

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Група ГЗ-22-1

Любов Богак

2026

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА»
Кафедра геодезії та землеустрою

Богак Любов Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 528.16
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Геодезичний супровід реконструкції вузлів обліку, очищення та
редукування газу розподільної станції "Тисмениця" в Івано-
Франківській області

(назва роботи)

193 Геодезія та землеустрій

(назва освітньої програми)

193 Геодезія та землеустрій

(шифр і назва спеціальності)

**Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і
текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:**

Здобувач освітнього ступеня

Л. М. Богак

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник

Матіщук Андрій Васильович

(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

геодезії та землеустрою

М.М. Приходько

(посада)

(підпис) (дата)

(ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2026

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА»
Кафедра геодезії та землеустрою
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 193 Геодезія та землеустрій
Освітньо-професійна програма Геодезія та землеустрій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ГКЗ
Приходько М. М.

«__» _____ 2026 року

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ
Богак Любов Миколаївні

1. Тема роботи «Геодезичний супровід реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу розподільної станції "Тисмениця" в Івано-Франківській області»

Керівник роботи ст. викладач Матіщук А. В.

Наказ ректора від «08» червня _____ 2026 року № 292/7.

2. Термін подання студентом роботи – 18 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи:

проектні матеріали реконструкції на ГРС «Тисмениця», матеріали топографо-геодезичних робіт на об'єкті, виконавчі зйомки нових будівель та обладнання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. Склад геодезичних робіт з супроводу реконструкції на території ГРС та вимоги нормативних документів до їх виконання.

2. Геодезичні роботи на підготовчому етапі до виконання будівельних робіт.

3. Особливості геодезичного супроводу будівельних та монтажних робіт під час реконструкції ГРС «Тисмениця».

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Генеральний план розташування обладнання та трубопроводів на ГРС «Тисмениця».

2. Схема закріплення осей та контурів запроєктованих будівель.

3. Виконавче знімання точок осей запроєктованих будівель.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1,2,3	Матіщук А. В.		

7. Дата видачі завдання – «30» березня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1	Отримання завдання на виконання бакалаврської роботи. Складання змісту та послідовності виконання робіт	30.03.26 05.04.26	
2	Опрацювання літератури за темою бакалаврської роботи. Збір матеріалів	05.04.26 03.05.25	
3	Склад геодезичних робіт з супроводу реконструкції на території ГРС та вимоги нормативних документів до їх виконання.	04.05.26 18.05.26	
4	Геодезичні роботи на підготовчому етапі до виконання будівельних робіт.	19.05.26 01.06.26	
5	Особливості геодезичного супроводу будівельних та монтажних робіт під час реконструкції ГРС «Тисмениця».	02.06.26 12.06.26	
6	Оформлення бакалаврської роботи та додатків до неї, складання висновків та бібліографічної довідки.	13.06.26 18.06.26	

Студент

(підпис)

Богак Л. М.

(розшифровка підпису)

Керівник

(підпис)

Матіщук А. В.

(розшифровка підпису)

Анотація

У бакалаврській роботі розглянуто особливості геодезичного супроводу реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу газорозподільної станції «Тисмениця» в Івано-Франківській області.

У роботі наведені результати виконання топографо-геодезичних робіт під час реконструкції газорозподільної станції. Висвітлено особливості створення топографічної основи для проектування розташування технологічного обладнання та трубопроводів. Для оновлення топографічного плану території ГРС «Тисмениця» виконано польові вимірювання із застосуванням GNSS-приймача Trimble R10, за результатами яких створено актуальний топографічний план масштабу 1:500.

Створено знімальну геодезичну основу GNSS-методом у вигляді чотирьох закріплених пунктів із визначеними плановими координатами в системі СК-63 та висотами в Балтійській системі висот. Для забезпечення зручності виконання розпланувальних робіт координати пунктів було перераховано в умовну локальну систему координат об'єкта.

Геодезичний супровід будівництва та монтажу виконано електронним тахеометром Sokkia SET 650RX із використанням даних, підготовлених у програмному комплексі AutoCAD.

Особливу увагу приділено геодезичному забезпеченню монтажу вузлів обліку, очищення та редукування газу, а також встановленню опор естакад і технологічних трубопроводів. Визначено основні етапи геодезичного контролю монтажних робіт, порядок проведення виконавчих зйомок та оцінки точності встановлення конструкцій відповідно до проєктних рішень.

За результатами виконаних досліджень встановлено, що застосування сучасних GNSS-технологій, електронних тахеометрів та цифрових методів опрацювання геодезичної інформації забезпечує високу точність геодезичного супроводу реконструкції газорозподільної станції, підвищує ефективність будівельно-монтажних робіт та сприяє безпечній експлуатації технологічного обладнання.

Abstract

The bachelor's thesis considers the features of geodetic support for the reconstruction of the metering, cleaning and gas reduction units of the gas distribution station "Tysmenytsia" in the Ivano-Frankivsk region.

The paper presents the results of topographic and geodetic works during the reconstruction of the gas distribution station. The features of creating a topographic basis for designing the location of technological equipment and pipelines are highlighted. To update the topographic plan of the territory of the GDS "Tysmenytsia", field measurements were performed using the Trimble R10 GNSS receiver, the results of which created an up-to-date topographic plan of a scale of 1:500.

A survey geodetic basis was created using the GNSS method in the form of four fixed points with defined planning coordinates in the SK-63 system and heights in the Baltic height system. To ensure the convenience of planning work, the coordinates of the points were converted into a conventional local coordinate system of the object.

Geodetic support of construction and installation was performed by the Sokkia SET 650RX electronic total station using data prepared in the AutoCAD software package.

Particular attention was paid to geodetic support for the installation of gas metering, purification and reduction units, as well as the installation of supports for overpasses and technological pipelines. The main stages of geodetic control of installation work, the procedure for conducting executive surveys and assessing the accuracy of installation of structures in accordance with design solutions were determined.

According to the results of the research, it was established that the use of modern GNSS technologies, electronic total stations and digital methods of processing geodetic information provides high accuracy of geodetic support for the reconstruction of the gas distribution station, increases the efficiency of construction and installation works and contributes to the safe operation of technological equipment.

Зміст

Вступ	7
1 СКЛАД ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ З СУПРОВОДУ РЕКОНСТРУКЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ ГРС ТА ВИМОГИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ДО ЇХ ВИКОНАННЯ	9
1.1 Загальні відомості про об'єкт виконання робіт та вимоги до складання проєкту реконструкції на ГРС «Тисмениця»	9
1.2 Склад геодезичних робіт в процесі супроводу будівництва на ГРС...	13
1.3 Нормативно-правове забезпечення виконання топографо-геодезичних робіт	16
2 ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ НА ПІДГОТОВЧОМУ ЕТАПІ ДО ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ.....	20
2.1 Топографо-геодезичні роботи при створенні плану розташування обладнання та трубопроводів на ГРС «Тисмениця»	20
2.2 Створення знімальної основи на ГРС «Тисмениця»	23
2.3 Винесення осей проєктних будівель та обладнання за допомогою електронного тахеометра	26
3 ОСОБЛИВОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО СУПРОВОДУ БУДІВЕЛЬНИХ ТА МОНТАЖНИХ РОБІТ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ ГРС «ТИСМЕНИЦЯ»	34
3.1 Геодезичний супровід встановлення опор естакад для обладнання компресорної станції.....	34
3.2 Геодезичний супровід монтажу та встановлення вузлів обліку, очищення та редукування газу на підготовлені фундаментні плити та естакади під час реконструкції газокompресорної станції.....	37
Висновки.....	42
Список використаних джерел	45

Вступ

Газотранспортна система України є однією з найважливіших складових енергетичної інфраструктури держави, яка забезпечує транспортування природного газу споживачам та підтримує стабільне функціонування промислового комплексу, комунального господарства і соціальної сфери. Важливими елементами цієї системи є газорозподільні станції, призначені для приймання, очищення, обліку, редукування та подальшої подачі природного газу до розподільчих мереж. Безперебійна та безпечна робота таких об'єктів значною мірою залежить від технічного стану їх технологічного обладнання та відповідності сучасним вимогам експлуатації.

У зв'язку зі значним терміном експлуатації багатьох об'єктів газотранспортної інфраструктури виникає необхідність проведення їх модернізації та реконструкції. Одним із таких об'єктів є газорозподільна станція «Тисмениця», розташована в Івано-Франківській області. Реконструкція вузлів обліку, очищення та редукування газу передбачає оновлення технологічного обладнання, заміну окремих елементів трубопровідних систем, удосконалення засобів контролю та автоматизації, а також приведення об'єкта у відповідність до чинних нормативних вимог щодо безпеки та ефективності експлуатації.

Важливою складовою реалізації проєкту реконструкції є виконання комплексу топографо-геодезичних робіт. Геодезичний супровід забезпечує отримання достовірної інформації про просторове положення існуючих споруд та комунікацій, створення планово-висотної основи, розроблення топографічних планів, винесення проєктних рішень у натуру, контроль точності монтажу обладнання та трубопроводів, а також виконання виконавчих зйомок після завершення будівельно-монтажних робіт. Від якості та точності геодезичного забезпечення залежить правильність реалізації проєктних рішень, безпечність виконання робіт і надійність подальшої експлуатації реконструйованого об'єкта.

Актуальність теми бакалаврської роботи зумовлена необхідністю модернізації об'єктів газотранспортної системи України, підвищенням вимог до

точності виконання будівельно-монтажних робіт та створення умов безпечної експлуатації газорозподільних станцій. Сучасні технології геодезичних вимірювань, зокрема використання GNSS-обладнання, електронних тахеометрів та цифрових методів опрацювання даних, дозволяють значно підвищити ефективність і точність геодезичного супроводу реконструкції інженерних споруд. Особливої актуальності набуває питання геодезичного забезпечення реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу, оскільки від правильності встановлення технологічного обладнання та трубопроводів залежить надійність функціонування всієї системи газопостачання.

Метою бакалаврської роботи є дослідження та обґрунтування існуючих методів виконання топографо-геодезичних робіт, необхідних для забезпечення реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу на прикладі газорозподільної станції «Тисмениця», а також аналіз методів створення геодезичної основи, винесення проєктних рішень у натуру та геодезичного контролю монтажу технологічного обладнання і трубопроводів.

Об'єктом дослідження є процес геодезичного супроводу реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу газорозподільної станції.

Предметом дослідження є методи, технології та організація топографо-геодезичних робіт під час реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу, включаючи створення планово-висотної геодезичної основи, виконання топографічних зйомок, винесення осей споруд і технологічного обладнання в натуру, геодезичний контроль монтажу конструкцій та виконавчі геодезичні зйомки.

Таким чином, виконання комплексу топографо-геодезичних робіт є необхідною умовою якісної реалізації проєкту реконструкції газорозподільної станції «Тисмениця». Використання сучасних геодезичних технологій забезпечує високу точність будівельно-монтажних робіт, сприяє дотриманню вимог нормативної документації та створює передумови для надійної та безпечної експлуатації реконструйованого об'єкта.

1 СКЛАД ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ З СУПРОВОДУ РЕКОНСТРУКЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ ГРС ТА ВИМОГИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ДО ЇХ ВИКОНАННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт виконання робіт та вимоги до складання проєкту реконструкції на ГРС «Тисмениця»

Будівельна ділянка запроєктованого об'єкта розташована в межах міста Тисмениця Івано-Франківської області (рис. 1.1). Згідно з картою кліматичного районування території України для будівництва дана територія належить до IIIа кліматичного району, для якого характерний помірно континентальний клімат із достатнім рівнем зволоження, помірно теплим літом та відносно м'якою зимою. Кліматичні умови району сприятливі для виконання будівельних робіт та подальшої експлуатації об'єкта за умови дотримання нормативних вимог щодо проєктування будівель і споруд.



Рисунок 1.1 – Фрагмент космознімку з розташуванням ГРС «Тисмениця»

Рельєф будівельного майданчика є відносно рівнинним, з абсолютними відмітками поверхні в межах від 250 до 251 м. Незначний перепад висот створює сприятливі умови для організації будівництва, прокладання

інженерних комунікацій та виконання робіт з вертикального планування території. Особливості рельєфу враховані при розробленні генерального плану об'єкта, що дозволило забезпечити раціональне використання земельної ділянки та мінімізувати обсяги земляних робіт.

