

**О. Г. Лялюк
Я. А. Балабух
О. Д. Панкевич**

ІНЖЕНЕРНІ ВИШУКУВАННЯ



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

**О. Г. Лялюк
Я. А. Балабук
О. Д. Панкевич**

Інженерні вишукування

Електронний навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2026

УДК 624.131:625.7.8
Л97

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 10 від 26.02.2026 р.)

Рецензенти:

К. М. Предун, доктор економічних наук, професор

А. С. Моргун, доктор технічних наук, професор

В. М. Воловик, доктор географічних наук, професор

Лялюк, О. Г.

Л97 Інженерні вишукування : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Лялюк О. Г., Балабух Я. А., Панкевич О. Д. – Вінниця : ВНТУ, 2026. – (PDF, 109 с.)

В посібнику наведено практичні завдання з дисципліни «Інженерні вишукування» відповідно до робочої програми. Електронну версію посібника доцільно використовувати під час дистанційного навчання. Набуті знання стануть у пригоді в подальшій професійній діяльності.

УДК 624.131:625.7.8

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКУВАЛЬНІ РОБОТИ.....	6
1.1 Загальні відомості.....	6
1.2 Практичні завдання.....	11
Висновок за результатами інженерно-геодезичних вишукувань.....	34
2 ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ ВИШУКУВАЛЬНІ РОБОТИ	36
2.1 Загальні відомості.....	36
2.2 Практичні завдання.....	37
3 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНІ ВИШУКУВАННЯ	47
3.1 Загальні відомості.....	47
3.2 Практичні завдання.....	48
4 ЕКОНОМІЧНІ ВИШУКУВАННЯ	53
4.1 Загальні відомості.....	53
4.2 Практичні завдання.....	55
5 ТРАСПОРТНІ ВИШУКУВАННЯ.....	69
5.1 Загальні відомості.....	69
5.2 Практичні завдання.....	71
ПИТАННЯ КУРСУ «ІНЖЕНЕРНІ ВИШУКУВАННЯ».....	75
ТЕСТИ.....	77
ДОДАТКИ	92
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	107

ВСТУП

Сучасний розвиток транспортної інфраструктури України та комплексне відновлення міст потребують впровадження науково обґрунтованих підходів до проектування автомобільних доріг, об'єктів цивільної забудови та штучних споруд. Якість, безпека і довговічність як масштабних дорожньо-транспортних магістралей, так і об'єктів загального будівництва, значною мірою визначаються повнотою та достовірністю інженерних вишукувань. Вони є фундаментом передпроектної та проектної підготовки. Саме результати вишукувальних робіт формують критично важливу вихідну інформаційну основу, на якій базується прийняття всіх подальших технічних, технологічних та економічних рішень.

Інженерні вишукування – це комплекс інженерно-технічних, дослідницьких і вимірювальних робіт, спрямованих на вивчення природних, природно-техногенних та інженерно-геологічних умов території з метою обґрунтування проектних і будівельних рішень.

Особливе значення інженерні вишукування мають у процесі проектування та будівництва масштабних інфраструктурних об'єктів. Для лінійних споруд, таких як автомобільні дороги та магістральні трубопроводи, це зумовлено їхньою значною протяжністю і перетином територій з різноманітними природними умовами. Водночас для розвитку інфраструктури міст вишукування є критично важливими через необхідність точного врахування щільної забудови, існуючих підземних комунікацій та складних інженерно-геологічних і гідрологічних особливостей урбанізованих територій.

Безпосередня взаємодія елементів лінійних споруд (автомобільних доріг, магістральних трубопроводів) та об'єктів міської інфраструктури з природним рельєфом, ґрунтовим масивом і водним режимом території потребує детального та комплексного вивчення природних умов. Це є необхідною передумовою для забезпечення надійності, довговічності та безпечної експлуатації зведених об'єктів. Крім того, для повноцінного проектування лінійних об'єктів суто інженерних даних недостатньо. Комплексний підхід передбачає проведення широкого спектра супутніх досліджень, зокрема техніко-економічних, транспортних, екологічних, а також архітектурно-містобудівних та соціальних аналізів.

У процесі дорожнього проектування інженерні вишукування, техніко-економічні розрахунки та транспортні вишукування забезпечують: вибір оптимального трасування автомобільної дороги; оцінення інженерно-геологічних умов основи земляного полотна; визначення рівня ґрунтових вод та умов водовідведення; обґрунтування конструкції дорожнього одягу; прогноз впливу природних і техногенних факторів на експлуатаційну надійність дороги. В процесі розробки проектів магістральних трубопроводів вишукування забезпечують вибір

екологічно доцільної траси та визначають оптимальні методи проходження складних ділянок, оцінюючи фізико-механічні властивості ґрунтів на проєктній глибині закладення. Для містобудівного проєктування критичним є створення високоточної топографо-геодезичної підоснови з достовірним відображенням щільної забудови та підземних комунікацій, що дозволяє оцінити геотехнічний взаємовплив нових об'єктів і запобігти деформаціям існуючих споруд.

Навчальний посібник «Інженерні вишукування» спрямований на формування у здобувачів вищої освіти розуміння структури, змісту та методики виконання комплексу вишувальних робіт у дорожньому будівництві. Особливу увагу приділено практичним аспектам опрацювання матеріалів польових та камеральних досліджень, аналізу природних умов території, оцінюванню техніко-економічної доцільності проєктних рішень і прогнозуванню транспортних показників.

Посібник має на меті закріплення у здобувачів практичних навичок аналізу матеріалів топографо-геодезичних та інженерно-геологічних вишукувань (робота з топографічними планами, геологічними розрізами, результатами досліджень ґрунтів), а також опанування методів техніко-економічних і транспортних досліджень (для визначення категорії та ефективності дороги). Цей комплекс знань необхідний для всебічного обґрунтування та прийняття ефективних проєктних рішень у дорожньому будівництві.

Виконання практичних робіт дозволяє здобувачам набути системного інженерного мислення, зрозуміти взаємозв'язок між природними умовами території та технічними характеристиками автомобільних доріг, магістральних мереж і цивільних споруд, а також підготуватися до подальшої проєктної та професійної діяльності у сфері будівництва та транспортної інфраструктури. Запропонований комплекс навчально-практичних матеріалів безпосередньо орієнтований на якісну фахову підготовку здобувачів вищої освіти за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія».

1 ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКУВАЛЬНІ РОБОТИ

Мета: ознайомлення здобувачів із сучасними методами інженерно-геодезичних вишукувань, необхідних для проектування та будівництва автомобільних доріг і лінійних інфраструктурних об'єктів міста, а також формування стійких практичних навичок камеральної обробки вихідних даних, виконання інженерно-геодезичних розрахунків і створення топографічних планів великого масштабу.

У межах вивчення цього розділу здобувачі мають навчитися:

- оцінювати особливості рельєфу та місцевої ситуації за наданими топографічними матеріалами для обґрунтування проектних рішень;
- розраховувати геометричні параметри трас автомобільних доріг;
- аналізувати та враховувати просторове положення об'єктів існуючої інженерної інфраструктури на основі вихідних топографічних планів;
- здійснювати камеральну перевірку та математичне оброблення журналів польових вимірювань, обчислення перевищень, позначок точок, ухилів і кутів нахилу місцевості;
- оформлювати результати розрахунків у вигляді поздовжніх і поперечних профілів, топографічних планів та технічних звітів, необхідних для подальшого проектування

1.1 Загальні відомості

Для отримання просторово-геометричних характеристик території, необхідних під час проектування, будівництва та подальшої експлуатації інженерних об'єктів, виконують **інженерно-геодезичні вишукування** [1]. Вони забезпечують детальне дослідження топографічних умов певної ділянки. Особливістю геодезичних робіт у дорожньому будівництві є лінійний характер об'єкта, значна протяжність трас та необхідність високої точності визначення як планового, так і висотного положення характерних точок. Інженерно-геодезичні вишукування для автомобільних доріг і лінійних інфраструктурних об'єктів міста охоплюють комплекс робіт, спрямованих на отримання топографо-геодезичних матеріалів, необхідних для трасування дороги, побудови поздовжніх і поперечних профілів, проектування земляного полотна та дорожнього одягу.

