УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Будівельний факультет

Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою

Інженерно-геодезичні роботи при будівництві залізничної колії незагального користування на промисловому підприємстві..

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

ВПГЗ. 323.193.2026.ПЗ.

Розробив: студент гр. 133-ГЗ-Д23
Володимир ТКАЧОВ
Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій (роботу виконано самостійно, відповідно до принципів академічної доброчесності)
Керівник: к.т.н доц. Орел Є. Ф.
Нормоконтроль: к.т.н доц. Орел Є. Ф.
Зав.кафедри: д.т.н проф. Угненко Є. Б.

Рецензент: декан будівельного факультету Українського державного університету залізничного транспорту к.т.н. доц. кафедри “Залізнична колія і транспортні споруди” Дудін О. А.

2026 рік

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Будівельний»

Кафедра «Вишукувань та проектування шляхів сполучення геодезії та землеустрою»

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри, д.т.н., професор
_____ Є.Б.Угненко
(підпис)
« ____ » _____ 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Ткачову Володимиру Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ НЕЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

керівник роботи Орел Євген Федорович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена розпорядженням по будівельному факультету від « 18 » травня 2026 року № 5

2. Строк подання студентом проекту « 10 » червня 2026 року.

3. Вихідні дані проекту Нормативна та методична література. Джерела літератури за темою досліджень, дані знімань, геодезична основа, каталоги координат. Характеристика об'єкту.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) організація виконання робіт, геодезичне забезпечення робіт, контроль якості робіт, охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Проект виконання геодезичних робіт. План колії та смуги відведення. Поздовжній профіль, Поперечні профіля. .Розбивні роботи.

6. Консультанти окремих розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 22 травня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Обробка вихідних даних	20.05.2026	
2.	Розробка та написання першого та другого розділу роботи	25.05.2026	
3.	Розробка та написання третього та четвертого розділу роботи	27.06.2026	
4.	Розробка та написання п’того та шостого розділів роботи	1.06.2026	
5.	Розробка та написання п’ятого та сьомого та восьмого розділів роботи	8.06.2026	
6.	Розробка та написання дев’ятого розділу	10.06.2026	
7.	Нормоконтроль, та ДЕК	22.06.26	

Студент  Володимир ТКАЧОВ

Керівник роботи  Євген ОРЕЛ

Анотація

Дана кваліфікаційна робота включає в себе:пояснювальна записка - 52 с., 7 табл., 8 рис., 19 джерел, 18 слайдів презентації.

Ключові слова: інженерно-геодезичні вишукування, топографічний план, транспорт, під'їзні колії, геодезичні роботи, організація робіт, будівництво, розбивка споруд

Об'єкт дослідження – залізнична колія незагального користування на промисловому підприємств, м. Суми.

Предмет дослідження – комплекс інженерних та геодезичних робіт який використовується при будівництві та реконструкції лінійних споруд.

Мета дипломної роботи – проведення комплексу інженерно-геодезичних робіт за допомогою сучасних технологій на території об'єкту будівництва.

Методи дослідження – аналіз програмних засобів, методи обробки даних, методи алгоритмічних розрахунків, аналітичні розрахунки.

Опрацьовано комплексний підхід до інженерно-геодезичних робіт для будівництва об'єкту на прикладі робочого проекту.

Практичне значення одержаних результатів полягає у оригінальних способах розбивки залізничної інфраструктури.

Summary.

This bachelor's thesis includes: an explanatory note—52 pages, 7 tables, 8 figures, 19 references, and 18 presentation slides.

Keywords: engineering and geodetic surveys, topographic plan, transportation, access tracks, geodetic work, work organization, construction, layout of structures

Subject of research – a private-use railway track at an industrial enterprise in Sumy.

Subject of the study – a complex of engineering and geodetic works used in the construction and reconstruction of linear structures.

The aim of the thesis is to carry out a complex of engineering and geodetic works using modern technologies on the construction site.

Research methods – analysis of software tools, data processing methods, algorithmic calculation methods, analytical calculations.

A comprehensive approach to engineering and geodetic works for the construction of the facility has been developed using a working project as an example.

The practical significance of the obtained results lies in the original methods of surveying railway infrastructure.

Зміст

Вступ……7
1 Вихідні данні для розробки проекту ……..……8
1.1Кліматичні та геологічні характеристика району будівництва ……..…..8
1.2 Опис проходження маршруту залізничних колій по території району будівництва …….....10
2 Відомості про залізничні колії що проектуються ……...…..11
3 Техніко-економічні показники залізничних колії …….……12
4 Відомості про основні технологічні операції……..…14
5 Основні параметри поздовжнього профілю й смуги відводу ……15
6.Розбивочні роботи……16
6.1 Розбивка земляного полотна……19
6.2 Розбивка звичайного стрілочного переводу……24
6.3 Розбивка примикання колій……26
6.4 Розбивка з'їзду……27.
6.5 Розбивка стрілочної вулиці……28
7. Розбивка залізничних кривих …….……..…30
7.1 Визначення параметрів залізничних кривих…….….30
7.2 Детальна розбивка залізничної кривої способом прямокутних координа32
7.3 Детальна розбивка залізничної кривої способом кутів……33
7.4 Детальна розбивка залізничної кривої способом хорд ……34
8 Аналітичний спосіб перенесення на місцевість інженерної споруди……35
8.1 Обчислення необхідних даних для перенесення точки "А" прямою кутовою засічкою……36

8.2 Обчислення необхідних даних до переносу точки "В" полярним способом……40
9 Охорона праці ……..……42
9.1 Коротка характеристика об’єкту, що будується …..……..…42
9.2 Аналіз потенційних небезпек на об'єкті ……..…42
9.3 Охорона праці при виконанні геодезичних робіт…….……43
Висновки……..……49
Список використаних джерел……50

Вступ

Метою дипломного проекту є розробка проекту інженерних та геодезичних робіт при будівництві під'їзної колії незагального користування. Під'їзні колії відносяться до колій незагального користування, вони виконують обслуговування підприємств, складів, баз тощо і.

Конструкція та стан колійних пристроїв і технічних споруд залізничних під'їзних колій повинні забезпечувати пропуск великовагових вагонів, а у разі обслуговування залізничної під'їзної колії локомотивами залізниць - пропуск локомотивів, наданих для цього залізницею. Колійний розвиток станції, який пов'язаний із збільшенням обсягів перевезень на залізничній під'їзній колії підприємства, здійснюється з матеріалів та за рахунок коштів цього підприємства. Заходи, пов'язані з примиканням залізничної під'їзної колії підприємства і будівництвом при цьому необхідних нових постів та роз'їздів у місцях примикання, обладнанням їх і укладанням стрілки примикання, здійснюються залізницею за рахунок коштів цього підприємства.

Геодезичне забезпечення будівництва під'їзних залізничних колій є фундаментальною складовою інженерно-будівельного процесу, від якої безпосередньо залежить безпека, надійність та довговічність транспортної інфраструктури промислових і логістичних об'єктів. Під'їзні колії з'єднують внутрішні транспортні мережі підприємств із загальною залізничною мережею країни, забезпечуючи безперебійний вантажообіг. Специфіка цих об'єктів — наявність кривих малого радіуса, обмеженість території та складні умови примикання — вимагає максимальної точності на кожному етапі геометричного контролю.

Сучасний комплекс геодезичних робіт охоплює весь життєвий цикл будівництва: від первинних топографо-геодезичних вишукувань і винесення

проекту в натуру до виконавчого знімання та моніторингу деформацій. Використання передових технологій, таких як супутникові GNSS-системи, високоточні електронні тахеометри та цифрові нівеліри, дозволяє мінімізувати похибки та забезпечити суворе дотримання чинних будівельних норм і стандартів. У данной роботі розглянуто ключові етапи, методи та особливості геодезичного супроводу, які гарантують якісне зведення під'їзних залізничних колій.

Метою роботи є визначення комплексу процесів геодезичного забезпечення під час будівництва колій незагального користування для забезпечення їхньої геометричної точності, експлуатаційної надійності та безпеки руху.

1 Вихідні данні для розробки проекту

1.1 Кліматичні та геологічні характеристика району будівництва

Ділянка будівництва розташована в північно-західному районі м. Суми, в промисловому районі, поруч з цементним заводом. Клімат району будівництва - помірно-континентальний. Несприятливий період для виконання робіт припадає на період з 10 листопада по 25 квітня. За даними центру гідрометеорології і моніторингу навколишнього середовища середньорічна мінімальна температура повітря найбільш холодного місяця (січень) становить мінус 5,7 ° С.Абсолютний мінімум температури повітря найбільш холодного місяця (січень) мінус 28,5 ° С. Середня максимальна температура повітря найбільш жаркого місяця (липень) становить +27 ºС. Абсолютний максимум температури повітря найбільш жаркого місяця (липень) становить + 41 ºС. Середньорічна температура повітря становить + 8,6 ° С.Тривалість періоду з позитивними температурами повітря 241 день в році. Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 602 мм. Стійкий

сніговий покров з'являється в грудні місяці і досягає максимуму в лютому 25 см. Нормативна глибина промерзання ґрунтів становить 110 см.

Переважають взимку вітри південно-східного і південно-західного напрямків, влітку - південно-східних напрямків. Рельєф місцевості району проектування, зайнятий існуючими залізничними коліями і складом інертних матеріалів, являє собою поверхню з загальним ухилом в північно-західному напрямку.

В результаті аналізу просторової мінливості приватних показників властивостей ґрунтів, визначених лабораторними методами, і статичним зондуванням, з урахуванням даних про геологічну будову виділяються 5 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ) ґрунту.

ІГЕ-1а - Насипні грунти, представлені сумішшю чорнозему, суглинку, піску, будівельного сміття. Поширений повсюдно і залягає з поверхні потужністю 1,5-2,9 м. Щільність грунту змінюється від 1,60 до 1,62 т / м3 .Для розрахунків рекомендується прийняти 1,0 т / м3.

ІГЕ-2 - Представлений піском дрібним коричневим, сіро коричневим, малому ступені водонасичення. Розкритий повсюдно на глибині 1,8 - 2,0 м. Потужність піску складає 0,4 - 1,0 м.

ІГЕ-3 - Представлений суглинком сіро-коричневим, коричневим тугопластічних неоднорідним. Розкритий у вигляді декількох горизонтів. Перший залягає на глибині 1,5-2,9 м, другий на глибині 2,6-5,3. Потужність їх від 0,3 до 3.0 м.

ІГЕ-4а - Представлений піском дрібним жовто-коричневим, бурим, в малому ступені водонасиченим. Розкритий на глибині 4,0-8,3 м. Розкрита потужність піску складає 0,2-1,1 м.