Планувальні рішення генерального плану (додаток А) прийняті з урахуванням існуючих природних умов місцевості, функціонального призначення об'єкта та вимог чинних будівельних норм. Розміщення будівель, споруд і транспортних комунікацій виконано за принципом забезпечення безперервності технологічного процесу та скорочення довжини внутрішньомайданчикових транспортних шляхів. Такий підхід сприяє підвищенню ефективності експлуатації об'єкта, зменшенню транспортних витрат та покращенню умов організації виробничих процесів.

Під час проєктування генерального плану особливу увагу приділено дотриманню вимог пожежної та санітарної безпеки. Між будівлями і спорудами передбачено необхідні нормативні розриви, що сприяють безпечній експлуатації об'єкта та можливості доступу спеціалізованої техніки у разі виникнення аварійних ситуацій. Організація руху транспортних засобів і пішоходів здійснена з урахуванням вимог охорони праці та безпеки дорожнього руху.

Вертикальне планування території розроблено з метою забезпечення оптимального висотного взаємозв'язку між усіма елементами забудови, створення сприятливих умов для експлуатації об'єкта та ефективного відведення поверхневих вод. Проєктні відмітки визначено з урахуванням існуючого рельєфу, технологічних особливостей об'єкта та вимог до благоустрою території. Передбачені планувальні заходи забезпечують організований стік атмосферних опадів, що сприяє захисту території від підтоплення та зменшує ризик виникнення несприятливих інженерно-геологічних процесів.

Інженерні мережі на території об'єкта запроєктовані з наземним прокладанням по спеціально влаштованих естакадах на висоті 2,2 м. Таке

рішення забезпечує зручність монтажу, експлуатації та технічного обслуговування мереж, а також дозволяє здійснювати постійний контроль їх технічного стану. Крім того, наземне розташування комунікацій сприяє скороченню обсягів земляних робіт і спрощує виконання ремонтних та реконструкційних заходів у процесі експлуатації об'єкта.

Робоча документація розроблена відповідно до вимог чинних нормативно-правових актів, державних стандартів і галузевих нормативних документів, що регламентують проєктування, будівництво та експлуатацію об'єктів нафтогазового комплексу з урахуванням розташування найближчих житлових будинків та межі існуючої санітарно-захисної зони ГРС (рис. 1.2).



Умовні позначення:

-  - санітарно захисна зона об'єкта 300м,
-  - межі ГРС Тисмениця,
-  - найближчий житловий будинок.

Рисунок 1.2 – Фрагмент космознімку з межами захисної зони ГРС

Відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок» територія проєктованого майданчика належить до вибухонебезпечної зони класу 2. Категорія та група вибухонебезпечної суміші визначені згідно з ГОСТ 12.1.011-78 і відповідають категорії ПА та групі Т1. Проєктовані газопроводи належать до категорії «В» відповідно до вимог НПАОП 11.1-1.01-08.

Усе технологічне обладнання, трубна продукція, фасонні елементи, вузли трубопроводів, запірні та регулюючі арматури, передбачені проєктом, повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів та супроводжуватися паспортами або іншою технічною документацією підприємств-виробників, що підтверджує їх відповідність встановленим технічним характеристикам. Використання матеріалів, виробів і обладнання без документального підтвердження їх якості та відповідності нормативним вимогам не допускається.

Для забезпечення надійності та безпечної експлуатації трубопровідних систем передбачено проведення контролю якості зварних з'єднань із застосуванням радіографічного методу. Контроль необхідно виконувати у повному обсязі для всіх зварних стиків із дворазовою перевіркою результатів. Такий підхід дозволяє своєчасно виявити можливі дефекти зварювання та забезпечити необхідний рівень експлуатаційної надійності трубопроводів.

Після завершення монтажних робіт і до введення об'єкта в експлуатацію трубопроводи підлягають обов'язковим випробуванням на міцність і герметичність. Випробування повинні проводитися після повного завершення монтажу системи, встановлення арматури та контрольно-вимірювальних приладів, а також після остаточного закріплення трубопроводів на опорах або завершення робіт із засипання підземних ділянок.

Для забезпечення довговічності трубопроводів і захисту їх від впливу корозійних процесів проєктом передбачено нанесення захисного покриття класу В відповідно до вимог ДСТУ 4219:2003. Як антикорозійний захист підземних та надземних ділянок трубопроводів на висоті не менше 500 мм від

поверхні землі застосовується двокомпонентне поліуретанове покриття загальною товщиною не менше 1,5 мм. Захист зварних з'єднань трубопроводів підземного прокладання в місцях стикування різнорідних покриттів передбачається виконувати із застосуванням в'язко-еластичної системи холодного нанесення, що забезпечує герметичність та корозійну стійкість стикових зон.

Після завершення монтажу всі металеві конструкції підлягають додатковому антикорозійному захисту шляхом нанесення двошарової системи лакофарбового покриття, що забезпечує підвищення їх стійкості до впливу атмосферних факторів та збільшує термін експлуатації конструкцій.

Усі будівельно-монтажні, пусконаладжувальні та зварювальні роботи необхідно виконувати з неухильним дотриманням вимог чинних нормативних документів з охорони праці та промислової безпеки, зокрема «Правил безпеки в нафтогазовидобувній промисловості України», «Інструкції з організації безпечного ведення вогневих робіт на вибухопожежонебезпечних та вибухонебезпечних об'єктах» та «Правил будови електроустановок». Дотримання зазначених вимог є необхідною умовою забезпечення безпечного виконання робіт, запобігання аварійним ситуаціям та гарантування надійної експлуатації об'єкта протягом усього терміну його служби.

1.2 Склад геодезичних робіт в процесі супроводу будівництва на ГРС

Реконструкція вузлів обліку, очищення та редукування газу на газорозподільних станціях є складним інженерно-технічним процесом, що потребує виконання комплексу топографо-геодезичних робіт на всіх стадіях проектування та будівництва. Від якості та точності геодезичного забезпечення значною мірою залежить правильність розташування технологічного обладнання, відповідність проєктних рішень вимогам нормативної документації, а також безпечна експлуатація об'єкта в майбутньому.

Газорозподільна станція є важливим елементом газотранспортної системи, призначеним для приймання природного газу з магістральних газопроводів,

його очищення від механічних домішок та вологи, обліку обсягів споживання, а також редукування тиску до необхідних параметрів перед подачею споживачам. У процесі експлуатації окремі вузли станції морально та фізично зношуються, що обумовлює необхідність їх реконструкції, модернізації або заміни.

Комплекс геодезичних робіт при реконструкції таких об'єктів розпочинається зі збору та аналізу вихідних геопросторових даних. На цьому етапі вивчаються матеріали попередніх топографо-геодезичних вишукувань, виконавчі креслення існуючих інженерних мереж, дані про розташування підземних та надземних комунікацій, а також відомості про пункти державної геодезичної мережі та геодезичної основи підприємства. План розташування обладнання та трубопроводів на ГРС «Тисмениця» до реконструкції наведено в додатку А.

Наступним етапом є створення або згущення планово-висотної геодезичної основи. Геодезична мережа повинна забезпечувати необхідну точність визначення координат і висот під час виконання всіх подальших вимірювань. Для цього використовуються сучасні електронні тахеометри, GNSS-приймачі та цифрові нівеліри. Пункти геодезичної мережі закріплюються на місцевості таким чином, щоб гарантувати їх збереження протягом усього періоду виконання будівельно-монтажних робіт.

Важливим видом робіт є виконання топографічної зйомки території реконструкції. Топографічний план масштабу 1:500 є основою для розроблення проєктної документації та повинен відображати існуючу забудову, технологічне обладнання, трубопроводи, кабельні мережі, елементи благоустрою, дорожню інфраструктуру та інші об'єкти, що можуть впливати на прийняття проєктних рішень. Особлива увага приділяється фіксації підземних інженерних комунікацій, оскільки їх пошкодження під час будівельних робіт може призвести до аварійних ситуацій.

Після завершення проєктування виконуються геодезичні роботи з винесення проєктних рішень у натуру. На місцевості закріплюються проєктні

осі споруд, центри фундаментів, місця встановлення технологічного обладнання, траси трубопроводів та інші елементи об'єкта. Винесення виконується відповідно до координат, визначених проєктною документацією, із забезпеченням нормативної точності геодезичних побудов.

У процесі будівельно-монтажних робіт здійснюється постійний геодезичний контроль за дотриманням проєктного положення конструкцій та обладнання. Геодезичний супровід включає перевірку планового та висотного положення фундаментів, металоконструкцій, технологічних майданчиків, трубопроводів, опор і вузлів обліку газу. Контрольні вимірювання дають можливість своєчасно виявити відхилення від проєктних параметрів та запобігти накопиченню похибок під час монтажу.

Особливого значення набувають виконавчі геодезичні зйомки. Вони проводяться після завершення окремих етапів будівництва та після повного закінчення робіт. Результати виконавчих зйомок відображають фактичне положення споруд, обладнання та інженерних комунікацій і використовуються для складання виконавчої документації. Отримані матеріали є підставою для введення об'єкта в експлуатацію та подальшого ведення його технічного обліку.

Виконання геодезичних робіт під час реконструкції газорозподільних станцій регламентується низкою нормативних документів. Основними з них є [3], [4], [6], [1], а також [7].

При виконанні геодезичних вимірювань необхідно забезпечувати відповідність установленим нормам точності. Похибки визначення координат та висот не повинні перевищувати значень, передбачених чинними нормативними документами. Усі результати польових вимірювань підлягають камеральній обробці з використанням спеціалізованого програмного забезпечення та обов'язковій перевірці на відповідність проєктним вимогам.

Оскільки роботи виконуються на потенційно небезпечному виробничому об'єкті, геодезичний персонал повинен дотримуватися вимог охорони праці, промислової та пожежної безпеки. Під час проведення вимірювань у межах діючих технологічних установок необхідно враховувати класи

вибухонебезпечних зон, вимоги безпечного перебування на території газорозподільної станції та правила виконання робіт поблизу діючих газопроводів.

Таким чином, комплекс геодезичних робіт під час реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу газорозподільної станції охоплює весь цикл робіт – від інженерно-геодезичних вишукувань і створення геодезичної основи до виконавчих зйомок та оформлення виконавчої документації. Якісне виконання зазначених робіт забезпечує точну реалізацію проєктних рішень, підвищує безпеку будівництва та створює необхідні умови для надійної експлуатації об'єкта.

1.3 Нормативно-правове забезпечення виконання топографо-геодезичних робіт

Виконання топографо-геодезичних робіт під час реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу газорозподільної станції здійснюється відповідно до чинного законодавства України, державних будівельних норм, державних стандартів та відомчих нормативних документів. Нормативно-правове забезпечення регламентує порядок проведення інженерно-геодезичних вишукувань, вимоги до точності вимірювань, створення геодезичної основи, виконання топографічних зйомок, винесення проєктних рішень у натуру, здійснення виконавчих зйомок та оформлення технічної документації.

Основним законодавчим актом у сфері геодезичної діяльності є [1], який визначає правові та організаційні засади виконання топографо-геодезичних і картографічних робіт на території держави. Закон встановлює вимоги до використання державної геодезичної та картографічної основи, порядку створення та оновлення геопросторових даних, а також визначає відповідальність суб'єктів господарювання за якість виконаних робіт.

Під час виконання інженерно-геодезичних вишукувань для будівництва та реконструкції об'єктів газотранспортної інфраструктури основним нормативним документом є [3]. Дані будівельні норми визначають склад,

порядок та технічні вимоги до виконання інженерних вишукувань на різних стадіях проєктування і будівництва. Згідно з вимогами документа, інженерно-геодезичні вишукування повинні забезпечувати отримання достовірних топографо-геодезичних матеріалів щодо ситуації та рельєфу місцевості, розташування існуючих будівель, споруд, надземних і підземних інженерних комунікацій, необхідних для обґрунтування проєктних рішень. Крім того, норматив передбачає створення опорної геодезичної мережі, виконання топографічних зйомок, виконавчих знімів та геодезичного контролю під час будівництва і реконструкції об'єктів.

Важливим нормативним документом для виконання топографічних робіт є [7]. Вона встановлює єдині вимоги до проведення польових і камеральних робіт, створення планово-висотної геодезичної основи, виконання топографічних зйомок та оформлення топографічних планів. Для реконструкції промислових об'єктів і газорозподільних станцій, як правило, використовується топографічний план масштабу 1:500, який забезпечує необхідну точність відображення інженерних мереж, технологічного обладнання, будівель і споруд.