Процес проведення інженерно-геодезичних вишукувань традиційно поділяється на три послідовних етапи.

1. Підготовчий етап. Розпочинається з аналізу Технічного завдання замовника та збору архівних даних минулих років. Технічне завдання (додаток А) складає замовник або проектна організація за його дорученням. У ньому чітко вказуються межі ділянки, стадія проектування види необхідних вишукувань вимоги до точності, масштабу зйомки, детальності

досліджень та вимоги до результатів. На цьому етапі проводиться рекогноситування (попередній огляд) місцевості, на основі якого розробляється та затверджується програма робіт. Програма виконання робіт – це внутрішній технічний документ, який обґрунтовує методику та обсяги досліджень, прилади, які будуть використані (GPS-приймачі чи тахеометри) для проведення вишукувань та порядок обробки даних згідно з чинними нормами.

2. Польовий етап. Виконання інженерних вишукувань здійснюється на основі програми виконання робіт, яка передбачає безпосереднє виконання комплексу топографо-геодезичних робіт на об'єкті. Інженерно-геодезичні вишукування виконуються з використанням комплексу геодезичних приладів, які забезпечують точність визначення планового та висотного положення елементів дороги. Вибір приладів залежить від масштабу, протяжності та складності ділянки, рельєфу та щільності забудови. Основні види приладів та їх призначення наведено в таблиці 1.1. Використання цих приладів забезпечує повноту та точність топографічного знімання, що необхідно для трасування дороги, побудови поздовжніх і поперечних профілів, проєктування земляного полотна та дорожнього одягу. Важливою складовою є не лише інструментальні вимірювання, а й попередня обробка даних у польових умовах для контролю їх якості та повноти.

3. Камеральний етап. Фінальна стадія, що містить математичну обробку вимірювань, оцінення точності, складання топографічних планів і профілів. Камеральне опрацювання даних інженерно-геодезичних вишукувань здійснюється переважно автоматизованими методами із застосуванням спеціалізованих програмних комплексів *AutoCAD Civil 3D*, *Digitals (Україна)*, *Trimble Business Center (TBC)*, що забезпечують обробку польових вимірювань, побудову цифрових моделей місцевості та підготовку графічних матеріалів для проєктування автомобільних доріг й об'єктів інфраструктури. Результатом камерального етапу є оформлення «Технічного звіту», який передається замовнику, а копії матеріалів направляються до державних геодезичних фондів.

Таблиця 1.1 – Основні групи приладів для виконання інженерно-геодезичних робіт

Ч.ч.	Прилад	Що вимірює / фіксує	Особливості застосовується у геодезичних вишукуваннях
1	2	3	4
1	Теодоліт	Горизонтальні та вертикальні кути	Для визначення напрямків трасування, кутів поворотів, вузлів примикання доріг
2	Тахеометр	Горизонтальні і вертикальні кути, похилі та горизонтальні відстані	Основний прилад для наведеної зйомки осі дороги, рельєфу, пікетажу

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
3	GNSS-приймач	Планові координати точок (X, Y)	Для швидкого знімання протяжних ділянок, міжміських доріг, попереднього трасування
4	Лазерний сканер	Тривимірна модель рельєфу та об'єктів	Детальна зйомка транспортних розв'язок, мостів, тунелів, складних вузлів
5	Нівелір і рейка	Перевищення та відмітки висот	Визначення профілю дороги, перевищень земляного полотна, уточнення висотних даних
6	Рулетка, штативи, відбивачі.	Контрольні відстані, закріплення осі дороги	Допоміжні роботи: точне трасування, фіксація пікетів, вимірювання коротких ділянок

Інженерно-геодезичні вишукування містять виконання геодезичних робіт і великомасштабного топографічного знімання, що здійснюється з точністю масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 та 1:200 та точніше [5–15], трасувальні роботи, геодезичні стаціонарні спостереження, створення та ведення геоінформаційних систем (ГІС) населених пунктів і промайданчиків.

Великомасштабне топографічне знімання використовується для забезпечення проектних і будівельних організацій топографічними планами, необхідними для проєктування та будівництва об'єктів.

Особливістю великомасштабного топографічного знімання в умовах дорожнього будівництва є підвищені вимоги до повноти, точності та детальності відображення ситуації і рельєфу місцевості, що зумовлено лінійним характером автомобільних доріг та необхідністю забезпечення надійності й безпеки дорожніх споруд. Під час знімання на топографічних планах обов'язково фіксуються існуючі та проєктовані елементи транспортної інфраструктури, інженерні мережі й підземні комунікації.

У процесі інженерно-геодезичних вишукувань визначають планове та висотне положення кутів будівель і споруд, центри колодязів підземних інженерних мереж, точки поворотів трас, місця примикання автомобільних доріг та інших транспортних шляхів, а також характерні точки рельєфу. Отримані дані забезпечують можливість точного трасування автомобільних доріг, побудови поздовжніх і поперечних профілів, проєктування земляного полотна та обґрунтування конструкції дорожнього одягу.

Топографічне знімання може виконуватися: **наземними, аерофотогеодезичними та комбінованими методами** з використанням сучасних геодезичних приладів і технологій. Вибір методу топографічного знімання визначається характером об'єкта, протяжністю траси, складністю

рельєфу, щільністю забудови, вимогами до точності та стадією проектування автомобільної дороги. Вибір методу базується на техніко-економічному обґрунтуванні, яке враховує строки проведення робіт, необхідний масштаб, висоту перерізу рельєфу, особливості місцевості, кліматичні умови, транспортну доступність, а також наявність обладнання та фахівців.

Наземні методи є основними під час виконання інженерно-геодезичних вишукувань для міських доріг, транспортних розв'язок і реконструкції існуючих трас. До наземних методів належать теодолітна, тахеометрична та GNSS-зйомка. Наземні методи застосовуються під час:

- проектування автомобільних доріг у межах населених пунктів;
- реконструкції та капітального ремонту доріг;
- знімання складних вузлів, перехресть, примикань;

а також у разі необхідності високої точності визначення планового та висотного положення елементів дороги.

Аерофотогеодезичні методи передбачають використання аерофотознімання з подальшою фотограмметричною обробкою матеріалів. Застосовуються:

- під час проектування нових автомобільних доріг значної протяжності;
- у разі проходження трас у відкритій, мало забудованій або сільській місцевості;
- на попередніх стадіях проектування (ТЕО, передпроектні опрацювання).

Аерофотогеодезичні методи доцільні для вибору варіантів трасування та оцінення рельєфу на великих територіях.

Комбіновані методи. Комбіновані методи поєднують аерофотогеодезичне знімання з наземними геодезичними вимірюваннями. Застосовуються:

- під час проектування доріг у складних інженерно-геологічних умовах;
- за необхідності поєднання швидкості знімання та високої точності;
- у разі уточнення окремих елементів дороги після аерозйомки.

Найбільш ефективні комбіновані методи під час проектування міжміських автомобільних доріг, транспортних коридорів і складних розв'язок.

Отримані топографо-геодезичні матеріали є вихідною основою для виконання трасувальних робіт, які займають провідне місце в процесі проектування автомобільних доріг. У межах трасування визначають планове та висотне положення осі дороги, закріплюють пікети, точки поворотів і примикань, формують поздовжній і поперечні профілі з урахуванням рельєфу та інженерно-геологічних умов місцевості. На станції ведуть польовий журнал, у який заносять результати вимірювань

горизонтальних і вертикальних кутів, а також відстаней до пікетних точок. Окрім цього, оформлюють абрис. Абрис – схематичний рисунок місцевості, де з дотриманням масштабу та умовних позначень відображають ситуацію та розташування пікетів. Попередня обробка даних у польових умовах для контролю їх якості містить перевірку польових журналів і складання детальної схеми знімальної мережі; визначення координат і висот точок знімального обґрунтування;.

На основі матеріалів інженерно-геодезичних вишукувань виконують обчислення висот усіх пікетних точок; нанесення на план знімального обґрунтування та пікетів; побудову горизонталей і нанесення ситуації, створюють топографічні плани та ситуаційно-висотні схеми ділянок дороги, що відображають рельєф місцевості, існуючі будівлі, інженерні споруди та підземні комунікації. Ці матеріали забезпечують точне трасування осі дороги, визначення пікетів, точок поворотів та примикань транспортних шляхів, а також фіксацію центрів колодязів й інших об'єктів інженерної інфраструктури.