За результатами кількісного хімічного аналізу грунтів встановлено, що: насипні грунти (ІГЕ-1а) і піски (ІГЕ-2), як середовище, по відношенню до бетонів на звичайному портландцементі за змістом хлоридів і сульфатів є неагресивними. Нормативна глибина сезонного промерзання піщаних грунтів становить 130 см, глиність 110см. Грунти по труднощі розробки поділяються

за категоріями у такій послідовності: насипний ґрунт - п.35в - II кат;. піски - п.29а - I кат; суглинки тугопластичних - п.35а - I кат.

Таблиця 1 – Основні розрахункові дані ґрунтів

№№ ІГЕ	Номенклатурний вид грунта	Щільність ґрунту, т/м^3	Модуль деформації, МПа	Параметри зрізу	
				Питоме зчеплення, кПа	Кут внутрішнього тертя, ^{0}
1а	Насипний грунт	1,60	-	-	-
2	Пісок дрібний пухкий	1,65/1,60	-/16	-	25/23
3	Суглинок тугопластичний неоднорідний	1,88/1,87	16/13	18/17	19/18
4а	Пісок дрібний середньої щільності	1,70/1,65	-/23	1/-	29/28
5	Пісок пилуватий щільний	1,85/1,83	-/30	6/4	34/31

1.2 Опис проходження маршруту залізничних колій по території району будівництва

Відповідно до завдання на виконання проектно-вишукувальних робіт, проектом виконується будівництво залізничної колії незагального користування № 7а.

Залізнична колія № 7а примикає до залізничної колії незагального користування ТОВ «РемСтройінжінірінг» на станції Суми Південної залізниці.

Точка примикання залізничної колії прийнята комісійно. Примикання виконано новим стрілочним переводом № 7а М 1/9, замість старого стрілочного переводу № 7, що підлягає розбиранню, на відстані 8,30 м від торця хрестовини існуючого стрілочного переводу № 6 М 1/9.

Зрушення місця примикання виконано з метою забезпечення нормативної відстані між торцем хрестовини стрілочного переводу № 6 і переднім стиком рамної рейки стрілочного переводу № 7а М 1/9 Р50.

Від стрілки примикання залізнична колія № 7а розвивається в південно-східному напрямку. На ПК 0 + 22,21 залізнична колія робить поворот наліво, кут повороту 25 ° 59'19 ", радіус кривої в плані 160 м. Далі, розвиваючись в напрямку складу інертних матеріалів, що належить ЗАТ«ЄВРОБЕТОН», на ПК 0 + 61,78 перетинає автомобільний проїзд з цементобетонним покриттям і з'єднується з існуючої складською залізничною колією.

Цим проектом на ПК 0 + 61,78 колії № 7а передбачається нерегульований залізничний переїзд з настилом з монолітного залізобетону.

У зв'язку з будівництвом залізничної колії № 7а проводитися наступні роботи на колії № 8:

- розбирання СП №12, новий стрілочний перевід № 12а укладається на нормативній відстані 6,25 м між торцем хрестовини проектованого стрілочного переводу № 7а і переднім стиком рамної рейки нового стрілочного переводу № 12а, М 1/9 Р50.

- виконується переїзд в перетині шляху № 8 з існуючим автомобільним проїздом.

На ділянці будівництва залізничної колії є існуючі споруди: недіюча теплотраса, існуюча огорожа, залізнична колія. Розбирання колії і огорожі виконуються справжнім проектом. Питання перебудови інженерних мереж, відповідно до завдання на проектування, вирішуються окремим проектом.

2 Відомості про залізничні колії що проектуються

Проектом виконується колійний розвиток з будівництвом залізничної колії незагального користування № 7а. Згідно СНиП 2.05.07-91 * пункт 3.2 * залізнична колія, що будується відноситься до III категорії.

Мінімальний радіус кривої в плані відповідно до п. 3.13, таблиця 4:

- основний - 250 м;

- у важких умовах - 180 м;

- в особливо важких умовах - 160 м.

Розбитття колії виконано в координатах.

За ПК 0 залізничної колії № 7а прийнятий центр запроектованого стрілочного переводу № 7а.

У плані залізнична колія № 7а розвивається таким чином:

- ПК 0 + 00,00 - ПК 0 + 22,21 - пряма ділянка;

- ПК 0 + 22,21 - ПК 0 + 94,78 - крива R160;

- ПК 0 + 94,78 - ПК1 + 13,21- пряма ділянка.

Межа залізничної колії незагального користування № 7а є стик з існуючою складською залізничною колією.

На ПК 0 + 61,78 колії передбачається нерегульований, неохороняємий залізничний переїзд з настилом з монолітного залізобетону.

Довжина криволінійного ділянки колії № 7а становить 72,57 м. Загальна довжина прямих ділянок становить 40,64 м. Відомості про залізничній колії представлені в таблиці 1.

Таблиця 2- Відомість залізничних колій

Номер колії	Найменування колії	Границя колії			довжина колії, м		Тип рейок
		от стрілки	через стрілки	до стрілки (упора)	повна	корисна	
7а	вантажно-розвантажувальний	7а	-	Упор	286,45	233,00	Р50, Р65

3 Техніко-економічні показники залізничної колії

Річний обсяг перевезень по залізничній колії, що проектується становить 200 тис. т. Вид вантажу, що перевозиться - інертні матеріали.

Тип рухомого складу - напіввагон, думпкар, хопер-дозатор. Тип локомотива - маневрові тепловоз ТЕМ, промисловий тепловоз ТГМ. Належність локомотива - оренда.

На колії, що будується передбачається виконання наступних технологічних операцій:

- розчеплення та зчіпка вагонів з локомотивом;

- розвантаження вагонів.

Доставка вагонів в склад інертних матеріалів здійснюється або маневровим тепловозом ТЕМ, або промисловим тепловозом ТГМ.

Відповідно до річного обсягу перевезень СНиП 2.05.07-91 * «Промисловий транспорт» п. 3.2 * залізнична колія відносяться до III категорії. Довжина колії - 123,39 м. Розрахункова швидкість руху прийнята по СНиП 2.05.07-91 * «Промисловий транспорт» таблиця 2 * і становить 3 км / год. Згідно СНиП 2.05.07-91 * п. 3.4 * на прямих ділянках колій ширина колії складає 1520 мм. На кривій ділянці колії радіусом 160 м (при дерев'яних шпалах) ширина колії становить 1535 мм. Верхня будова залізничної колії прийнято наступна:

- рейки: Р65 (на ділянці ПК 0 + 00 - ПК 0 + 22.21 провести укладання рейок типу Р50);

- шпали дерев'яні з епюр 1840 шт. / км, тип IIIА;

- баласт щебеневий, товщиною 0.25 м.

У кривій ділянки необхідно виконати уширення баластної призми з зовнішньої сторони на 0,10 м. Поздовжній профіль залізничної колії запроектований декількома елементами:

- ПК 0 + 00,00 - ПК 0 + 22,21 - ділянку з ухилом $4{,}9^{0}/_{00}$;

- ПК 0 + 22,21 - ПК 0 + 94,21 - ділянку з ухилом $10\ ^{0}/_{00}$;

- ПК 0 + 94,21 - ПК 1 + 13,21 - ділянку з ухилом $0\ ^{0}/_{00}$.

По осі земляного полотна на ділянці ПК 00 + 00,00 - ПК 01 + 13.21 поздовжній профіль запроектований в невеликій виїмці, глибина виїмки коливається від 0,31 до 0,95 м. Земляне полотно запроектовано з заглибленою баластної призмою. Проектом розроблено один тип земляного полотна залізничної колії. Ширина земляного полотна прийнята 3,2 м. Конструкція земляного полотна наведена у графічній частині.

У кривій зроблено уширення земляного полотна з зовнішньої сторони кривої на величину 0,3 м. Водовідвід від земляного полотна залізничної колії виконаний міжшпальними лотками, прийнятими по альбому водовідвідних пристроїв на станціях, інв. № 984.

Проектом прийнятий блок міжшпального лотка глибиною 0,35 м, тип І. Лотки закриваються металевими гратами індивідуального виготовлення. Збір води проводиться в приймальню металеву ємність, заглиблену нижче рівня планувальних відміток. Спорожнення ємності збору води виконується спеціним автотранспортом по мірі заповнення.

Для під'їзду до ємності збору води проектом виконано автошлях з розворотним майданчиком. З північно-східної сторони розворотного майданчика передбачено пристрій бортового каменю. Конструкція дорожнього одягу автошляху прийнята за типовим проектом наступною:

- пісок середньої крупності - 0,20 м;
- фракційний щебінь, укладений способом заклинювання - 0,10 м.

Для очищення вод від твердих домішок перед металевою ємністю передбачений залізобетонний відстійник.

4 Відомості про основні технологічні операції

Вагони на адресу ЗАТ «Євробетон» будуть перебувати в складі збірних або вивізних поїздів, на приймально-відправних коліях станції Суми. Приймально-здавальні операції проводяться також на станції Суми.

Після закріплення прибулого поїзда на приймально-відправних коліях станції, виконання операцій по прибуттю поїзда, відчеплення поїзного локомотива або групи вагонів від збірного поїзда, маневровий локомотив здійснює відчеплення групи вагонів і при необхідності переставляє їх на вільну станційну колію. Після збору на станційній колії станції групи з 11 навантажених вагонів і виконання приймально-здавальних операцій, на адресу ЗАТ «Євробетон» буде направлятися один состав у добу з 11 вагонів. Состав подається вагонами вперед на вантажно-розвантажувальну колію № 7а для розвантаження на естакаді.

Фронт одноразового вивантаження – 11 вагонів, час на обслуговування одного вагона, згідно з таблицею «Міжгалузевих норм часу на навантаження, розвантаження вагонів, автотранспорту й складські роботи» – 4 хв. Загальний час на вивантаження 11 вагонів, при здійсненні обслуговування вагона одним робітником, становить 44 хвилини.

Після розвантаження состава з 11 вагонів на колії № 7а маневровий локомотив підприємства виставляє состав на приймально-відправну колію станції Суми.

5 Основні параметри поздовжнього профілю й смуги відводу

Запроектована вантажно-розвантажувальна залізнична колія № 7а в поздовжньому профілі складається із декілька елементів:

- ПК 0+00,00 - ПК 0+22,21 – ділянка з ухилом 4,9 $^{0}/_{00}$;
- ПК 0+22,21 - ПК 0+94,21 – ділянка з ухилом 10 $^{0}/_{00}$;
- ПК 0+94,21 - ПК 1+13,21 – ділянка з ухилом 0 $^{0}/_{00}$.