При складанні топографічних планів застосовуються вимоги [6]. Зазначений стандарт регламентує систему умовних позначень, що використовуються для відображення рельєфу, будівель, споруд, підземних та надземних інженерних комунікацій, елементів благоустрою і транспортної інфраструктури. Використання єдиної системи умовних знаків забезпечує однозначне трактування топографічних матеріалів усіма учасниками проєктування та будівництва.

Особливе значення при виконанні геодезичних робіт має створення та розвиток геодезичної основи. Відповідно до вимог [3] розвиток геодезичних мереж на об'єкті повинен здійснюватися на базі пунктів державної геодезичної мережі або мереж спеціального призначення. Геодезична основа забезпечує єдину систему координат і висот для виконання топографічних зйомок, винесення проєктних рішень у натуру та проведення виконавчих знімів.

Під час реконструкції вузлів обліку та редукування газу важливим етапом є геодезичне забезпечення будівельно-монтажних робіт. Такі роботи виконуються відповідно до вимог [5], яким встановлено необхідність геодезичного контролю точності монтажу конструкцій, обладнання та інженерних мереж. Геодезичний контроль здійснюється на всіх етапах будівництва і дозволяє своєчасно виявляти та усувати відхилення від проєктного положення.

Завершальним етапом геодезичного супроводу є створення виконавчих зйомок. Результати виконавчих геодезичних робіт оформляються у вигляді виконавчих схем, креслень та цифрових моделей місцевості. Виконавча документація повинна містити фактичні координати і висотні відмітки споруд, обладнання та інженерних комунікацій, що були збудовані або реконструйовані. Такі матеріали є обов'язковою складовою документації при введенні об'єкта в експлуатацію та подальшому його обслуговуванні.

Під час виконання геодезичних вимірювань використовуються сучасні електронні тахеометри, супутникові GNSS-приймачі, цифрові нівеліри та інше геодезичне обладнання. Згідно з вимогами нормативних документів усі геодезичні прилади повинні проходити метрологічну повірку та забезпечувати необхідну точність вимірювань. Отримані результати підлягають обов'язковому контролю та камеральній обробці із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення.

Висновки: наведена фізико-географічна та технологічна характеристика об'єкту реконструкції. Описані вимоги до складання проєкту реконструкції на ГРС. Склад робіт з геодезичного супроводу реконструкції ведеться протягом всіх етапів робіт: починаючи від топографічного знімання для побудови проєкту і закінчуючи виконавчими зніманнями нових будівель та змонтованого обладнання.

Нормативно-правове забезпечення топографо-геодезичних робіт під час реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу базується на комплексі законодавчих, нормативних та технічних документів, які

регламентують усі етапи виконання геодезичних робіт. Дотримання вимог цих документів забезпечує необхідну точність інженерно-геодезичних вишукувань, достовірність отриманих результатів, безпечне виконання будівельно-монтажних робіт та надійну експлуатацію реконструйованого об'єкта.

2 ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ НА ПІДГОТОВЧОМУ ЕТАПІ ДО ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

2.1 Топографо-геодезичні роботи при створенні плану розташування обладнання та трубопроводів на ГРС «Тисмениця»

Створення плану розташування технологічного обладнання та трубопроводів є одним із найважливіших етапів проектування та реконструкції газорозподільної станції. Від точності вихідних топографо-геодезичних матеріалів значною мірою залежить якість проєктних рішень, правильність розміщення споруд і комунікацій, безпека експлуатації об'єкта та ефективність його функціонування. Топографо-геодезичні роботи забезпечують отримання достовірної інформації про просторове положення існуючих елементів інфраструктури, рельєф місцевості та інженерні комунікації, що є необхідною передумовою для розроблення генерального плану та робочої документації.

На початковому етапі виконуються підготовчі роботи, які передбачають збір та аналіз вихідних матеріалів. До них належать попередні топографічні плани, виконавчі схеми, проєктна документація, матеріали інженерних вишукувань, дані про існуючі надземні та підземні комунікації, а також відомості про пункти державної геодезичної мережі. Аналіз наявної документації дозволяє оцінити актуальність топографічних матеріалів та визначити обсяги необхідних польових робіт. Проаналізувавши існуючу картографічну документацію на ГРС «Тисмениця», було прийняте рішення про оновлення існуючого топографічного плану масштабу 1:500 з перевіркою актуальності та правильності нанесених на ньому підземних комунікацій.

Основним видом польових робіт є топографічна зйомка території газорозподільної станції. Часткове дознімання на території ГРС «Тисмениця» виконували GNSS-приймачем Trimble R10 (рис. 2.1), використовуючи мережу перманентних станцій SystemNET. У процесі знімання визначали координати та висотні відмітки будівель, споруд, технологічного обладнання, кабельних естакад, трубопроводів, колодязів, огорож, доріг і майданчиків. Особлива увага

приділялася фіксації існуючих підземних комунікацій, оскільки їх розташування безпосередньо впливає на прийняття проєктних рішень щодо реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу.



Рисунок 2.1 – GNSS-приймач Trimble R10 з контролером

Одночасно з топографічною зйомкою виконувалося детальне дослідження рельєфу території. Отримані висотні дані використовуються для розроблення вертикального планування, визначення напрямків відведення поверхневих вод та забезпечення необхідних ухилів трубопроводів. Правильне врахування рельєфних особливостей дозволяє мінімізувати обсяги земляних робіт і підвищити ефективність експлуатації об'єкта.

На основі результатів польових вимірювань в програмному комплексі AutoCAD були створені цифрова модель місцевості та топографічний план (рис. 2.2), які послужили основою для розроблення генплану розташування обладнання та трубопроводів.

План розташування обладнання передбачає визначення місць встановлення вузлів очищення газу, вузлів обліку, регуляторів тиску, запірної арматури, фільтрів-сепараторів, контрольно-вимірювальних приладів та допоміжних споруд. Оновлені геодезичні матеріали дозволили забезпечити оптимальне розташування обладнання з урахуванням існуючої забудови, інженерних мереж і транспортних комунікацій. Крім того, вони дали

можливість оцінити умови доступу до обладнання для проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт.

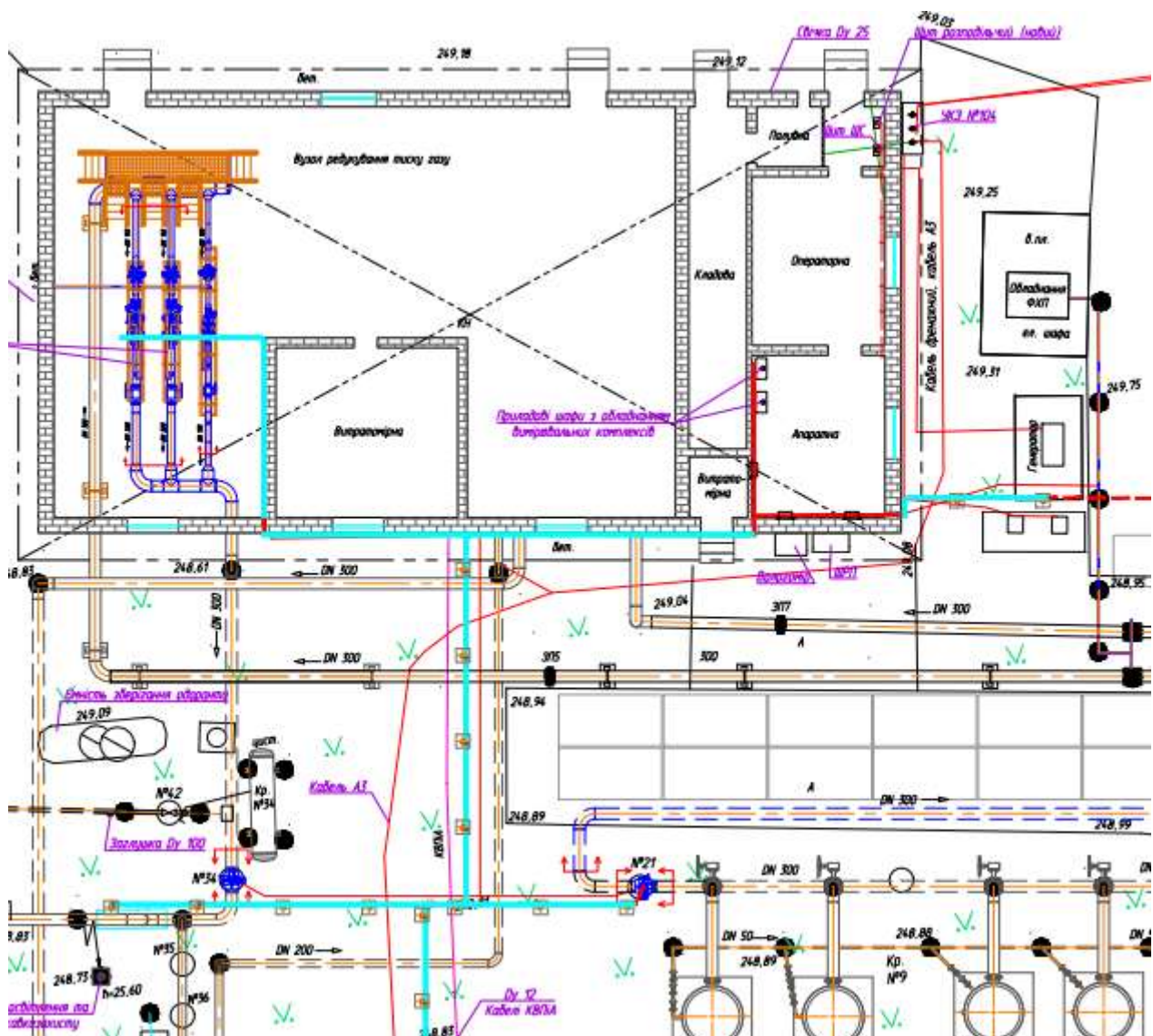


Рисунок 2.2 – Фрагмент топографічного плану ГРС «Тисмениця»

При розробленні плану трубопроводів особлива увага приділяється визначенню їх просторового положення. Траси трубопроводів повинні забезпечувати найкоротші технологічні зв'язки між окремими вузлами станції, відповідати вимогам безпечної експлуатації та не створювати перешкод для функціонування інших об'єктів. Геодезичні дані були використані для визначення координат осей трубопроводів, висотних відміток, місць встановлення опор, компенсаторів та запірної арматури.

Важливим елементом топографо-геодезичного забезпечення є перевірка відповідності проектних рішень існуючій ситуації на місцевості. За

результатами аналізу топографічних матеріалів можуть бути виявлені потенційні конфлікти між новими та існуючими інженерними мережами, будівлями або спорудами. Це дозволяє своєчасно внести зміни до проекту та уникнути додаткових витрат під час будівництва.

Після завершення проєктування картографічні матеріали будуть використані для винесення проєктних рішень у натуру.

2.2 Створення знімальної основи на ГРС «Тисмениця»

Згідно прийнятих проєктних рішень нові вузли обліку, очищення та редукування газу на об'єкті запроектовано встановити на бетонних фундаментах. Тому першочерговим завданням з розпланування було винесення на місцевість положення будівельних осей фундаментних плит.

Для забезпечення необхідної точності розпланувальних робіт на ГРС «Тисмениця» було створено геодезичну основу у вигляді чотирьох закріплених на місцевості точок, координати яких визначені за результатом GNSS спостережень (рис. 2.3). Одним із найбільш ефективних способів створення планово-висотної геодезичної основи є використання глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS), які забезпечують високу точність визначення координат та висот пунктів місцевості. Для цього використано вищезгаданий GNSS-приймач Trimble R10.

Знімальна основа являє собою сукупність закріплених на місцевості пунктів (Т1, Т2, Т3 закріплені дюбелями у бетонних плитах та замарковані фарбою, Т4 закріплена забетонованим металевим штирем) із визначеними координатами та висотами (таблиця 2.1), від яких виконуються всі подальші геодезичні вимірювання. Основною вимогою до такої мережі є забезпечення необхідної точності та надійності геодезичних побудов протягом усього періоду виконання робіт. Координати всі точок знімальної основи визначені у системі СК-63.