Топографічні плани містять інформацію про об'єкти місцевості та рельєф. На них із використанням умовних позначень відповідно до масштабу точно й детально відображають пункти державної геодезичної мережі та планово-висотного обґрунтування; житлові та нежитлові будівлі з вказанням їх призначення, матеріалу та поверховості; промислові об'єкти, свердловини, наземні трубопроводи, ЛЕП, колодязі та підземні комунікації; залізниці, автомобільні та ґрунтові дороги, мости, тунелі, переїзди і переправи; гідрографічні об'єкти (річки, озера, водосховища), елементи гідротехнічних та водотransпортних споруд, канали, водоводи, греблі; пристані, шлюзи, маяки, навігаційні орієнтири; об'єкти водопостачання (колодязі, резервуари, джерела); рельєф у вигляді горизонталей, висотних позначок, умовних позначок обривів, скель та балок; різні типи рослинності (ліси, сади, луки, окремі дерева й кущі); типи ґрунтів і мікроформи рельєфу (піски, болота, глинисті та кам'яністі поверхні); межі адміністративні та землекористувань, огорожі.

Таке детальне зображення дозволяє точно трасувати автомобільні дороги, визначати місця примикань та поворотів, планувати земляне полотно, інженерні комунікації та забезпечувати безпечну інтеграцію дороги в існуючий ландшафт і забудову. На плані дорожньої ділянки мають бути відображені: вісь дороги та її пікети; точки поворотів та місця примикання інших доріг; підземні комунікації (центри колодязів, переходи трубопроводів); кути будівель і споруд у зоні впливу дороги; контури споруд, об'єктів благоустрою та елементи ландшафту; характерні точки рельєфу (вершини, злами схилів, бровки); гідротехнічні елементи (водовідведення, канали, водойми).

Використання топографічних планів і схем забезпечує повну відповідність проєктних рішень природним та техногенним умовам ділянки дороги, підвищуючи надійність і довговічність дорожніх споруд. Інтеграція

цих матеріалів у геоінформаційні системи (ГІС) дає можливість комплексного просторового аналізу території з урахуванням рельєфу, гідрографії, існуючих інженерних мереж, землекористування та обмежень забудови. Застосування ГІС у проектуванні автомобільних доріг дозволяє оперативно порівнювати варіанти проходження траси, оцінювати інженерні ризики, прогнозувати обсяги земляних робіт та моделювати вплив дорожнього об'єкта на навколишнє середовище.

1.2 Практичні завдання

Завдання 1.

Тема «Математична обробка результатів лінійних вимірювань та розрахунок геометричних параметрів похилої ділянки автомобільної дороги за результатами інженерно-геодезичної зйомки»

Під час інженерно-геодезичної зйомки ділянки **AB** автомобільної дороги виміряли відстань між точками **A** та **B** у прямому L_1 і зворотному L_2 напрямках $L_1 = 87,15$ м та $L_2 = 87,13$ м. Допустима відносна похибка лінійного вимірювання $\Delta_{\text{доп}} < 1:2000$ (для звичайних умов).

Висота точки A: $H_A = 245,50$ м. Висота точки B: $H_B = 248,65$ м.

Завдання:

1. Визначити абсолютну та відносну похибку вимірювання $\Delta_{\text{від}}$, оцінити точність вимірювань та обчислити остаточну довжину лінії (L_{AB}).
2. Обчислити перевищення (h) між точками A і B.
3. Обчислити кут нахилу (ν).
4. Обчислити горизонтальне прокладання (D).
5. Визначити ухил лінії (i) та записати його у трьох форматах: десятковим дробом (часткою), у відсотках (%), у проміле (‰).



Рисунок 1.1 – Схема взаємозв'язку геометричних параметрів похилої ділянки автомобільної дороги

Приклад розв'язання

1. Визначити абсолютну та відносну похибку вимірювання, оцінити точність вимірювань та обчислити остаточну довжину лінії (L_{AB})

Абсолютна похибка:

$$\Delta L = |L_1 - L_2| \quad (1.1)$$

де L_1 – відстань у прямому напрямку;

L_2 – відстань у зворотному напрямку.

$$\Delta L = |L_1 - L_2| = |87,15 - 87,13| = 0,02 \text{ м}$$

Середня довжина:

$$L_{\text{сер}} = \frac{L_1 + L_2}{2}, \quad (1.2)$$

$$L_{\text{сер}} = \frac{L_1 + L_2}{2} = \frac{87,15 + 87,13}{2} = 87,14 \text{ м.}$$

Відносна похибка:

$$\Delta_{\text{від}} = \frac{\Delta L}{L_{\text{сер}}}, \quad (1.3)$$

$$\Delta_{\text{від}} = \frac{\Delta L}{L_{\text{сер}}} = \frac{0,02}{87,14} = \frac{1}{\frac{87,14}{0,02}} = \frac{1}{4357}.$$

Отримане значення $1/4357$ менше за допустиме $1/2000$ (знаменник дробу більший, отже похибка менша за допустиму).

Висновок. Вимірювання виконано якісно. Приймаємо до подальших розрахунків $L = 87,14 \text{ м.}$

2. Обчислити перевищення (h) між точками А і В.

Перевищення h обчислюється як різниця висот кінцевої та початкової точок:

$$h = H_B - H_A, \quad (1.4)$$

де H_A, H_B – висоти точок А та В, відповідно.

$$h = H_B - H_A = 147,60 - 145,00 = +2,60 \text{ м.}$$

Знак «+» вказує, що лінія йде на підйом.

3. Обчислити кут нахилу (ν).

Кут нахилу визначаємо через синус (відношення протилежного катета до гіпотенузи (див. рис. 1.1):

$$\sin \nu = \frac{h}{L}, \quad (1.5)$$

$$\sin \nu = \frac{h}{L} = \frac{2,60}{87,14} \approx 0,029837.$$

Кут нахилу

$$\nu = \arcsin(0,029837) \approx 1,710^\circ$$

Переведемо у градуси та мінути

$$(0,710 \times 60 \approx 42,6').$$

Кут нахилу $\nu = 1^\circ 43'$

4. Обчислення горизонтального прокладання D .

Горизонтальне прокладання D – це проєкція похилої лінії місцевості на горизонтальну площину (див. рис. 1.1). Визначається через кут нахилу:

$$D = L \cdot \cos \nu \quad (1.6)$$

або через перевищення (h):

$$D = \sqrt{L^2 - h^2}. \quad (1.7)$$

Відповідно до формул (1.6) та (1.7) маємо:

$$D = L \cdot \cos(\nu) = 87,14 \cdot \cos(1^\circ 43') = 87,14 \cdot 0,99955 = 87,10 \text{ м.}$$

$$D = \sqrt{87,14^2 - 2,60^2} = \sqrt{7593,38 - 6,76} = \sqrt{7586,62} = 87,10 \text{ м.}$$

5. Визначення ухилу

Ухил i – це показник крутизни схилу, який визначається як відношення перевищення (h) до горизонтального прокладання D .

Геометрично ухил дорівнює тангенсу кута нахилу лінії до горизонту

$$i = \frac{h}{D} = \operatorname{tg} \nu \quad (1.8)$$

Відповідно до формул (1.8) маємо:

$$i = \tan(1^\circ 43') \approx 0,0299.$$

Ухил – безрозмірна величина, але для зручності її виражають у трьох форматах:

1. Десятковий дріб (у частках) $i = 0,0299 = 0,030$ (округлено).

2. Відсотки (%). Використовується в будівництві (дахи, пандуси) та архітектурі.

У відсотках (%): $i = 0,0299 \times 100 = 2,99 \%$.

Ухил 2,99 % відповідає 2,99 метри підйому на 100 метрів довжини.

3. Проміле (‰). Використовується в геодезії, дорожньому та залізничному будівництві.

$$i = 0,0299 \times 1000 = 29,9\text{‰}.$$

Ухил 29,9‰ відповідає 29,9 метрів підйому на 1000 метрів (1 км) довжини.