Ухили елементів поздовжнього профілю залізничної колії визначені відміткою головки рейки в місці примикання до залізничної колії №8 і відміткою розвантажувальної естакади. Відмітка головки рейки на естакаді становить 133,55 м.

По осі земляного полотна на ділянці ПК 00+00,00 - ПК 01+13.21 поздовжній профіль запроектований у невеликій виїмці, глибина виїмці коливається від 0,31 до 0,95 м.

Розмір земельної ділянки, необхідна для розміщення залізничної колії, визначається на підставі ОСН 3.02.01-97 «Норми й правила проектування відводу земель для залізниць». Ширина земельних ділянок, що приділяються для колійного розвитку, призначена для розміщення земляного полотна, водовідвідних канав з бермами з боку підошви насипи або брівки виїмці й запобіжних смуг. Ширина запобіжних смуг від підошви насипу або брівки виємці встановлена 2 м, від брівок водовідвідних канав – 1 м.

Лінії границь ділянки, необхідного для розміщення колій проектують прямими, паралельними осі залізничної колії. На кривих ділянках колії – проектують хордами довжиною рівної:

- при радіусі кривій 600 м і більш – 0,1 радіуса,
- при радіусі кривій менш 600 м – 50 м.

Запроектована залізнична колія № 7а знаходиться на землях, які належать ТОВ «Ремстройінжінірінг».

6.Розбивочні роботи.

Розбивочні роботи у будівництві є невід'ємною частиною технологічного процесу зведення будь-якого об'єкта, починаючи від підготовки майданчика і закінчуючи монтажем. За своєю суттю цей комплекс інженерно-геодезичних заходів спрямований на перенесення проектних геометричних параметрів, осей і висотних позначок з креслень безпосередньо на реальну місцевість, що є процесом, технологічно протилежним топографічній зйомці.

Точність виконання цих процедур має критичне значення для безпеки, надійності та довговічності споруди, оскільки навіть міліметрові відхилення від проекту можуть порушити несучу здатність або зробити неможливим

збирання готових конструкцій. Уся геодезична діяльність на будівельних майданчиках України регламентується державними будівельними нормами, які визначають граничні похибки та допуски для кожного етапу робіт, причому ці вимоги значно жорсткішають під час зведення висотних будівель, монтажу підкранових шляхів чи укладання технологічного обладнання, де рахунок йде буквально на міліметри.

Основою для початку будь-яких вимірювань є геодезична розбивочна основа, яка створюється замовником і передається підряднику як єдина високоточна координатна база, що складається із будівельної сітки, ліній регулювання забудови та мережі надійно закріплених висотних реперів, розташованих поза зоною можливих зсувів ґрунту. На базі цієї мережі фахівці проводять ретельну камеральну підготовку, перевіряючи геометричні розміри креслень, вираховуючи проектні координати точок та складаючи робочі розбивочні креслення з чіткими лінійними та кутовими прив'язками. Після завершення паперового етапу на місцевості виносяться головні та основні осі, які визначають загальну симетрію, форму та габарити майбутньої споруди. Щоб зберегти ці осі під час роботи важкої техніки, по периметру майбутньої споруди за межами зони обвалення ґрунту встановлюють будівельне обношування, на яке за допомогою приладів переносять створи осей і натягують сталевий дріт, фіксуючи точні точки перетину.

У процесі планового винесення точок інженери використовують різні геодезичні методи, серед яких найбільш поширеними є метод прямокутних координат при наявності будівельної сітки та метод полярних координат, що ідеально підходить для сучасних електронних приладів. На етапі нульового циклу, який охоплює всі роботи з будівництва підземної частини споруди, геодезисти спочатку розмічають контури котловану з урахуванням безпечних укосів, а потім контролюють глибину виїмки ґрунту екскаватором, запобігаючи порушенню природної структури основи. Коли котлован готовий, осі за допомогою висків або лазерів опускають на його дно для

детальної розмітки фундаментних плит, стрічок або місць забивання паль, після заливки яких на бетонну поверхню наносять чіткі осьові риски для початку зведення стін.

З виходом будівлі на надземний рівень геодезичний контроль ускладнюється, оскільки виникає потреба безперервного та послідовного перенесення координатної системи по вертикалі з поверху на поверх. Для цього застосовують метод вертикального проектування за допомогою спеціальних приладів, які спрямовують лазерний промінь строго в зеніт через технологічні отвори в залізобетонних плитах перекриття. Висотна розбивка, яка зазвичай базується на геометричному нівелюванні від початкового репера, забезпечує точне дотримання вертикальних рівнів, а передача позначки на монтажні горизонти верхніх поверхів здійснюється за допомогою безвідбивних електронних систем. На кожному новому ярусі геодезисти будують монтажну сітку та наносять орієнтирні риски на колони і стінові панелі, за якими будівельники виставляють елементи каркаса, а каменярі ведуть ряди цегляної кладки, безперервно перевіряючи вертикальність кутів.

Ефективність та швидкість усіх цих процесів у сучасному будівництві забезпечується використанням автоматизованих комплексів, роботизованих тахеометрів, що самостійно відстежують відбивачі, супутникових GNSS-приймачів у режимі реального часу, а також ротаційних лазерних будівників площин, які дозволяють робітникам самостійно контролювати рівність стін. Будь-який завершений етап монтажу чи будівництва в обов'язковому порядку підлягає виконавчій геодезичній зйомці, метою якої є фіксація реального просторового положення конструкцій та відображення їхніх фактичних відхилень від проекту на виконавчих схемах. Ця документація є головним юридичним підтвердженням якості будівництва та обов’язковою умовою для введення об'єкта в експлуатацію, а у разі виявлення суттєвих помилок конструкції доводиться демонтувати або додатково підсилювати. Оскільки всі ці процеси відбуваються безпосередньо на будівельних майданчиках

серед діючої техніки, на висоті та поблизу ліній електропередач, геодезисти суворо дотримуються правил охорони праці, працюючи в касках, сигнальних жилетах, зі страхувальними поясами та розміщуючи дороге обладнання так, щоб повністю виключити ризик його пошкодження чи травмування людей.

6.1 Розбивка земляного полотна

Здійснивши відновлення траси залізниці виконують розбивку поперечного профілю земляного полотна через 50 м на прямих ділянках і через 10 м чи 20 м, в залежності від радіуса – на кривих. При цьому, використовуючи поздовжній профіль, де вказані проектні та робочі позначки, складають так званий “писаний профіль”, тобто відомість, де для кожного поперечного профілю виписані горизонтальні відстані, проектні та робочі позначки земляного полотна.

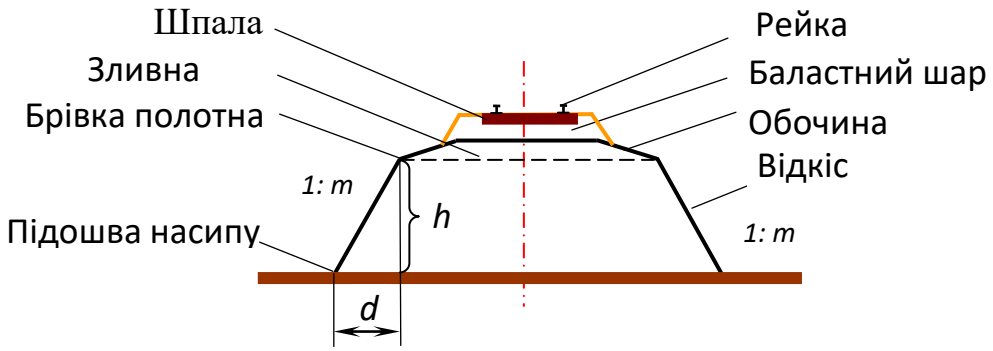


Рис.6.1 – Будова земляного полотна

Основною частиною земляного полотна є верхня будова, яка складається із рейок, шпал та баластного шару.

Для кращого стікання води земляна основа під баластом облаштовується у вигляді так званої зливної призми. Вподовж дорожнього полотна облаштовують бокові водовідвідні канави – кювети. Середня глибина кювета 0,6 м, поздовжній нахил повинен бути не менше 2 – 3 ‰.

Для виконання земляних робіт необхідно вказати і закріпити висоту насипу земляного полотна по осі дороги, висоти брівок земляного полотна основу підошви насипу, канав для відведення води. За цими даними на поперечних профілях розраховуються закладення відкосів, межі насипів, виїмок, після чого контури земляного полотна повинні бути винесені і закріплені на місцевості.

На заокругленнях траси поперечники (рис. 6.2) повинні розташовуватись за напрямком до центру кривої, тобто перпендикулярно до дотичної у точці розмічування поперечника. Зважаючи на те, що при розмічуванні кривої місцезнаходження її центра на місцевості не відоме, то для розмічування поперечника у точці його перетину з віссю кривої вимірюють кут між хордами, які з'єднують цю точку з точками перетину осі з двома сусідніми поперечниками. Потім розділивши кут пополам, будують на місцевості його бісектрису. Очевидно, що напрямок бісектриси буде співпадати з напрямком радіуса кривої, вподовж якої від осьової точки і розмічають поперечник.

