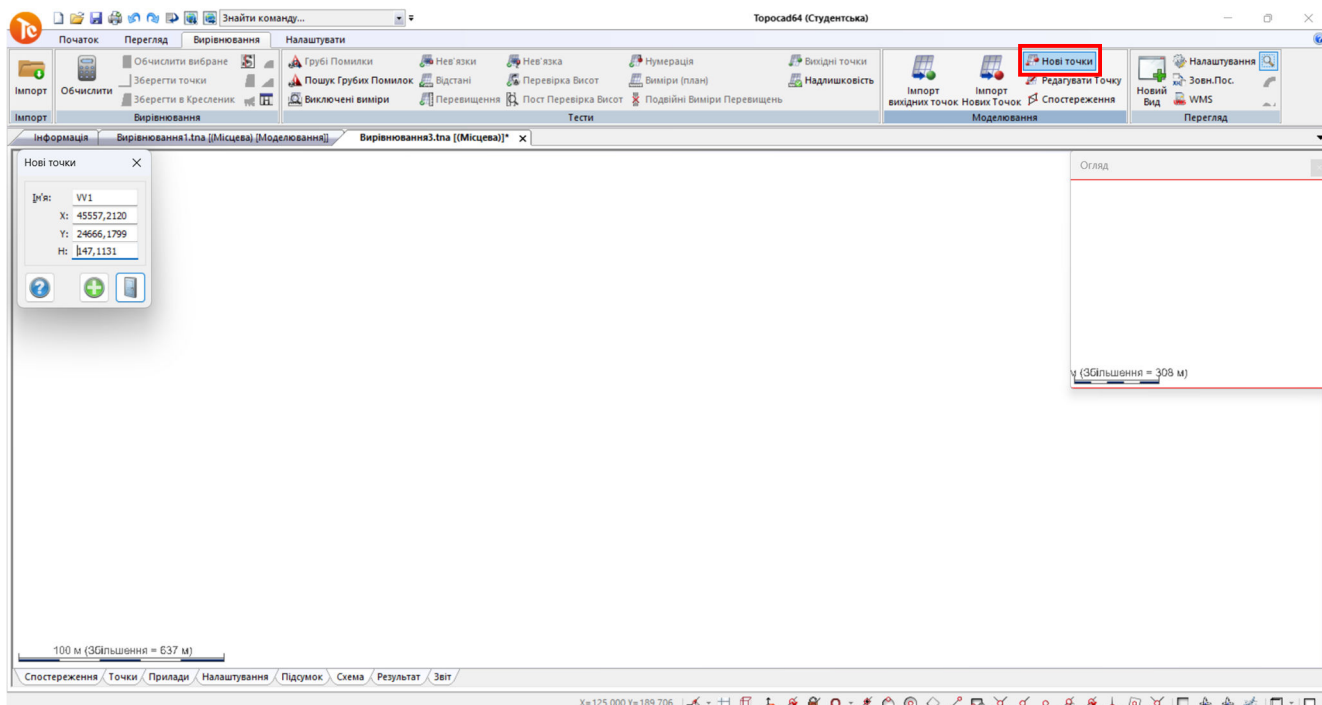


Рис. 3.1 Додавання точок до проекту вирівнювання опорної планово-висотної геодезичної мережі у колекторі

Коли заніс всі точки заходжу у вкладку «Точки» та ті пункти що є вихідними, в колонці «Відоме» змінюю значення на «Всі». Для того щоб програма також розуміла які саме точки в мене є вихідними.

№	Ім'я Тчк	Код Тчк	Відоме X	Відоме Y	Відоме H	Відоме	Пом. Центр. X	Пом. Центр. Y	Пом. Центр. H	Обчислене X	Обчислене Y	Обчислене H
1	VV1		45557,212	24666,180	147,113	Всі				45557,212	24666,180	147,113
2	VV2		45556,842	24671,049	145,657	Всі				45556,842	24671,049	145,657
3	VV3		45552,337	24668,204	145,638	Всі				45552,337	24668,204	145,638
4	ST1		45554,937	24669,087	102,031	Ні				45554,937	24669,087	102,031
5	ST2		45559,462	24825,542	101,949	Ні				45559,462	24825,542	101,949
6	ST3		45563,349	24976,302	101,785	Ні				45563,349	24976,302	101,785
7	ST4		45567,179	25128,473	101,653	Ні				45567,179	25128,473	101,653
8	ST5		45570,986	25279,280	101,587	Ні				45570,986	25279,280	101,587
9	ST6		45574,839	25431,184	101,451	Ні				45574,839	25431,184	101,451
10	ST7		45578,321	25577,540	101,380	Ні				45578,321	25577,540	101,380
11	ST8		45582,313	25729,013	101,152	Ні				45582,313	25729,013	101,152
12	ST9		45584,881	25881,344	101,091	Ні				45584,881	25881,344	101,091
13	ST10		45580,119	25947,863	100,960	Ні				45580,119	25947,863	100,960
14	ST11		45569,783	26015,629	100,961	Ні				45569,783	26015,629	100,961
15	ST12		45547,841	26101,770	100,802	Ні				45547,841	26101,770	100,802
16	ST13		45520,772	26175,907	100,796	Ні				45520,772	26175,907	100,796
17	ST14		45496,077	26229,103	100,654	Ні				45496,077	26229,103	100,654
18	ST15		45461,070	26290,659	100,634	Ні				45461,070	26290,659	100,634
19	ST17		45390,680	26415,540	100,474	Ні				45390,680	26415,540	100,474
20	U1		45356,422	26474,525	100,912	Всі				45356,422	26474,525	100,912
21	U2		45357,473	26476,272	100,888	Всі				45357,473	26476,272	100,888

Рис. 3.2 Таблиця координат

Переходжу на вкладку «Схема», щоб подивитись на її вигляд.



Рис. 3.3 Схема ходу в повному розмірі

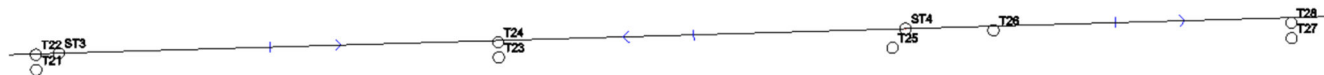


Рис. 3.4 Схема ходу в збільшеному виді

Для того щоб занести в програму, з якої точки на яку виконувались вимірювання, на вкладці «Схема», вибираю інструмент «спостереження», натискаю на точку *ST2*, це точка з якою виконується спостереження, далі натискаю на точки: *ST1*, *T15*, *T16*, *T17*, *T18*, *T19*, *T20*, *ST3*, це ті точки на які виконуються спостереження.

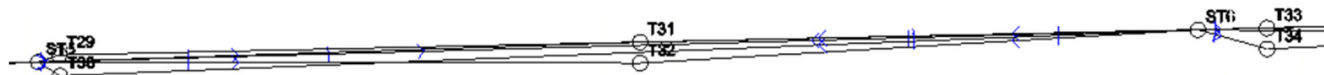


Рис. 3.5 Виконання спостережень в Торосад

По наведеному вище рисунку, видно що коли задаються точку стояння, та точки на які ведуться вимірювання з'являються стрілочки, які показують що спостереження ведеться в одну і в іншу сторону, при умові якщо спостереження йде з точки стояння на точку стояння (наприклад з *ST5* на *ST6*). З точок стояння *ST*, на точки закріплені на стінах колектора *T*, спостереження ведуться в одному напрямку.

За допомогою цього інструмента продовжую вносити спостереження, по всьому ходу.

Далі переходжу на вкладку «Прилади» та задаю характеристики тахеометра (див. рис. 2.17).

	Ім'я	Тип Інстр.	СКП ГК	СКП ЗВ	СКП Відст.	PPM відстаней	Перевищ., птм/кор.кв.(кп)	Пох. Центр. план	х. Центр. висота
1	Лазер Торсон/4	Тахеометр Sokkia	0,0006	0,0006	0,002	2,000		0,002	0,002

Рис. 3.6 Характеристики тахеометра

## 3.2. Розрахунок точності запроєктованої геодезичної мережі

### Розрахунок точності положення точок в плані

Після завершення побудови геодезичної мережі у програмному середовищі Torosad, тобто внесення всіх координат точок, було проведено аналітичну оцінку точності положення створених точок. Для цього виконано перехід до вкладки «Звіт», де відображаються числові значення стандартних похибок за координатами x та y.

Ці значення дають змогу оцінити якість геодезичних вимірювань та правильність побудови мережі.

Точки, що визначаються								
Ім'я Тчк	Обчислене X	Обчислене Y	Обчислене H	СКП X	СКП Y	СКП H	Еліпс А	Еліпс В
ST1	5554,854	4667,124		0,002	0,002		0,002	0,002
ST2	5556,186	4825,444		0,007	0,002		0,007	0,002
ST3	5560,413	4976,186		0,012	0,003		0,012	0,003
ST4	5564,599	5128,339		0,015	0,003		0,015	0,003
ST5	5568,765	5279,128		0,017	0,004		0,017	0,004
ST6	5572,980	5431,013		0,018	0,004		0,018	0,004
ST7	5576,812	5577,351		0,018	0,004		0,018	0,004
ST8	5581,160	5728,805		0,017	0,005		0,017	0,004
ST9	5584,081	5881,120		0,016	0,005		0,017	0,004
ST10	5579,455	5947,645		0,016	0,005		0,016	0,004
ST11	5569,230	6015,422		0,015	0,006		0,015	0,004
ST12	5547,424	6101,593		0,013	0,006		0,014	0,004
ST13	5520,470	6175,766		0,013	0,006		0,013	0,004
ST14	5495,854	6228,993		0,012	0,006		0,013	0,003
ST15	5460,908	6290,573		0,010	0,005		0,010	0,003
ST17	5390,627	6415,507		0,004	0,003		0,004	0,002
T1	5555,809	4664,040		0,003	0,003		0,003	0,003
T15	5551,756	4741,932		0,004	0,003		0,004	0,003
T16	5549,241	4737,748		0,004	0,003		0,004	0,003
T17	5556,636	4819,762		0,007	0,003		0,007	0,003
T18	5553,931	4819,816		0,007	0,003		0,007	0,003
T19	5555,784	4894,436		0,009	0,003		0,009	0,003
T2	5553,549	4667,378		0,003	0,003		0,003	0,003
T20	5556,131	4916,533		0,010	0,003		0,010	0,003
T21	5560,135	4972,253		0,012	0,004		0,012	0,004
T22	5562,846	4972,188		0,012	0,004		0,012	0,004
T23	5562,088	5055,386		0,014	0,004		0,014	0,004
T24	5564,785	5055,278		0,014	0,004		0,014	0,004
T25	5563,579	5126,140		0,015	0,004		0,015	0,004
T26	5566,646	5144,300		0,016	0,004		0,016	0,004
T27	5565,092	5197,879		0,016	0,004		0,016	0,004
T28	5567,812	5197,825		0,016	0,004		0,016	0,004
T29	5569,686	5281,887		0,017	0,005		0,017	0,005
T30	5566,973	5281,963		0,017	0,005		0,017	0,005
T31	5571,356	5357,920		0,018	0,004		0,018	0,004
T32	5568,629	5357,963		0,018	0,004		0,018	0,004
T33	5573,185	5440,036		0,018	0,005		0,018	0,005
T34	5570,473	5440,073		0,018	0,005		0,018	0,005
T35	5572,118	5507,304		0,018	0,005		0,018	0,004
T36	5574,825	5507,254		0,018	0,005		0,018	0,004
T37	5576,602	5585,169		0,018	0,005		0,018	0,005

Рис. 3.7 Таблиця розрахунку точності в плані

На основі даних звіту було визначено, що найбільша планова похибка спостерігається в точці Т33 і становить:

$$x = 0,018$$

$$y = 0,005.$$

Ці величини вказують на загальну точність обчислених координат, і можуть бути використані для подальшої оцінки допустимості використання мережі для знімальних або проєктних робіт.

Для оцінки сумарної точності положення точки в плані розраховується середньоквадратична похибка (СКП) положення за формулою:

$$m_{xy} = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}, \quad (3.1)$$

де,  $m_x$  – найбільша похибка по осі  $x$ ,

$m_y$  – найбільша похибка по осі  $y$ .

$$\text{СКП} = \sqrt{0,018^2 + 0,005^2} = 0,018 = 18\text{мм}$$

Після розрахунку встановлено, що жодна з точок не перевищує гранично допустимого значення планової похибки, яке, згідно з розділом 2, пунктом 2.1 «Визначення необхідної точності виконання геодезичних вимірювань», становить 23 мм для даного типу мережі.

$$18\text{мм} < 23\text{мм}$$

Це свідчить про якісне виконання підземних вимірювань та правильне обчислення координат.

Частина числових даних, отриманих в процесі розрахунку, наведені в таблиці, зображеній на рисунку 3.7, а повну таблицю з результатами розрахунків наведено в Додатку Б.

## Розрахунок точності положення точок по висоті

Після аналізу планової точності здійснюється розрахунок точності положення точок по висоті, що є не менш важливою складовою в побудові опорної геодезичної мережі, особливо для проектування інженерних споруд типу колектора.

Для цього у тому ж файлі Торосад обирається вкладка «Налаштування», де змінюється тип вирівнювання на «Висотне». Тип висотного вирівнювання залишено за замовчуванням - «Геометричне і тригонометричне», що дозволяє об'єднати в обчисленнях результати як нівелювання, так і геодезичних вимірювань по вертикалі.