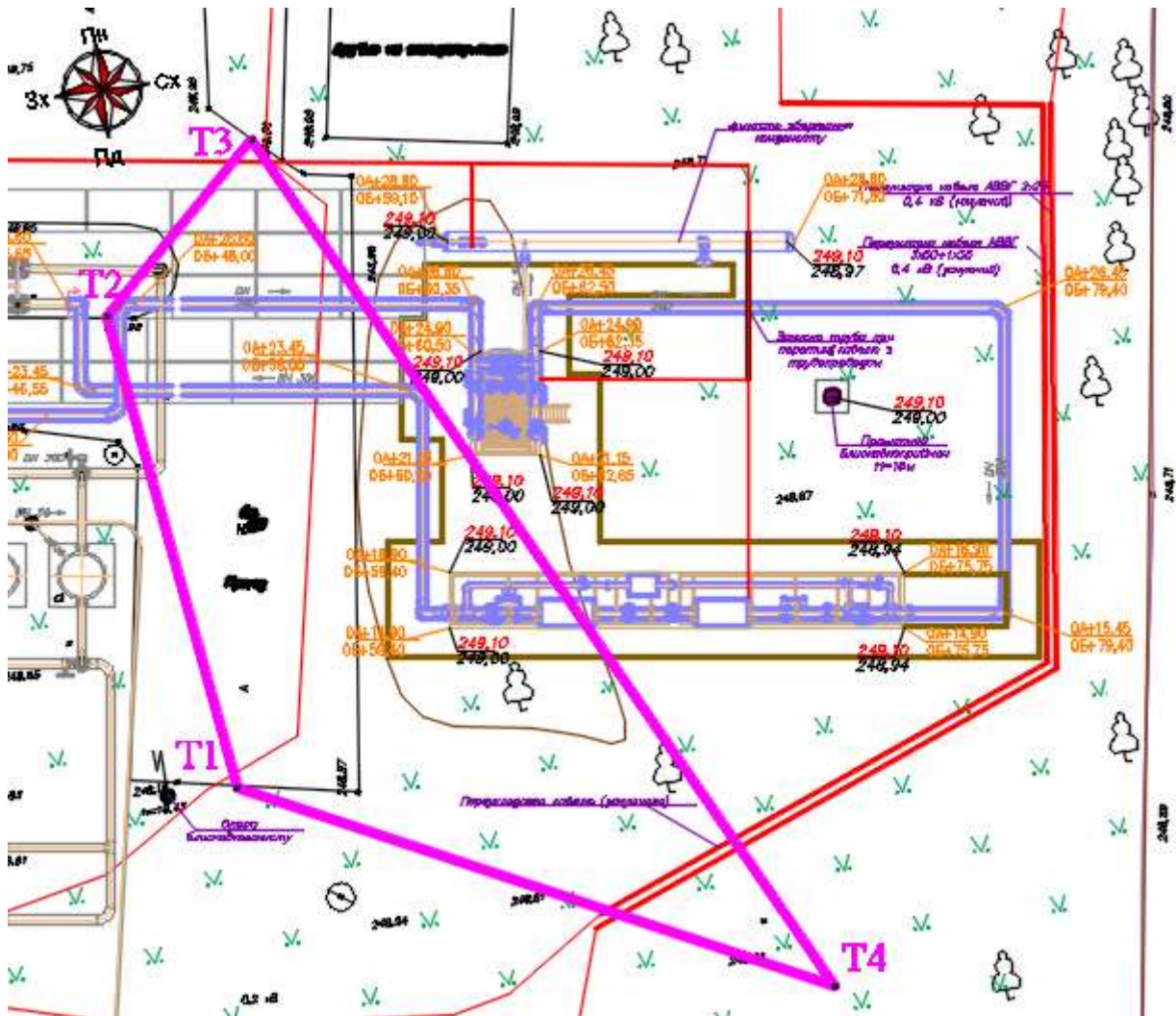


Рисунок 2.3 – Схема розташування точок знімальної основи на ГРС
«Тисмениця»

Перед початком польових вимірювань здійснюється рекогносцирування території об'єкта. На цьому етапі виконано обстеження місцевості, визначені місця закладання пунктів геодезичної основи, оцінені умови прийому супутникових сигналів на предмет наявності перешкод, які можуть впливати на якість GNSS-вимірювань. Особлива увага приділялася вибору ділянок із відкритим горизонтом та мінімальним впливом багатопроменевості сигналів.

Для створення знімальної основи використовувався GNSS-приймач Trimble R10, якій забезпечує прийом сигналів від супутникових систем GPS, GLONASS, Galileo та BeiDou. Визначення координат пунктів виконувалося методом швидкої статки в режимі RTK-вимірювань.

Таблиця 2.1

Координати точок знімальної основи, визначені GNSS-методом

Назва точки	X, м	Y, м	H, м	Тип знаку
T1	5410615.399	1397210.787	249.078	дюбель у бетоні
T2	5410632.890	1397208.439	249.071	дюбель у бетоні
T3	5410638.470	1397214.444	249.102	дюбель у бетоні
T4	5410605.439	1397231.156	249.097	забетонована арматура

У процесі створення геодезичної основи координати пунктів визначалися відносно постійно діючих референцних GNSS-станцій компанії SystemNET. Використання мереж активних референцних станцій дозволило отримати координати в системі координат СК-63 та забезпечити необхідну точність вимірювань без створення великої кількості проміжних пунктів та значних затрат часу.

Для зручності виконання подальших розпланувальних робіт виконано перерахунок координат точок знімальної основи в умовну систему планових координат, прийняту для даного об'єкту (результати перерахунку наведені в таблиці 2.2).

Таблиця 2.2

*Координати точок знімальної основи в умовній системі об'єкту ГРС
«Тисмениця»*

Назва точки	X, м	Y, м	H, м	Тип знаку
T1	1994.226	992.347	249.078	дюбель у бетоні
T2	2011.241	987.685	249.071	дюбель у бетоні
T3	2017.581	992.895	249.102	дюбель у бетоні
T4	1987.079	1013.864	249.097	забетонована арматура

Наведені в таблиці 2.2 координати точок знімальної основи в подальшому послужили вихідною базою для винесення проєктних рішень у натуру, супроводу процесу будівництва та створення виконавчих зйомок.

2.3 Винесення осей проєктних будівель та обладнання за допомогою електронного тахеометра

Одним із найвідповідальніших етапів геодезичного супроводу будівництва є винесення осей запроектованих будівель та споруд на місцевість.

Винесення осей полягає у перенесенні на місцевість координатних даних, отриманих із проєктної документації. У результаті виконання робіт на будівельному майданчику закріплюється положення основних та допоміжних осей споруд, що забезпечує правильне розташування фундаментів, несучих конструкцій, технологічного обладнання та інженерних мереж.

Перед виконанням розпланувальних робіт було здійснено аналіз проєктної документації, перевірена відповідність координатної системи проєкту координатній системі створеної геодезичної основи, а також виконано підготовку розпланувальних даних в програмному комплексі AutoCAD (рис. 2.4).

Як бачимо з рис. 2.4, на будівельному майданчику необхідно виконати розбивку на місцевості положення чотирьох запроектованих об'єктів (точки 1-16). Усі точки попередньо створеної геодезичної основи (Т1-Т4) розташовані на південному заході відносно будівельного майданчика, оскільки північно-східна частина на момент виконання розпланувальних робіт була вкрита деревами та кущами.

Важливим елементом розпланувального креслення є відображення розмірів запроектованих об'єктів та віддалей характерних точок фундаментних плит від найближчих осей. Такі відомості дозволяють контролювати правильність виконання земляних робіт та підсипки основи під фундаментними плитами.

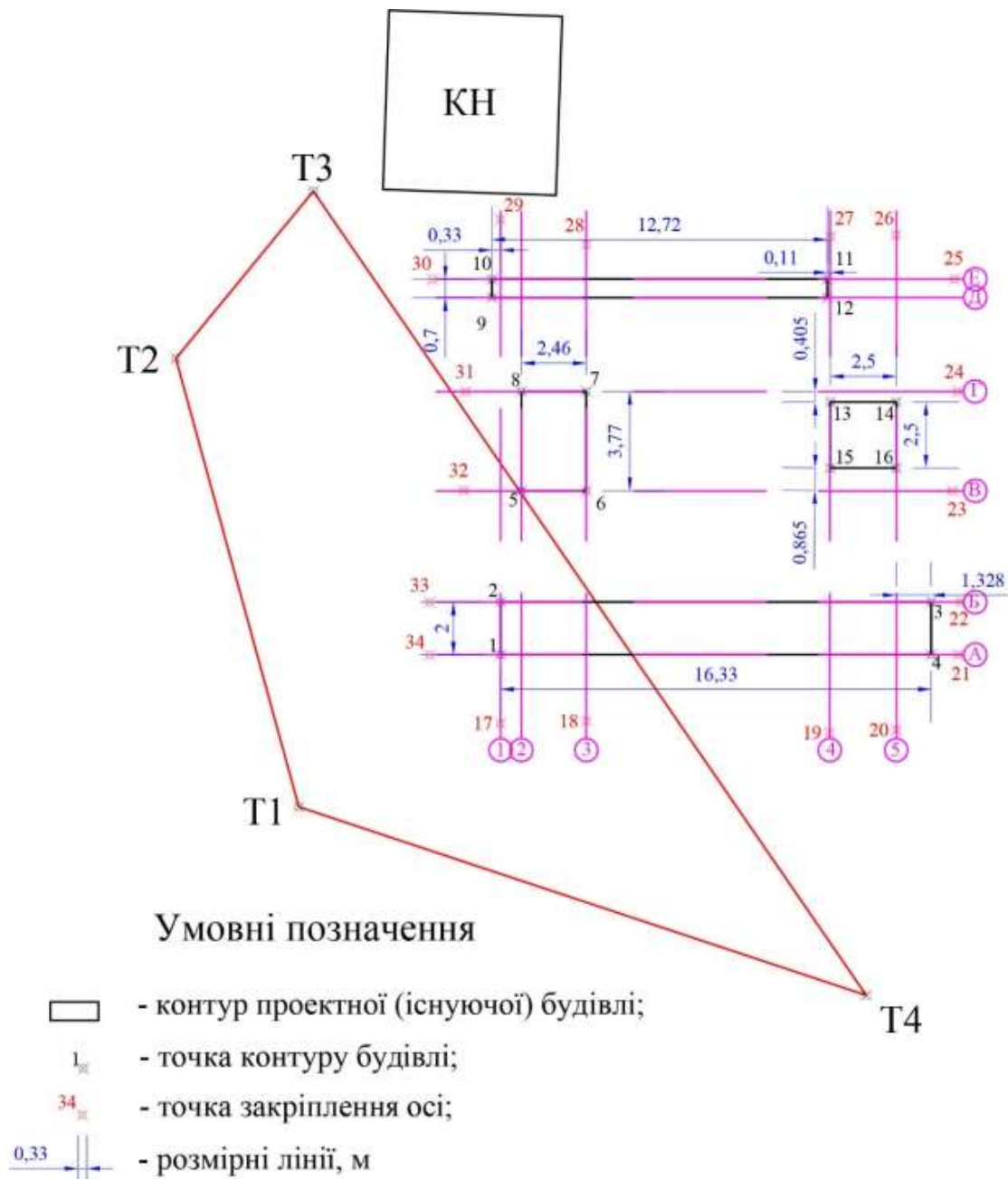


Рисунок 2.4 – Розпланувальне креслення для винесення осей та контурів фундаментних плит на місцевість

Для кожної будівлі були визначені координати кутів та точки перетину осей, які підлягають винесенню в натуру, в попередньо прийнятій умовній системі (таблиця 2.3).

Безпосереднє винесення осей виконувалося електронним тахеометром Sokkia 650RX (рис. 2.5). Основними перевагами приладу є висока точність вимірювання кутів (2'') та віддалей (2 мм на призму або 3 мм без відбивача при віддаль до 200 м).