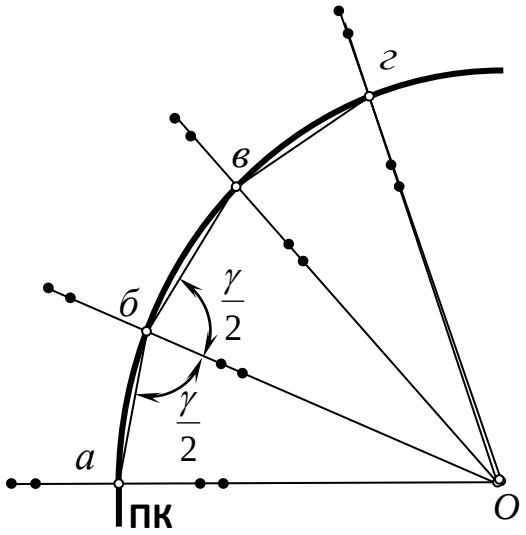


Рис.6.2 – Розбивка поперечників на кривій

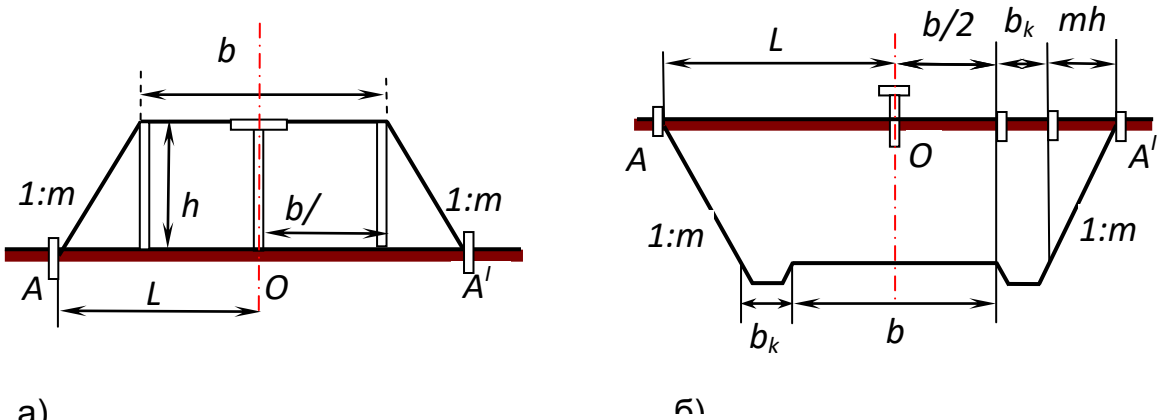
Одночасно з розмічуванням поперечника розмічають також проектні позначки, які відповідають позначкам брівки дорожнього полотна у завершеному вигляді. Робочі позначки, тобто висоти насипів чи глибини виїмок, дорівнюють різниці проектних позначок по брівці і позначок по осі. При цьому, якщо проектна позначка більша позначки місцевості, то дорога проходить по насипу, а якщо менша – то по виїмці.

Розмічування земляного полотна можна здійснювати використовуючи тахеометр теодоліт, нівелір, лекала, нівелірну рейку, рівні, віхи.

Відкоси земляного полотна проектуються в залежності від властивостей ґрунту. Вони бувають: одинарними, коли $\frac{h}{d}=\frac{1}{1}$; полуторними, коли $\frac{h}{d}=\frac{1}{1.5}$; подвійними, коли $\frac{h}{d}=\frac{1}{2}$, де h – висота відкосу; d – ширина (закладення) відкосу.

При розмічуванні насипу (рис. 5.6 а), якщо місцевість горизонтальна, встановлюють осьовий кілок так, щоб верх планки знаходився на проектній висоті.

Праворуч і ліворуч, перпендикулярно до осі траси на відстані, рівній половині ширини земляного полотна, по горі встановлюють кілки, які позначають брівку земляного полотна. Після цього відкладають закладення відкосів насипу і забивають кілки, які відмічають підошву насипу. Після цього за проектними даними намічають положення канав для відведення води.



а) б)

Рис.6.3 – Схема розбивки земляного полотна

Підошву закріплюють, встановлюючи відкісний трикутник або забивши у землю кілок. Висоту насипу h_1 визначають за формулою:

$$h_1 = h + \frac{ph}{100}, \tag{6.1}$$

де h - проектна висота;

p - процент на просідання.

При розмічуванні виїмки на горизонтальній місцевості (рис. 6.4 б), від осьової точки відкладають половину ширини земляного полотна і закріплюють кілками. Від них відкладають ширину кювета погорі та закладення зовнішніх відкосів виїмки.

Відстань від осі траси до брівки визначають за формулами при відсутності нахилу:

для насипу :

$$L = \frac{b}{2} + mh; \tag{6.2}$$

для виїмки:

$$L = \frac{b}{2} + b_k + mh, \tag{6.3}$$

де L – половина ширини підошви насипу (відстань від брівки виїмки до осі траси);

b – ширина основного майданчика полотна;

h – висота насипу (виїмки);

m – знаменник крутизни відкосу

Якщо місцевість має чітко виражений однорідний нахил i

$$i = \frac{1}{n}, \tag{6.4}$$

де n – знаменник нахилу місцевості, горизонтальні відстані від осі траси до підошви насипу підраховують за формулами:

для нагірної відстані насипу l_1 (рис. 5.7 а) і підгірної відстані виїмки l_1 (рис. 5.7 б):

$$l_1 = \frac{L}{1+mi} = L\frac{n}{n+m}; \tag{6.5}$$

де L обчислюється за формулами (6.2 і 6.3);

для підгірної відстані насипу l_2 (рис. 6.4 а) і нагірної відстані виїмки l_2 (рис.6.4 б):

$$l_2 = \frac{L}{1-mi} = L\frac{n}{n-m}. \tag{6.6}$$

Замість горизонтальних відстаней в указаних умовах можна відраховувати і відкладати нахилені відстані, обчислені за формулами:

для нагірної відстані насипу l_1 (рис. 6.4 а) і підгірної відстані виїмки l_1 (рис. 6.4 б):

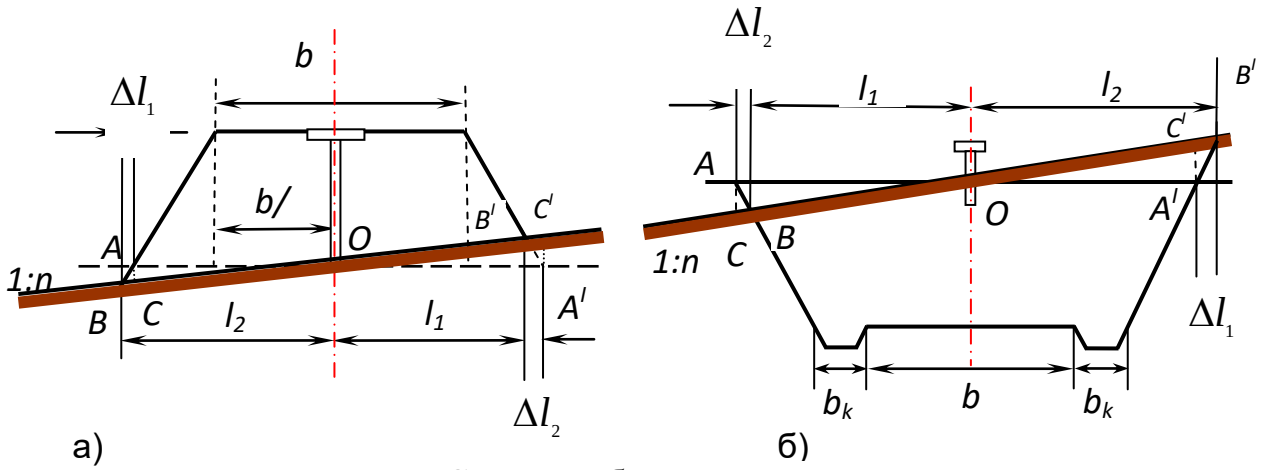


Рис.6.4 - Схема розбивки земляного полотна

$$OB' = OB = L\frac{\sqrt{n^2+1}}{n+m}; \qquad (6.7)$$

для підгірної відстані насипу l_2 (рис. 6.4 а) і нагірної відстані виїмки l_2 (рис. 6.4 б):

$$OB = OB' = L\frac{\sqrt{n^2+1}}{n-m}.$$

Якщо поперечний нахил місцевості неоднорідний, то від осі відкладають горизонтальні відстані OA та OA' нормального профілю і від отриманих точок C і C' відкладають доміри:

$$\Delta l_1 = \frac{\Delta h \cdot m}{1+i\cdot m}, \qquad \Delta l_2 = \frac{\Delta h \cdot m}{1-i\cdot m}, \qquad (6.8)$$

де Δh – абсолютне перевищення точки C (C') відносно точки O;

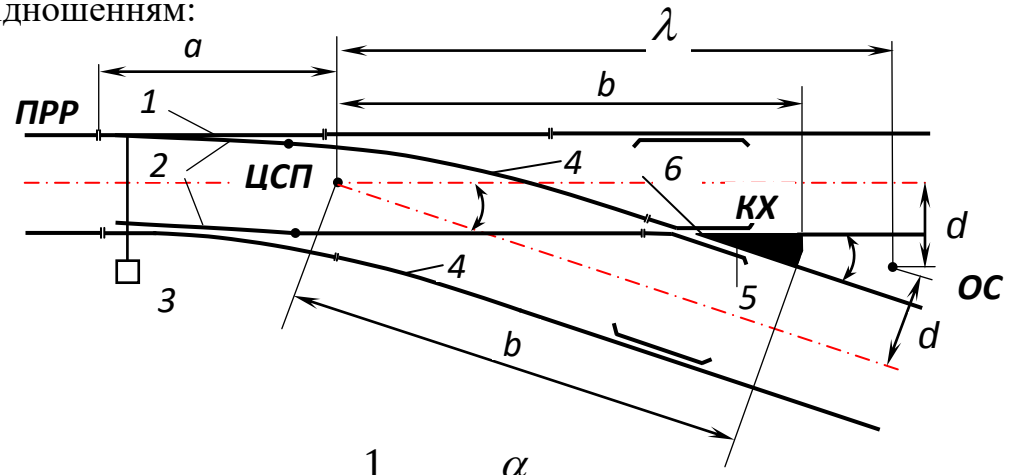
i – нахил місцевості на ділянці доміру.

Залізничне полотно на кривих ділянках має розширення. Величина цього розширення дорівнює 0,2 м (для R від 2000 до 1000 м) і 0,3 м (для $R \prec 1000$ м). Двоколійне полотно повинне мати розширення у межах кривої у відповідності зі збільшенням на цій ділянці габаритної відстані між осями колій.

6.2 Розбивка звичайного стрілочного переводу

Будь яке з'єднання колій здійснюють з допомогою стрілочного переводу, який стараються розташовувати на прямих ділянках колії. Стрілочні переводи розподіляють на звичайні, різносторонні симетричні, різносторонні несиметричні, односторонні різної кривизни. Найбільш розповсюджені – звичайні стрілочні переводи (рис. 6.5), яких знаходиться 98 % від усієї кількості переводів.

Основними частинами стрілочного переводу (рис. 5.8) є рамні рейки 1, гостряки 2 з перевідним механізмом 3, перевідна крива 4, хрестовина 5 з двома контррейками. Кут між робочими гранями хрестовини називають кутом хрестовини. Вираз $2tg\frac{\alpha}{2}$ називають маркою хрестовини і позначають $\frac{1}{N}$. Точку перетину граней хрестовини 6 називають математичним центром хрестовини (МЦХ). Кут хрестовини α зв'язаний з маркою хрестовини співвідношенням:



$$\frac{1}{N} = 2tg\frac{\alpha}{2} \approx tg\alpha \qquad (6.9)$$

Рис.6.5 – Схема розмічування стрілочного переводу

У звичайних стрілочних переводах найчастіше застосовують наступні марки хрестовин: для вантажних перевезень 1/9, ($\alpha = 6^o\ 20'\ 25''$); для пасажирських перевезень 1/11 ($\alpha = 5^o 11'40''$), 1/18 ($\alpha = 3^o 10'12''$), 1/22 ($\alpha = 2^o\ 35'50''$).