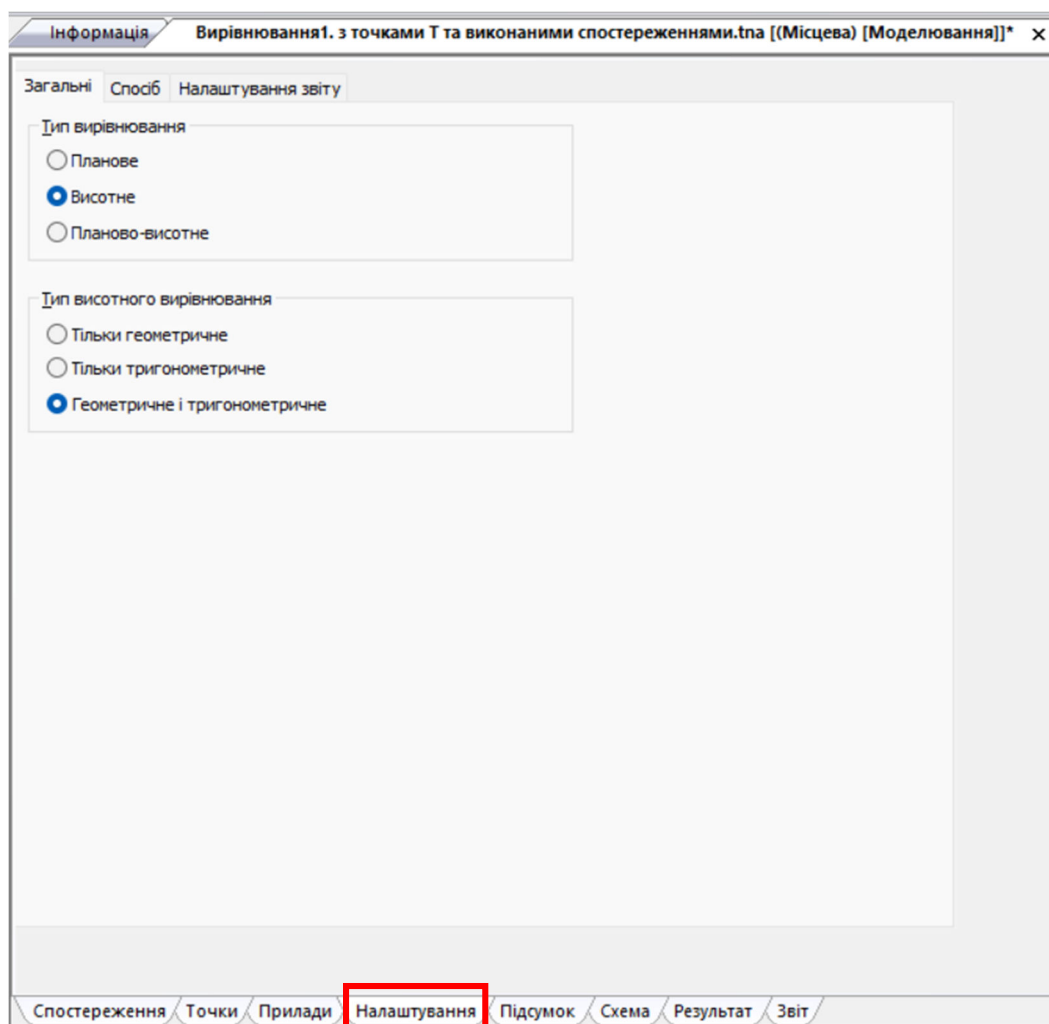


Рис. 3.8 Налаштування для розрахунку точності положення точок по висоті

Після натискання кнопки «Обчислити» програма виконує обробку висотних даних, результати якої відображаються у вигляді схеми та таблиці похибок. Зображення схеми наведено на рисунку 3.9.

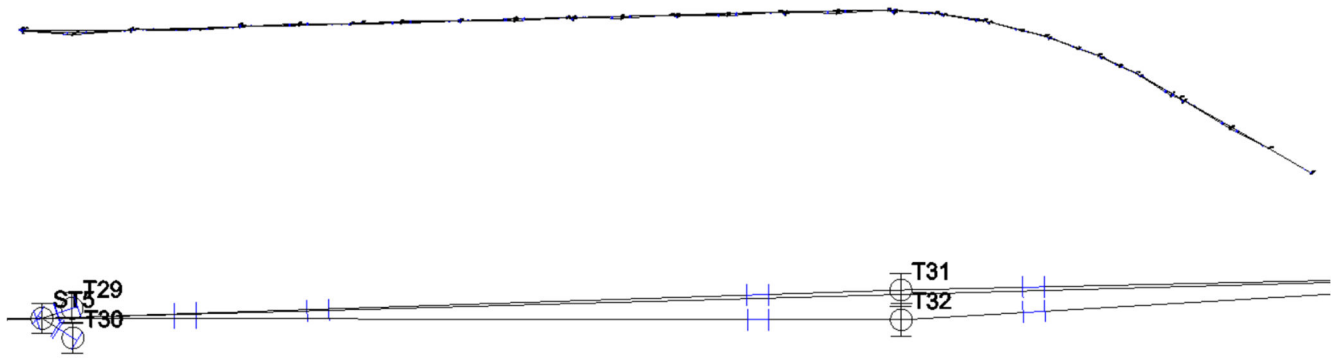


Рис. 3.9 Схема розрахунку точності положення точок по висоті

Особливу увагу при аналізі висотної точності слід звертати на максимально допустиму висотну похибку, яка вже зазначалась в розділі 2, пункті 2.1 «Визначення необхідної точності виконання геодезичних вимірювань», вона повинна становити не більше 17 мм.

Точки, що визначаються							
Ім'я	JK	Обчислене X	Обчислене Y	Обчислене H	СКП X	СКП Y	СКП H
ST1				100,007			0,009
ST2				100,012			0,010
ST3				99,975			0,013
ST4				99,955			0,011
ST5				99,967			0,010
ST6				99,945			0,012
ST7				99,954			0,012
ST8				99,885			0,011
ST9				99,900			0,013
ST10				99,893			0,015
ST11				99,933			0,011
ST12				99,925			0,013
ST13				99,966			0,009
ST14				99,956			0,009
ST15				99,976			0,011
ST17				99,939			0,014
T1				101,931			0,009
T15				99,996			0,011
T16				99,920			0,017
T17				99,974			0,013
T18				99,945			0,013
T19				100,122			0,015
T2				100,467			0,014
T20				100,054			0,015
T21				99,949			0,010
T22				99,954			0,012
T23				99,976			0,014
T24				100,008			0,016
T25				99,906			0,015
T26				99,954			0,017
T27				99,924			0,012
T28				99,982			0,013
T29				99,833			0,010
T30				99,945			0,009
T31				99,927			0,018
T32				99,866			0,016
T33				99,871			0,013
T34				99,936			0,011
T35				99,910			0,013
T36				99,877			0,011
T37				99,811			0,012
T38				99,940			0,015
T39				99,879			0,015
T40				99,834			0,013
T41				99,882			0,011
T42				99,884			0,012
T43				99,865			0,015
T44				99,784			0,017
T45				99,839			0,017
T46				99,801			0,015
T47				99,845			0,016

Рис. 3.10 Таблиця розрахунку точності по висоті

Як можна побачити з рисунку вище, найбільша похибка спостерігається в декількох точках, і становить 17мм.

Це дозволяє зробити висновок, що геодезична мережа відповідає вимогам точності як у плані, так і по висоті, що забезпечує її подальше використання для виконання високоточного знімання, проектування й реалізації будівельних робіт.

Повний текст звіту з висотної оцінки мережі представлений у Додатку В.

### 3.3. Вимірювання під час створення опорної геодезичної мережі

Планова знімальна основа колектора побудована у вигляді системи геодезичних станцій, що розташовуються на штативах у ключових вузлових точках

тунелю. Вона включає в себе магістральний хід, який прокладений відповідно до вимог полігонометрії 1 розряду та з'єднує між собою два стволи колектора. Точки цього ходу позначаються аббревіатурою ST з відповідними номерними індексами. Середня довжина між суміжними пунктами становить приблизно 150 метрів.

Для забезпечення необхідної точності та стабільності вимірювань, станції встановлювались за допомогою трьохштативної системи, без жодного механічного закріплення в конструкцію колектора. Такий підхід обумовлений особливістю матеріалу колектора, який виконано з пластика – отже, монтаж дюбелів або інше втручання у конструкцію неприпустимі. Всі геодезичні вимірювання здійснювались за рахунок стабільного встановлення приладів у внутрішньому просторі тунелю, а не шляхом жорсткого закріплення пунктів.

Разом із цим, на внутрішніх стінках колектора розміщувалися катафотні марки, що слугували орієнтирами під час проведення прив'язки станцій і побудови знімальної мережі. Вони фіксувались на опуклій або вогнутій стороні колектора відповідно до його геометрії.

Розміщення станцій на прямолінійних ділянках колектора забезпечувало утворення трикутників між точками спостережень через розміщення марок на відстані 50–70 метрів відповідно до схеми, зображеної на рисунку 3.11.



Рис. 3.11 Схема планової опорної геодезичної мережі у колекторі на прямолінійних ділянках

На криволінійних ділянках, у зв'язку з ускладненою видимістю, марки кріпилися переважно на вогнутій стороні колектора. Відстані між ними зменшувалися приблизно до 50 метрів, що дозволяло створити більшу кількість трикутників, зменшуючи вплив обмеженої прямої візуальної видимості. Така конфігурація відображена на рисунку 3.11.

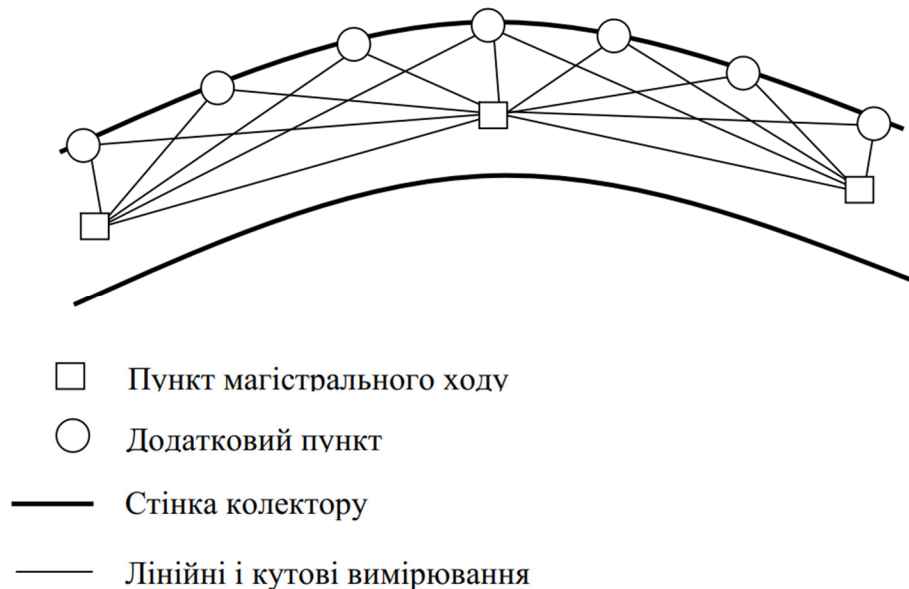


Рис. 3.12 Схема планової опорної геодезичної мережі у колекторі на криволінійних ділянках

Уся геодезична мережа колектора є єдиною системою, яка формується за рахунок спостережень між станціями та прив'язки до катафотних марок. Жодних "додаткових мереж" не виділяється – усі точки й елементи працюють в межах однієї знімальної конфігурації. Побудова такої мережі забезпечила необхідну точність вимірювань та дозволила створити надійну основу для подальшої обробки даних та побудови плану колектора.

Загальна схема планової знімальної основи наведена у додатку Д, а прив'язка до опорних геодезичних пунктів представлена в додатку Г.

### 3.4 Оброблення результатів вимірювань опорної геодезичної мережі.

Оброблення результатів вимірювань, обчислення координат пунктів мережі, вирівнювання буде проводитись в тому ж програмному середовищі Topocad.

Для цього в лівому верхньому куті, створюємо новий документ і вибираємо розділ «Дані знімання».

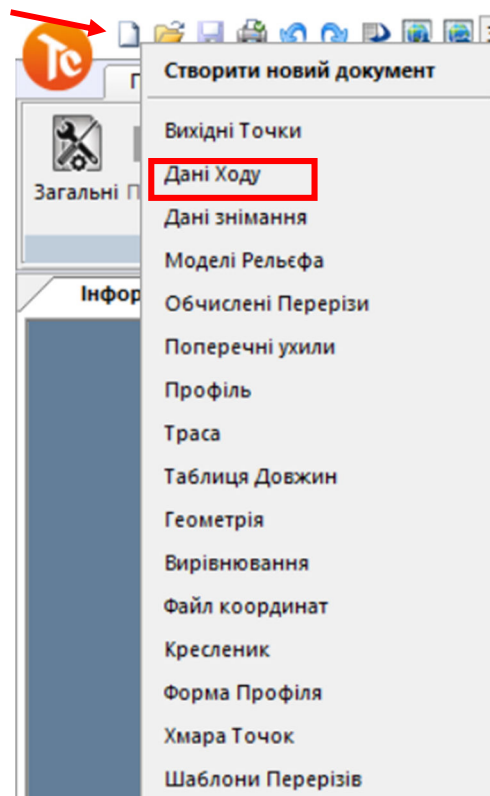


Рис. 3.12 Створення файлу для вирівнювання мережі

В лівому верхньому куті, знаходиться кнопка «Імпорт», натискаємо на неї, і нам відкривається вікно в якому ми можемо вибрати прилад з якого велось знімання. В моєму випадку, вибираю прилад «Topcon/Sokkia»

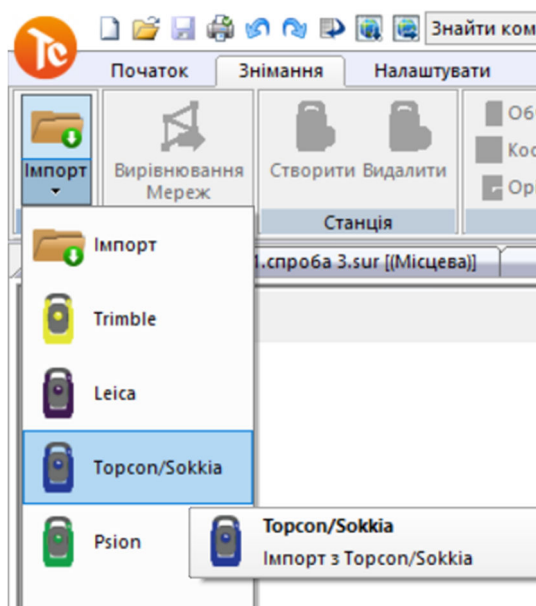


Рис. 3.13 Вибір приладу з якого велось знімання

Відкривається вікно імпорту, в ньому ставимо галочку біля «Завантажити дані з файла». Після цього в цьому ж вікні натискаємо на зелену кнопку «ОК».

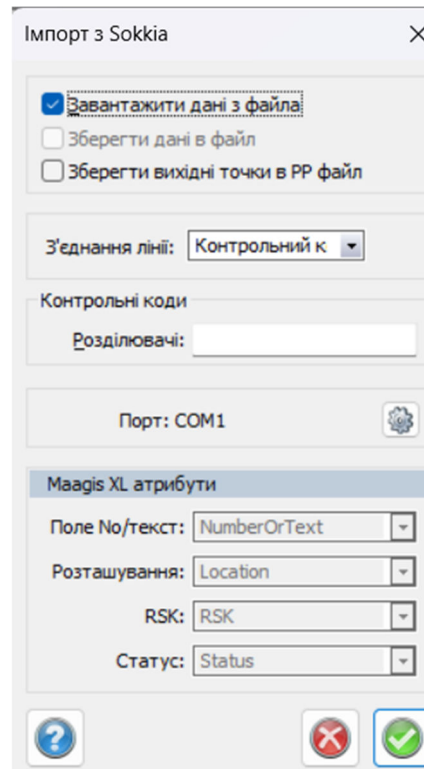


Рис. 3.14 Завантаження файлу знімання з тахеометра

Після цього відкривається вікно, в якому з пристрою потрібно вибрати той самий файл знімання з тахеометра. Після того як вибрали, натискаємо кнопку «Відкрити».