Висновок. Внаслідок виконання практичної роботи визначено довжину лінії $L_{AB} = 87,14\text{м}$, що використовується для подальших інженерних обчислень, основні геометричні параметри похилої ділянки: перевищення $h = 2,6 \text{ м}$, кут нахилу $\nu = 1^\circ 43'$, горизонтальне прокладання $D = 87,10\text{м}$, та ухил 29,9‰. Отримані результати є необхідними для побудови поздовжнього профілю дороги, обґрунтування проєктних рішень і забезпечення безпечної та ефективної експлуатації автомобільної дороги.

Завдання 1 – вихідні дані до самостійної роботи

Під час інженерно-геодезичної зйомки ділянки автомобільної дороги між точками **A** та **B** виконано вимірювання відстані у прямому та зворотному напрямках. Для кожного варіанта задано значення вимірюваних довжин, допустиму відносну похибку лінійних вимірювань та висотні відмітки точок **A** і **B**. Необхідно на основі наведених вихідних даних оцінити точність вимірювань та визначити основні геометричні параметри похилої ділянки дороги.

Завдання

1. Визначити абсолютну та відносну похибку лінійного вимірювання, оцінити відповідність результатів допустимим нормам та обчислити остаточну довжину лінії L_{AB} .
2. Обчислити перевищення h між точками **A** і **B**.
3. Визначити кут нахилу лінії ν .
4. Обчислити горизонтальне прокладання між точками (D).
5. Визначити ухил лінії (i) та подати його у трьох формах: десятковим дробом; у відсотках (%); у проміле (‰).

Вихідні дані для розрахунків наведено в таблиці варіантів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для розрахунків завдання 1

Варіант	L_1 (прямому напрямку), м	L_2 (зворотному напрямку), м	H_A (м)	H_B (м)	Допустима похибка
1	120,45	120,40	150,00	152,40	1/2000
2	98,12	98,15	210,50	208,30	1/2000
3	145,60	145,55	180,20	185,10	1/1500
4	76,30	76,34	135,00	132,50	1/1000
5	201,10	201,00	195,40	196,80	1/2000
6	112,85	112,88	220,00	224,50	1/2000
7	134,20	134,15	165,80	162,40	1/2000
8	89,55	89,50	140,10	143,20	1/1000
9	156,75	156,80	178,00	175,90	1/1500
10	105,40	105,35	202,50	205,10	1/2000
11	142,90	142,95	155,50	150,20	1/2000
12	118,65	118,60	188,00	191,60	1/1500
13	94,30	94,33	215,20	218,80	1/1000
14	167,10	167,05	130,50	126,90	1/2000
15	125,55	125,50	172,40	176,10	1/2000
16	82,40	82,44	198,00	195,50	1/1000
17	190,25	190,20	148,60	153,40	1/2000
18	115,70	115,75	205,00	201,80	1/2000
19	138,85	138,80	160,00	164,70	1/2000
20	102,15	102,12	192,30	189,10	1/1000

Завдання 2

Тема «Визначення категорії складності інженерно-геодезичних умов та розробка технічного завдання на проведення інженерно-геодезичних вишукувань для лінійних споруд (автомобільних доріг)»

1. Категорії складності інженерно-геодезичних умов. Обсяг, вартість та методи проведення вишукувань визначаються складністю умов місцевості. Згідно з нормативними вимогами ДБН [2], встановлено п'ять категорій складності інженерно-геодезичних умов, де I категорія відповідає найсприятливішим умовам, а V – найскладніша.

I категорія (Найпростіша). Відкрита рівнина, без забудови, без мереж. (Базовий коефіцієнт вартості = 1,0).

V категорія (Найскладніша). Гірські схили, густі ліси або центри мегаполісів з насиченими комунікаціями (вартість робіт зростає в рази).

Категорія встановлюється за сукупністю факторів. Якщо хоча б один фактор відноситься до вищої категорії, то загальна категорія складності встановлюється за цим найвищим фактором.

Основні фактори впливу.

А. Географічні та топографічні умови (рельєф). Цей фактор визначають:

- ухил місцевості: від рівнинного (до 0.01 – I кат.) до гірського (понад 0.07 – V кат.);
- пересіченість: наявність ярів, балок, річок.

(I-II кат.). Рівнинна або злегка пагорбувата місцевість. Ухили до 2° (або до 0,02). Видимість ідеальна, ходити легко.

(IV-V кат.). Гірська місцевість, круті схили, яри, балки, урвища, береги річок. Ухили понад 6° (або понад 0,10). Пересування утруднене або потребує страховки. Для оцінення рельєфу в роботі потрібно використовувати формули (1.5), (1.8).

Б. Антропогенні навантаження (збудова) та рослинність (умови видимості). Сукупність цих факторів впливає на видимість між точками знімання та на кількість об'єктів, які потрібно нанести на план. Геодезичні прилади (тахеометри, нівеліри) потребують прямої видимості. Основні показники:

- рослинність: степ (відкрито), сад (напівзакрито), ліс (закрито);
- щільність забудови (від <20 % до >50 %);
- кількість елементів благоустрою (сквери, бордюри).

(I-II кат.). Степ, луки, рілля, поодинокі дерева. (Відкритий простір) Незабудована територія або рідка сільська збудова (окремі хати).

(IV-V кат.). Густий ліс, чагарники, високий очерет (понад 2 м), сади. Щоб «пробити» промінь, доводиться рубати просіки (візирки), що забирає 80 % часу. Щільна міська збудова (понад 50 % площі), центри міст,

промзони заводів. Безліч кутів будівель, парканів, бордюрів, стовпів, які потрібно виміряти.

В. Транспортні умови характеризуються інтенсивністю руху транспорту та пішоходів (від незначного до інтенсивного на магістралях великих міст). Цей фактор визначає умови безпеки праці та можливість безперервного виконання вимірювань. Інтенсивний рух є найбільш «дорогим» фактором, оскільки він змушує бригаду простоювати в очікуванні «вікна» між автомобілями або пішоходами.

Вплив на виконання геодезичних робіт

- Переривання візування, оскільки транспорт та пішоходи перекривають промінь тахеометра або сигнал GNSS. Геодезист змушений чекати, поки перешкода зникне.
- Вібрація. Рух важкого транспорту (трамваї, фури) викликає вібрацію ґрунту. Це призводить до розгоризонтування точних приладів (нівелірів, тахеометрів), знижує точність і потребує повторних вимірювань.
- Неможливість встановлення приладу. На автомагістралях неможливо встановити штатив на проїжджій частині без перекриття руху поліцією.
- Шум, що може ускладнювати голосову комунікацію між геодезистом за приладом та рейковим (помічником).

(I-II кат.). Рух відсутній або епізодичний (сільська дорога, 1 машина на 10 хв). Робота виконується без затримок.

(IV-V кат.). Інтенсивний потік транспорту (магістралі) або щільний натовп пішоходів (центри міст, ринки, вокзали). Вимірювання можливі лише в короткі інтервали або вночі. Високий ризик для життя працівників.

Г. Насиченість комунікаціями. Визначальним ускладнювальним фактором є значна кількість видів інженерних мереж (газ, водопровід, каналізація, теплотраса, силові кабелі, лінії зв'язку тощо). Висока щільність комунікацій та необхідність їх інструментального пошуку за допомогою трасошукачів перетворюють звичайну топографічну зйомку на складну інженерну розвідку. Без нанесення та узгодження всіх підземних об'єктів топографічний план вважається неповним і непридатним для проектування.

Вплив значної кількості комунікацій на технологічний процес вишукувань

- Інструментальний пошук. Локалізація прихованих підземних комунікацій потребує застосування спеціалізованого трасопошукового обладнання (електромагнітних методів) за відсутності зовнішніх ознак мереж на поверхні.
- Детальне обстеження. Передбачає визначення планово-висотного положення та технічних характеристик мереж (глибина залягання, матеріал, діаметр, тиск) шляхом безпосередніх промірів у оглядових колодязях, що становить значну частку трудомісткості польових робіт.

- Узгодження. Обов'язкова процедура верифікації та офіційного затвердження повноти і правильності нанесених мереж представниками відповідних експлуатуючих організацій.

(I-II кат.). Мережі відсутні або є лише транзитні лінії (наприклад, одна ЛЕП в полі).