Точку перетину осей двох колій називають центром стрілочного переводу (ЦСП). Відстані a від центру стрілочного переводу до стиків рамних рейок і b до кінця хрестовини, а також інших частин стандартні для стрілочного переводу кожного виду. Тому, знаючи положення центру стрілочного переводу на осі колії, відносно нього легко розмістити всі частини переводу.

Розмічування починають з винесення на місцевість за пікетажним положенням центру стрілочного переводу *ЦСП*. Від точки *ЦСП*

відкладають a – відстань до початку рамної рейки; b – відстань до кореня хрестовини КХ. Потім розмічають початок гостряка і математичний центр хрестовини. У точку $ЦСП$ ставлять теодоліт і від осі основної колії відкладають кут хрестовини α. Для встановлення обмежувального стовпа OC, за напрямками осей колій, від точки $Ц$ відкладають відрізок:

$$\lambda = d \cdot ctg\frac{\alpha}{2} \approx 2dN \tag{6.10}$$

і перпендикуляр d, рівний половині безпечної відстані між осями ($d = 2.05$ м).

6.3 Розбивка примикання колій

Якщо до основної колії, під кутом β підходить інша, і цей кут відрізняється від кута хрестовини α, доводиться застосовувати криву CD (рис. 6.6) для зміни напрямку колії на кут ($\beta - \alpha$). Зважаючи на те, що стрілочний перевід відхиляє колію на постійний кут α, то, щоб з'єднати дві колії, необхідно центр стрілочного переводу із точки A перемістити в точку $Ц$ на відстань x. Задаючись радіусом кривої $CD = R$ та кутом повороту ($\beta - \alpha$), знаходять тангенс T:

$$T = R \cdot tg\frac{\beta - \alpha}{2} \tag{6.11}$$

Підраховують відстань зміщення центру стрілочного переходу x:

$$x = \frac{b + q + T}{\sin\beta}\sin(\beta - \alpha) \tag{6.12}$$

де b – відстань до кореня хрестовини;

q – довжина прямої вставки.

Вершину B знаходять, відклавши від точки A відстань l:

$$l = \frac{b + q + T}{\sin \beta} \sin \alpha \qquad (6.13)$$

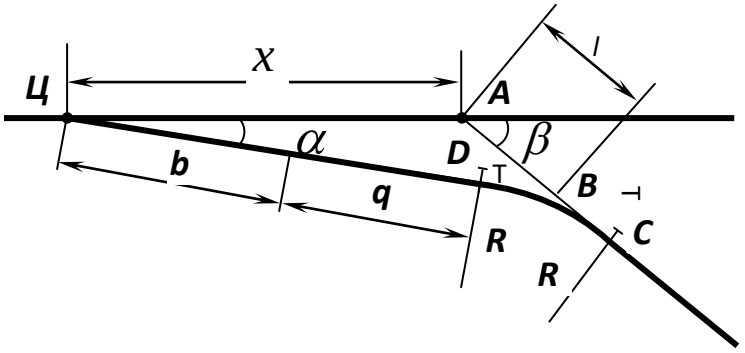


Рис. 6.6 – Розбивка примикання

Цю ж вершину В можна отримати, якщо у центрі стрілочного переводу Ц побудувати кут α, і вподовж сторони ЦВ відкласти відстань $в + q + T$.

Якщо місце встановлення стрілочного переводу задане службою руху МЗТ, то в цьому випадку розмічування примикання здійснюється у оберненому напрямку. Спочатку у заданому центрі стрілочного переводу Ц відкладають кут α згідно марки прийнятої стрілки, потім знаходять точку В перетину знайденого напрямку з розміченою трасою і вимірюють кут повороту.

6.4 Розбивка з'їзду

Під з'їздом розуміють з'єднання двох паралельних залізничних колій з допомогою стрілочних переводів (рис. 6.7).

При цьому, спочатку, за пікетажними значеннями знаходять $Ц_1$

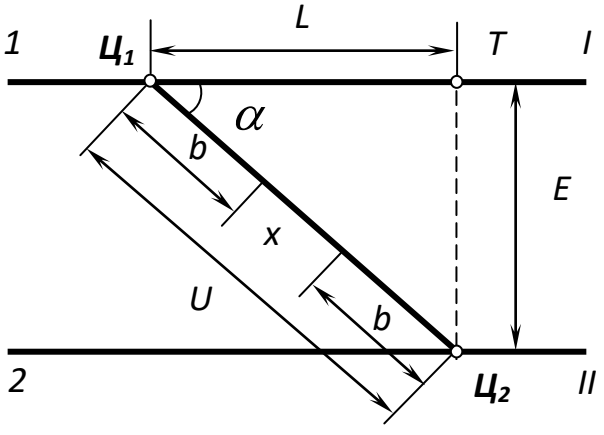


Рис.6.7 - Розбивка з'їзду

Положення центра $Ц_2$ знаходять відклавши по колії 1 відрізок L:

$$L = E \cdot ctg\alpha \approx EN \tag{6.14}$$

і побудувавши теодолітом перпендикуляр E рівний заданій відстані між коліями. Для контролю визначають відстань U між центрами стрілочних переводів

$$U = \sqrt{L^2 + E^2}.$$

Необхідно, щоб дотримувалися співвідношення:

$$U \geq 2b;\ x = U - 2b. \tag{6.15}$$

6.5 Розбивка стрілочної вулиці

Під стрілочною вулицею (рис. 6.8) розуміють колію, на якій розташований ряд стрілочних переводів, що служать з'єднанню з іншими паралельними коліями, які створюють парк. Стрілочна вулиця може бути розташована під різними кутами до головного кута. При невеликій кількості розгалужень колій та значній довжині парку, стрілочній вулиці задають кут відхилення, який дорівнює куту хрестовини α.

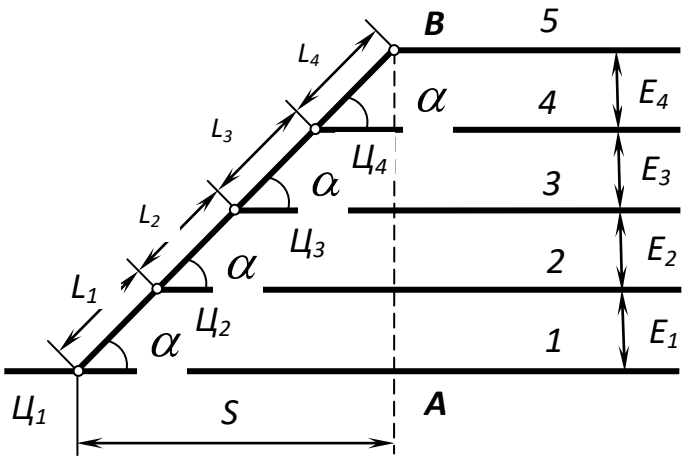


Рис.6.8– Розбивка стрілочної вулиці

Розмічування починають із стрілочного переводу $Ц_1$, який знаходиться на головній колії. Теодолітом із центру колії $Ц_1$ відкладають кут α. На напрямку $Ц_1B$ відкладають відстань між центрами стрілочних переводів:

$$L_i = \frac{E_i}{\sin\alpha} \tag{6.16}$$

де E_i – проектна відстань між осями колій.

В отриманих точках закріплюють центри переводів і, відклавши від напрямку $Ц_1B$ кут α, розмічають осі паркових колій 1, 2, ... , n. У точці B розмічають криву, яку розраховують за заданим радіусом R та кутом α.

Для контролю по основній колії 1, від центра $Ц_1$ відкладають відрізок $ЦA$, який визначається за формулою:

$$S = N(E_1 + E_2 + ... + E_n), \tag{6.17}$$

і, поставивши в точці A перпендикуляр, отримують точку B. Правильність розташування осей колій перевіряють вимірявши відстані між ними, які повинні дорівнювати E_1, E_2, ..., E_n.

Для зменшення довжини стрілочної вулиці, її часто проектують під кутом β до головної колії, який перевищує кут хрестовини α. У такому випадку стрілочна вулиця з'єднується з головною колією при допомозі стрілочного переводу і круговою кривою, яка дає можливість повернути вісь вулиці додатково на кут $\beta - \alpha$.

Для розмічування стрілочної вулиці спочатку під кутом хрестовини α до головної колії від початкового стрілочного переводу відкладають величину b, пряму вставку q, і довжину тангенса T. У знайденій вершині повороту будують кут ходу 180º - $(\beta - \alpha)$ і отримують напрямок стрілочної вулиці, вподовж якої, згідно проекту, розмічають стрілочні переводи.

При розмічуванні примикань колій та стрілочних вулиць особливу увагу звертають на те, щоб центри переводів розташовувались строго на осях колій чи стрілочних вулиць. Максимальне відхилення центра стрілочного переводу від осі не повинне перевищувати 1 см.

7 Розбивка залізничних кривих

7.1 Визначення параметрів залізничних кривих

Параметри залізничних кривих та їх утримання мають велике значення для безпечного руху поїздів зі встановленою швидкістю. Радіуси кривих залежать від категорії залізниці.

Способи розмічування кривих використовуються при будівництві та реконструкції земляного полотна й верхньої будови колії.

Знання елементів залізничних кривих необхідно як для будівництва та реконструкції, так і для експлуатації залізниць.