Координати точок розбивки на об'єкті ГРС «Тисмениця»

Назва точки	Проектна Х, м	Проектна У, м	Призначення точки
1	2000.000	1000.000	контур, фунд. плита будівлі 1
2	2002.000	1000.000	контур, фунд. плита будівлі 1
3	2002.000	1016.330	контур, фунд. плита будівлі 1
4	2000.000	1016.330	контур, фунд. плита будівлі 1
5	2006.217	1000.787	контур, фунд. плита будівлі 2
6	2006.217	1003.247	контур, фунд. плита будівлі 2
7	2009.987	1003.247	контур, фунд. плита будівлі 2
8	2009.987	1000.787	контур, фунд. плита будівлі 2
9	2013.543	999.669	контур, фунд. плита будівлі 3
10	2014.244	999.670	контур, фунд. плита будівлі 3
11	2014.244	1012.389	контур, фунд. плита будівлі 3
12	2013.543	1012.389	контур, фунд. плита будівлі 3
13	2009.582	1012.502	контур, фунд. плита громовідвід
14	2009.582	1015.002	контур, фунд. плита громовідвід
15	2007.082	1012.502	контур, фунд. плита громовідвід
16	2007.082	1015.002	контур, фунд. плита громовідвід

Перед безпосереднім виконанням розпланувальних робіт електронний тахеометр встановлювали та приводили у робоче положення в оптимальному місці будівельного майданчика, звідки є пряма видимість на точки геодезичної основи (Т1-Т4 на рис. 2.4) та точки, які необхідно розбити. Орієнтування приладу виконували методом оберненої лінійно-кутової засічки, використовуючи Т1-Т4.

Суть методу полягає у визначенні координат невідомої точки стояння тахеометра за результатами вимірювання горизонтальних напрямків, вертикальних кутів та похилих відстаней до двох або більше пунктів

геодезичної основи, координати яких відомі (для підвищення точності та достовірності орієнтування використовували мінімум три точки наведення, розташовані в різних напрямках відносно приладу). Обчислення координат станції виконується за допомогою вбудованого програмного забезпечення електронного тахеометра.



Рисунок 2.5 – Електронний тахеометр Sokkia 650RX

Слід зазначити, що в пам'ять тахеометра попередньо були введені координати та висоти вихідних пунктів геодезичної основи (табл. 2.2) та координати контурів запроектованих будівель (табл. 2.3).

Далі на кожному вихідному пункті встановлювали відбивач-мініпризму, після чого послідовно наводили тахеометр на цілі. Для кожного пункту вимірювали горизонтальний напрямок, вертикальний кут та похила віддаль. Отримані результати автоматично реєструвалися в пам'яті приладу.

Після завершення вимірювань електронний тахеометр виконує математичне опрацювання отриманих даних. На основі координат вихідних пунктів та результатів лінійно-кутових вимірювань обчислюються просторові координати станції стояння, а також орієнтування приладу у прийнятій системі координат. У процесі розрахунків виконується оцінка точності визначення координат за величинами залишкових похибок.

Якість виконаної засічки оцінюється за значеннями нев'язок та середніх квадратичних похибок, які відображаються на дисплеї приладу. Якщо величини залишкових похибок по осях Х чи У перевищують 5 мм, обернену засічку слід виконати повторно, використавши більшу кількість або інші вихідні пункти або змінивши положення станції стояння електронного тахеометра.

Після успішного визначення координат станції стояння обов'язково виконувалося контрольне вимірювання на один із вихідних пунктів (Т1-Т4). При відхиленні розпланованого положення контрольного пункту від вихідного на величину більше 5 мм виконували перевизначення координат тахеометра.

Слід зазначити, що початковим етапом будівельних робіт є виконання земляних робіт з риття котлованів під фундаментні плити кожного об'єкту. Тому недоцільним є виносити положення точок контурів будівель (1-16 з табл. 2.3), оскільки вони відразу будуть знищені або пошкоджені землекопальною технікою.

Тому на першому етапі виконали винесення та закріплення на місцевості положення осей будівельного майданчика (точки 17-34 на рис. 2.4). При цьому кожна вісь була закріплена з обох боків арматурним кілком, вбитим в землю та забетонованим. Місця встановлення точок осей вибирались та узгоджувались з головним інженером будівництва.

Координати точок закріплення осей (17-34) зберігалися у вбудованій пам'яті електронного тахеометра. Відомість координат закріплених осей (таблиця 2.4) була передана головному інженеру будівництва. З рис. 2.4 та табл. 2.4 бачимо, що положення осей 2 та Д не виносилося. Це пов'язано з їх близьким розташуванням до осей 1 та Е відповідно. Тож головний інженер прийняв рішення, що положення осей 2, Д за потреби будівельники встановлять самі шляхом безпосередніх вимірів віддалей до них рулеткою від сусідніх осей.

Після завершення винесення усі кілки, що закріплюють осі, були забетоновані. Після застигання бетону виконано контроль правильності розташування закріплених точок осей.

Каталог координати точок закріплення осей на об'єкті ГРС «Тисмениця»

Назва точки	Фактична Х, м	Фактична У, м	Назва осі, на якій розташована
17	1997.389	999.997	1
18	1997.483	1003.251	3
19	1997.055	1012.473	4
20	1997.151	1015.001	5
21	1999.999	1017.343	А
22	2001.990	1017.452	Б
23	2006.210	1017.131	В
24	2009.988	1017.327	Г
25	2014.249	1017.219	Е
26	2015.917	1014.984	5
27	2015.868	1012.505	4
28	2015.564	1003.252	3
29	2016.510	999.996	1
30	2014.239	997.409	Е
31	2009.980	998.668	Г
32	2006.225	998.605	В
33	2001.992	997.310	Б
34	1999.996	997.325	А

Контрольні вимірювання проводилися незалежним способом із нової станції стояння електронного тахеометра. За результатами перевірки положення точок закріплених осей створено креслення відповідного виконавчого знімання (рис. 2.6). Найбільше відхилення (9 мм) зафіксоване на точці 26 осі 5. Отже, як бачимо з рис. 2.6, усі точки закріплення осей не відхиляються від проектного положення більше, ніж на 1 см.

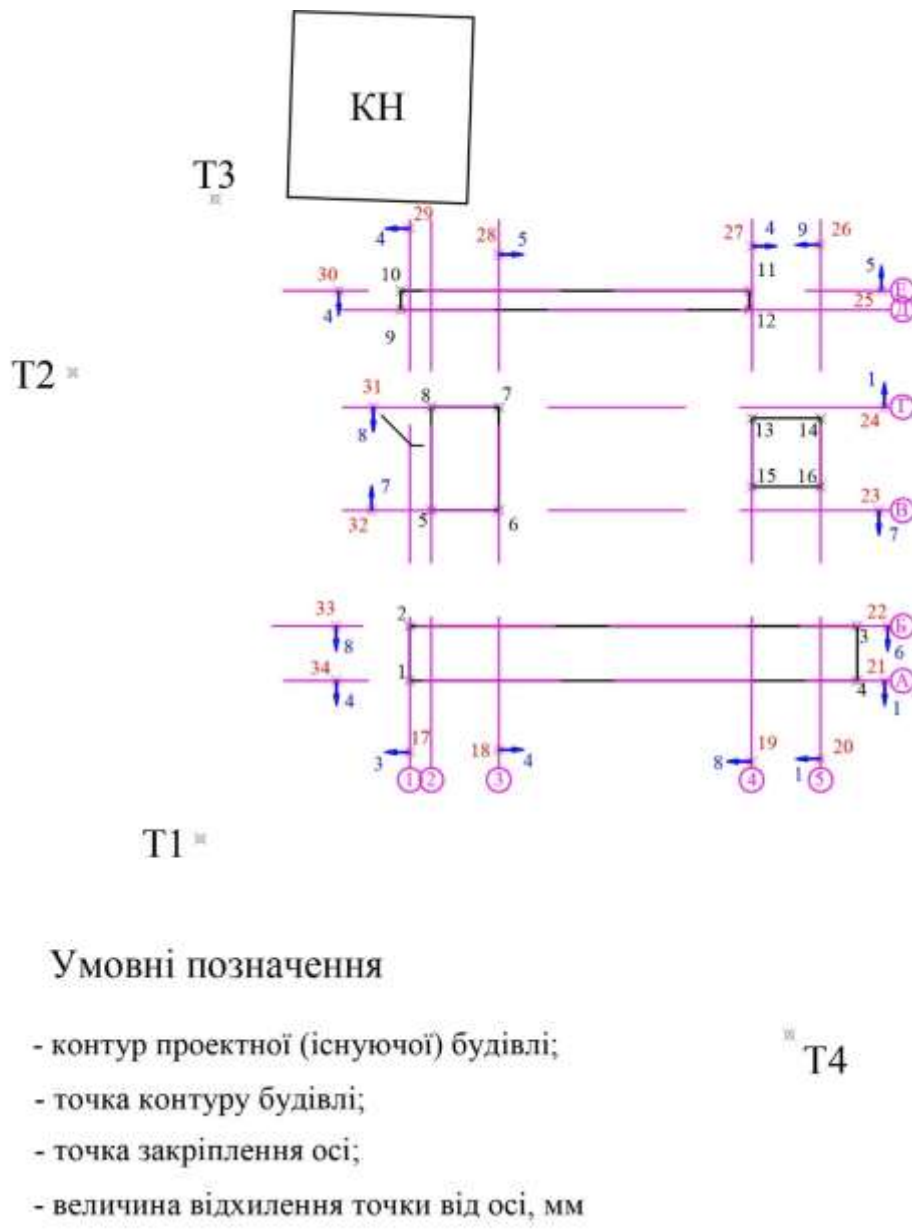


Рисунок 2.6 – Схема результатів виконавчого знімання точок закріплення осей

Останнім етапом розпланування будівельних осей є передача каталогу координат (табл. 2.4) та схеми виконавчого знімання головному інженеру будівництва для подальшого використання під час супроводу будівництва.

Висновки: отже, топографо-геодезичні роботи є невід'ємною складовою процесу створення плану розташування обладнання та трубопроводів на газорозподільній станції. Вони забезпечують отримання точних вихідних даних для проєктування, сприяють раціональному розміщенню технологічних елементів та гарантують безпечну і надійну експлуатацію об'єкта після завершення реконструкції. Для оновлення топографічного плану території ГРС «Тисмениця» польові виміри виконано GNSS-приймачем Trimble R10. В

результаті отримано актуальний топографічний план масштабу 1:500.

Знімальну основу на об'єкті створено GNSS методом у вигляді чотирьох закріплених точок з встановленими плановими (у СК-63) та висотними (у Балтійській системі висот) координатами. Для зручності подальшого виконання розпланувальних робіт планові координати усіх точок геодезичної основи перераховано в умовну систему, створену спеціально для об'єкту ГРС «Тисмениця».

Винесення осей запроєктованих будівель та обладнання на місцевість виконано електронним тахеометром Sokkia 650RX. Підготовку даних для розпланування виконано в програмному комплексі AutoCAD. Закріплення точок осей здійснено забетонованими арматурними кілками. Виконано контроль якості винесення осей, результати чого відображені на схемі виконавчого знімання.

З ОСОБЛИВОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО СУПРОВОДУ БУДІВЕЛЬНИХ ТА МОНТАЖНИХ РОБІТ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ ГРС «ТИСМЕНИЦЯ»

3.1 Геодезичний супровід встановлення опор естакад для обладнання компресорної станції

Естакади є важливими конструктивними елементами компресорних станцій, призначеними для розміщення технологічних трубопроводів, кабельних мереж, контрольно-вимірювальних приладів та іншого допоміжного обладнання. Надійність і довговічність роботи естакад значною мірою залежать від точності встановлення їх опорних конструкцій, тому геодезичний супровід даного етапу будівельно-монтажних робіт є обов'язковою складовою реконструкції компресорної станції.

Основною метою геодезичного супроводу встановлення опор естакад є забезпечення відповідності фактичного положення конструкцій проєктним координатам, висотним відміткам та геометричним параметрам, визначеним робочою документацією. Точне розташування опор забезпечує правильне функціонування технологічних трубопроводів, рівномірний розподіл навантажень на несучі конструкції та безпечну експлуатацію об'єкта.

На газокompресорній станції «Тисмениця» проєктом було передбачено встановлення двох залізних опор на бетонних фундаментах (рис. 3.1).

Геодезичні роботи розпочалися з аналізу проєктної документації та перевірки вихідних геодезичних даних. На цьому етапі були уточнені координати осей естакад, встановлені місця встановлення окремих опор, їх проєктні висоти та конструктивні особливості. Одночасно виконано перевірку стану пунктів геодезичної розпланувальної основи, від яких виконувалися всі подальші розпланувальні роботи.

Перед початком монтажу здійснено винесення в натуру осей естакади та центрів опор. Роботи виконувалися за допомогою електронного тахеометра із використанням координат, отриманих із проєктної документації. Для кожної опори в програмному комплексі AutoCAD визначені планові координати та

висотне положення, після чого відповідні точки були винесені та закріплені на місцевості металевими штирями.