Зробивши все вище перераховане, має відкритись наступне вікно, яке зображене на рис. 3.15.

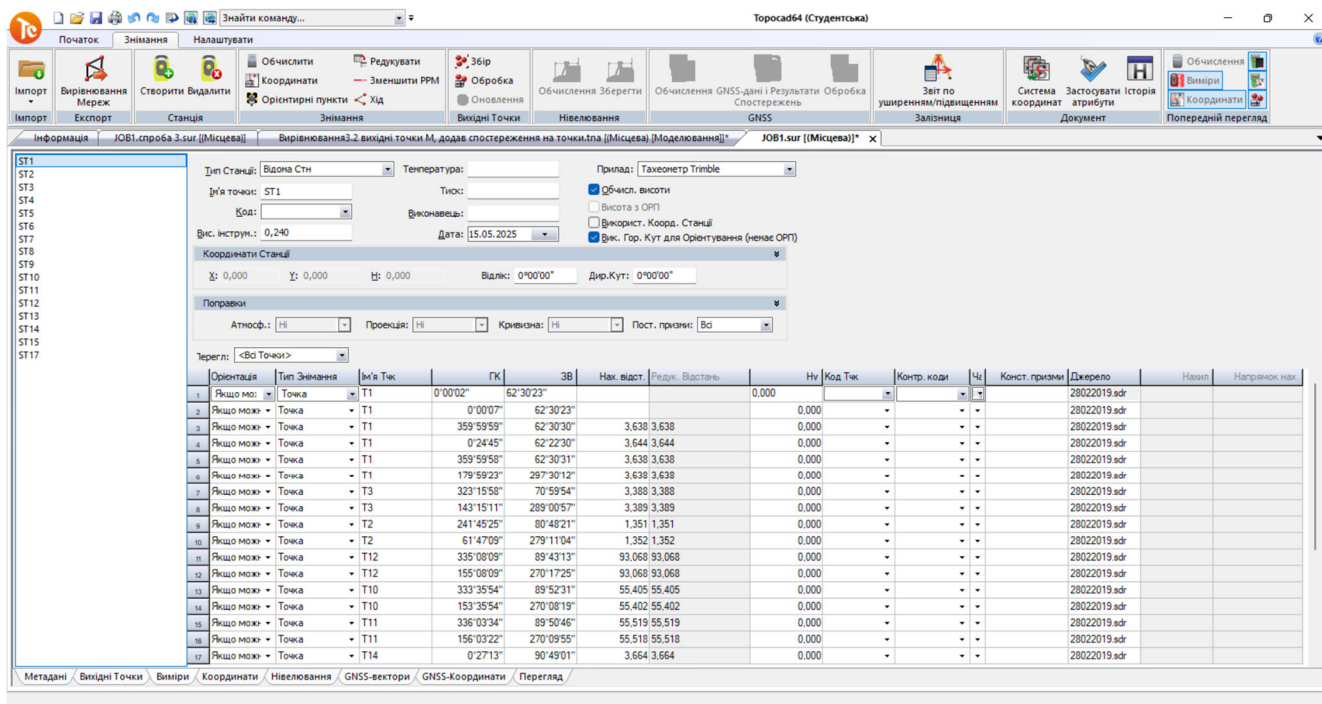


Рис. 3.15 Вирівнювання мережі

Тепер я відкриваю файл, в якому в мене записані станції і виміряні кути на точки, на які велись виміри.

The screenshot shows a text file with the following content:

```

ST1
T1 3595957.9 0623031.1 3.6380 0.000
T1 1795923.1 2973012.2 3.6380 0.000
T3 3231558.1 0705954.2 3.3880 0.000
T3 1431511.0 2890056.6 3.3890 0.000
T2 2414525.5 0804821.0 1.3510 0.000
T2 0614709.4 2791104.0 1.3520 0.000
T12 3350808.6 0894312.6 93.0680 0.000
T12 1550809.3 2701724.8 93.0680 0.000
T10 3333554.4 0895230.6 55.4050 0.000
T10 1533553.6 2700819.4 55.4020 0.000
T11 3360334.5 0895045.9 55.5190 0.000
T11 1560321.7 2700955.2 55.5180 0.000
T14 0002712.9 0904901.2 3.6640 0.000
T14 1802709.4 2691122.9 3.6640 0.000
T15 1745109.7 0901501.0 75.1470 0.000
T15 3545106.3 2694538.8 75.1430 0.000
T16 1765625.2 0901924.4 71.0970 0.000
T16 3565625.8 2694114.3 71.0990 0.000
ST2 1760016.1 0900253.8 156.5370 0.000
ST2 3560010.3 2695747.3 156.5370 0.000
T17 1753210.0 0900857.2 152.8640 0.000
T17 3553211.8 2695149.6 152.8600 0.000
T1 3595951.0 0623021.6 3.6380 0.000
T1 1795937.3 2973009.4 3.6380 0.000

ST2
ST1 0000000.0 0000000.0 156.5370 0.000

```

Рис. 3.16 Файл з вимірними кутами

Коли я зробив все це, я починаю порівнювати данні з знімання які я відкрив в Topocad, з даним файлом, в якому я маю всі вимірні кути на точки які виконувались з тої чи іншої станції, і корегую файл в Topocad.

В файлі Торосад, могли занестись не правильні кути, не правильна нахилена відстань, можливо надлишковий вимір на точку, я це все корегую. Де треба змінюю кут, де треба видяляю надлишковий вимір на точку.

Простіше кажучи, роблю все так як в файлі що зображений на рис. 3.18.

Те що було відредаговано, колір шрифту змінюється на синій. Приклад редагування зображений нижче на рис. 3.17.

The screenshot shows the 'Вирівнювання мереж' (Network Adjustment) window in the Torosad64 software. The window title is 'Вирівнювання 3.2 видні точки M, додав спостереження на точки.tna [Місцева] [Моделювання]'. The interface includes a toolbar with various functions like 'Обчислити', 'Редукувати', 'Збір', 'Обробка', 'Обчислення зберегти', 'Обчислення GNSS-дані', 'Результати Обробка', 'Спостережень', 'Звіт по ушоренням/підвищенням', 'Система координат', and 'Застосувати Історію атрибутів'. The main area contains several input fields for station and point information, and a table of points.

№	Орієнтація	Тип Знімання	Ім'я Тчк	ГК	ЗВ	Нах. відст.	Редук. Відстань	Hv	Код Тчк	Контр. код	Цз	Конст. призми	Джерело
1	Якщо мож.	Точка	ST7	360°00'00"	89°55'05"	151.549	151.549	0.250					28022019.sdr
2	Якщо мож.	Точка	ST7	0°00'04"	89°55'02"	151.549	151.549	0.250					28022019.sdr
3	Якщо мож.	Точка	ST7	180°00'02"	270°05'30"	151.549	151.549	0.250					28022019.sdr
4	Якщо мож.	Точка	T39	358°39'36"	90°08'24"	71.400	71.400	0.000					28022019.sdr
5	Якщо мож.	Точка	T39	178°39'25"	269°52'08"	71.396	71.396	0.000					28022019.sdr
6	Якщо мож.	Точка	T40	0°50'29"	90°10'34"	71.377	71.377	0.000					28022019.sdr
7	Якщо мож.	Точка	T40	180°50'21"	269°50'00"	71.378	71.378	0.000					28022019.sdr
8	Якщо мож.	Точка	T41	189°41'20"	91°17'57"	10.742	10.742	0.000					28022019.sdr
9	Якщо мож.	Точка	T41	9°41'18"	268°42'33"	10.742	10.742	0.000					28022019.sdr
10	Якщо мож.	Точка	T42	175°08'22"	91°18'02"	10.652	10.652	0.000					28022019.sdr
11	Якщо мож.	Точка	T42	355°08'26"	268°42'35"	10.651	10.651	0.000					28022019.sdr
12	Якщо мож.	Точка	T43	181°18'44"	90°12'40"	82.251	82.251	0.000					28022019.sdr
13	Якщо мож.	Точка	T43	1°18'43"	269°47'52"	82.252	82.252	0.000					28022019.sdr
14	Якщо мож.	Точка	T44	179°25'10"	90°16'04"	82.227	82.227	0.000					28022019.sdr
15	Якщо мож.	Точка	T44	359°25'20"	269°44'23"	82.227	82.227	0.000					28022019.sdr
16	Якщо мож.	Точка	ST9	180°33'21"	90°01'21"	152.376	152.376	0.250					28022019.sdr
17	Якщо мож.	Точка	ST9	0°33'18"	269°59'06"	152.376	152.376	0.250					28022019.sdr

Рис. 3.17 Редагування файлу вимірювань з тахеометра в Торосад

Після проведених вище перерахованих маніпуляцій, натискаємо кнопку «Вирівнювання мереж». Відкривається вікно налаштування спостереження.

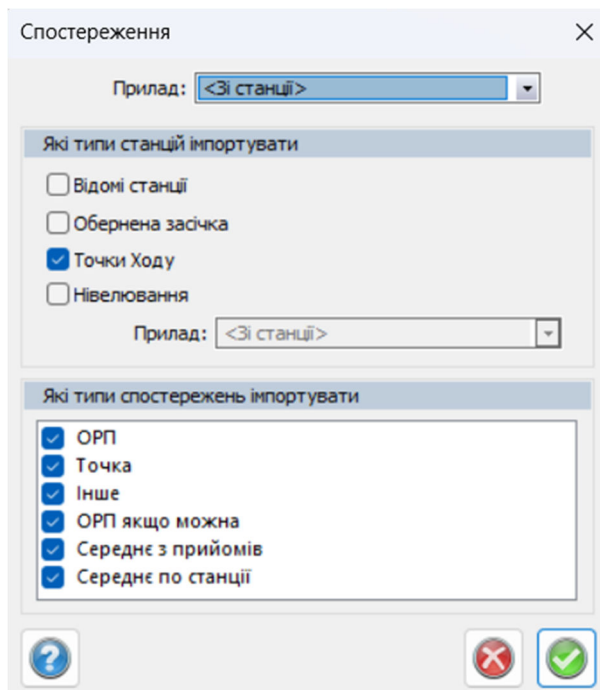


Рис. 3.18 Налаштування спостереження

Коли вибрав налаштування які мені потрібні, натискаю зелену кнопку «ОК».

Відкривається нове вікно «Вирівнювання», те саме вікно в якому я вже працював при розрахунку точності запроєктованої геодезичної мережі. Перейшов на вкладку «Прилади», перевірів чи правильно стоять налаштування. Переходжу на вкладку «Схема», і дивлюсь чи такий самий вона має вигляд, як при розрахунку точності.

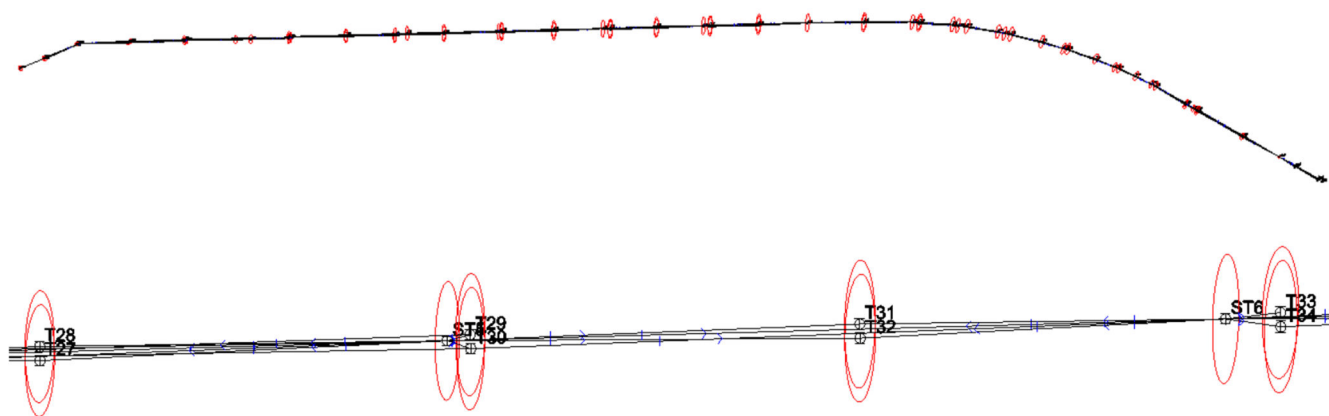


Рис. 3.19 Схема мережі при вирівнюванні

Тепер переходжу на вкладку «Звіт» та дивлюсь результати вирівнювання опорної геодезичної мережі.

За результатними вирівнювання, отримані середні квадратичні похибки напрямку склали – 11,7 мм; відстаней - 8,3 мм; по висоті – 7,8мм.

Результати вирівнювання планової опорної геодезичної мережі у колекторі наведені в додатку Е.

### **3.5. Методика виконання геодезичних знімальних робіт**

Для виконання вимірювань у підземній частині колектора використовувався електронний тахеометр Sokkia SET630RK, що забезпечує високу точність визначення напрямків, кутів та відстаней. Заявлені середньоквадратичні похибки становлять 5" для кутів і  $(2 + 2 \cdot L)$  мм для відстаней, де L – довжина вимірюваної лінії в кілометрах.

Вимірювання виконувались за трьохштативною схемою, яка дозволяє виключити систематичні похибки центрування. На кожній станції тахеометр встановлювався на штатив у зручному, безпечному положенні, а центрування виконувалося лише один раз, після чого візирна ціль і прилад змінювались місцями без повторного центрування. СКП центрування за такої методики не перевищувала 0,5 мм.

Перед початком вимірювань на кожній станції записувались температура повітря та атмосферний тиск, що дозволяло тахеометру автоматично враховувати поправки на рефракцію. Допустимі похибки цих вимірювань – 1 °С та 2 мм рт. ст. відповідно.

Мережа формувалась за методикою полігонометрії 1 розряду, яка включала:

- 2 повних прийоми на кожній станції;
- 2 наведення на відбивач у кожному напівприйомі;
- не менше 10 вимірювань кутів та довжин на кожне наведення;
- використання методу кругових прийомів для визначення горизонтальних кутів.

Пункти знімальної мережі позначались у вигляді станцій (наприклад, ST1, ST2), а прицілювання виконувалось по катафотних марках, які були закріплені на стінках колектора на попередньому етапі робіт.