(IV-V кат.). Насичена міська забудова. Наявність понад 10 видів мереж на одній ділянці (газопроводи різного тиску, водопровід, зливови та фекальна каналізація, теплотраси, телефонні кабелі, оптоволокну, силові кабелі 0.4 кВ та 10 кВ тощо).

2. Технічне завдання (ТЗ) є фундаментальним вихідним документом, що ініціює та регламентує весь комплекс інженерно-геодезичних вишукувань. Згідно з положеннями ДБН А.2.1-1-2008, ТЗ визначає цільове призначення робіт, їх склад, обсяги, методику виконання та вимоги до точності й достовірності кінцевих результатів.

Ключовим та першочерговим етапом складання ТЗ є **встановлення класифікації та категорії об'єкта проєктування**. Цей параметр є базовим для розрахунку ширини смуги зйомки та вибору класу точності геодезичної основи. Методика визначення категорії базується на нормативному розмежуванні типів об'єктів (вулиця чи дорога). На початковому етапі необхідно встановити місцезнаходження об'єкта:

- якщо об'єкт знаходиться в межах населеного пункту (обмежений червоними лініями, має забудову, тротуари, інженерні мережі) – він класифікується як **«вулиця»**;
- якщо об'єкт знаходиться поза межами населеного пункту (забезпечує міжміське або міжрегіональне сполучення) – він класифікується як **«автомобільна дорога»**.

Класифікація для вулиць населених пунктів. здійснюється за функціональним призначенням відповідно до ДБН В.2.3-5:2018. Необхідно проаналізувати транспортний зв'язок (з'єднання районів, вихід на зовнішні траси) та технічні параметри (кількість смуг, наявність громадського транспорту). Основні класи відповідно до параметрів наведено в додатку В і визначають як :

- магістральні вулиці загальноміського значення. Зв'язок між віддаленими районами, центром та зовнішніми дорогами (безперервний або регульований рух);
- магістральні вулиці районного значення. Зв'язок у межах району та вихід на загальноміські магістралі;
- вулиці місцевого значення. Житлові вулиці, проїзди, пішохідні зони.

Класифікація для автомобільних доріг (поза межами населених пунктів): Класифікація здійснюється за технічною категорією відповідно до ДБН В.2.3-4:2015. Визначається на основі перспективної інтенсивності руху та адміністративного значення дороги. Враховується кількість смуг руху та наявність розділювальної смуги (додаток Г).

На основі ДБН В.2.3-4:2015 встановлюються категорії:

- I-а, I-б: Автомагістралі та швидкісні дороги (4 і більше смуг, розділювальна смуга, найвища інтенсивність).
- II категорія: 2 або 4 смуги, висока інтенсивність.
- III категорія: 2 смуги, середня інтенсивність (стандартні міжобласні дороги).
- IV, V категорії: Дороги з низькою інтенсивністю руху (місцеві).

Якість виконання цього етапу та розробки ТЗ загалом безпосередньо впливає на склад і зміст проведених вишукувань. Встановлена категорія визначає: ширину смуги відведення та зону топографічної зйомки, вимоги до точності геодезичної основи, необхідність деталізації перетинів та примикань. Некоректність визначення категорії, неповнота вихідних даних або відсутність чітких вимог можуть призвести до критичних помилок на етапі польових та камеральних робіт, а саме:

1. Невідповідність масштабу зйомки. Помилкове визначення категорії об'єкта часто призводить до вибору масштабу, що не відповідає стадії проєктування (наприклад, використання М 1:2000 замість М 1:500 для робочої документації). Це унеможливорює детальне проєктування інженерних мереж та конструктивних елементів споруди.
2. Порушення просторових меж. Неправильне встановлення категорії дороги тягне за собою помилки у визначенні нормативної ширини смуги відведення. Це призводить до виконання робіт за межами зони інтересу або, навпаки, до відсутності даних на критично важливих ділянках траси (укосах, примиканнях).
3. Втрата актуальності даних. Ігнорування специфіки об'єкта (наприклад, статусу міської магістралі) та вимог щодо деталізації підземних комунікацій робить топографічний план непридатним для погодження з експлуатаційними службами, що створює ризик аварійних ситуацій під час будівництва.

Таким чином, грамотно складене технічне завдання є гарантією отримання повної геопросторової інформації, мінімізації фінансових ризиків та уникнення необхідності проведення повторних польових робіт. Форма ТЗ є стандартизованою (Додаток А) і містить відомості про об'єкт, стадію проєктування, межі ділянки, вимоги до точності та перелік звітних матеріалів.

Вихідні дані

Назва об'єкта. Реконструкція вулиці Батозька (від вул. Коцюбинського до вул. Янгеля) в м. Вінниця.

Стадія проєктування. Р (Робоча документація).

Характеристика траси. Вулиця проходить у забудованій частині міста (в районі промислової та громадської забудови).

Технічні параметри. Ширина проїжджої частини: після реконструкції передбачено 16,0 м (4 смуги руху). Частина проїжджої частини вулиці, що підлягає реконструкції, суміщена з трамвайними коліями. Тротуари: з обох боків.

Топографічні умови. Місцевість рівнинна, асфальтобетонне покриття. Для оцінення рельєфу використовувати архівний топографічний план масштабу 1:500 (або черговий кадастровий план міста), на якому відображено існуючу ситуацію та висотне положення поверхні.

Рух транспорту. Інтенсивний (вантажний транспорт, трамваї, маршрутні таксі). Вулиця Батозька обслуговує значні автоперевезення народногосподарських вантажів, здійснює транспортний та пішохідний зв'язок між вул. Коцюбинського та вул. Янгеля

Насиченість комунікаціями. На проїжджій частині вулиці проходить мережа дощової каналізації.

Завдання.

1. Провести оцінення умов виконання інженерно-геодезичних вишукувань та визначати категорію складності інженерно-геодезичних умов на основі топографічних та ситуаційних факторів згідно з ДБН А.2.1-1-2008.
2. Скласти технічне завдання виконання інженерно-геодезичних вишукувань (форма завдання в додатку А). Встановити класифікацію та категорію об'єкта проектування відповідно до чинних нормативних документів:
 - **для вулиць населених пунктів** – визначити функціональну класифікацію (магістральна, житлова тощо) згідно з ДБН В.2.3-5:2018;
 - **для автомобільних доріг** (поза межами населених пунктів) – визначити технічну категорію (I-а, I-б, II, III, IV, V) згідно з ДБН В.2.3-4:2015.

Нормативна база:

ДБН А.2.1-1-2008 Інженерні вишукувань для будівництва.

ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів Зі змінами №1, 2

ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво». Зі змінами Зміна № 2

Приклад виконання завдання

1. Визначення категорії складності інженерно-геодезичних умов на основі топографічних та ситуаційних факторів.

Визначення категорії складності інженерно-геодезичних умов для проведення вишукувань на об'єкті «Реконструкція вулиці Батозька від вул. Коцюбинського до вул. Янгеля в м. Вінниця» виконується згідно з державними будівельними нормами.

Для об'єкта в місті (приклад вул. Батозька) для аналізу використовувались картографічні матеріали (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Вулиця Батозька від вул. Коцюбинського до вул. Янгеля м. Вінниця

Категорії складності інженерно-геодезичних умов на основі топографічних та ситуаційних факторів визначаються за додатком Б (відповідно до ДБН А.2.1-1-2008).

А. Географічні та топографічні умови (рельєф)

- *Аналіз.* Ділянка розташована на рівнинній місцевості, перепади висот незначні. Ухили поверхні до 2°, що є сприятливим фактором. Схили та яри відсутні (рис. 1.2).
- *Висновок.* Відповідає **I (першій) категорії складності** (за додатком Б).

Б. Умови забудови та рослинність (ситуація)

- *Аналіз.* Вулиця проходить через зону щільної забудови (> 50 %). Наявні складні контури фасадів промислових будівель, паркани, численні малі архітектурні форми (кіоски, зупинки), бордюри, опори контактної

мережі трамваю. Рослинний покрив культурного типу, характерний для промислово-міських зон, представлений рядовими посадками дерев, газонами та чагарниками. Газони та трав'яний покрив розташовані на розподільчих смугах (між тротуаром і дорогою) та на прилеглих до будівель територіях. Покриття трав'яне, стрижене (у доглянутих зонах) або рудеральне (бур'яни) у зонах пустирів біля промзон.