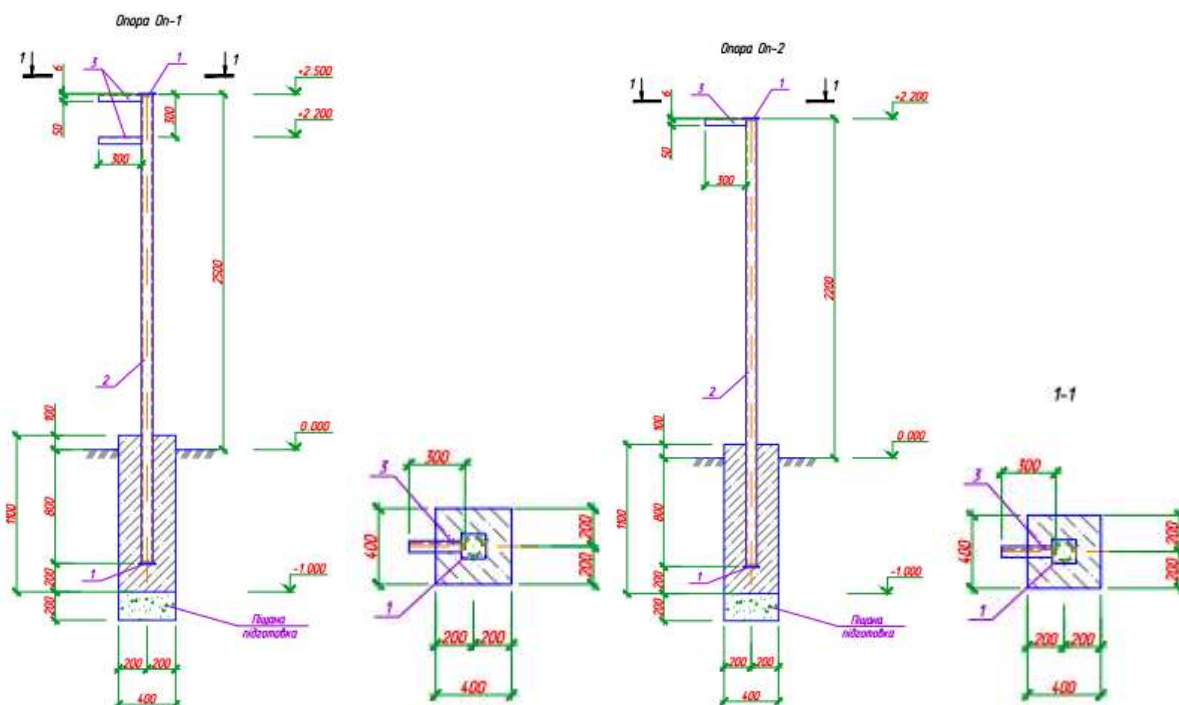


Рисунок 3.1 – Конструкція опор проектного обладнання на ГРС «Тисмениця»

Особливу увагу приділено контролю правильності розміщення фундаментів під опори. Після завершення земляних робіт і влаштування фундаментів була виконана перевірка їх геометричних параметрів. За результатами тахеометричних вимірювань визначалися координати кутів фундаментів, положення осей, а також висотні відмітки верху фундаментної плити. Отримані значення порівнювалися з проєктними даними, а виявлені відхилення аналізувалися щодо їх відповідності допустимим нормам.

Під час монтажу металевих опор геодезичний контроль здійснювався безпосередньо в процесі встановлення конструкцій. Було визначене їх планове положення, вертикальність та відповідність проєктним висотним відміткам. Контроль вертикальності є особливо важливим для високих металевих конструкцій, оскільки навіть незначні відхилення можуть спричинити порушення просторового положення всієї естакади.

Після встановлення кожної опори виконане контрольне визначення координат її характерних точок. Отримані результати порівнювалися з

проектними значеннями, а у разі перевищення допустимих відхилень проводиться коригування положення конструкції. Такий підхід дозволяє уникнути накопичення похибок під час подальшого монтажу несучих балок і трубопроводних систем.

Після завершення монтажу опор проведена геодезична перевірка взаємного розташування конструкцій. Виконано перевірку відстані між осями опор, положення монтажних площадок та відповідність висотних відміток проектним параметрам. Для забезпечення необхідної точності вимірювання виконувалися з кількох незалежних станцій стояння тахеометра з подальшим порівнянням результатів.

Одним із важливих етапів геодезичного супроводу є контроль монтажу несучих елементів естакади. Після встановлення балок, ригелів та інших конструктивних елементів виконано перевірку їхніх координат та висотних відміток. Особливу увагу на цьому етапі приділяли місцям майбутнього кріплення технологічних трубопроводів, оскільки точність розташування цих елементів безпосередньо впливає на якість монтажу інженерних мереж.

Під час реконструкції компресорних станцій значна кількість естакад використовується для прокладання газопроводів високого тиску, технологічних комунікацій та кабельних мереж. У зв'язку з цим геодезичний контроль повинен забезпечувати не лише відповідність проектним параметрам, а й виконання вимог промислової безпеки, які встановлюють допустимі відстані між трубопроводами, обладнанням та несучими конструкціями.

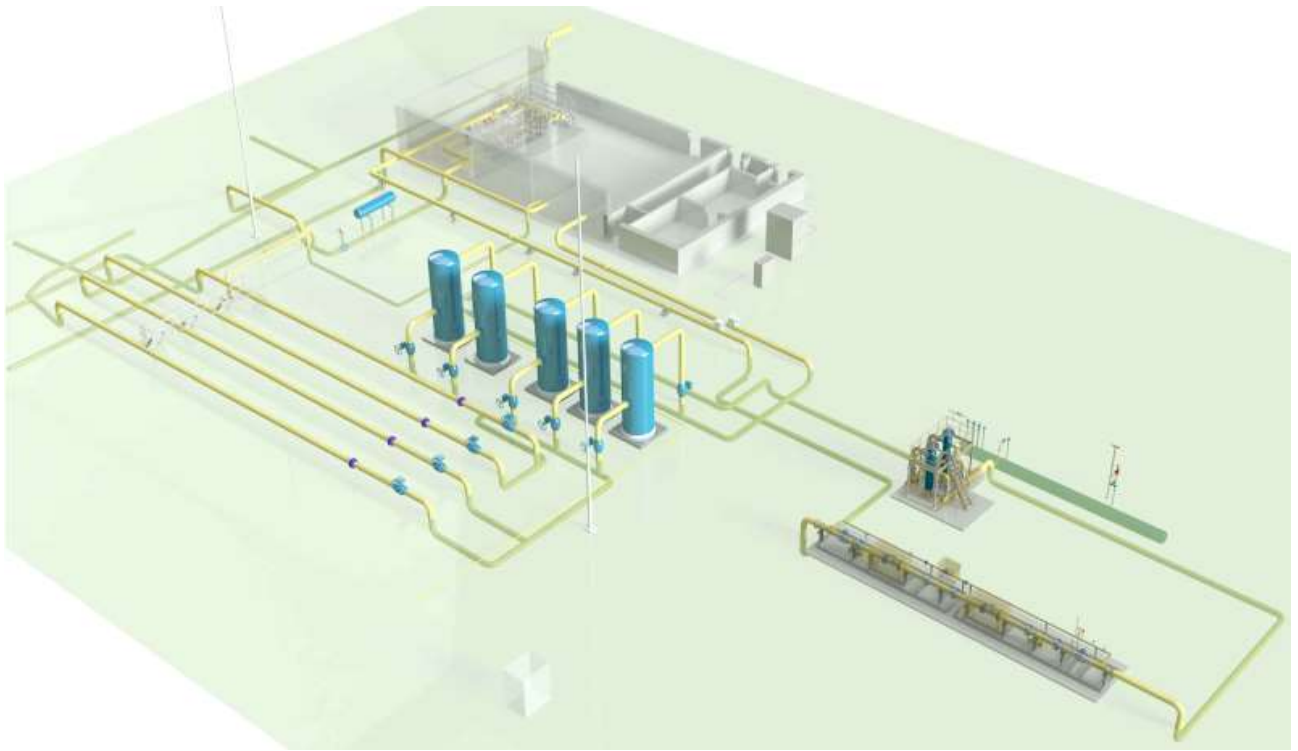
Після завершення монтажних робіт здійснена виконавча геодезична зйомка опор естакад. Під час зйомки були визначені фактичні координати та висоти всіх змонтованих конструкцій, результати яких відображені на виконавчих схемах і кресленнях. Виконавча документація є невід'ємною частиною загального пакета документів об'єкта та використовується під час приймання виконаних робіт і введення компресорної станції в експлуатацію.

3.2 Геодезичний супровід монтажу та встановлення вузлів обліку, очищення та редукування газу на підготовлені фундаментні плити та естакади під час реконструкції газокompресорної станції

Одним із найважливіших етапів реконструкції компресорної станції є монтаж та встановлення технологічного обладнання вузлів обліку, очищення та редукування газу. Надійність роботи газотранспортного обладнання, безпечність його експлуатації та відповідність проектним рішенням значною мірою залежать від точності виконання монтажних робіт. Саме тому геодезичний супровід є обов'язковою складовою процесу реконструкції та здійснюється на всіх етапах встановлення технологічного обладнання і трубопроводних систем.

Основною метою геодезичного супроводу є забезпечення відповідності фактичного положення обладнання, фундаментів, естакад та трубопроводів їх проектним координатам і висотним відміткам. Геодезичні роботи дозволяють контролювати точність монтажу конструкцій, своєчасно виявляти відхилення від проєкту та забезпечувати необхідні геометричні параметри об'єкта. На газокompресорній станції «Тисмениця» згідно проекту реконструкції (рис. 3.2) монтувалася мережа газопровідних труб, вузлів обліку, очистки та редукування газу, ємностей для зберігання конденсату, кранів, опор та ін.

Перед початком монтажних робіт було виконано перевірка геодезичної розпланувальної основи, створеної на попередніх етапах будівництва. Особлива увага приділялась контролю збереженості закріплених осей споруд, реперів та пунктів планово-висотної мережі. За результатами перевірки встановлено, що точки геодезичної планово-висотної основи Т1-Т4 зберегли своє положення (величини відхилень від їх початкового положення не перевищували 5 мм). Тому подальший супровід монтажу обладнання виконувався, користуючись координатами точок основи з таблиці 2.2.



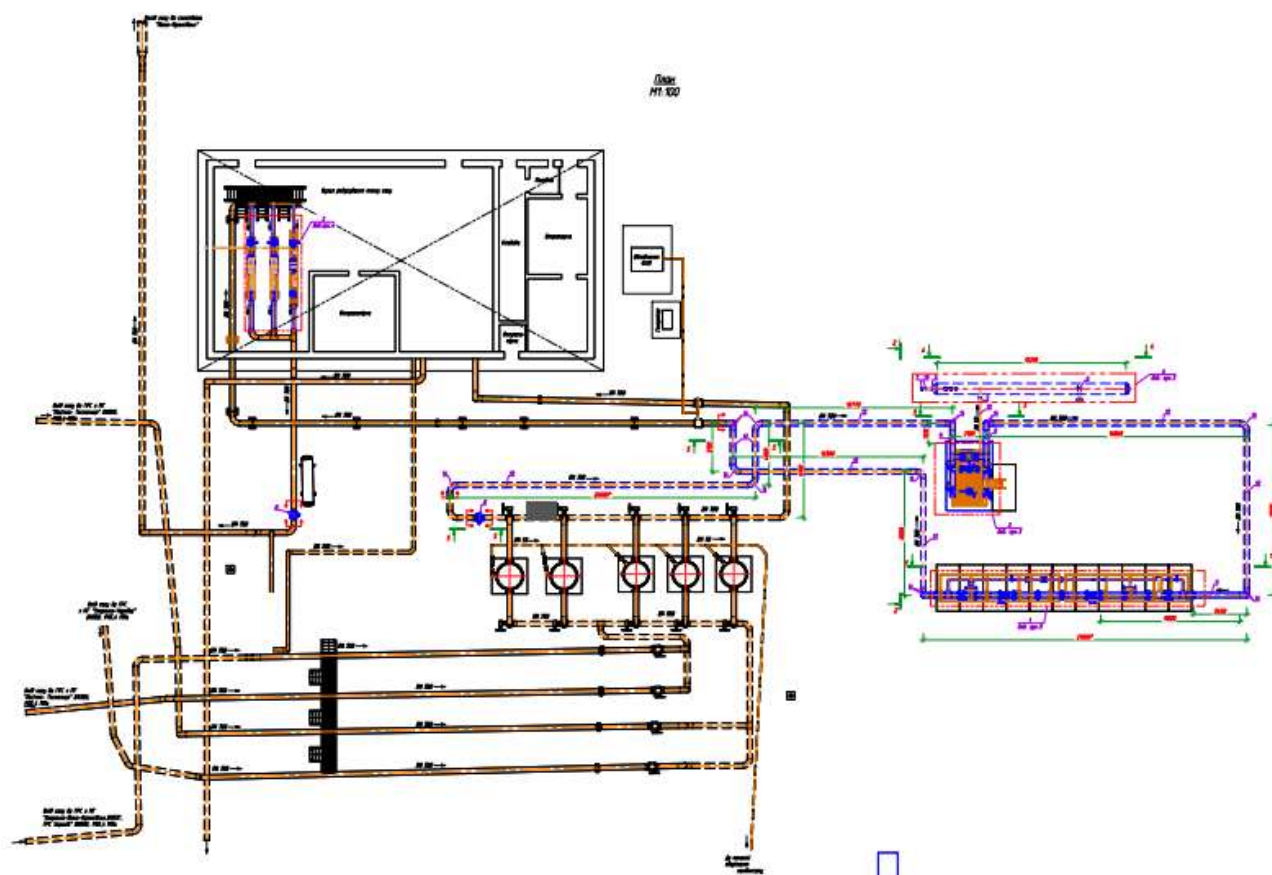
*Рисунок 3.2 – 3D-модель розташування проектного обладнання на ГРС
«Тисмениця»*