Для кожної станції виконувалась лінійно-кутова засічка на щонайменше 4 марки, розташовані на стінках колектора. Це дозволяло точно визначити положення станції у внутрішньому просторі без закріплення її в бетон або конструкцію тунелю.

Для прикладу, при вимірюванні з ST3 були зафіксовані марки на відстані від 12 до 17 м у різних напрямках, що забезпечило кутову основу понад  $30^\circ$  і відносну похибку лінійно-кутової засічки не більше  $\pm 0,005$  м.

Після визначення координат станції проводилось визначення контрольних точок на поверхні колектора. Для цього застосовувався полярний метод, що дозволяє отримати координати об'єктів шляхом прямого вимірювання напрямку та відстані до них.

У кожному поперечному перерізі колектора фіксувалось чотири точки:

- по центру склепіння (зверху),
- по дну (знизу),
- по лівій та правій стінці.

Таким чином формувалась геометрична сітка, яка давала змогу побудувати профіль і поперечний переріз колектора для подальшої аналітичної обробки та створення цифрової моделі.

### **3.6. Створення плану колектора у масштабі 1:500**

На заключному етапі створення геодезичної основи та після виконання вимірювань в колекторі та вирівнювання опорної мережі, відбувається формування плану із нанесенням осей, елементів колектора. Даний план створюється у програмному середовищі AutoCAD, що є одним із найпоширеніших інструментів для двовимірного (2D) та тривимірного (3D) проектування у сфері геодезії, будівництва та інженерних комунікацій.

План будівництва колектора створюється у масштабі 1:500, що є оптимальним для таких типів інженерних споруд. Цей масштаб дозволяє детально представити трасу колектора.

У процесі побудови плану враховуються:

- Положення пікетів та поворотних точок траси колектора;
- Діаметр і тип колекторної труби;
- Глибина залягання, відповідно до отриманих висотних позначок;
- Місця встановлення оглядових колодязів, місця закріплення рефлекторних марок.

Вихідними даними для формування креслення є оброблені координати точок, отримані в результаті вирівнювання геодезичної мережі, всі координати точок імпортуються в AutoCAD, через додатково встановлене МЕНЮГЕО.

На першому етапі у середовищі AutoCAD виконується побудова лінійної осі колектора за координатами пікетів. Кожна точка наноситься з відповідною точністю, а проміжки між ними формують вісь майбутньої труби. Далі формується контур колектора, який враховує діаметр труби, та розміщення супутніх елементів.

Зображення плану в масштабі представлено в додатку Є.

## **РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ**

Виконання геодезичних робіт у підземних інженерних спорудах, таких як каналізаційні колектори, регламентується низкою нормативних документів, які визначають вимоги до організації робіт, засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), порядку проведення вимірювань та дій у надзвичайних ситуаціях.

Згідно з положеннями ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві", будь-які геодезичні роботи в умовах обмеженої видимості, у вузьких виробках, шахтах чи колекторах повинні супроводжуватись чітким дотриманням вимог охорони праці та промислової безпеки.

### **Загальні вимоги безпеки**

Організація геодезичних робіт у підземних інженерних спорудах, зокрема каналізаційних колекторах, повинна здійснюватись відповідно до чинного законодавства України у сфері охорони праці та безпеки працівників. Усі заходи щодо техніки безпеки базуються на положеннях наступних нормативних актів:

- ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві";
- ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і виробнича безпека у будівництві";
- ДСТУ ISO 45001:2019 "Система управління охороною праці";
- ГКД 34.03.804-97 Типова інструкція з охорони праці при роботах у замкнених просторах

Перед початком робіт усі працівники повинні пройти:

- первинний інструктаж з охорони праці на робочому місці;
- цільовий інструктаж — перед кожним виходом у колектор;
- медичний огляд, що засвідчує відсутність протипоказань до перебування у підземному просторі;
- інструктаж із надання першої домедичної допомоги у надзвичайних ситуаціях.

Виконання робіт дозволяється в складі не менше ніж двох осіб, одна з яких виконує роль спостерігача і залишається на поверхні або в зоні негайного доступу. У випадку непередбаченої ситуації спостерігач має забезпечити виклик аварійної служби, швидкої допомоги або інших рятувальних підрозділів.

Кожна особа, що спускається до колектору, має бути забезпечена засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), які включають:

- захисну каску з налобним ліхтарем;
- сигнальний жилет або одяг зі світловідбивними елементами;
- діелектричні гумові чоботи;
- фільтруючий респіратор або протигаз (у разі наявності хімічних загроз);
- герметичні рукавички;
- пристрої для голосового або радіозв'язку;
- страхувальне спорядження (карабіни, пояс, мотузка).

Перед спуском обов'язково проводиться:

- перевірка повітряного середовища в колекторі за допомогою портативного газоаналізатора (на наявність метану, сірководню, чадного газу, дефіциту кисню тощо);
- перевірка наявності води та її рівня в трубах;
- тестування працездатності засобів зв'язку;
- перевірка надійності кріплення марок, приладів та світильників.

Крім того, вся техніка, яка використовується в колекторі, повинна мати клас захисту не нижче IP65, бути вологостійкою та захищеною від короткого замикання.

### **Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)**

Для забезпечення безпечного перебування персоналу в підземних умовах колектора, всі працівники повинні бути повністю екіпіровані засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), що відповідають характеру робіт, умовам середовища та чинним нормативним актам, зокрема [ДБН А.3.2-2-2009], [ДСТУ EN 166:2017] та Наказу МОЗ України № 246 від 21.05.2007.

Обов'язковий перелік ЗІЗ для геодезичних робіт у підземних інженерних спорудах включає:

1. Захисна каска з налобним ліхтарем.

Призначена для захисту голови від ударів об низькі елементи конструкцій, а також для забезпечення освітлення в умовах недостатньої видимості. Ліхтар має бути автономним, із захистом від вологи (не нижче IP65) та мати тривалість автономної роботи не менше 8 годин.

2. Сигнальний одяг.

Яскраві жилети або комбінезони з світловідбивними стрічками забезпечують помітність працівника в умовах поганого освітлення, що особливо важливо при паралельному виконанні робіт кількома бригадами.

3. Гумові чоботи з рифленою, антиковзаючою підошвою.

Використовуються для захисту ніг від вологи, хімічно агресивного середовища, слизької поверхні. Обов'язковими є посилені носки з металевими вставками.

4. Рукавиці з гумовим або прорезиненим покриттям.

Забезпечують захист від вологи, травмування при контакті з бетонними або металевими поверхнями, а також покращують хват при встановленні геодезичних приладів.

5. Фільтруючий респіратор або протигаз.

У разі виявлення в повітрі підвищеної концентрації шкідливих газів (метан, сірководень, аміак, СО) або зниженого вмісту кисню, застосування ЗІЗ органів дихання є критично необхідним. Використовуються протигази з комбінованими фільтрами або саморятівники типу "ШСС".

6. Засоби індивідуального освітлення.

Крім ліхтаря на касці, кожен працівник має мати додаткове джерело світла (ліхтарик, підсвітка в кишені), у разі відмови основного.

7. Пристрої зв'язку.

Використовуються рації або гарнітури з виведеними мікрофонами, які дозволяють підтримувати постійний зв'язок з оператором на поверхні. Зв'язок

повинен працювати в замкненому просторі з високою вологістю та перешкодами.

#### 8. Страховальні пояси, карабіни та евакуаційні мотузки.

Для спуску та евакуації з виробки використовуються сертифіковані страховальні системи. Особливо це актуально при виконанні робіт на глибині понад 3 метри або за відсутності стаціонарного доступу (сходів, платформ).

#### 9. Газоаналізатор

Хоча не є особистим засобом захисту, газоаналізатор має бути постійно при працівнику, який відповідає за моніторинг повітря. Сучасні моделі дозволяють в режимі реального часу визначати рівень кисню та концентрацію токсичних газів.

Заборонено виконання робіт у колекторі без наявності ЗІЗ, навіть при короткочасному огляді або тестуванні обладнання. Усі засоби повинні відповідати стандартам EN, ДСТУ та ТУ на момент використання, мати маркування та не мати механічних або технічних пошкоджень.

### **Умови роботи в колекторі**

Виконання геодезичних вимірювань у підземному каналізаційному колекторі потребує суворого дотримання технологічної послідовності та правил безпеки, з огляду на обмеженість простору, погану вентиляцію, вологість і потенційну загазованість середовища. Всі роботи здійснюються згідно з ДБН В.1.3-2:2010, ДСТУ 3273-95, а також з урахуванням рекомендацій інструкцій з охорони праці для працівників, що працюють у замкнених просторах.

#### Організаційні умови

##### 1. Попередня підготовка:

- перед спуском у колектор має бути складено маршрут проведення робіт, перелік точок вимірювань та схема евакуації;
- перевіряється справність усіх ЗІЗ та приладів;
- здійснюється перевірка повітряного середовища газоаналізатором.

## 2. Склад бригади:

- до виконання робіт допускаються щонайменше двоє працівників, один з яких залишається на поверхні або у верхній частині люка для спостереження;
- у разі погіршення самопочуття одного з працівників — негайне припинення робіт і евакуація.

### Технічні умови

#### 1. Умови доступу:

- спуск у колектор здійснюється через стаціонарні люки або шахти;
- використовується страхувальне спорядження та лінії зв'язку;
- на час робіт люк або вхід до колектора обгороджується сигнальною стрічкою або щитом з попереджувальним написом.

#### 2. Освітлення та вентиляція:

- колектор має бути освітлений переносними LED-прожекторами, закріпленими у безпечних місцях;
- у разі відсутності природної вентиляції — встановлюються переносні вентилятори для примусового провітрювання;
- у випадках температури нижче +5 °C — працівники працюють не більше 30 хвилин без перерви.

#### 3. Розміщення приладів:

- тахеометри, віхи або лазерне обладнання встановлюються на триногах із гумовими опорами, щоб уникнути ковзання на мокрих бетонних поверхнях;
- усі прилади повинні мати ступінь захисту не нижче IP65, бути стійкими до вологи, пилу та перепадів температур.

#### 4. Поведінка в середовищі:

- заборонено працювати з неперевереним обладнанням або без ЗІЗ;
- заборонено приймати їжу, палити або користуватись відкритим вогнем;
- заборонено проводити роботи в стані втоми, стресу або хвороби.

#### 5. Контроль навколишнього середовища:

- наявність конденсату, залишкових стічних вод або газів перевіряється кожні 30 хвилин;
- за наявності води понад 5 см – роботи тимчасово зупиняються;
- при виявленні різкого зниження вмісту кисню або підвищеної концентрації газів — негайна евакуація персоналу.

#### Завершення робіт

Після завершення вимірювань:

- здійснюється контрольна перевірка наявності всіх працівників та справності обладнання;
- складається акт виконаних робіт;
- проводиться дезінфекція взуття, ЗІЗ та інструменту, якщо роботи проходили в умовах забруднення стічними водами.

### **Камеральна обробка результатів**

Після завершення польового етапу робіт, який включає вимірювання напрямків, відстаней та висот у підземній частині об'єкта, проводиться камеральна обробка результатів, метою якої є отримання точних координат маркованих точок, побудова геодезичної основи та створення плану колектора.

Обробка виконується в умовах камерального офісу або лабораторії, обладнаної комп'ютерною технікою та відповідним програмним забезпеченням, з дотриманням вимог Державних санітарних правил і норм ДСанПіН 3.3.2.007-98 щодо безпечної організації роботи за персональним комп'ютером.

#### Програмні засоби та етапи обробки

Для обробки результатів використовується низка програм:

- Torosad – для імпорту виміряних даних, вирівнювання геодезичної мережі, аналізу точності та формування звітів;
- AutoCAD (або Civil 3D) – для побудови плану колектора у масштабі 1:500;
- Excel – для перевірки та структурування вихідних координат і обчислень.

Обробка передбачає кілька ключових етапів:

1. Перевірка вимірювань – звірювання польових журналів з електронними даними (RAW, GSI, TXT), аналіз відповідності кількості спостережень, контроль кутових і лінійних замикань.
2. Вирівнювання геодезичної мережі – виконане в середовищі Topocad з отриманням середньоквадратичних похибок за координатами X, Y, H.
3. Оцінка точності – здійснюється за середніми СКП та еліпсами помилок. Усі точки з похибками, що перевищують допуск, підлягають повторній перевірці або виключенню з вирівнювання.
4. Формування координатного списку – створюється таблиця обчислених координат усіх пунктів, яка слугує основою для побудови ситуаційного плану.
5. Побудова цифрового плану – у середовищі AutoCAD.

#### Техніка безпеки при камеральних роботах

Попри те, що камеральні роботи є менш небезпечними порівняно з польовими, вони мають свою специфіку щодо безпеки:

- Робоче місце повинно бути освітленим згідно з нормами (не менше 300 лк).
- Монітор має бути розташований на відстані 60–70 см від очей, під кутом 15–20° до лінії погляду.
- Тривалість безперервної роботи за комп'ютером не повинна перевищувати 2 годин, після чого слід робити перерву не менше 15 хвилин.
- Під час роботи слід використовувати ергономічні меблі, підтримувати правильну поставу та провітрювати приміщення.

## РОЗДІЛ 5. КОШТОРИС ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

Проведення геодезичних робіт вимагає не лише високої технічної точності та професійної підготовки, а й економічного обґрунтування. Одним із важливих етапів планування є складання кошторису, який дозволяє визначити обсяг матеріальних і трудових ресурсів, необхідних для якісного виконання всього комплексу робіт.

Кошторисні витрати включають в себе вартість підготовчого етапу, польових вимірювань, камеральної обробки даних, створення цифрового плану, а також супутні витрати на використання обладнання, транспортні послуги та заходи з техніки безпеки. Усі роботи оцінюються відповідно до чинних розцінок, викладених у нормативно-методичних документах, зокрема «Укрупнені кошторисні вартісні показники на інженерно-геодезичні роботи в промислово-цивільному будівництві», а також враховуються положення ДБН Д.1.1-1:2013.

Таблиця з розрахунками кошторису вказана нижче.