- *Вплив на зйомку.* Наявність щільної забудови та твердого покриття, що потребує спеціальних методів зйомки та розкриття комунікацій. Дерев дорослі, високі. В літній період крони дерев створюють обмеження видимості для GPS-сигналу (що унеможливорює використання RTK-роверів під деревами) та перекривають огляд для тахеометра. Це підтверджує IV категорію.

- *Висновок.* Відповідає **IV категорії складності**.

В. Рух транспорту та пішоходів

- *Аналіз.* Рух транспорту інтенсивний та безперервний (трамваї, вантажівки, легкові авто).

- *Вплив на зйомку.* інтенсивний рух транспорту створює вібрацію, що впливає на точність приладів, та небезпеку для виконавців. Неможливо встановити штатив на проїжджій частині без перекриття руху (небезпека для виконавців). Наявність трамваю на суміщеному полотні означає, що геодезист змушений постійно зупиняти роботу і тікати з колії. Це і є «порушення безперервності процесу».

- *Висновок.* Відповідає **V (п'ятій) категорії** складності (інтенсивний рух у містах).

Г. Інженерні комунікації (підземні та надземні мережі)

- *Аналіз.* Територія насичена комунікаціями. Наявні трамвайні кабелі (постійний струм – створює перешкоди для магнітних приладів). Контактна мережа (надземна). Магістральний водопровід. Злизова каналізація. Промислові мережі (промзона). Кабелі зв'язку (Укртелеком). *Всього понад 8 видів мереж.*

- *Висновок.* Відповідає **V (п'ятій) категорії** складності (велика насиченість підземними комунікаціями).

Висновок. Категорія складності інженерно-геодезичних умов встановлена як **V (п'ята) категорія** на підставі фактора «Рух транспорту та інші перешкоди» відповідно до таблиці уніфікованих категорій (додаток Б). Об'єкт є магістральною вулицею міста з інтенсивним рухом вантажного та трамвайного транспорту, що викликає систематичні порушення безперервності технологічного процесу геодезичних вимірювань, а також характеризується щільною забудовою промислового типу та насиченістю інженерними комунікаціями.

2. Приклад заповнення технічного завдання (бланк в додатку А)

«ЗАТВЕРДЖУЮ» (Верхній правий кут) – пишеться посада керівника організації-замовника.

Приклад. Начальник Департаменту капітального будівництва міської ради

1. Повне найменування об'єкта. В цій частині треба чітко написати, що саме будується. Назва має відповідати титулу проєкту. Зазначається вид будівництва (нове, реконструкція, капремонт) + Назва об'єкта.

Приклад. «Реконструкція автомобільної дороги по вул. Батозька (від вул. Коцюбинського до вул. Янгеля)».

2. Місцезнаходження й межі району (ділянки). Визначається розташування об'єкта – область, район, назва дороги та ділянка в кілометрах (ПК). Для доріг важливо вказати адміністративний район та кілометраж.

Приклад. «Вінницька область, Вінницький район, ділянка вул. Батозька (від вул. Коцюбинського до вул. Янгеля). Довжина проїжджої частини вулиці, що підлягає реконструкції – 795,6 м. За початок траси (ПК0+00) взято точку перетину осі існуючого бордюру проїжджої частини вул. Коцюбинського з віссю проїжджої частини вул. Батозька. Кінець траси – перетин осі дороги вул. Батозька та осі існуючого бордюру вул. А. Янгеля. (ПК7+95,6)

3. Замовник. Указується, хто замовляє проєкт.

- Приклад: Департамент капітального будівництва Вінницької міської ради..*

4. Технічна характеристика проєктованого об'єкта та стадія проєктування Цей розділ Технічного завдання є визначальним нормативним параметром, що безпосередньо регламентує склад, обсяги, методику та кошторисну вартість інженерно-геодезичних вишукувань. Від повноти та коректності наведених тут даних залежить вибір класу точності геодезичних приладів, густота пунктів знімальної мережі та необхідний масштаб топографічної зйомки.

Стадія проєктування: *ТЕО* або *ЕП, П, РП* або *Р*.

Вибір масштабу топографічної зйомки та перерізу рельєфу (висоти перерізу) строго корелює зі стадією проєктування згідно з ДБН А.2.2-3:

- ТЕО (Техніко-економічне обґрунтування) / Ескізний проєкт (ЕП)** передбачає загальне вивчення варіантів трасування. Потребує використання картографічних матеріалів дрібних масштабів (1:10 000 – 1:50 000).
- П (Проект):** основна стадія для прийняття принципових рішень. Для лінійних споруд (автомобільних доріг) зазвичай потребує зйомки в масштабі 1:2000 (в окремих випадках складного рельєфу – 1:1000).

- **РП (Робочий проєкт) або Р (Робоча документація):** передбачає детальне опрацювання конструктивних елементів. Потребує максимальної деталізації топографічного плану в масштабі 1:500 (для перетинів, примикань, штучних споруд та міських вулиць).

Технічна характеристика проєктованого об'єкта – необхідно навести параметри, що визначають геометричні розміри зони вишукувань (ширину смуги зйомки) та специфіку польових робіт.

Геометричні параметри поперечного профілю. Кількість смуг руху. Ширина земляного полотна та проїжджої частини. Наявність розділювальної смуги (впливає на методику зйомки осі траси).

Наявність штучних споруд. Потрібно окремо виділити необхідність вишукувань для **мостових переходів, шляхопроводів, віадуків, тунелів або транспортних розв'язок** у різних рівнях. Для таких об'єктів створюється окрема згущена геодезична мережа підвищеної точності, а зйомка виконується в масштабі 1:500 навіть на стадії «Проект».

Інженерний захист територій. Необхідно вказати потребу в проєктуванні підпірних стінок, дренажних систем або протизсувних заходів (що потребує детального вивчення рельєфу та гідрографії).

Визначається класифікація вулиці за функціональним призначенням та технічними параметрами відповідно до ДБН В.2.3-5:2018. (додаток В).

Обґрунтування класифікації вулиці Батозька. За функціональним призначенням вулиця забезпечує транспортний та пішохідний зв'язок у межах планувального району «Замостя», з'єднуючи зону громадського центру (району залізничного вокзалу) з промислово-складською зоною та забезпечуючи виїзд на магістральну вуличну мережу загальноміського значення (вул. Київська). **За технічними параметрами:** проєктна ширина проїжджої частини становить 14,0 м, що забезпечує організацію 4-х смуг руху (по дві в кожному напрямку). Вулиця суміщена з лініями рейкового транспорту (трамвай) та обслуговує інтенсивні потоки вантажного і громадського транспорту, що відповідає нормативним вимогам до магістральних вулиць районного значення.

Для наочності ґрунтування порівнюємо фактичні дані з нормативними вимогами у таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Обґрунтування категорії вулиці «Магістральна районного значення»

Параметр порівняння	Нормативна вимога (категорія згідно з ДБН)	Фактичні проектні дані (вул. Батозька)	Висновок про відповідність
Кількість смуг руху	2; 4 (для великих та середніх міст)	4 смуги	Відповідає
Ширина смуги руху	Від 3,00 м	14,0 м / 4 смуги = 3,5м	Відповідає (із запасом для руху вантажного транспорту)
Розрахункова швидкість	60 км/год	50 км/год (загальне обмеження по місту)	Відповідає
Функціональне призначення	Транспортний зв'язок у межах району та виходи на магістралі загальноміського значення	Зв'язок промислового району із залізничним вокзалом та виїзд на вул. Київську	Відповідає

Приклад. Стадія «Робочий проєкт» (РП). Відповідно до функціональної класифікації (ДБН В.2.3-5:2018,), вулиця відноситься до категорії «Магістральна вулиця районного значення». Вона забезпечує транспортний зв'язок між районами міста, вихід на магістральну мережу загальноміського значення та обслуговування прилеглих територій промислової і громадської забудови. По вулиці здійснюється рух автомобільного транспорту в обох напрямках. Вулиця характеризується інтенсивним рухом автомобільного та громадського транспорту (включно з великогазовим вантажним транспортом). Ширина існуючої проїжджої частини – 10,85 м. Передбачається розширення ширини проїжджої частини до 14,0 м. (Це забезпечує організацію 4-х смуг руху (по дві в кожному напрямку) з нормативною шириною смуги 3,5 м.) Тротуар – двосторонній, шириною 2,25 м. Зі сторони залізничного вокзалу тротуар суміщений з велосипедною доріжкою шириною 1,50 м.