Після завершення заливки фундаментних плит було виконано геодезичну перевірку їх фактичного положення. За допомогою електронного тахеометра визначаються координати кутових точок фундаментів, висотні відмітки верху плит та положення анкерних болтів. Результати перевірки положення анкерних болтів свідчать, що вони не відхиляються від проекту більше, ніж на 5 мм в плані, та не більше 3 мм по висоті.

Особливу увагу було приділено контролю горизонтальності фундаментних плит, оскільки навіть незначні відхилення можуть негативно вплинути на точність монтажу технологічного обладнання та подальшу роботу вузлів газорозподільної системи.

Наступним етапом було винесення в натуру монтажних осей обладнання (рис. 3.3). На поверхню фундаментних плит та консолі естакад у відповідних місцях були нанесені поздовжні та поперечні осі встановлення вузлів обліку, очищення та редукування газу. Розбивку виконали від пунктів геодезичної основи електронним тахеометром Sokkia 650RX. На цьому етапі були визначені

проектні координати центрів обладнання, місця розташування опорних конструкцій та точки приєднання трубопроводів.



*Рисунок 3.3 – Схема розташування осей проектного обладнання на ГРС
«Тисмениця»*

Під час монтажу вузлів очищення газу виконано геодезичний контроль положення фільтрів-сепараторів, пиловловлювачів та іншого технологічного обладнання. Контролювалися координати центрів конструкцій, їх вертикальність та відповідність проєктним висотним відміткам. Перевірку виконували з застосування методів тахеометричних вимірювань та геометричного нівелювання.

Особливу увагу приділили геодезичному забезпеченню монтажу вузлів обліку газу. Витратомірні комплекси та контрольно-вимірювальні прилади повинні встановлюватися у суворій відповідності до проєктних рішень і технічних вимог виробника обладнання. Від точності їх монтажу залежить достовірність визначення обсягів транспортованого газу та ефективність роботи всієї системи обліку.

виконавчих креслень та каталогів координат, які входять до складу виконавчої документації об'єкта.

Важливим завданням геодезичного супроводу є також контроль деформацій фундаментів та металевих конструкцій під час монтажу великогабаритного обладнання. В ході монтажу блоку очистки газу виконувалися повторні нівелірні спостереження, які дозволяли оцінити можливі осідання фундаментів та своєчасно вжити заходів щодо їх усунення.

Висновки: геодезичний супровід встановлення опор естакад є важливим елементом реконструкції компресорної станції, що забезпечує точне перенесення проєктних рішень у натуру, контроль якості монтажних робіт та створення умов для надійної і безпечної експлуатації технологічного обладнання та інженерних мереж протягом усього терміну служби об'єкта. Тому особливу увагу на цьому етапі приділяють геодезичному контролю якості монтажу та встановлення опор в проєктне положення шляхом проведення виконавчих зйомок.

Геодезичний супровід монтажу вузлів обліку, очищення та редукування газу забезпечує точне перенесення проєктних рішень у натуру, контроль якості будівельно-монтажних робіт, своєчасне виявлення відхилень від проєктних параметрів та створює необхідні умови для надійної й безпечної експлуатації технологічного обладнання після введення об'єкта в експлуатацію.

Висновки

У бакалаврській роботі досліджено особливості геодезичного супроводу реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу газорозподільної станції «Тисмениця» в Івано-Франківській області. Наведено фізико-географічну характеристику району виконання робіт, проаналізовано технологічні особливості об'єкта реконструкції та розглянуто основні вимоги до розроблення проєктної документації для реконструкції газорозподільної станції.

Встановлено, що геодезичний супровід є невід'ємною складовою реконструкції об'єктів газотранспортної інфраструктури та здійснюється на всіх етапах реалізації проєкту – від виконання топографічного знімання і створення геодезичної основи до проведення виконавчих зйомок змонтованого обладнання, споруд і трубопроводів. Виконання комплексу геодезичних робіт забезпечує необхідну точність реалізації проєктних рішень, контроль якості будівельно-монтажних робіт та безпечну експлуатацію об'єкта після завершення реконструкції.

У роботі проаналізовано нормативно-правове забезпечення виконання топографо-геодезичних робіт. Встановлено, що проведення інженерно-геодезичних вишукувань регламентується комплексом законодавчих, нормативних та технічних документів, які визначають вимоги до точності вимірювань, порядку виконання польових і камеральних робіт, а також оформлення результатів геодезичних досліджень. Дотримання вимог чинної нормативної бази забезпечує достовірність отриманих даних, якість будівельно-монтажних робіт та надійність функціонування реконструйованого об'єкта.

Обґрунтовано важливість топографо-геодезичних робіт під час створення плану розташування технологічного обладнання та трубопроводів газорозподільної станції. Виконання топографічного знімання дозволяє отримати актуальні дані про ситуацію та рельєф місцевості, що є необхідною умовою для прийняття ефективних проєктних рішень і раціонального розміщення елементів технологічної інфраструктури.

Для оновлення топографічного плану території ГРС «Тисмениця» виконано польові геодезичні вимірювання із застосуванням GNSS-приймача Trimble R10. За результатами проведених робіт створено актуальний топографічний план масштабу 1:500, який використано як вихідну основу для розроблення проєктних рішень щодо реконструкції об'єкта.

У межах виконання роботи створено знімальну геодезичну основу GNSS-методом. Геодезична мережа представлена чотирма закріпленими пунктами, для яких визначено планові координати у системі СК-63 та висоти в Балтійській системі висот. З метою підвищення зручності виконання розпланувальних робіт координати пунктів було додатково перераховано в умовну локальну систему координат, прийняту для території ГРС «Тисмениця».

Винесення осей запроєктованих будівель, споруд та технологічного обладнання на місцевість виконано за допомогою електронного тахеометра Sokkia SET 650RX. Підготовку розпланувальних даних здійснено із використанням програмного комплексу AutoCAD. Закріплення розпланувальних точок виконано за допомогою забетонованих арматурних знаків. Після завершення розпланувальних робіт проведено контрольні геодезичні вимірювання, результати яких підтвердили відповідність винесених осей проєктним координатам.

Особливу увагу приділено геодезичному супроводу встановлення опор естакад. Встановлено, що точність монтажу опорних конструкцій безпосередньо впливає на якість подальшого встановлення трубопроводів та технологічного обладнання. Для контролю відповідності фактичного положення конструкцій проєктним параметрам створені виконавчі геодезичні зйомки, що забезпечили своєчасне виявлення та усунення можливих відхилень.

Досліджено особливості геодезичного супроводу монтажу вузлів обліку, очищення та редукування газу. Виконання геодезичного контролю на всіх стадіях монтажних робіт забезпечило точне перенесення проєктних рішень у натуру, контроль якості встановлення обладнання та дотримання вимог проєктної документації. Результати виконавчих зйомок підтвердили

відповідність змонтованих конструкцій, обладнання та трубопроводів установленим нормативним вимогам.

Таким чином, виконаний комплекс топографо-геодезичних робіт забезпечив належний рівень геодезичного супроводу реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу ГРС «Тисмениця». Застосування сучасних GNSS-технологій, електронних тахеометрів та цифрових методів опрацювання даних дозволило досягти необхідної точності геодезичних вимірювань, підвищити ефективність виконання робіт та забезпечити реалізацію проєктних рішень відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Список використаних джерел

1. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність : Закон України від 23.12.1998 № 353-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14> (дата звернення: 10.06.2026).
2. Про регулювання містобудівної діяльності : Закон України від 17.02.2011 № 3038-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17> (дата звернення: 10.06.2026).
3. ДБН А.2.1-1:2014. Інженерні вишукування для будівництва. Київ : Мінрегіон України, 2014. 126 с.
4. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіон України, 2016. 51 с.
5. ДБН В.1.3-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 70 с.
6. ДСТУ Б Б.1.1-17:2013. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. Київ : Мінрегіон України, 2014. 111 с.
7. ГКНТА-2.04-02-98. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. Київ : Головне управління геодезії, картографії та кадастру України, 1999. 156 с.
8. Порядок загальнодержавного топографічного і тематичного картографування : постанова Кабінету Міністрів України від 04.09.2013 № 661. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-2013-%D0%BF> (дата звернення: 10.06.2026).
9. Порядок охорони геодезичних пунктів : постанова Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 836. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/836-2017-%D0%BF> (дата звернення: 10.06.2026).
10. НПАОП 60.3-1.01-10. Правила безпеки систем газопостачання. Київ : Держгірпромнагляд України, 2010. 56 с.

- 11.НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Київ : Мінпраці України, 2001. 117 с.
- 12.ДСТУ 9154:2021. Географічна інформація. Топографічна база даних. Основні положення. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 26 с.
- 13.ДСТУ ISO 19111:2020. Географічна інформація. Просторове прив'язування за координатами. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 52 с.
- 14.ДСТУ ISO 19157:2017. Географічна інформація. Якість даних. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 98 с.
- 15.Основні положення створення та розвитку Державної геодезичної мережі України : постанова Кабінету Міністрів України від 08.06.1998 № 844. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/844-98-%D0%BF> (дата звернення: 10.06.2026).
- 16.Тревого І. С., Шевченко Т. Г., Мороз О. І. Інженерна геодезія : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. 540 с.
- 17.Перій С. С., Маланчук М. С. Геодезія : навчальний посібник. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. 288 с.
- 18.Баран П. І. Інженерна геодезія : монографія. Київ : ПАТ «ВІПОЛ», 2012. 618 с.
- 19.Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Герасимчук І. Ф. Геодезія. Частина II. Топографія : навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. 440 с.
- 20.Шевченко Т. Г. Геодезичне забезпечення будівництва та експлуатації інженерних споруд : навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2010. 224 с.
- 21.Кучер О. В., Шевченко Т. Г. Геодезичні роботи при будівництві та реконструкції інженерних споруд : навчальний посібник. Київ : КНУБА, 2017. 296 с.
- 22.Газотранспортна система України. Технічна експлуатація та розвиток : монографія / за ред. С. А. Ковалка. Київ : Наукова думка, 2018. 412 с.

23. Технологічне обладнання компресорних станцій магістральних газопроводів : навчальний посібник / В. Я. Грудз, В. Б. Михалків, І. І. Яремій та ін. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2015. 358 с.
24. Виробничо-технологічні об'єкти транспорту і зберігання газу : навчальний посібник / В. Я. Грудз, Р. С. Яремій, О. В. Тимків. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2018. 290 с.
25. Інженерно-геодезичні вишукування для об'єктів нафтогазового комплексу : методичні рекомендації. Київ : НАК «Нафтогаз України», 2019. 95 с.