Таблиця 5.1

Кошторис  
на вишукувальні роботи

Форма № 2-П

Новий кошторис (вишукування)

(найменування об'єкта будівництва, стадії проектування, виду проектних, науково-проектних вишукувальних робіт)

Найменування проектної (науково-проектної, вишукувальної) організації

Ч.ч.	Характеристика об'єкта будівництва або виду робіт	Назва документа обґрунтування та №№ частин, глав, таблиць, пунктів	Розрахунок вартості	Вартість, грн.
1	2	3	4	5
Польові роботи				
2	(Польові роботи) Прокладання тонельної полігонометрії розряду: IV-Т (Категорія складності I) (Визначення планових координат станцій спостережень (система координат умовна))  <i>Розрахунковий показник</i> <i>10[1 пункт]</i>	Табл.9003, п.4. Категорія I k=1.21 - Додаток 7 до Настанови, табл.1	140,0 * 16,0 * 1,21	2710,4
3	(Польові роботи) Підземне нівелювання. Нівелювання III класу (подвійний хід) (Визначення відміток станцій спостережень (система висот умовна)) (Категорія складності I)  <i>Розрахунковий показник</i> <i>1,86[1 км 860м]</i>	Табл.9006, п.1. Категорія I k=1.21 - Додаток 7 до Настанови, табл.1	40,0 * 1,80 * 1,21	87,12
4	(Польові роботи) Нівелювання підземних і надземних споруджень. Зйомка споруд підземних (Визначення планових координат характерних точок кілець тунеля тахеометричним методом (система координат умовна)) (Категорія складності I)	Табл.66, п.1. Категорія I k=1.21 - Додаток 7 до Настанови, табл.1	0,66 * 81,0 * 1,21	64,68

	<i>Розрахунковий показник</i> <i>81[пункти полігонометрії, марки на стінах, пінкти підземної опорно геодезичної мережі]</i>			
5	(Польові роботи) Нівелювання підземних і надземних споруджень. Нівелювання споруд підземних  (Визначення відміток характерних точок кілець тунеля тахеометричним методом (система висот умовна)) (Категорія складності I)  <i>Розрахунковий показник</i> <i>81[пункти полігонометрії, марки на стінах, пінкти підземної опорно геодезичної мережі]]</i>	Табл.66, п.3. Категорія I k=1.21 - Додаток 7 до Настанови, табл.1	0,70 * 81,0 * 1,21	68,60
Камеральні роботи				
7	(Камеральні роботи) Прокладання тунельної полігонометрії розряду: IV-Т  (Оброблення вимірювань при визначенні планових координат станцій спостережень, оброблення даних, (Категорія складності I)  <i>Розрахунковий показник</i> <i>10[1 пункт]</i>	Табл.9003, п.4. Категорія I k=1.21 - Додаток 7 до Настанови, табл.1	32,0 * 16,0* 1,21	619,52
8	(Камеральні роботи) Підземне нівелювання. Нівелювання III класу (подвійний хід)  (Оброблення вимірювань при визначенні відміток станцій спостережень, оброблення, розрахунок точності, вирівнювання (система висот умовна)) (Категорія складності I)  <i>Розрахунковий показник</i> <i>1,86[1 км 860м]</i>	Табл.9006, п.1. Категорія I k=1.21 - Додаток 7 до Настанови, табл.1	18,0 * 1,80 * 1,21	39,20
9	(Камеральні роботи) Складання програми (проєкту виробництва) інженерно-	Табл.86, п.1. Категорія II k=1.21 - Додаток 7 до Настанови, табл.1	150,0 * 1,0 * 1,21	181,50

геодезичних і гідрографічних вишукувань, технічного звіту. Вартість вишукувань, до 2 тис. крб. Ціна технічного звіту (отримання координат точок з оцінкою точності)  <i>Розрахунковий показник</i>  <i>1[1 звіт]</i>			
Витрати на організацію і ліквідацію		$2956,21 * 0,033 + 2956,21 * 0,027$	177,37
Всього польові роботи та організація і ліквідація:			
- інженерно-геодезичні роботи (Рекогностування; розмітка опорних точок для вимірювання (інтервал 5-10 м))	п.п.2+3+4+5	$(2710,40 + 112,53 + 64,68 + 68,60)$	2956,21
	k=1.32 Коефіцієнт до підсумку кошторисної вартості вишукувань, визначеної за цінами відповідних глав і таблиць Збірника цін	$(2710,40 + 112,53 + 64,68 + 68,60) * 1,32$	3902,20
	i=37,55 Додаток 7 до Настанови, табл.3, п.4 (інженерно-геодезичні роботи)	$(3902,20 + 177,37) * 37,55$	153187,85
Всього камеральні роботи:			
- інженерно-геодезичні роботи	п.п.7+8+9	$(619,52 + 39,20 + 181,50)$	840,22
	k=1.32 Коефіцієнт до підсумку кошторисної вартості вишукувань, визначеної за цінами відповідних глав і таблиць Збірника цін	$(619,52 + 39,20 + 181,50) * 1,32$	1109,09
	i=37,55 Додаток 7 до Настанови, табл.3, п.4 (інженерно-геодезичні роботи)	$1109,09 * 37,55$	41646,33
Разом, грн.			194834,18
Разом по кошторису, грн.			194834,18
Всього, грн.			<b>194834,18</b>

Всього за кошторисом

Сто дев'яносто чотири тисячі вісімсот тридцять чотири гривні 18 копійок

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Виконання інженерно – геодезичних робіт з обстеження колектору. Адаменко О. В. Київ 2018 р.
2. ДБН В.1.3-2:2010. Геодезичні роботи у будівництві. М., 2010 р.
3. ДСТУ 2756-94. Геодезія. Терміни та визначення. / Київ Держстандарт України, 1994.
4. Наказ від 09.04.1998 № 56 Про затвердження Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98).
5. ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Зі Зміною № 1.
6. ДБН А.2.1-1-2008 Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва (укр).
7. ДСТУ ISO 17123-3:2006 Оптика та оптичні прилади. Методики випробування геодезичних та знімальних приладів у польових умовах.
8. Методические указания по созданию геодезических сетей. М., Недра. 1990 г.
9. Машимов М. М. Уравнивание геодезических сетей / М. М. Машимов. – М., Недра, 1979.
10. РД 07-603-03 Инструкция по производству маркшейдерских работ. НТЦПромышленная безопасность, 2003 г.
11. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12).
12. ГКД 34.03.804-97 Типова інструкція з охорони праці при роботах у замкнених просторах
13. Наказу МОЗ України № 246 від 21.05.2007 Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій
14. ДСТУ 3273-95. Безпечність промислових підприємств
15. Міністерство соціальної політики України, наказ 14.02.2018 № 207, 25 квітня 2018 р. За № 508/31960, про затвердження вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями.
16. Укрупнені кошторисні вартісні показники на інженерно-геодезичні роботи в промислово-цивільному будівництві, НДІБВ, АТХК «Київміськбуд», КНУБА, Доч. П. «Укргеодезмарк» ПАТ «Київміськбуд», Київ 2013.
17. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Правила визначення вартості будівництва.

## **ДОДАТКИ**

## ДОДАТОК А

Таблиця координат пунктів при зйомці колектору

Назва пункту знімальної основи	X	Y	H
VV1	45557.2120	24666.1799	147.1131
VV2	45556.8418	24671.0489	145.6568
VV3	45552.3368	24668.2043	145.6379
ST1	45554.9371	24669.0871	102.0306
ST2	45559.4621	24825.5417	101.9487
ST3	45563.3486	24976.3016	101.7847
ST4	45567.1789	25128.4731	101.6528
ST5	45570.9857	25279.2799	101.5865
ST6	45574.8385	25431.1840	101.4505
ST7	45578.3214	25577.5399	101.3795
ST8	45582.3125	25729.0127	101.1522
ST9	45584.8805	25881.3441	101.0913
ST10	45580.1192	25947.8631	100.9601
ST11	45569.7829	26015.6288	100.9612
ST12	45547.8412	26101.7703	100.8020
ST13	45520.7724	26175.9072	100.7955
ST14	45496.0767	26229.1028	100.6541
ST15	45461.0704	26290.6585	100.6342
ST17	45390.6801	26415.5399	100.4735
U1	45356.4223	26474.5251	100.9120
U2	45357.4727	26476.2717	100.8883
M11	45354.9142	26478.0147	100.9715
M13	45359.4653	26472.6346	100.5883
M14	45357.1164	26471.3170	100.5903

M15	45378.1382	26439.4689	100.6111
M16	45375.8931	26437.9365	100.5496
T1	45555.0684	24665.8616	103.9546
T10	45532.3478	24618.4989	102.3980
T11	45534.4972	24617.4693	102.4252
T12	45519.2852	24583.1213	102.7335
T14	45555.1156	24665.4278	102.2186
T15	45558.6149	24744.1301	101.9777
T16	45555.8327	24740.1679	101.9028
T17	45560.6026	24821.8207	101.9101
T18	45557.8979	24821.8808	101.8811
T19	45559.9081	24896.4901	101.9981
T2	45553.7414	24669.6674	102.4915
T20	45560.3015	24918.5861	101.9194
T21	45561.6888	24974.1796	101.7590
T22	45564.3987	24974.1048	101.7635
T23	45563.9270	25057.2993	101.7289
T24	45566.6241	25057.1813	101.7603
T25	45565.6195	25128.0427	101.6044
T26	45568.7437	25146.1925	101.6523
T27	45567.3419	25199.7712	101.5844
T28	45570.0618	25199.7085	101.6428
T29	45572.1618	25283.7600	101.4524
T3	45553.1269	24666.4432	103.3796
T30	45569.4494	25283.8435	101.5641
T31	45574.0192	25359.7826	101.4884
T32	45571.2922	25359.8323	101.4272
T33	45576.0331	25441.8878	101.3767
T34	45573.3212	25441.9319	101.4420

T35	45575.0987	25509.1523	101.3748
T36	45577.8052	25509.0968	101.3423
T37	45579.7205	25587.0027	101.2368
T38	45577.0091	25587.0836	101.3655
T39	45578.7534	25657.7182	101.2243
T40	45581.4723	25657.6557	101.1790
T41	45580.7858	25739.6427	101.1495
T42	45583.4950	25739.5954	101.1514
T43	45582.6056	25811.2468	101.0932
T44	45585.3167	25811.1686	101.0118
T45	45582.7482	25891.8214	101.0299
T46	45585.4713	25891.9035	100.9916
T47	45581.9018	25940.3525	100.9470
T48	45579.5465	25961.4416	100.8573
T49	45572.4403	26006.4030	100.8670
T50	45568.8003	26025.2482	100.9286
T51	45557.9462	26070.5511	100.8359
T52	45546.8466	26108.4032	100.7648
T53	45532.8576	26148.5392	100.7840
T54	45519.1258	26182.3260	100.7271
T56	45507.8671	26207.2439	100.7305
T57	45493.3785	26236.2729	100.6070
T58	45468.5647	26280.4307	100.6531
T59	45466.2162	26279.0667	100.5799
T60	45459.1556	26297.0729	100.5698
T61	45456.7777	26295.7899	100.5513
T62	45421.7287	26362.9717	100.5599
T63	45419.3660	26361.6441	100.4687

## ДОДАТОК Б

## Результати розрахунку точності положення пунктів колектора в плані

Результати вирівнювання

Підсумок

Розподіл значень к-ту надлишковості, план	
Кількість 0.00 - 0.10	32
Кількість 0.10 - 0,35	68
Кількість 0,35 - 0.70	224
Кількість 0.70 - 1.00	26

Статистика

Вихідні Точки

Ім'я Тчк	Відоме X	Відоме Y	Відоме Н	Пом. Центр. X	Пом. Центр. Y	Пом. Центр. Н
VV1	5557,212	4666,180	147,113			
VV2	5556,842	4671,049	145,657			
VV3	5552,337	4668,204	145,638			
U1	5356,422	6474,525	100,912			
U2	5357,473	6476,272	100,888			

Точки, що визначаються

Ім'я Тчк	Обчислене X	Обчислене Y	Обчислене Н	СКП X	СКП Y	СКП Н	Еліпс А	Еліпс В	Еліпс Кут
ST1	5554,854	4667,124		0,002	0,002		0,002	0,002	164°"
ST2	5556,186	4825,444		0,007	0,002		0,007	0,002	2°"
ST3	5560,413	4976,186		0,012	0,003		0,012	0,003	1°"
ST4	5564,599	5128,339		0,015	0,003		0,015	0,003	2°"
ST5	5568,765	5279,128		0,017	0,004		0,017	0,004	2°"
ST6	5572,980	5431,013		0,018	0,004		0,018	0,004	3°"
ST7	5576,812	5577,351		0,018	0,004		0,018	0,004	5°"
ST8	5581,160	5728,805		0,017	0,005		0,017	0,004	7°"
ST9	5584,081	5881,120		0,016	0,005		0,017	0,004	9°"
ST10	5579,455	5947,645		0,016	0,005		0,016	0,004	12°"
ST11	5569,230	6015,422		0,015	0,006		0,015	0,004	14°"
ST12	5547,424	6101,593		0,013	0,006		0,014	0,004	18°"
ST13	5520,470	6175,766		0,013	0,006		0,013	0,004	22°"
ST14	5495,854	6228,993		0,012	0,006		0,013	0,003	24°"
ST15	5460,908	6290,573		0,010	0,005		0,010	0,003	25°"
ST17	5390,627	6415,507		0,004	0,003		0,004	0,002	22°"
T1	5555,809	4664,040		0,003	0,003		0,003	0,003	14°"
T15	5551,756	4741,932		0,004	0,003		0,004	0,003	6°"
T16	5549,241	4737,748		0,004	0,003		0,004	0,003	8°"
T17	5556,636	4819,762		0,007	0,003		0,007	0,003	2°"
T18	5553,931	4819,816		0,007	0,003		0,007	0,003	2°"
T19	5555,784	4894,436		0,009	0,003		0,009	0,003	2°"
T2	5553,549	4667,378		0,003	0,003		0,003	0,003	80°"
T20	5556,131	4916,533		0,010	0,003		0,010	0,003	2°"
T21	5560,135	4972,253		0,012	0,004		0,012	0,004	1°"
T22	5562,846	4972,188		0,012	0,004		0,012	0,004	1°"
T23	5562,088	5055,386		0,014	0,004		0,014	0,004	1°"
T24	5564,785	5055,278		0,014	0,004		0,014	0,004	1°"
T25	5563,579	5126,140		0,015	0,004		0,015	0,004	1°"
T26	5566,646	5144,300		0,016	0,004		0,016	0,004	1°"
T27	5565,092	5197,879		0,016	0,004		0,016	0,004	2°"
T28	5567,812	5197,825		0,016	0,004		0,016	0,004	2°"
T29	5569,686	5281,887		0,017	0,005		0,017	0,005	2°"
T30	5566,973	5281,963		0,017	0,005		0,017	0,005	2°"
T31	5571,356	5357,920		0,018	0,004		0,018	0,004	3°"