Основні елементи кругової кривої визначаються з формул:

$$\mathrm{T} = R \cdot tg\frac{\alpha}{2} \tag{7.1}$$

$$\mathrm{K} = \frac{\pi R\alpha}{180} \tag{7.2}$$

$$D = 2T\text{-}K \tag{7.3}$$

$$Б = \frac{R}{\cos\frac{\alpha}{2}} - R = R\left(\frac{\alpha}{\sec\alpha} - 1\right) \tag{7.4}$$

Пікетажне значення головних точок кривої – початок кривої ПК, кінець кривої КК, середина кривої СК, вершина кута повороту- ВК, обчислюють по формулам:

$$ПК = ВК\text{-}Т \tag{7.5}$$

$$КК = ПК + К \tag{7.6}$$

Контроль обчислення кінця кривої

$$КК=ВК+Т-Д \tag{7.7}$$

середини кривої

$$СК=ПК+\frac{К}{2} \tag{7.8}$$

Таблиця 3 Вихідні дані та параметри кривої

Найменування	Значення
R	160 м
α	25º59'
$ВК$	ПК 0+59.13

Основні елементи кругової кривої

Тангенс кривої: $Т = R \cdot tg\frac{\alpha}{2}$=36.92 м
Довжина кривої: К= $\frac{\pi R\alpha}{180}$=72.57 м
Домір: $D= 2T-K$=1.27 м
Бісектриса: $Б= \frac{R}{\cos\frac{\alpha}{2}}-R$=4.20 м

Головні точки залізничної кривої

Формули	Значення
ПК=ВК-Т	ПК 0+22,21
КК=ПК+К	ПК 0+94,78
Контроль КК=ВК+Т-Д	ПК0+94,78
СК=ПК+$\frac{К}{2}$	ПК0+58,50

7.2 Детальна розбивкая залізничної кривої способом прямокутних координат

Обчислення виконується від початку кривої до середини і від кінця кривої до середини.

Результати обчислень приведені у таблиці 9.

Таблиця 4 – Результати розбивки способом прямокутних координат

№ то-чок	Крива у пікетажних значеннях	Крива у відрізках К	К-Х	Ординати Y	Абсциса Х у пікетажних значеннях
1	2	3	4	5	6
	НК ПК0+22,21	0	0	0	ПК0+22,21
1	ПК0+32,21	10	0,01	0,32	ПК0+32,20
2	ПК0+42,21	20	0,03	1,28	ПК0+42,18
3	ПК0+52,21	30	0,16	2,88	ПК0+52,05
5	СК ПК0+58,50	36,29	0,3	4,16	ПК0+58,20
5	СК ПК0+58,50	36,29	0,3	4,16	ПК0+58,20
3	ПК 0+64,78	30	0,16	2,88	ПК 0+64,94
2	ПК0+74,78	20	0,03	1,28	ПК0+74,81
1	ПК0+84,78	10	0,01	0,32	ПК0+84,79
	КК ПК0+94,78	0	0	0	ПК0+94,78

Величини *К-Х* і *Y* обчислюються по формулам:

$$\varphi = \frac{180^{\circ} \cdot \mathrm{K}}{\pi \cdot R} \qquad (7.9)$$

$$X = R \cdot \sin\varphi \quad (7.10)$$

$$У = R(1-\cos\varphi) \quad (7.11)$$

де *К*- інтервал розмічування (10,20,30…м);

R-радіус кривої (м);

φ- кут дуги інтервала розмічування (º);

Інтервал детального розмічування кривої беруть 20м або 10м, в залежності від радіуса кривої. Під час розмічування кривої за напрямком тангенса відкладають відрізки, рівні інтервалу розмічування.

Відрізки зменшують на *К*-*Х* і відкладають під прямим кутом *Y*.

7.3 Детальна розбивка залізничної кривої способом кутів

Значення кутів φ розмічування обчислюють по формулам:

$$\sin\varphi = \frac{a}{2R} \quad (7.12)$$

$$\varphi = \arcsin\frac{a}{2R} \quad (7.13)$$

$$\frac{\varphi}{2} = \arcsin\frac{a}{4R} \quad (7.14)$$

де *а*- довжина хорди по інтервалу розмічування (м),

R- радіус розмічування кривої (м).

Таблиця 5 – Обчислення значення кутів φ

№ точок	Відстані від НК до точок (М)	Значення кута, φ	Значення кута, φ	Радіус кривої (М)	Примітка

0	0	0	0		НК
1	10	0º53'43"	0,8953	R=160	*φ/2*
2	20	1º47'27"	1,7908	-	*φ*
3	30	2º41'10"	2,6862	-	$^{3}\!/_{2\varphi}$
4	40	3º34'54"	3,5816	-	*2φ*

Значення обчислюють від початку кривої *ПК* до середини кривої *СК* і від кінця кривої *КК* до середини кривої *СК*.

7.4 Детальна розбивка залізничної кривої способом хорд

Величина зміщення подовжених хорд обчислюється по формулі:

$$P=\frac{a^2}{R} \tag{7.15}$$

де *a*- довжина хорди (10м або 20м);

R- радіус кривої (м).

Перше зміщення від *ПК* дорівнює половині зміщень

$$\frac{p}{2}=\frac{a^2}{2R} \tag{7.16}$$

Результати обчислень приведені в таблиці 11.

Таблиця 6 – Результати обчислень

№ точок	Величина зміщень Р	Довжина хорди а=10 м	Радіус кривої R, (м)	Головні точки кривої
0	0	0	-	ПК
1	Р/2=0,31	*a*=10	R=160	

2	P=0,62	*a*=10		
3	P=0,62	*a*=10		
4	P=0,62	*a*=10		до СК

Розрахунки проводять від *ПК* до *СК*.

Способи подовжених хорд і кутів використовують для детального розмічування тільки кругових кривих.

Перехідні криві розбиваються тільки способом прямокутних координат.

8. Аналітичний спосіб перенесення на місцевість інженерної споруди

Розмічувальні роботи є одним із основних видів інженерно-геодезичної діяльності. Розмічуванням споруди або винесенням проекту на місцевість, називають геодезичні роботи, які виконуються на місцевості для визначення планового і висотного положення характерних точок і площин будівлі, яка споруджується, згідно з робочими кресленнями проекту.

Проект споруди складають на топографічних планах крупних масштабів. Топографічний план визначає загальну геодезичну систему координат, яка задає положення характерних точок споруди що проектується відносно цієї системи. Розмічувальні роботи діаметрально протилежні знімальним. При розмічуванні за координатами, вказаними у проекті, знаходять на місцевості положення точок споруди із наперед заданою точністю. При розмічувальних роботах кути, відстані і перевищення не вимірюють, а відкладають на місцевості. Це є основною особливістю розмічувальних робіт.

Перед початком будівництва складського приміщення на промисловому підприємстві потрібно провести розбивку цієї споруди. Розбивка виконується шляхом викладення від існуючих геодезичних пунктів або раніш винесених у

натуру точок геодезичної основи (головних вісей споруди, будівельної сітки) потрібних розбивочних елементів. Розбивочними елементами є напрями, відстані, кути й перевищення, якими визначається положення на місцевості даної споруди. Ррозглядається аналітичний спосіб проектування перенесення на місцевість двох точок (А і В) інженерної споруди. Перенесення на місцевість усіх інших потрібних точок контурів інженерної споруди здійснюється аналогічним чином. На підприємстві необхідно винести на місцевість складське приміщення. Є координати опорних та проектних точок. Координати опорних точок- X_I =220.00 м, $У_I$ =110.00 м, X_{II} =210.00 м, $У_{II}$ =230.00 м та координати проектних точок - X_A,=290.00 м, $У_A$ =130.00 м, X_B =310.00 м, $У_B$ =200.00 м.

Для виносу точки А прямою кутовою засічкою необхідно обчислити значення кутів β_1 і β_2, відстань *в* між опорними точками I і II і точність перенесення – середню квадратичну похибку m_3.

8.1 Обчислення необхідних даних для перенесення точки А прямою кутовою засічкою

Обчислення румбів.

Обчислення румбів відстаней I-II ; I-A; II-A виконують по формулам

$$r_{I\text{-}II} = \text{arctg}\ \frac{Y_{II} - Y_I}{X_{II} - X_I} = arctg\frac{\pm\Delta Y}{\pm\Delta X}; \quad (8.1)$$

$$r_{I\text{-}A} = arctg\ \frac{Y_A - Y_I}{X_A - X_I} = arctg\frac{\pm\Delta Y}{\pm\Delta X}; \quad (8.2)$$

$$r_{II\text{-}A} = arctg\ \frac{Y_A - Y_{II}}{X_A - X_{II}} = arctg\frac{\pm\Delta Y}{\pm\Delta X} \quad (8.3)$$

r_{1-II}=arctg·230−110/210−220=ПдСх:85.23°

r_{1-A}=arctg·130−110/290−220=ПнСх:15.94°

$$r_{II-A}=arctg\cdot 130-230/290-210=ПнЗх:51.34^{\circ}$$

При обчисленні румбів відстаней необхідно проставити знаки приростів координат ΔX і ΔY по яким визначається номер чверті (I; II; III; IV) та її найменування (ПнСх; ПдСх; ПдЗх; ПнЗх).

Обчислення дирекційних кутів

Дирекційні кути визначаються по обчисленим румбам в залежності від їх розташування у чвертях по знакам приріcтів координат. Залежність між дирекційними кутами та румбами

Таблиця 7– Залежність між дирекційними кутами та румбами

№ чверті	*Назва чверті*	*Знаки приристів координат*		*Формули та розрахунки*
		ΔY	*ΔX*	
I	($П_н$Сх)	+	+	$\alpha_I=r_I$
II	($П_д$Сх)	+	-	$\alpha_{II}=180^o-r_{II}$
III	($П_д$Зх)	-	-	$\alpha_{III}=180^o+r_{II}$
IV	($П_н$Зх)	-	+	$\alpha_{IV}=360^o-r_{IV}$

Обчислити значення таких дирекційних кутів α_{I-II}; α_{I-A}; α_{II-A}; α_{II-I}, де

$$\alpha_{II-I}=\alpha_{I-II}\pm 180^o \quad (8.4)$$

$$\alpha_{I-II}=94.77^o$$

$$\alpha_{I-A}=15.94^o$$

$$\alpha_{II-A}=308.66^o$$

$$\alpha_{II-I}=94.77+180=274.77^o$$

Обчислення горизонтальних кутів.