5. Детальність і повнота відображення ситуації об'єкта. У розділі визначається перелік об'єктів місцевості та підземного простору, які підлягають обов'язковій фіксації на топографічному плані масштабу 1:500. Основна увага приділяється точному відображенню інженерних мереж, червоних ліній забудови, меж землекористувань та подеревній зйомці

зелених насаджень. Це забезпечує повноту вихідних даних для прийняття проектних рішень у межах існуючих обмежень.

Приклад. «Топографічна зйомка виконується в масштабі 1:500 з перерізом рельєфу 0,5 м. На інженерно-топографічному плані необхідно:

- *Відобразити всі існуючі інженерні мережі (підземні та надземні), включно зливову каналізацію, водопровід, газопроводи, тепломережі, кабелі зв'язку та силові кабелі. Виконати детальну зйомку оглядових колодязів з визначенням відміток верху люка, дна колодязя, верху труб та їх діаметрів. Нанести опори контактної мережі трамваю та зовнішнього освітлення.*
- *Нанести червоні лінії забудови (межі вулиці як об'єкта благоустрою). Відобразити межі землекористувань (паркани, огорожі) та фасадні лінії будівель з входами та ганками.*
- *Відобразити контури угідь (газони, квітники, асфальтовані майданчики). Виконати зйомку дерев діаметром понад 10 см подеревно (для складання відомості знесення зелених насаджень).*
- *Чітко відобразити край проїжджої частини, бордюрний камінь (з відмітками верху/низу) та головки трамвайних рейок.*

6. Точність визначення просторового положення (масштаб). Тут регламентуються допустимі межі похибок вимірювання координат (X, Y) та висот (H), які безпосередньо залежать від вибраного масштабу зйомки та стадії проектування. Вибір масштабу визначається типом території.

Для міських умов (щільна забудова, мережі) стандартом є суцільна зйомка в масштабі 1:500. Це забезпечує необхідну деталізацію для проектування благоустрою та стикування інженерних комунікацій без висотних конфліктів.

Для позаміських доріг економічно доцільним є комбінований метод: основна траса знімається в масштабі 1:2000, а складні вузли (перетини, мости) – детально в 1:500. Для мостових переходів та розв'язок завжди 1:500.

Приклад. Топографічна зйомка виконується в масштабі 1:500 з перерізом рельєфу горизонталлями через 0,5 м.. Середні помилки визначення положення предметів та контурів місцевості відносно найближчих пунктів знімальної основи не мають перевищувати:

у плані (координати X, Y): 0,10 м – для чітких контурів (капітальні будівлі, оглядові колодязі, бордюри, головки рейок);

0,25 м – для нечітких контурів (межі газонів, ґрунтові доріжки, контури рослинності);

по висоті (відмітка Н): 0,02 м – для рейок трамвайних колій, верху люків колодязів, лотків зливної каналізації та верху покриття капітальних доріг (важливо для вертикального планування).; 0,17 м – для точок ґрунту та рельєфу (1/3 висоти перерізу рельєфу).

7. Спеціальні вимоги. Цей розділ визначає специфічні умови, що ускладнюють виконання робіт або потребують додаткових заходів безпеки, зокрема роботу на проїжджій частині без зупинення руху транспорту та формат передачі цифрових даних (XML/DWG). Для забезпечення достовірності даних обов'язковим є використання трасопошукових комплексів (трасошукачів) для інструментальної розвідки прихованих підземних комунікацій та електронних тахеометрів для високоточної зйомки твердих контурів (бордюрів, рейок).

Приклад. У зв'язку з розташуванням об'єкта в умовах інтенсивної міської забудови та наявності трамвайного руху, встановлюються такі вимоги.

- **Безпека та організація робіт.** Польові роботи на проїжджій частині виконувати без повного припинення руху транспорту (з використанням сигнальних жилетів та тимчасових огорожень місць стоянки приладів). Під час зйомки трамвайних колій дотримуватися правил електробезпеки та узгодити час робіт з диспетчерською службою «Вінницької транспортної компанії» (у «вікна» між рухом трамваїв).

- **Пошук підземних комунікацій.** Обов'язкове проведення інструментального пошуку підземних мереж (кабелів, трубопроводів) за допомогою трасошукачів для уточнення їх фактичного положення та глибини закладання, незалежно від наявності даних на архівних планшетах.

- **Узгодження.** План підземних мереж підлягає обов'язковому узгодженню з експлуатаційними організаціями міста (КП «Вінницяводоканал», АТ «Вінницяобленерго», КП «Вінницяміськтеплоенерго», ПАТ «Укртелеком», КП «ВТК»).

- **Формат здачі матеріалів.** Результати надати у вигляді цифрової моделі місцевості (ЦММ) у форматах DWG/DXF (для AutoCAD) та XML (для внесення в кадастрову систему), а також на паперових носіях.

8. Перелік звітних матеріалів. Тут фіксується кінцевий результат виконаних робіт, який виконавець зобов'язаний передати замовнику. Він містить не лише графічні плани (на папері та в цифрових форматах DWG/XML), але й технічний звіт з оцінкою точності вимірювань, каталоги

координат та акти погодження підземних комунікацій з міськими службами.

Приклад. За результатами робіт замовнику передаються:

1. Інженерно-топографічний план М 1:500 (на паперових носіях та у цифрових форматах DWG/XML).
2. Поздовжній профіль траси вулиці та трамвайних колій (масштаб горизонтальний 1:500, вертикальний 1:50).
3. Технічний звіт про виконані інженерно-геодезичні вишукування (пояснювальна записка, схеми ходів).
4. Каталоги координат і висот пунктів планово-висотної геодезичної мережі (ПГМ).
5. Матеріали погоджень (плани мереж з печатками експлуатаційних служб міста або акти звірки).

9. Відомості про наявність матеріалів вишукувань минулих років. Цей пункт інформує про наявність архівних картографічних даних (планшетів, цифрових карт), виконаних попередніми виконавцями. Використання цих матеріалів дозволяє геодезисту не виконувати зйомку «з нуля», а зосередитися на коригуванні (оновленні) змін, що відбулися на місцевості, та перевірці положення підземних комунікацій. Якщо матеріалів немає, то зазначають «відсутні».

Приклад. У роботі використовувати матеріали міського геодезичного фонду, а саме:

- архівні планшети М 1:500 (паперові та цифрові копії) для коригування змін ситуації;
- каталоги координат і висот пунктів міської геодезичної мережі (полігонометрії та реперів) як вихідну основу;
- червоні лінії забудови (координати поворотних точок) згідно з генпланом міста

10. Додатки. Цей розділ містить графічні матеріали, що візуалізують просторові межі об'єкта та зону виконання вишукувань

Приклад. Ситуаційна схема розташування траси.

Оформлення в кінці документу

Підписи сторін

Головний інженер проєкту (ГІП): відповідальний представник проєктної організації.

Відповідальний представник замовника: особа, яка контролює процес з боку замовника.

Завдання 2 вихідні дані для самостійної роботи

1. Вибір та фіксація вихідних даних

Згідно з номером свого варіанта (за списком групи) обрати вихідні дані з таблиці (Додаток Д) та виписати їх у звіт за наведеною формою:

- Назва об'єкта: _____
- Стадія проектування: _____
- Характеристика траси: _____
- Технічні параметри: _____
- Топографічні умови: _____
- Рух транспорту: _____
- Насиченість інженерними комунікаціями: _____
- Нормативна база _____

2. **Визначення категорії складності умов.** Проаналізувати топографічні та ситуаційні фактори заданого об'єкта (рельєф, забудова, рух транспорту, наявність мереж). На основі аналізу та вимог ДБН А.2.1-1-2008 (Додаток Б) визначити категорію складності інженерно-геодезичних вишукувань (I–V категорія) та обґрунтувати свій вибір.