ST4 08'45"	T24	73	FK	1°43'33"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'30"	0,003	0,64	147190	270°
ST4 41'33"	T26	16	FK	174°16'22"	0°00'00"	0°00'36"	0°00'36"	179°06'00"	999,000	0,00	7940	82°
ST4 21'08"	T28	70	FK	178°56'46"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'09"	0°00'31"	0,003	0,64	134754	87°
ST4 35'37"	T27	70	FK	181°11'15"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'09"	0°00'31"	0,003	0,64	134692	89°
ST5 25'03"	ST4	151	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'04"	0°00'21"	0,004	0,32	552702	268°
ST5 24'37"	ST6	152	FK	179°59'35"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'04"	0°00'22"	0,005	0,31	559042	88°
ST5 19'44"	T28	81	FK	0°55'00"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'27"	0,003	0,63	177800	269°
ST5 24'43"	T27	81	FK	358°59'59"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'27"	0,003	0,63	177886	267°
ST5 17'14"	T30	3	FK	213°52'27"	0°00'00"	0°02'54"	0°02'54"	179°06'00"	999,000	0,00	347	122°
ST5 32'50"	T29	3	FK	163°08'04"	0°00'00"	0°03'21"	0°03'21"	179°06'00"	999,000	0,00	261	71°
ST5 06'59"	T31	79	FK	179°43'03"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'28"	0,003	0,63	168438	88°
ST5 05'56"	T32	79	FK	181°42'00"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'28"	0,003	0,63	168440	90°
ST6 24'37"	ST5	152	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'04"	0°00'23"	0,005	0,28	559042	268°
ST6 30'01"	ST7	146	FK	180°05'23"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'04"	0°00'22"	0,005	0,31	527039	88°
ST6 35'28"	T32	73	FK	358°11'14"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'30"	0,003	0,64	147615	266°
ST6 43'37"	T31	73	FK	0°19'24"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'30"	0,003	0,64	147368	268°
ST6 28'07"	T34	9	FK	197°03'48"	0°00'00"	0°01'02"	0°01'02"	179°06'00"	999,000	0,00	2720	105°
ST6 42'01"	T33	9	FK	180°17'41"	0°00'00"	0°01'05"	0°01'05"	179°06'00"	999,000	0,00	2507	88°
ST6 36'52"	T36	76	FK	180°13'28"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'29"	0,003	0,63	158863	88°
ST6 38'52"	T35	76	FK	182°15'28"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'29"	0,003	0,63	158984	90°
ST7 30'01"	ST6	146	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'04"	0°00'24"	0,005	0,28	527039	268°
ST7 21'20"	ST8	152	FK	179°51'14"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'04"	0°00'22"	0,005	0,31	556571	88°
ST7 09'59"	T35	70	FK	357°40'23"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'09"	0°00'31"	0,003	0,64	137016	266°
ST7 22'34"	T36	70	FK	359°52'59"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'09"	0°00'31"	0,003	0,64	136739	268°
ST7 18'43"	T38	8	FK	201°49'00"	0°00'00"	0°01'09"	0°01'09"	179°06'00"	999,000	0,00	2182	110°
ST7 32'26"	T37	8	FK	183°02'43"	0°00'00"	0°01'15"	0°01'15"	179°06'00"	999,000	0,00	1884	91°
ST7 56'10"	T39	79	FK	182°27'25"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'28"	0,003	0,63	167362	90°
ST7 57'06"	T40	78	FK	180°28'22"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'28"	0,003	0,63	167153	88°
ST8 21'20"	ST7	152	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'04"	0°00'23"	0,005	0,29	556571	268°
ST8 54'05"	ST9	152	FK	180°32'37"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'04"	0°00'21"	0,004	0,32	561347	88°
ST8 35'02"	T39	73	FK	357°14'08"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'30"	0,003	0,64	147448	265°
ST8 42'53"	T40	73	FK	359°21'59"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'30"	0,003	0,64	147085	267°
ST8 19'51"	T41	10	FK	203°58'48"	0°00'00"	0°01'00"	0°01'00"	179°06'00"	999,000	0,00	2925	112°
ST8 19'31"	T42	9	FK	187°58'28"	0°00'00"	0°01'05"	0°01'05"	179°06'00"	999,000	0,00	2510	96°
ST8 23'22"	T43	81	FK	183°03'20"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'27"	0,003	0,63	175309	91°
ST8 27'45"	T44	81	FK	181°07'43"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'27"	0,003	0,63	174946	89°
ST9 54'05"	ST8	152	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'04"	0°00'23"	0,005	0,28	561347	268°
ST9 58'39"	ST10	67	FK	185°03'36"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'09"	0°00'40"	0,008	0,39	130285	93°
ST9 06'31"	T43	72	FK	357°12'52"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'09"	0°00'30"	0,003	0,64	142847	266°
ST9 16'19"	T44	72	FK	359°22'41"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'09"	0°00'30"	0,003	0,64	142641	268°
ST9 19'56"	T45	10	FK	209°26'07"	0°00'00"	0°00'58"	0°00'58"	179°06'00"	999,000	0,00	3144	118°
ST9 00'08"	T46	9	FK	194°06'19"	0°00'00"	0°01'03"	0°01'03"	179°06'00"	999,000	0,00	2615	103°
ST9 36'23"	T47	58	FK	186°45'20"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'10"	0°00'42"	0,007	0,48	95660	95°
ST10 58'39"	ST9	67	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'09"	0°01'11"	0,019	0,13	130285	273°
ST10 34'45"	ST11	69	FK	184°34'42"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'09"	0°00'40"	0,008	0,38	137262	98°
ST10 38'22"	T47	9	FK	349°46'38"	0°00'00"	0°00'38"	0°01'04"	0°03'43"	0,025	0,64	2573	263°
ST10 31'48"	T48	12	FK	191°34'00"	0°00'00"	0°00'47"	0°00'47"	179°06'00"	999,000	0,00	4780	105°
ST10 17'35"	T49	58	FK	186°23'58"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'10"	0°00'42"	0,007	0,49	96331	100°
ST11 34'45"	ST10	69	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'09"	0°01'10"	0,019	0,12	137262	278°
ST11 12'04"	ST12	89	FK	185°37'04"	0°00'00"	0°00'06"	0°00'07"	0°00'37"	0,008	0,27	222811	104°
ST11 19'45"	T49	11	FK	350°53'53"	0°00'00"	0°00'32"	0°00'54"	0°03'09"	0,021	0,64	3574	269°
ST11 32'04"	T50	9	FK	195°58'10"	0°00'00"	0°01'06"	0°01'06"	179°06'00"	999,000	0,00	2435	114°
ST11 03'18"	T51	55	FK	186°33'10"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'11"	0°00'40"	0,005	0,58	88451	105°
ST12 12'04"	ST11	89	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'06"	0°00'07"	0°00'50"	0,013	0,15	222811	284°
ST12 58'16"	ST13	79	FK	185°46'04"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'42"	0,009	0,27	178884	109°
ST12 47'33"	T51	34	FK	358°37'45"	0°00'00"	0°00'10"	0°00'18"	0°01'01"	0,007	0,65	33889	282°
ST12 59'28"	T52	6	FK	199°48'00"	0°00'00"	0°01'33"	0°01'33"	179°06'00"	999,000	0,00	1204	123°

ST12 50'07"	T53 49	FK	186°41'40"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'12"	0°00'45"	0,006	0,58	69155	110°
ST13 58'16"	ST12 79	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'56"	0,015	0,15	178884	289°
ST13 49'08"	ST14 59	FK	184°50'41"	0°00'00"	0°00'09"	0°00'10"	0°00'56"	0,013	0,26	101913	114°
ST13 35'16"	T53 30	FK	358°38'48"	0°00'00"	0°00'12"	0°00'19"	0°01'07"	0,007	0,65	27852	288°
ST13 06'38"	T54 6	FK	197°08'56"	0°00'00"	0°01'31"	0°01'31"	179°06'00"	999,000	0,00	1261	127°
ST13 24'08"	T56 34	FK	186°30'33"	0°00'00"	0°00'11"	0°00'18"	0°01'04"	0,008	0,60	33989	116°
ST14 49'08"	ST13 59	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'09"	0°00'10"	0°01'07"	0,017	0,18	101913	294°
ST14 34'28"	ST15 71	FK	184°43'26"	0°00'00"	0°00'06"	0°00'08"	0°00'34"	0,005	0,50	145950	119°
ST14 41'43"	T56 25	FK	357°54'40"	0°00'00"	0°00'14"	0°00'23"	0°01'22"	0,009	0,64	19107	292°
ST14 20'21"	T57 8	FK	192°31'59"	0°00'00"	0°01'17"	0°01'17"	179°06'00"	999,000	0,00	1769	127°
ST14 38'10"	T59 58	FK	187°52'05"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'10"	0°00'39"	0,006	0,54	97285	122°
ST14 57'46"	T58 58	FK	185°11'43"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'10"	0°00'39"	0,006	0,55	97050	119°
ST15 34'28"	ST14 71	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'08"	0°01'30"	0,026	0,07	145950	299°
ST15 21'36"	ST17 143	FK	179°46'53"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'05"	0°00'22"	0,004	0,35	509602	119°
ST15 47'19"	T58 13	FK	358°17'08"	0°00'00"	0°00'27"	0°00'46"	0°02'39"	0,017	0,66	4917	297°
ST15 45'31"	T59 13	FK	346°14'50"	0°00'00"	0°00'26"	0°00'45"	0°02'35"	0,016	0,66	5213	285°
ST15 19'40"	T61 7	FK	203°45'43"	0°00'00"	0°01'21"	0°01'21"	179°06'00"	999,000	0,00	1583	143°
ST15 13'16"	T60 6	FK	181°39'19"	0°00'00"	0°01'30"	0°01'30"	179°06'00"	999,000	0,00	1295	121°
ST15 08'18"	T63 82	FK	181°35'31"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'27"	0,003	0,62	181720	121°
ST15 15'07"	T62 82	FK	179°42'20"	0°00'00"	0°00'05"	0°00'08"	0°00'27"	0,003	0,62	181472	119°
ST17 21'36"	ST15 143	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'04"	0°00'05"	0°00'27"	0,006	0,23	509602	299°
ST17 05'40"	U1 68	FK	180°44'22"	0°00'00"	0°00'09"	0°00'09"	0°06'46"	0,125	0,00	136011	120°
ST17 57'47"	T63 61	FK	357°36'45"	0°00'00"	0°00'06"	0°00'10"	0°00'35"	0,004	0,64	106342	296°
ST17 30'18"	T62 61	FK	0°09'17"	0°00'00"	0°00'06"	0°00'10"	0°00'35"	0,004	0,64	106253	299°
U1 05'40"	ST17 68	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'09"	0°00'09"	0°13'23"	0,248	0,00	136011	300°
U1 58'39"	U2 2	FK	118°49'48"	0°00'00"	0°00'16"	0°04'46"	0°13'23"	0,001	1,00	128	58°
T15 22'15"	ST1 75	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'47"	0,011	0,24	153757	272°
T15 57'49"	ST2 83	FK	181°44'24"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'07"	0°00'47"	0,012	0,20	186712	86°
T16 32'38"	ST1 71	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'09"	0°00'47"	0,011	0,27	139283	274°
T16 28'18"	ST2 87	FK	177°52'53"	0°00'00"	0°00'06"	0°00'07"	0°00'47"	0,012	0,18	203681	85°
T19 20'04"	ST2 69	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'09"	0°00'49"	0,011	0,26	132775	270°
T19 45'33"	ST3 92	FK	176°25'53"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'49"	0,012	0,19	179987	86°
T20 02'04"	ST2 81	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'06"	0°00'07"	0°00'51"	0,014	0,15	216089	270°
T20 53'42"	ST3 60	FK	175°52'06"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'10"	0°00'51"	0,011	0,31	102201	85°
T23 47'19"	ST3 79	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,012	0,21	169878	268°
T23 01'41"	ST4 73	FK	179°14'49"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,011	0,24	146953	88°
T24 50'08"	ST3 79	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,012	0,21	169857	266°
T24 08'45"	ST4 73	FK	183°19'04"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,011	0,24	147190	90°
T28 21'08"	ST4 70	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'09"	0°00'49"	0,011	0,25	134754	267°
T28 19'44"	ST5 81	FK	181°59'18"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'49"	0,012	0,19	177800	89°
T27 35'37"	ST4 70	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'09"	0°00'49"	0,011	0,25	134692	269°
T27 24'43"	ST5 81	FK	177°49'48"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'49"	0,012	0,19	177886	87°
T31 06'59"	ST5 79	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,012	0,21	168438	268°
T31 43'37"	ST6 73	FK	180°37'24"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,011	0,24	147368	88°
T32 05'56"	ST5 79	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,012	0,21	168440	270°
T32 35'28"	ST6 73	FK	176°30'17"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,011	0,24	147615	86°
T36 36'52"	ST6 76	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'50"	0,012	0,21	158863	268°
T36 22'34"	ST7 70	FK	179°46'31"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'09"	0°00'50"	0,012	0,24	136739	88°
T35 38'52"	ST6 76	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'50"	0,012	0,21	158984	270°
T35 09'59"	ST7 70	FK	175°31'55"	0°00'00"	0°00'08"	0°00'09"	0°00'50"	0,012	0,24	137016	86°
T39 56'10"	ST7 79	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,012	0,21	167362	270°
T39 35'02"	ST8 73	FK	174°39'42"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,011	0,24	147448	85°
T40 57'06"	ST7 78	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'49"	0,012	0,21	167153	268°
T40 42'53"	ST8 73	FK	178°46'37"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'49"	0,011	0,24	147085	87°
T43 23'22"	ST8 81	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,012	0,20	175309	271°
T43 06'31"	ST9 72	FK	174°44'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'09"	0°00'48"	0,011	0,25	142847	86°
T44 27'45"	ST8 81	FK	0°00'00"	0°00'00"	0°00'07"	0°00'08"	0°00'48"	0,012	0,20	174946	269°