Горизонтальні кути обчислюють як різницю дирекційних кутів по формулам

$$\beta_1=\alpha_{I\text{-}II}-\alpha_{I\text{-}A} \quad (8.5)$$

$$\beta_2=\alpha_{II\text{-}A}-\alpha_{II\text{-}I} \quad (8.6)$$

$$\gamma=180°-(\beta_1+\beta_2) \quad (8.7)$$

β_1=94.77-15.94=78.83º

β_2=308.66-274.77=33.89º

γ=180-(78.83+33.89)=67.28º

Обчислення відстаней I-II; I-A; II-A; A-B.

$$в_{I\text{-}II}=\sqrt{(X_{II}-X_I)^2+(Y_{II}-Y_I)^2} \quad (8.8)$$

$$в_{I\text{-}II}=\frac{Y_{II}-Y_I}{\sin\alpha_{1-II}} \quad (8.9)$$

$$в_{I\text{-}II}=\frac{X_{II}-X_I}{\cos\alpha_{I-II}} \quad (8.10)$$

$в_{I\text{-}II}=\sqrt{(210-220)^2+(230-110)^2}$ =120.42 м;

$в_{I\text{-}II}=\frac{230-110}{\sin 94.77}$ =120.42 м ;

$в_{I\text{-}II}=\frac{210-220}{\cos 94.77}$=120.26 м;

$в_{I\text{-}A}=\sqrt{(290-220)^2+(130-110)^2}$ =72.80 м ;

$в_{I\text{-}A}=\frac{130-110}{\sin 15.94}$ =72.80 м;

$$в_{I\text{-}A}= \frac{290-220}{\cos 15.94}=72.83 \text{ м};$$

$$в_{II\text{-}A}= \sqrt{(290-210)^2+(130-230)^2}=128.07 \quad \text{м};$$

$$в_{II\text{-}A}= \frac{130-230}{\sin 308.66}=128.06 \text{ м} \quad ;$$

$$в_{II\text{-}A}= \frac{290-210}{\cos 308.66}=128.06 \text{ м};$$

$$в_{AB}= \sqrt{(310-290)^2+(200-130)^2}=72.8 \text{ м}.$$

Відстані $в_{I\text{-}A}$, $в_{II\text{-}A}$, $в_{II\text{-}B}$, $в_{A\text{-}B}$ обчислюються по формулам (8.8); (8.9); (8.10).

Обчислення середньої квадратичної похибки.

$$m_3= \pm \frac{m'_\beta \cdot в}{\rho'} \sqrt{\frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^4 \gamma}} \qquad (8.11)$$

де m_β' – точність побудови кута (m_β'=0,5');

$в$ – відстань між опорними точками I-II в метрах;

ρ' – радіан в хвилинах (ρ'=3438');

β_1, β_2, γ – горизонтальні кути.

$$m_3= \pm \frac{0.5 \cdot 120.35}{3438} \sqrt{\frac{\sin^2 78.83^\circ + \sin^2 33.89^\circ}{\sin^4 67.28^\circ}}=0.0232$$

8.2 Обчислення необхідних даних до переносу точки "В" полярним способом

Обчислення румбу відстані- (II-B)

$$r_{II-B}=\text{arctg}\ \frac{У_B - У_{II}}{X_B - X_{II}} = \text{arctg}\frac{\pm \Delta У_{B-II}}{\pm \Delta X_{B-II}} \qquad (8.12)$$

$$r_{II-B}=\text{arctg}\ \frac{200-230}{310-210} = \text{СЗ:16.7}^{o}$$

Обчислення дирекційних кутів відстаней α_{II-B}; $\alpha_{II-I.}$

Дирекційний кут відстані α_{II-B} обчислюється по формулах в залежності від знаків прирощень координат ΔX і $\Delta У$. Дирекційний кут відстані α_{II-I} береться за результатами обчислень по формулі (8.4).

Обчислення горизонтального (полярного) кута $\beta_{З.}$

Горизонтальний (полярний) кут $\beta_З$ обчислюється по формулі:

$$\beta_З = \alpha_{II-B}-\alpha_{II-I} \qquad (8.13)$$

$$\beta_З = 343.3-274.77=68.53^{o}$$

Обчислення полярної відстані $в_{II-B.}$

Полярна відстань $в_{II-B}$ від точки II до точки В обчислюється по формулам:

$$в_{II\text{-}B} = \sqrt{(X_{II} - X_B)^2 + (Y_{II} - Y_B)^2} \quad (8.14)$$

$$в_{II\text{-}B} = \frac{X_B - X_{II}}{\cos\alpha_{II-B}} \quad (8.15)$$

$$в_{II\text{-}B} = \frac{Y_B - Y_{II}}{\sin\alpha_{II-B}} \quad (8.16)$$

$$в_{II\text{-}B} = \sqrt{(310+210)^2 + (230-200)^2} = 104.4 \text{ м}$$

$$в_{II\text{-}B} = \frac{310-210}{\cos 343.3} = 104.4 \text{ м}$$

$$в_{II\text{-}B} = \frac{200-230}{\sin 343.3} = 104.4 \text{ м}$$

Обчислення середньої квадратичної похибки.

$$m_n = \pm\sqrt{\left(\frac{m_в}{в}\right)^2 \cdot в_{II-B}^2 + \left(\frac{m'_\beta}{\rho'}\right) \cdot в_{II-B}^2 + m_{ср}^2} \quad (8.17)$$

де $\frac{mв}{в} = \frac{1}{N}$ - відносна похибка побудови полярної відстані $\left(\frac{1}{N} = \frac{1}{2000}\right)$;

$$m_n = \pm\sqrt{\left(\frac{1}{2000}\right)^2 \cdot 104.4^2 + \left(\frac{0.5}{3438}\right) \cdot 104.4^2 + 0.005^2} = 0.055$$

$в_{II\text{-}B}$ – полярна відстань у метрах;

m'_β - точність побудови кута (m'_β=0.5')

ρ' - радіан у хвилинах (ρ'=3448')

$m_{ср}$ - середня квадратична похибка фіксування точки "В" у метрах ($m_{ср} = \pm 0.5см = \pm 0.005м$)

9. Охорона праці

9.1 Коротка характеристика об’єкту

У дипломному проекті розглядаються питання спорудження під’їзної колії незагального користування в ТОВ «Ремстройінжінірінг». Режим роботи – одна зміна. Роботи проводяться в 8 годинний робочий день, згідно календарного графіку на даний об’єкт. При будівництві нової лінії застосовуються машини і механізми різних типів, у залежності від типу робіт, що виконуються. Для зручності та швидкого будівництва нової під’їздної колії роботи проводяться на ділянці з трансформаторами перемінного струму – 50 Гц, з напругою близько 25 кВ. За час виконання підготовчих, основних та заключних робіт на ділянці будівництва працювали шофери машинних механізмів, проектувальники, геодезисти, різноробочі, монтери колії тощо.

На ділянці будівництва для зручності ведеться будівництво тимчасових доріг. Для будівництва тимчасових доріг та власне під’їзної колії використовувалися такі будівельні матеріали як: пісок, щебінь – для баласту РШР та тимчасових доріг, для укладання РШР використовувались рейки типу Р65, Р 50 шпали – залізобетонні, дерев’яні, для укладання використовувалися стрілочні переводи типу 1/11 та 1/9 .

9.2 Аналіз потенційних небезпек на об'єкті

До шкідливих факторів, згідно Наказа МОЗ України № 248 від 08.04.2014 от 08.04.2014, відносяться:

- підвищений рівень шуму; джерелом шуму на робочій ділянці є робота машин, шум може досягати 93 - 98 дБ. Тривалий вплив шуму призводить до підвищеної стомлюваності робітників, що може призвести до втрати пильності і до травм; під дією шуму можуть підвищитись загальна

захворюваність; знизитись працездатність; підвищитись ступінь ризику травм та нещасних випадків, пов'язаних з порушенням сприйняття попереджувальних сигналів; порушення слухового контролю функціонування технологічного обладнання, зниження продуктивності праці, а також виникнути професійна хвороба – приглухуватість.

- запиленість і загазованість повітря робочої зони є наслідком дії земле-рийної та навантажувально - розвантажувальної техніки. При технологічних процесах по відсипанню земляного полотна в повітря робочої зони виділяється пил (при роботі екскаваторів, автогрейдерів і ін.) і токсичні гази, джерелом виділення яких є робота дизелів скреперів, бульдозерів, автогрейдерів і інших машин. Пил може бути різного походження, гранично допустима концентрація (ГДК) від 2 до 5 мг/м3. Запиленість може викликати професійні захворювання в робітників (носова і бронхіальна астми, силікози); під дією газів можуть виникнути професійні хвороби - подразнення дихальних шляхів таслизових оболонок,онкологічні захворювання.

На об’єкті можливі наступні небезпечні фактори:

- недостатнє освітлення при роботі на насипах і у виїмці в нічний час. Зниження видимості може стати причиною травмування людини, що у цей період втрачає здатність візуального контролю свого положення в небезпечній зоні.

- вироби, заготовки та матеріали, що рухаються. При переміщенні вантаж може обірватися, зміститись з платформи. Саме це може призвести до тяжких травм, наслідком яких стає інвалідність або летальний результат.

- підвищена напруга в електричному ланцюзі, що може відбутися через тіло людини, фактор пов'язаний з використанням електроустаткування. На робочій ділянці присутня лінія електропередач, тимчасова електропроводка, переносні світильники (в умовах будівництва споживаються напругою не вище 42 В). Ураження електричним струмом може відбутися в результаті обриву одного з дротів контактної мережі і

замикання його на землю, дотику людини до не струмоведучих частин обладнання, появі напруги на металевих частинах електрообладнання (огорожах, карнизах, кожухах) у результаті пошкодження ізоляції. Будь-яка з цих дій може призвести до електричної травми, серйозним ураженням організму людини, що викликає збудження живих тканин тіла, яке супроводжується судорожним скороченням м'язів, фібриляцією серця, смертю.

- машини та механізми, що рухаються – небезпечний фактор, який є наслідком неуваги, поганої видимості, несправності машини та ін. Він може призвести до тяжких травм, наслідком чого стає каліцтво або летальний результат.

9.3 Охорона праці при виконанні геодезичних робіт

Охорона праці при виконанні геодезичних робіт є невід'ємною частиною загальної системи безпеки на виробництві, будівництві та під час інженерно-геологічних вишукувань. Усі геодезичні процеси здійснюються в суворій відповідності до Закону України «Про охорону праці», Типового положення про навчання з питань охорони праці, а також профільних галузевих нормативних актів. До самостійного виконання польових та камеральних геодезичних робіт допускаються особи, які досягли вісімнадцятирічного віку, пройшли обов'язковий медичний огляд для підтвердження придатності за станом здоров'я, мають відповідну професійну кваліфікацію та успішно склали іспити після проходження вступного, первинного, повторного або цільового інструктажів. Специфіка геодезичної діяльності пов'язана з постійною зміною робочих локацій, що піддає персонал впливу комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. До фізичних факторів належать рухомі будівельні машини та автомобілі, ризик падіння предметів чи конструкцій з висоти, гострі гілки дерев та чагарників, складні елементи природного рельєфу у вигляді крутих

схилів, ярів і скель, а також несприятливі метеорологічні умови, включаючи екстремальні температури повітря, сильний вітер, зливи або густий туман. Хімічні фактори ризику виникають під час проведення зйомки на територіях діючих промислових підприємств, хімічних комбінатів або зон утилізації відходів, де можливе виділення токсичних газів або пилу. Біологічна небезпека включає загрозу укусів отруйних змій, диких тварин, а також комах, зокрема кліщів, які є переносниками небезпечних інфекційних захворювань. Керівництво геодезичної організації зобов'язане забезпечити кожного працівника сертифікованими засобами індивідуального захисту, спеціальним одягом та взуттям відповідно до сезону та умов праці, а також постійно контролювати дотримання трудової дисципліни.