Генеральний план розташування обладнання та трубопроводів на ГРС
«Тисмениця»

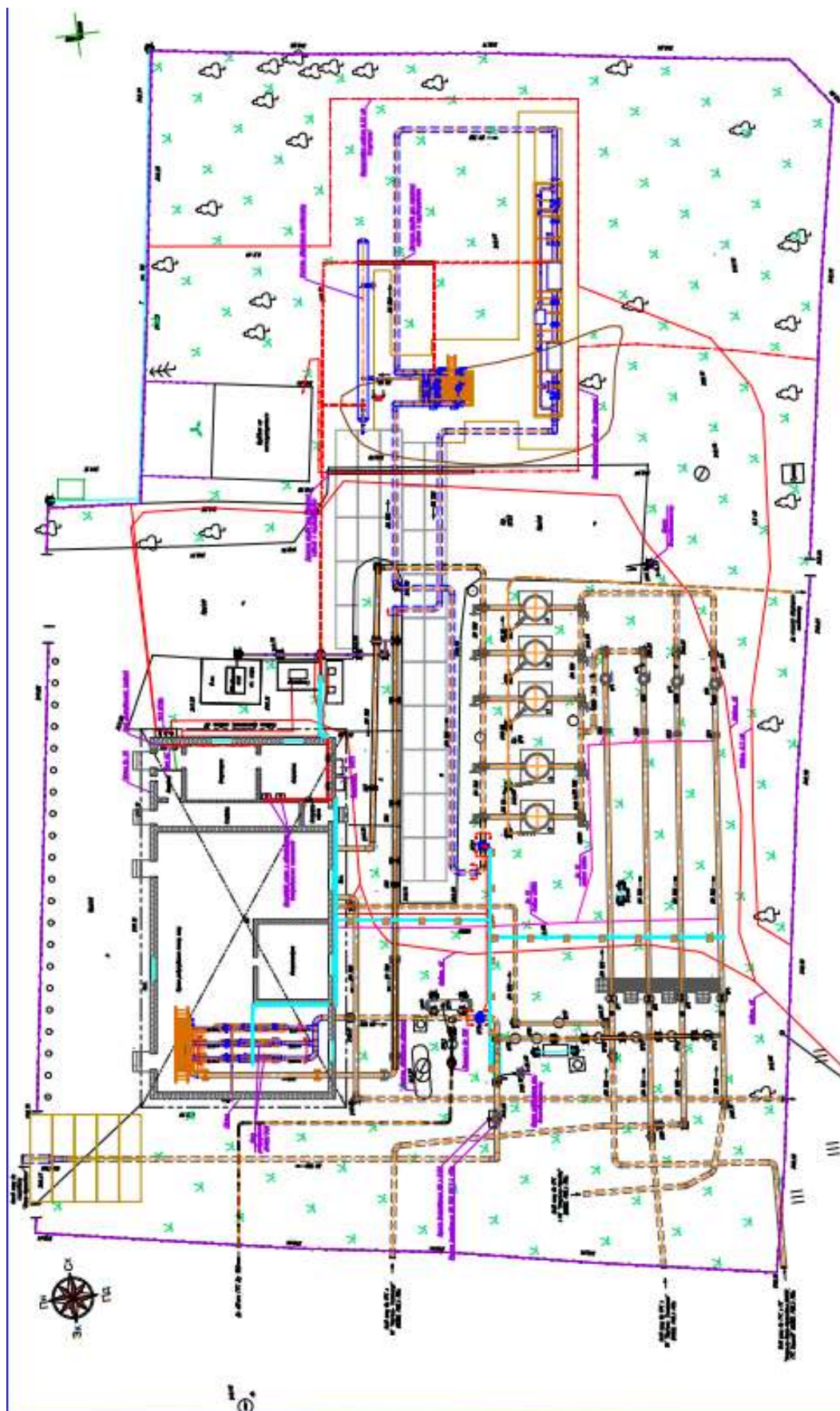
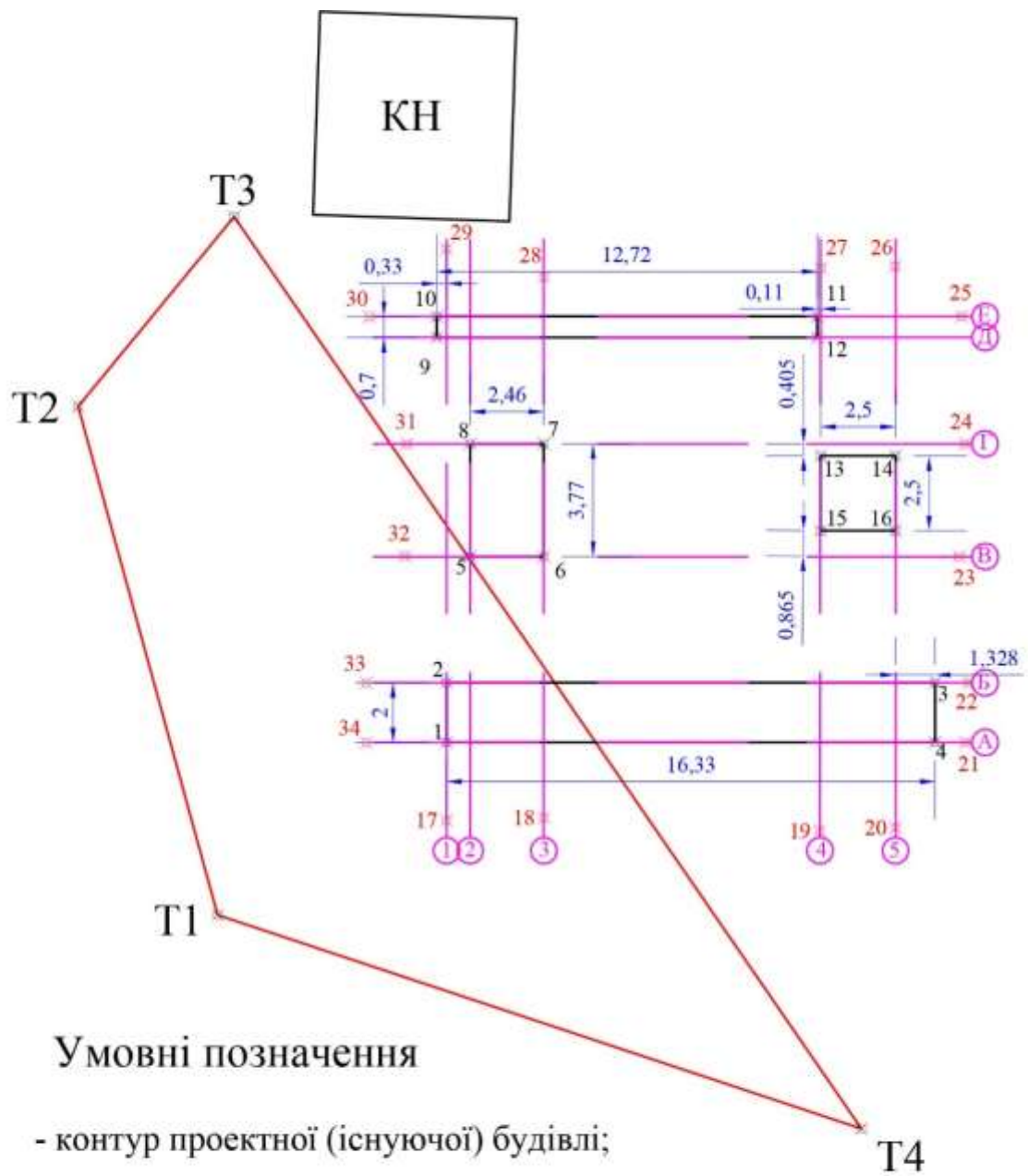
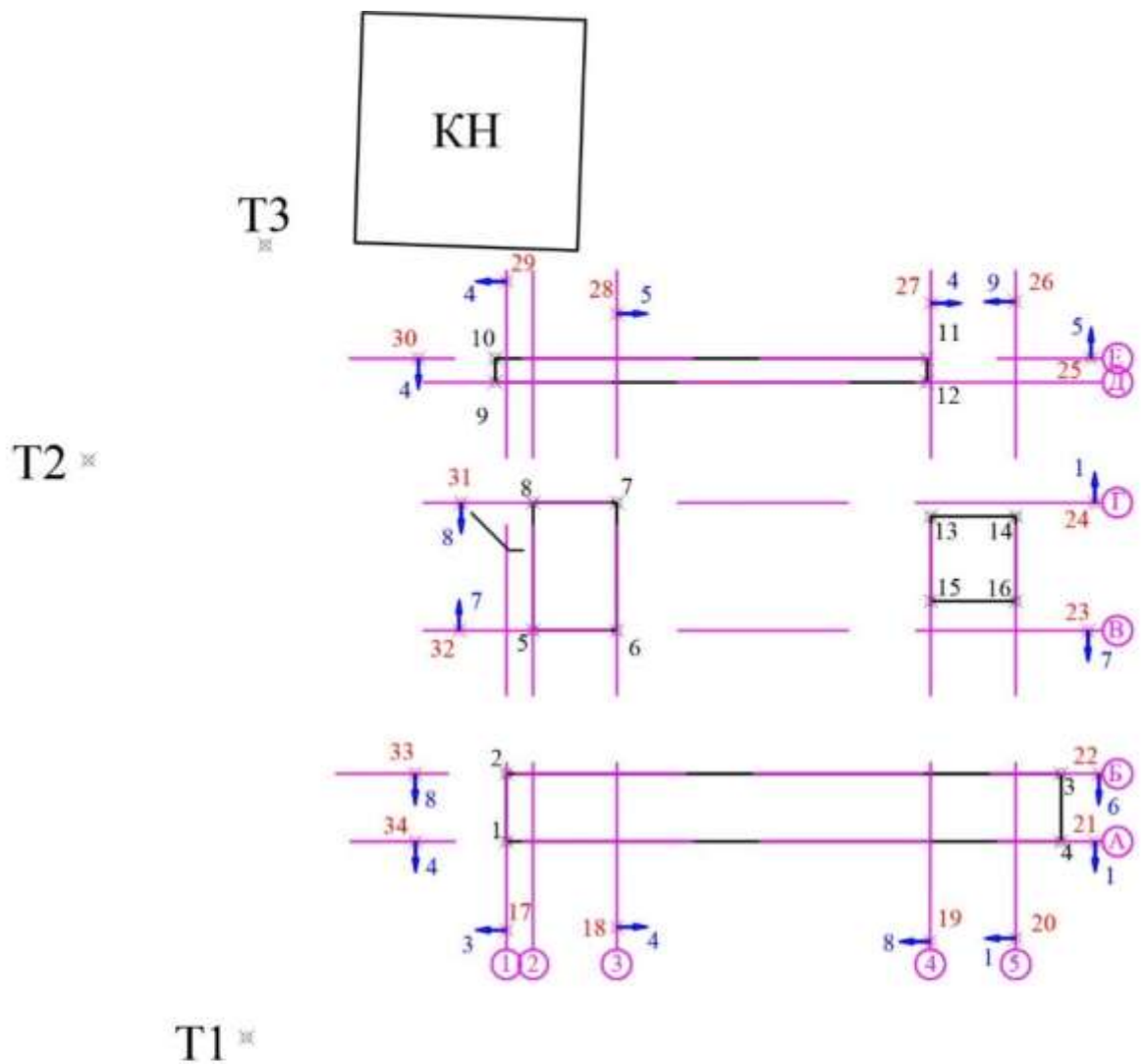


Схема закріплення осей та контурів запроєктованих будівель



Виконавче знімання точок осей запроєктованих будівель



Умовні позначення

- контур проектної (існуючої) будівлі;
- точка контуру будівлі;
- точка закріплення осі;
- величина відхилення точки від осі, мм

Т4

Бібліографічна довідка

Тема бакалаврської роботи ««Геодезичний супровід реконструкції вузлів обліку, очищення та редукування газу розподільної станції "Тисмениця" в Івано-Франківській області».

Обсяг пояснювальної записки 47 аркушів, 12 рисунків, 4 таблиці.

Перелік графічних додатків:

1. Генеральний план розташування обладнання та трубопроводів на ГРС «Тисмениця».
2. Схема закріплення осей та контурів запроєктованих будівель.
3. Виконавче знімання точок осей запроєктованих будівель.

_____ 2026 р.

_____ Богак Л. М.