ST5 19'44"	T28	81	Прокладення	81,303	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78884	269°
ST5 24'43"	T27	81	Прокладення	81,325	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78883	267°
ST5 17'14"	T30	3	Прокладення	3,354	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	83147	122°
ST5 32'50"	T29	3	Прокладення	2,909	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	83172	71°
ST5 06'59"	T31	79	Прокладення	78,829	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79017	88°
ST5 05'56"	T32	79	Прокладення	78,830	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79017	90°
ST6 24'37"	ST5	152	Прокладення	151,954	0,001	0,002	0,004	0,012	0,003	0,76	75143	268°
ST6 30'01"	ST7	146	Прокладення	146,398	0,001	0,002	0,004	0,012	0,003	0,76	75432	88°
ST6 35'28"	T32	73	Прокладення	73,174	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79322	266°
ST6 43'37"	T31	73	Прокладення	73,106	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79326	268°
ST6 28'07"	T34	9	Прокладення	9,401	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82812	105°
ST6 42'01"	T33	9	Прокладення	9,025	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82833	88°
ST6 36'52"	T36	76	Прокладення	76,257	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79156	88°
ST6 38'52"	T35	76	Прокладення	76,290	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79154	90°
ST7 30'01"	ST6	146	Прокладення	146,398	0,001	0,002	0,004	0,012	0,003	0,76	75432	268°
ST7 21'20"	ST8	152	Прокладення	151,527	0,001	0,002	0,004	0,012	0,003	0,76	75165	88°
ST7 09'59"	T35	70	Прокладення	70,198	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79483	266°
ST7 22'34"	T36	70	Прокладення	70,120	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79487	268°
ST7 18'43"	T38	8	Прокладення	8,417	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82866	110°
ST7 32'26"	T37	8	Прокладення	7,821	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82899	91°
ST7 56'10"	T39	79	Прокладення	78,542	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79033	90°
ST7 57'06"	T40	78	Прокладення	78,487	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79036	88°
ST8 21'20"	ST7	152	Прокладення	151,527	0,001	0,002	0,004	0,012	0,003	0,76	75165	268°
ST8 54'05"	ST9	152	Прокладення	152,353	0,001	0,002	0,004	0,012	0,003	0,76	75122	88°
ST8 35'02"	T39	73	Прокладення	73,127	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79325	265°
ST8 42'53"	T40	73	Прокладення	73,027	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79330	267°
ST8 19'51"	T41	10	Прокладення	9,749	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82793	112°
ST8 19'31"	T42	9	Прокладення	9,029	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82833	96°
ST8 23'22"	T43	81	Прокладення	80,649	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78919	91°
ST8 27'45"	T44	81	Прокладення	80,553	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78924	89°
ST9 54'05"	ST8	152	Прокладення	152,353	0,001	0,002	0,004	0,012	0,003	0,76	75122	268°
ST9 58'39"	ST10	67	Прокладення	66,691	0,001	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	79673	93°
ST9 06'31"	T43	72	Прокладення	71,844	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79394	266°
ST9 16'19"	T44	72	Прокладення	71,787	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79397	268°
ST9 19'56"	T45	10	Прокладення	10,108	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82773	118°
ST9 00'08"	T46	9	Прокладення	9,217	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82822	103°
ST9 36'23"	T47	58	Прокладення	57,708	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	80160	95°
ST10 58'39"	ST9	67	Прокладення	66,691	0,001	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	79673	273°
ST10 34'45"	ST11	69	Прокладення	68,550	0,001	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	79572	98°
ST10 38'22"	T47	9	Прокладення	9,130	0,000	0,002	0,003	0,012	0,004	0,66	82827	263°
ST10 31'48"	T48	12	Прокладення	12,470	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82642	105°
ST10 17'35"	T49	58	Прокладення	57,926	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	80149	100°
ST11 34'45"	ST10	69	Прокладення	68,550	0,001	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	79572	278°
ST11 12'04"	ST12	89	Прокладення	88,893	0,001	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	78476	104°
ST11 19'45"	T49	11	Прокладення	10,764	0,000	0,002	0,003	0,012	0,004	0,66	82736	269°
ST11 32'04"	T50	9	Прокладення	8,894	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82840	114°
ST11 03'18"	T51	55	Прокладення	55,336	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	80289	105°
ST12 12'04"	ST11	89	Прокладення	88,893	0,001	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	78476	284°
ST12 58'16"	ST13	79	Прокладення	78,925	0,001	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	79012	109°
ST12 47'33"	T51	34	Прокладення	33,552	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,66	81480	282°
ST12 59'28"	T52	6	Прокладення	6,252	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82986	123°
ST12 50'07"	T53	49	Прокладення	48,570	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	80658	110°
ST13 58'16"	ST12	79	Прокладення	78,925	0,001	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	79012	289°
ST13 49'08"	ST14	59	Прокладення	58,649	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	80109	114°
ST13 35'16"	T53	30	Прокладення	30,349	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,66	81656	288°
ST13 06'38"	T54	6	Прокладення	6,396	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82978	127°
ST13 24'08"	T56	34	Прокладення	33,604	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	81477	116°

ST14 49'08"	ST13 59	Прокладення	58,649	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	80109	294°
ST14 34'28"	ST15 71	Прокладення	70,814	0,001	0,002	0,004	0,011	0,003	0,76	79450	119°
ST14 41'43"	T56 25	Прокладення	25,055	0,000	0,002	0,003	0,012	0,004	0,67	81947	292°
ST14 20'21"	T57 8	Прокладення	7,578	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82913	127°
ST14 38'10"	T59 58	Прокладення	58,236	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	80132	122°
ST14 57'46"	T58 58	Прокладення	58,159	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	80136	119°
ST15 34'28"	ST14 71	Прокладення	70,814	0,001	0,002	0,004	0,011	0,003	0,76	79450	299°
ST15 21'36"	ST17 143	Прокладення	143,354	0,001	0,002	0,004	0,012	0,003	0,76	75591	119°
ST15 47'19"	T58 13	Прокладення	12,643	0,000	0,002	0,003	0,012	0,004	0,68	82632	297°
ST15 45'31"	T59 13	Прокладення	13,015	0,000	0,002	0,003	0,012	0,004	0,68	82612	285°
ST15 19'40"	T61 7	Прокладення	7,167	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82936	143°
ST15 13'16"	T60 6	Прокладення	6,482	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82974	121°
ST15 08'18"	T63 82	Прокладення	82,329	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78829	121°
ST15 15'07"	T62 82	Прокладення	82,264	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78832	119°
ST17 21'36"	ST15 143	Прокладення	143,354	0,001	0,002	0,004	0,012	0,003	0,76	75591	299°
ST17 05'40"	U1 68	Прокладення	68,212	0,001	0,002	0,004	0,014	0,007	0,51	79591	120°
ST17 57'47"	T63 61	Прокладення	61,099	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79976	296°
ST17 30'18"	T62 61	Прокладення	61,072	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79978	299°
U1 05'40"	ST17 68	Прокладення	68,212	0,001	0,002	0,004	0,014	0,007	0,51	79591	300°
U1 2	U2	Прокладення	2,038	0,000		0,003					
T1 12'53"	ST1 3	Прокладення	3,228	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	83154	107°
T2 59'44"	ST1 1	Прокладення	1,329	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	83260	348°
T15 22'15"	ST1 75	Прокладення	75,133	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79216	272°
T15 57'49"	ST2 83	Прокладення	83,389	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78772	86°
T16 32'38"	ST1 71	Прокладення	71,087	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79435	274°
T16 28'18"	ST2 87	Прокладення	87,444	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78554	85°
T17 31'17"	ST2 6	Прокладення	5,700	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	83017	94°
T18 09'42"	ST2 6	Прокладення	6,063	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82997	68°
T19 20'04"	ST2 69	Прокладення	68,987	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79549	270°
T19 45'33"	ST3 82	Прокладення	81,875	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78853	86°
T20 02'04"	ST2 91	Прокладення	91,083	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78359	270°
T20 53'42"	ST3 60	Прокладення	59,801	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,68	80047	85°
T22 19'20"	ST3 5	Прокладення	4,680	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	83074	121°
T21 58'05"	ST3 4	Прокладення	3,943	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	83114	85°
T23 47'19"	ST3 79	Прокладення	79,212	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78996	268°
T23 01'41"	ST4 73	Прокладення	72,990	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79332	88°
T24 50'08"	ST3 79	Прокладення	79,207	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78997	266°
T24 08'45"	ST4 73	Прокладення	73,056	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79329	90°
T25 06'26"	ST4 2	Прокладення	2,424	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	83199	65°
T26 41'33"	ST4 16	Прокладення	16,091	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82442	262°
T28 21'08"	ST4 70	Прокладення	69,554	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79518	267°
T28 19'44"	ST5 81	Прокладення	81,303	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78884	89°
T27 35'37"	ST4 70	Прокладення	69,536	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79519	269°
T27 24'43"	ST5 81	Прокладення	81,325	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78883	87°
T30 17'14"	ST5 3	Прокладення	3,354	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	83147	302°
T29 32'50"	ST5 3	Прокладення	2,909	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	83172	251°
T31 06'59"	ST5 79	Прокладення	78,829	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79017	268°
T31 43'37"	ST6 73	Прокладення	73,106	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79326	88°
T32 05'56"	ST5 79	Прокладення	78,830	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79017	270°
T32 35'28"	ST6 73	Прокладення	73,174	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79322	86°
T34 28'07"	ST6 9	Прокладення	9,401	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82812	285°
T33 42'01"	ST6 9	Прокладення	9,025	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82833	268°
T36 36'52"	ST6 76	Прокладення	76,257	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79156	268°
T36 22'34"	ST7 70	Прокладення	70,120	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79487	88°
T35 38'52"	ST6 76	Прокладення	76,290	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79154	270°
T35 09'59"	ST7 70	Прокладення	70,198	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79483	86°
T38 18'43"	ST7 8	Прокладення	8,417	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82866	290°

T37 32'26"	ST7 8	Прокладення	7,821	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82899	271°
T39 56'10"	ST7 79	Прокладення	78,542	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79033	270°
T39 35'02"	ST8 73	Прокладення	73,127	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79325	85°
T40 57'06"	ST7 78	Прокладення	78,487	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79036	268°
T40 42'53"	ST8 73	Прокладення	73,027	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79330	87°
T41 19'51"	ST8 10	Прокладення	9,749	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82793	292°
T42 19'31"	ST8 9	Прокладення	9,029	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82833	276°
T43 23'22"	ST8 81	Прокладення	80,649	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78919	271°
T43 06'31"	ST9 72	Прокладення	71,844	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79394	86°
T44 27'45"	ST8 81	Прокладення	80,553	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78924	269°
T44 16'19"	ST9 72	Прокладення	71,787	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79397	88°
T45 19'56"	ST9 10	Прокладення	10,108	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82773	298°
T46 00'08"	ST9 9	Прокладення	9,217	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82822	283°
T47 36'23"	ST9 58	Прокладення	57,708	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	80160	275°
T47 38'22"	ST10 9	Прокладення	9,130	0,000	0,002	0,003	0,012	0,004	0,66	82827	83°
T48 31'48"	ST10 12	Прокладення	12,470	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82642	285°
T49 17'35"	ST10 58	Прокладення	57,926	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	80149	280°
T49 19'45"	ST11 11	Прокладення	10,764	0,000	0,002	0,003	0,012	0,004	0,66	82736	89°
T50 32'04"	ST11 9	Прокладення	8,894	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82840	294°
T51 03'18"	ST11 55	Прокладення	55,336	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	80289	285°
T51 47'33"	ST12 34	Прокладення	33,552	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,66	81480	102°
T52 59'28"	ST12 6	Прокладення	6,252	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82986	303°
T53 50'07"	ST12 49	Прокладення	48,570	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	80658	290°
T53 35'16"	ST13 30	Прокладення	30,349	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,66	81656	108°
T54 06'38"	ST13 6	Прокладення	6,396	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82978	307°
T56 24'08"	ST13 34	Прокладення	33,604	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,67	81477	296°
T56 41'43"	ST14 25	Прокладення	25,055	0,000	0,002	0,003	0,012	0,004	0,67	81947	112°
T57 20'21"	ST14 8	Прокладення	7,578	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82913	307°
T59 38'10"	ST14 58	Прокладення	58,236	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	80132	302°
T59 45'31"	ST15 13	Прокладення	13,015	0,000	0,002	0,003	0,012	0,004	0,68	82612	105°
T58 57'46"	ST14 58	Прокладення	58,159	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	80136	299°
T58 47'19"	ST15 13	Прокладення	12,643	0,000	0,002	0,003	0,012	0,004	0,68	82632	117°
T61 19'40"	ST15 7	Прокладення	7,167	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82936	323°
T60 13'16"	ST15 6	Прокладення	6,482	0,000	0,002	0,003	0,014	0,007	0,50	82974	301°
T63 08'18"	ST15 82	Прокладення	82,329	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78829	301°
T63 57'47"	ST17 61	Прокладення	61,099	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79976	116°
T62 15'07"	ST15 82	Прокладення	82,264	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	78832	299°
T62 30'18"	ST17 61	Прокладення	61,072	0,000	0,002	0,004	0,012	0,004	0,69	79978	119°

## ДОДАТОК В

### Розрахунок точності положення точок по висоті

Результати вирівнювання

Підсумок

Розподіл значень к-ту надлишковості, висота

Кількість 0.00 - 0.10	0
Кількість 0.10 - 0,35	0
Кількість 0,35 - 0.7	146
Кількість 0.70 - 1.00	40

Статистика

Вихідні Точки

Ім'я Тчк	Відоме X	Відоме Y	Відоме Н	Пом. Центр. X	Пом. Центр. Y
VV1	5557,212	4666,180	147,113		
VV2	5556,842	4671,049	145,657		
VV3	5552,337	4668,204	145,638		
U1	5356,422	6474,525	100,912		
U2	5357,473	6476,272	100,888		

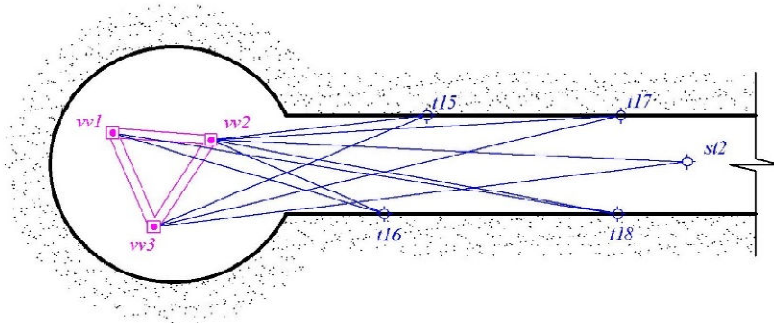
Точки, що визначаються

Ім'я Тчк	Обчислене X	Обчислене Y	Обчислене Н	СКП X	СКП Y	СКП Н
ST1			100,007			0,009
ST2			100,012			0,010
ST3			99,975			0,013
ST4			99,955			0,011
ST5			99,967			0,010
ST6			99,945			0,012
ST7			99,954			0,012
ST8			99,885			0,011
ST9			99,900			0,013
ST10			99,893			0,015
ST11			99,933			0,011
ST12			99,925			0,013
ST13			99,966			0,009
ST14			99,956			0,009
ST15			99,976			0,011
ST17			99,939			0,014
T1			101,931			0,009
T15			99,996			0,011
T16			99,920			0,017
T17			99,974			0,013
T18			99,945			0,013
T19			100,122			0,015
T2			100,467			0,014
T20			100,054			0,015