Перед початком будь-яких польових вишукувань геодезична бригада зобов'язана провести ретельну підготовку та перевірку обладнання. Кожен виконавець отримує та особисто перевіряє справність засобів індивідуального захисту, до яких обов'язково належать захисна каска з підборідним ременем, сигнальний жилет яскравого помаранчевого або жовтого кольору зі світловідбиваючими елементами, міцне взуття на нековзній підошві та захисні рукавиці. Геодезичні прилади, такі як електронні тахеометри, супутникові GNSS-приймачі, цифрові чи оптичні нівеліри, штативи, віхи та відбивачі, підлягають детальному технічному огляду на предмет виявлення механічних пошкоджень, надійності фіксації затискних гвинтів та стійкості розсувних ніжок штативів. Обов'язковою умовою є комплектація польової аптечки першої медичної допомоги свіжими перев'язувальними матеріалами, антисептиками та протиалергічними препаратами. Керівник робіт перед виїздом на об'єкт здійснює рекогносцирування місцевості, вивчає наявні картографічні матеріали, плани підземних та наземних інженерних комунікацій. При виявленні потенційно небезпечних ділянок, таких як відкриті колодязі, зони зсувів ґрунту, лінії електропередач або місця інтенсивного руху транспорту, розробляються безпечні маршрути пересування бригади та визначаються

місця безпечного встановлення приладів. Особлива увага приділяється мінній безпеці: категорично забороняється розпочинати геодезичні роботи на територіях, де велися бойові дії або які перебували в окупації, до моменту отримання офіційного акта про повне гуманітарне розмінування місцевості силами Державної служби з надзвичайних ситуацій чи сертифікованих операторів протимінної діяльності.

Польовий етап геодезичних робіт вимагає беззаперечного дотримання правил безпеки залежно від специфіки ландшафту та оточуючого середовища. Під час роботи в лісових масивах чи на пересіченій місцевості, коли виникає необхідність прорубування візирок для забезпечення прямої видимості між точками зйомки, працівники з сокирами або бензопилами повинні перебувати на безпечній відстані один від одного, яка становить не менше п'яти метрів, а весь інструмент має бути надійно насаджений на топорища та рукоятки. Пересування по крутих схилах, скелях чи обривах дозволяється лише за наявності альпіністського спорядження, перевірених страховочних канатів або після облаштування тимчасових настилів та поручнів. На будівельних майданчиках та в умовах щільної міської забудови геодезист зобов'язаний постійно перебувати у захисній касці та сигнальному жилеті, не залишати прилади без нагляду та уникати їх встановлення в зоні роботи будівельних кранів, важкої техніки чи під конструкціями, що монтуються. Якщо вимірювання проводяться на проїжджій частині автомобільних доріг або на залізничних коліях, місце роботи обов'язково огороджується попереджувальними конусами та знаками, а у складі бригади призначається окремий сигнальник, який стежить за рухом транспорту та вчасно подає звуковий сигнал про небезпеку. При виконанні геодезичних робіт поблизу ліній електропередач забороняється піднімати металеві віхи, нівелірні рейки або рулетки на висоту, яка може призвести до небезпечного наближення або контакту з дротами під напругою, а встановлення приладів безпосередньо під ЛЕП

допускається лише за наявності письмового наряду-допуску та у присутності представника енергетичної служби.

Експлуатація сучасного високотехнологічного геодезичного обладнання накладає додаткові специфічні вимоги до техніки безпеки. Електронні тахеометри та наземні лазерні сканери використовують лазерне випромінювання для вимірювання відстаней, тому категорично забороняється спрямовувати лазерний промінь безпосередньо в очі людям або на дзеркальні та сильно відбиваючі поверхні, здатні перенаправити промінь у бік персоналу, а при роботі з лазерами високого класу небезпеки слід застосовувати спеціальні захисні окуляри. Супутникові GNSS-системи комплектуються довгими віхами, виготовленими з вуглепластику або металу, які мають високу електропровідність і можуть діяти як громовідводи під час негоди. Через це при перших ознаках наближення грози, появі блискавок чи звуках грому всі роботи з супутниковим обладнанням мають бути негайно зупинені, антени та віхи складені у транспортувальні чохли, а персонал повинен відійти на безпечну відстань від високих дерев та металевих споруд у захищене приміщення або закритий автомобіль. Використання безпілотних літальних апаратів для аерофотозйомки та створення ортофотопланів вимагає від оператора суворого дотримання правил польотів у повітряному просторі. Майданчик для зльоту та посадки БПЛА має бути повністю очищений від сторонніх предметів, трави та гілок, перебування сторонніх осіб або колег у радіусі запуску дрона суворо заборонено, а сам політ повинен контролюватися візуально без допущення неконтрольованого падіння апарату чи його прольоту над скупченнями людей і лініями високої напруги.

Після завершення робочої зміни або в разі виникнення аварійних ситуацій геодезична бригада повинна діяти чітко та злагоджено для мінімізації ризиків. Після закінчення вимірювань усі прилади акуратно очищаються від пилу, вологи, бруду за допомогою спеціальних серветок, ретельно укладаються в жорсткі транспортувальні кейси та фіксуються

затискачами. З робочої точки демонтуються всі тимчасові знаки, кілки, віхи, збирається побутове та виробниче сміття, після чого виконується повна перевірка наявності інструментів за списком, а по прибуттю на базу засоби індивідуального захисту та обладнання здаються у місця їх постійного зберігання з обов'язковою доповіддю керівництву про виконання денного плану. У разі виникнення аварійної ситуації, наприклад, при травмуванні працівника, роботи повністю зупиняються, потерпілому негайно надається перша домедична допомога за допомогою засобів з аптечки, за потреби викликається бригада екстреної медичної допомоги за телефоном сто три, а про подію невідкладно інформується керівник підприємства та служба охорони праці. Якщо під час польових робіт працівники виявляють підозрілі предмети, зовні схожі на боєприпаси, міни, снаряди або нерозірвані вибухові пристрої, будь-яка діяльність у цій зоні негайно припиняється, бригада організовано відходить назад власним слідом на безпечну відстань не менше ста метрів, місце події за можливості маркується підручними засобами без наближення до предмета, після чого здійснюється виклик рятувальників за телефоном сто один та поліції за телефоном сто два. При раптовому погіршенні погодних умов у вигляді урагану, зливи, хуртовини або граду техніка оперативно згортається, а люди евакуюються у найближче безпечне капітальне укриття.

Висновки

В роботі розглянуто комплекс інженерно-геодезичних робіт при будівництві залізничної колії незагального користування на промисловому підприємстві у м. Суми.

Вирішені задачі:

1. Проведено аналіз кліматичних та геологічних характеристика району будівництва.

2. Розглянуто техніко-економічні показники залізничних колії, відомості про основні технологічні операції та основні параметри поздовжнього профілю й смуги відводу колії що проектується..

3. Проведено розбивочні роботи елементів залізничної інфраструктури.

При написанні розділів пояснювальної записки були використані відповідні законодавчі та нормативно-правові акти, норми та стандарти вишукувальних робіт при будівництві та реконструкції об’єктів транспортної інфраструктури.

Значна увага була приділена питанням з охорони праці.

Список використаних джерел

1. Споруди транспорту. Залізниці колії 1520 мм (норми проектування) [Текст]: ДБН В. 2.3–19–2008: затв. Наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України, 2008 р. №42. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 122 с – (Державні будівельні норми України).
2. Колії залізничні. Робочі креслення. ДСТУ Б А.2.4-33:2008 СПДБ. [Текст]: Разработчик: Київдіпротранс, Затверджено: Мінрегіонбуд України, наказ від 27.06.2008р. №288. 163 с.
3. Проектування провадження робіт з будівництва земляного полотна залізниці [Текст]: метод. посібн. / О.С.Саяпін, С.М.Камчатна, А.М.Малявін, В.Г.Мануйленко – Х.: УкрДАЗТ, 2007. – 62 с.
4. Даніленко І.І. Залізнична колія [текст]: підр. для студ. Вузів / І.І.Даніленко. - К,Основа, - 2010 р.
5. Організація робіт з реконструкції залізниць [Текст]: В.М.Астахов, Н.В.Бєлікова, Л.П.Ватуля, В.Г.Мануйленко – Х.: УкрДАЗТ, 2006. – 151 с.
6. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України: ЦП-0113. – [Чинний з 2004-10-08] – К., 2004. – 32 с.
7. Островський А. Л. Геодезія : підручник. Частина друга / А. Л. Островський, О. І. Мороз, В. Л. Тарнавський; за заг. ред. А. Л. Островського. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 564 с.
8. Білокриницький С. М. Геодезія : навчальний посібник / С. М. Білокриницький. – Чернівці : ЧНУ, 2011. – 576 с.
9. Зуска А.В. Інженерна геодезія: навч. посібн. / А.В. Зуска; Нац. гірн. унт, каф. геодезії. – Д.: НГУ, 2016. – 215 с.
10. Калинич І. В., Гриник Г. Г., Ничвид М. Р. Геодезія : навчальний посібник. Ужгород : ДВНЗ «УжНУ», 2020. 248 с
11. Інженерна геодезія / А.П. Матвійчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 248 с.

12. Геодезія: підручник / С.О. Сорока, О.В. Кривошапко. – Київ: Ліра-К, 2022. – 316 с.
13. Практичні основи геодезичних вимірювань / А.В. Чумак, В.П. Письменний. – Дніпро: ДНУ, 2020. – 184 с.
14. Геодезія: навчальний посібник / В.В. Горлачук, І.М. Семенчук, О.В. Анисенко, П.В. Мацко. – Стереотип. вид. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – 252 с.
15. Топографічна зйомка: методичний посібник / Н.В. Бурячок. – Львів: Львівська політехніка, 2021. – 208 с.
16. Геодезія. Інженерне забезпечення будівництва / Т.І. Синютина та ін.- 2023.– 164 с.
17. ДБН А.2.1-1. Інженерні вишукування для будівництва. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. – 72 с.
18. ДБН В.1.3-2. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. – Київ:. Мінрегіонбуд України, 2010. – 69 с.
19. Закон України «Про транспорт». [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80?find=1&text=%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B5%D0%BD#Text