T21	99,949	0,010
T22	99,954	0,012
T23	99,976	0,014
T24	100,008	0,016
T25	99,906	0,015
T26	99,954	0,017
T27	99,924	0,012
T28	99,982	0,013
T29	99,833	0,010
T30	99,945	0,009
T31	99,927	0,018
T32	99,866	0,016
T33	99,871	0,013
T34	99,936	0,011
T35	99,910	0,013
T36	99,877	0,011
T37	99,811	0,012
T38	99,940	0,015
T39	99,879	0,015
T40	99,834	0,013
T41	99,882	0,011
T42	99,884	0,012
T43	99,865	0,015
T44	99,784	0,017
T45	99,839	0,018
T46	99,801	0,015
T47	99,845	0,016
T48	99,790	0,017
T49	99,827	0,015
T50	99,900	0,014
T51	99,893	0,012
T52	99,888	0,015
T53	99,934	0,017
T54	99,898	0,013
T56	99,972	0,010
T57	99,909	0,011
T58	99,982	0,011
T59	99,909	0,015
T60	99,911	0,010
T61	99,893	0,014
T62	99,968	0,012
T63	99,877	0,011

## ДОДАТОК Г

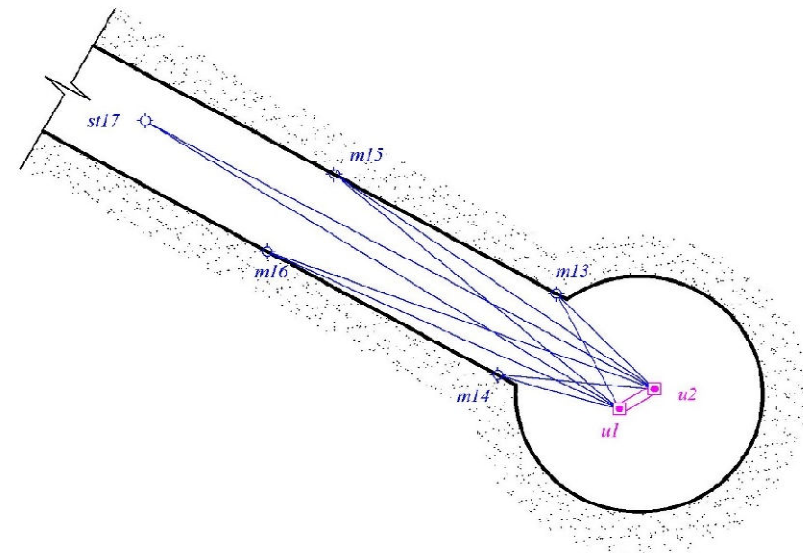
## Схема прив'язки планової знімальної основи до опорних пунктів



Ствол шахти К1-3

## Умовні позначення:

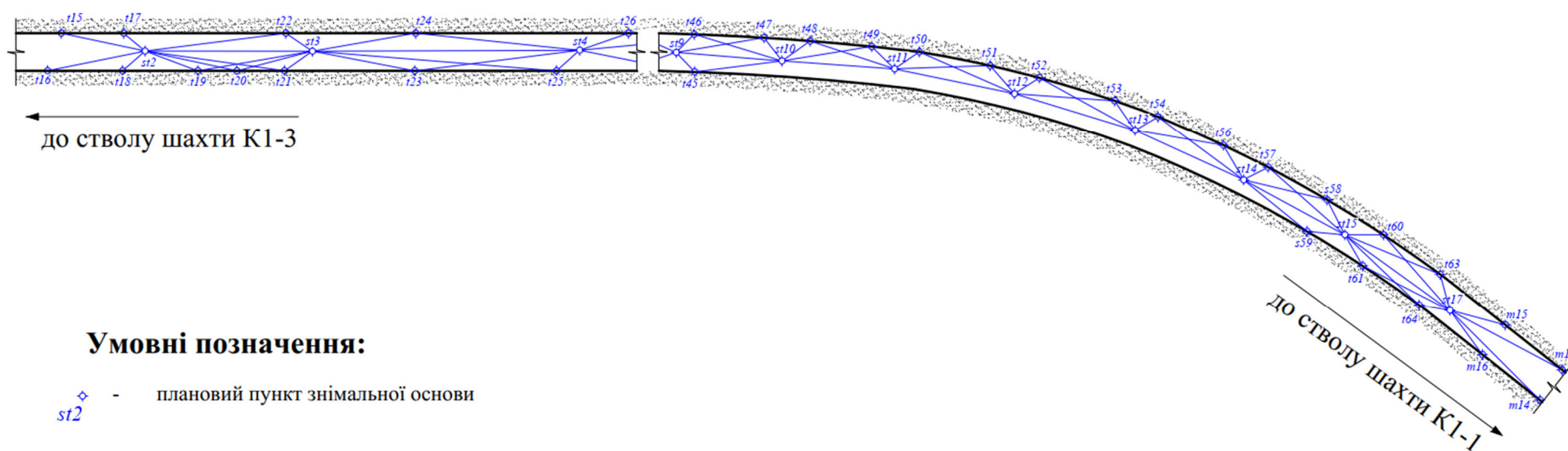
- $v1$  □ - вихідний пункт;  
 $t16$  ◇ - визначуваний пункт планової знімальної основи.



Ствол шахти К1-1

## ДОДАТОК Д

### Схема планової знімальної основи



## ДОДАТОК Е

## Результати вирівнювання планової опорної геодезичної мережі в колекторі

## Результати вирівнювання

## Підсумок

К-т надлишковості, план	0,73
Масштабний коефіцієнт, в плані	1,000000
Ітерації, план	2

Розподіл значень К-ту надлишковості, план	
Кількість 0.00 - 0.10	0
Кількість 0.10 - 0,35	2
Кількість 0,35 - 0.70	134
Кількість 0.70 - 1.00	406

Розподіл значень К-ту надлишковості, висота	
Кількість 0.00 - 0.10	0
Кількість 0.10 - 0,35	0
Кількість 0,35 - 0.7	84
Кількість 0.70 - 1.00	151

## Статистика

К-сть ГК	261
К-сть ЗВ	239
К-сть прийомів	16
К-сть напрямків	0
К-сть горизонтальних прокладень	281
К-сть нахилених відстаней	239
К-сть вихідних точок, план	8
К-сть невідомих точок, план	66
К-сть висячих точок, в плані	0
Кількість необчислених точок, в плані	0
СКП точки в плані, мін	0,002
СКП точки в плані, макс	0,014
СКП точки в плані, сер	0,009

## Вихідні Точки

Ім'я Тцк	Відоме X	Відоме Y	Відоме Н	Пом. Центр. X	Пом. Центр. Y	Пом. Центр. Н
T1	45555,068	24665,862	103,955			
T3	45553,127	24666,443	103,380			
T2	45553,741	24669,667	102,492			
M16	45375,893	26437,937	100,550			
M15	45378,138	26439,469	100,611			
M11	45354,914	26478,015	100,972			
M13	45359,465	26472,635	100,588			
M14	45357,116	26471,317	100,590			

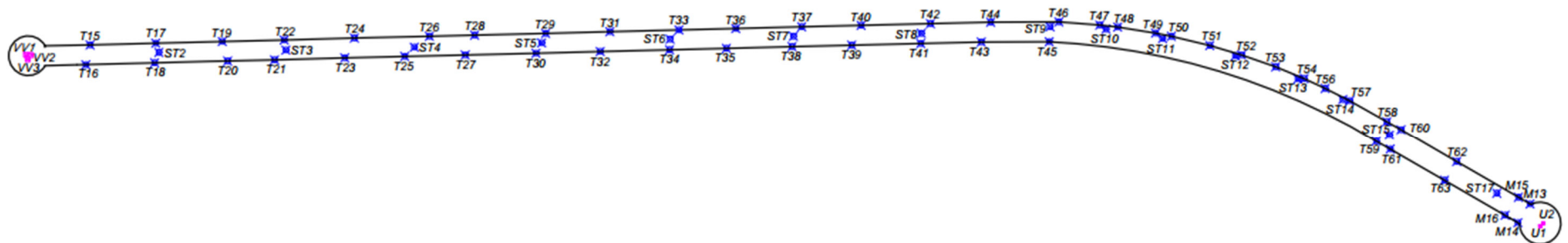
## Точки, що визначаються

Ім'я Тцк	Обчислене X	Обчислене Y	Обчислене Н	СКП X	СКП Y	СКП Н	Еліпс А	Еліпс В	Еліпс Кут
ST1	45554,944	24669,081	102,035	0,001	0,002	0,003	0,001	0,001	89°
T12	45519,083	24583,200	102,738	0,003	0,006	0,008	0,004	0,003	155°
T10	45532,231	24618,547	102,403	0,003	0,006	0,009	0,003	0,003	134°
T11	45534,378	24617,512	102,430	0,003	0,006	0,006	0,003	0,003	137°
T14	45555,113	24665,421	102,223	0,002	0,006	0,004	0,003	0,002	93°
T15	45558,805	24744,123	101,978	0,003	0,004	0,010	0,003	0,002	180°
T16	45556,014	24740,167	101,902	0,003	0,004	0,008	0,003	0,002	2°
ST2	45559,860	24825,540	101,945	0,004	0,005	0,006	0,004	0,002	0°
T17	45560,988	24821,815	101,922	0,005	0,004	0,007	0,005	0,002	179°
T18	45558,302	24821,884	101,877	0,005	0,004	0,007	0,005	0,002	1°
T19	45560,486	24896,494	101,997	0,006	0,004	0,007	0,006	0,002	1°
T20	45560,936	24918,589	101,918	0,007	0,005	0,005	0,007	0,002	0°
ST3	45564,130	24976,303	101,785	0,007	0,005	0,006	0,007	0,002	0°
T21	45562,462	24974,181	101,755	0,008	0,005	0,008	0,008	0,002	1°
T22	45565,172	24974,105	101,765	0,008	0,006	0,009	0,008	0,003	180°
T23	45564,915	25057,305	101,730	0,009	0,006	0,010	0,009	0,003	1°
T24	45567,612	25057,180	101,761	0,009	0,006	0,005	0,009	0,003	0°
ST4	45568,348	25128,476	101,654	0,010	0,004	0,005	0,010	0,002	1°
T25	45566,788	25128,049	101,606	0,010	0,004	0,005	0,010	0,002	1°
T26	45569,957	25146,191	101,654	0,010	0,007	0,005	0,010	0,003	0°
T27	45568,692	25199,779	101,586	0,011	0,006	0,007	0,011	0,003	1°

T28	45571,412	25199,709	101,644	0,011	0,004	0,008	0,011	0,003	1°"
ST5	45572,535	25279,283	101,588	0,012	0,004	0,007	0,012	0,002	1°"
T29	45573,722	25283,757	101,454	0,012	0,006	0,007	0,012	0,003	1°"
T30	45571,012	25283,847	101,565	0,012	0,006	0,007	0,012	0,003	1°"
T31	45575,771	25359,789	101,491	0,012	0,006	0,007	0,012	0,003	1°"
T32	45573,044	25359,845	101,430	0,012	0,006	0,009	0,012	0,003	1°"
ST6	45576,761	25431,198	101,453	0,013	0,006	0,009	0,013	0,003	2°"
T33	45577,981	25441,899	101,379	0,013	0,008	0,009	0,013	0,004	2°"
T34	45575,269	25441,950	101,445	0,013	0,006	0,005	0,013	0,003	2°"
T35	45577,208	25509,176	101,378	0,013	0,006	0,005	0,013	0,003	2°"
T36	45579,915	25509,114	101,346	0,013	0,006	0,007	0,013	0,003	2°"
ST7	45580,585	25577,566	101,383	0,013	0,006	0,004	0,013	0,003	3°"
T37	45582,005	25587,026	101,241	0,013	0,007	0,005	0,013	0,003	4°"
T38	45579,294	25587,113	101,369	0,013	0,006	0,008	0,013	0,003	3°"
T39	45581,195	25657,758	101,230	0,013	0,006	0,005	0,013	0,003	4°"
T40	45583,917	25657,690	101,184	0,013	0,006	0,005	0,013	0,003	4°"
ST8	45584,902	25729,037	101,143	0,013	0,006	0,005	0,013	0,003	5°"
ST9	45586,140	25881,397	101,079	0,011	0,006	0,004	0,011	0,003	10°"
T43	45584,486	25811,267	101,079	0,012	0,008	0,006	0,012	0,003	6°"
T44	45587,197	25811,214	100,998	0,012	0,008	0,006	0,012	0,003	6°"
T45	45583,914	25891,855	101,017	0,011	0,008	0,006	0,011	0,003	10°"
T46	45586,637	25891,962	100,979	0,011	0,008	0,006	0,011	0,003	11°"
ST10	45580,785	25947,887	100,950	0,010	0,006	0,008	0,010	0,003	12°"
T47	45582,638	25940,386	100,935	0,010	0,008	0,007	0,011	0,003	12°"
T48	45580,089	25961,464	100,848	0,010	0,009	0,007	0,011	0,003	13°"
ST11	45569,806	26015,560	100,947	0,010	0,009	0,003	0,010	0,003	15°"
T49	45572,575	26006,363	100,859	0,010	0,008	0,003	0,010	0,003	14°"
T50	45568,788	26025,179	100,918	0,010	0,008	0,003	0,010	0,003	15°"
ST12	45547,896	26101,720	100,790	0,008	0,008	0,005	0,008	0,002	19°"
T51	45557,989	26070,486	100,823	0,009	0,008	0,006	0,009	0,003	17°"
T52	45546,902	26108,355	100,754	0,008	0,008	0,005	0,008	0,003	21°"
ST13	45520,854	26175,877	100,786	0,007	0,006	0,005	0,007	0,002	23°"
T54	45519,204	26182,305	100,718	0,007	0,008	0,003	0,007	0,003	23°"
T53	45532,932	26148,501	100,773	0,007	0,008	0,004	0,008	0,003	21°"
ST14	45496,173	26229,094	100,647	0,006	0,006	0,004	0,007	0,002	24°"
T57	45493,471	26236,259	100,598	0,006	0,008	0,005	0,007	0,002	25°"
T56	45507,958	26207,226	100,722	0,007	0,008	0,003	0,007	0,003	23°"
T58	45468,679	26280,432	100,646	0,005	0,006	0,003	0,006	0,003	25°"
T59	45466,329	26279,069	100,573	0,005	0,006	0,005	0,006	0,003	24°"
ST15	45461,166	26290,679	100,630	0,005	0,006	0,003	0,005	0,002	25°"
T60	45459,248	26297,091	100,566	0,005	0,006	0,003	0,005	0,002	28°"
T61	45456,870	26295,808	100,547	0,005	0,006	0,003	0,005	0,002	26°"
T62	45421,820	26362,990	100,556	0,004	0,006	0,003	0,004	0,002	26°"
T63	45419,457	26361,663	100,465	0,004	0,005	0,003	0,004	0,002	24°"
ST17	45390,723	26415,559	100,471	0,002	0,002	0,003	0,002	0,001	19°"

## ДОДАТОК Є

## План Південно-західного каналізаційного колектору



## Умовні позначення:

- VV1 - вихідний пункт,
- ⊗ ST2 - визначуваний пункт планової знімальної основи.