3. **Класифікація об'єкта та Технічне завдання.** Встановити клас (категорію) об'єкта проектування відповідно до чинних нормативних документів, залежно від типу об'єкта у вашому варіанті:

- Для вулиць населених пунктів: визначити функціональну класифікацію (магістральна вулиця загальноміського/районного значення, житлова вулиця тощо) згідно з ДБН В.2.3-5:2018.
- Для автомобільних доріг (поза межами населених пунктів): визначити технічну категорію дороги (I-а, I-б, II, III, IV, V) згідно з ДБН В.2.3-4:2015.

На основі отриманих даних скласти «Технічне завдання на виконання інженерно-геодезичних вишукувань» (за формою, наведеною в Додатку А), заповнивши всі відповідні розділи.

Завдання 3 Тема «Звіт інженерно-геодезичних вишукувань»

Технічний звіт з інженерно-геодезичних вишукувань – це підсумковий документ, що узагальнює результати повного комплексу виконаних польових та камеральних робіт. Він складається з двох основних частин: текстової (пояснювальна записка) та графічної (топографічні плани, поздовжні профілі, схеми планово-висотної основи).

У пояснювальній записці детально описуються фізико-географічні умови району, методики вимірювань, використане обладнання та наводиться математичне оцінення точності отриманих результатів. Графічні додатки візуалізують актуальну ситуацію місцевості, рельєф та просторове положення всіх підземних і надземних комунікацій. Обов'язковим елементом звіту є акти погодження нанесених мереж із

міськими експлуатаційними службами (газ, вода, світло, зв'язок). Звіт підлягає перевірці та реєстрації в органах містобудування та архітектури, після чого стає офіційною юридичною основою для розробки проектної документації.

Приклад виконання завдання 3

Об'єктом виконання топографо-геодезичних робіт є ділянка автомобільної дороги загального користування місцевого значення Вороновиця–Тиврів–Шаргород, км 50+000 – км 65+564, в межах Вінницької області. Місце розташування ділянки автомобільної дороги: Шаргородська громада, Шаргородський район, Вінницька область.

Орієнтовні початок та кінець ділянки мають координати (широта та довгота): 48.8852453 28.2674499 та 48.7714928 28.2168002, відповідно. Топографо-геодезичні роботи виконують відповідно до вимог нормативних документів [5–15]. Схему розташування автомобільної дороги на карті М 1:500 наведено на рис. 1.3.

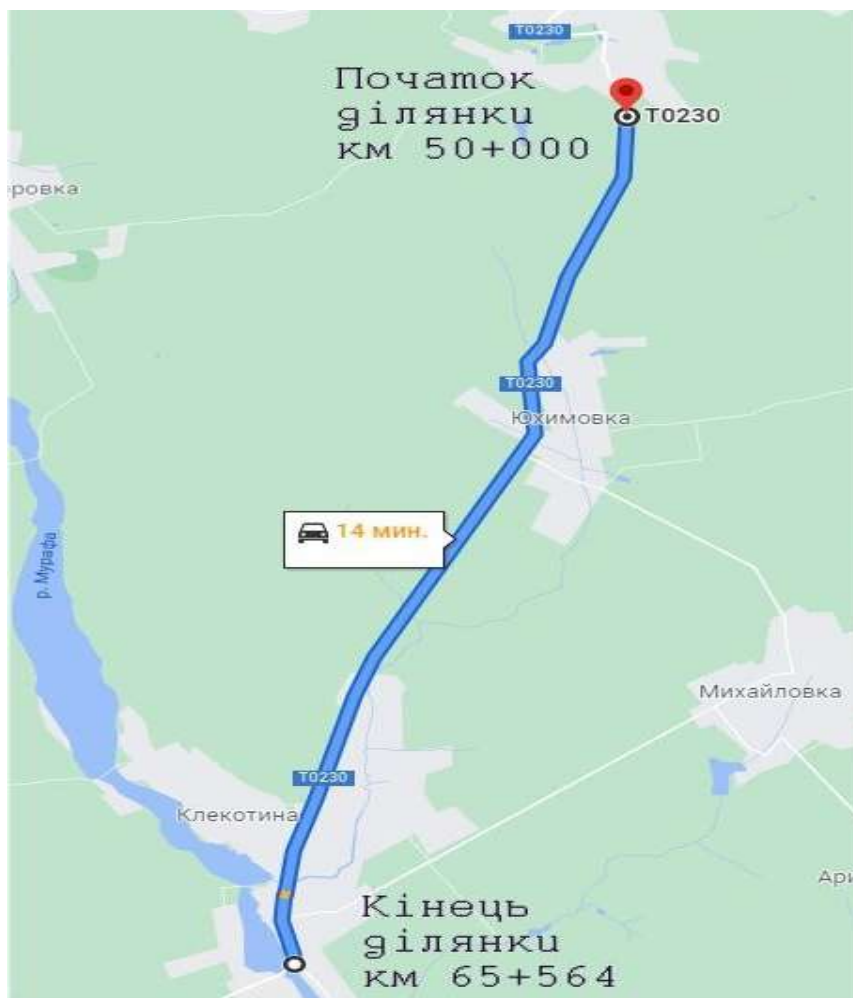


Рисунок 1.3 – Схема розташування об'єкта

Фізико-географічна характеристика

Шаргородський район розташований у південно-західній частині Вінницької області. До його складу входять м. Шаргород та 62 населених пункти, всі вони підпорядковані одній міській і 31 сільським радам. Адміністративний центр – місто Шаргород. Площа району становить 1137 км². Розташований за 90 км від Вінниці і за 27 км від залізничної станції Ярошенка. Населення: 52010 чел. У підпорядкуванні 3 громади: Джуринська, Мурафська та Шаргородська.

Через Шаргородський район протікають невеличкі річки Мурашка, Мурафа, Деревчинка, Вовчанка. На території області поширені ліси з дуба, граба, липи, ясена, клена, в'яза.

Район багатий на будівельні матеріали. Насамперед, на вапняковий камінь, залягання якого виявлено в районі сіл Джурин, Сапіжанка, де вже протягом 70-ти років триває його промисловий видобуток, пісок.

Ґрунти переважно:

- сірі й світло-сірі, опідзолені в центральній частині Вінницької області

- сірі, темно-сірі, світло-сірі, на південному сході й у Придністров'ї - глибокі чорноземи та опідзолені ґрунти.

Клімат помірно континентальний, середня температура січня: -5 °С, середня температура липня: +20 °С; річна кількість опадів: 520–590 мм, з них 80 % випадають в теплий період.

Шаргородський район межує з Тиврівським, Тульчинським, Томашпільським, Чернівецьким, Могилів-Подільським, Муровано-Куриловецьким, Барським та Жмеринським районами.

У районі є дві залізничні станції: Рахни та Ярошенка. Вінницька область багата нерудними корисними копалинами.

Господарське значення мають родовища каолінів і будівельного каменя. Найбільші з них – Глуховецьке родовище каоліну, Турбівське родовище каоліну, Великогадомінецьке родовище каоліну. На території області виявлено близько 50 родовищ гранітів, гнейсів, піщаників, найбільші з них – Витавське, Гніванське, Стрижавське, Жежелівське. Є також родовища фосфоритів (Жванське), крейди, гіпсу, глини, піску.

Паливні ресурси області обмежені і представлені торфом і бурим вугіллям. Ці ресурси мають місцеве значення. На території області відкриті джерела мінеральних вод – в Хмільнику (радонові води), с. Житники, поблизу м. Козятин і в с. Липовці. Таким чином, мінерально-сировинні ресурси Вінницької області створюють гарну базу для швидкого розвитку її промисловості.

За щільністю залізничних колій на одну тисячу квадратних кілометрів території область займає п'яте місце в Україні. Основні залізничні вузли області – Козятин, Жмеринка, Вінниця, Вапнярка, Калинівка, Рудниця, Погребище, Зятківці.

Залізничні вузли поблизу області: Бердичів, Фастів, Котовськ, Христинівка, Гайворон, Голованівськ, Гречани, Старокостянтинів. Вінницька область має інтенсивний рух поїздів далекого сполучення. Зі станцій курсують поїзди до всіх областей України та майже до всіх обласних центрів, окрім Донецька, Луганська, Кропивницького та Сімферополя.

Через область проходять автомобільні магістральні дороги:

- М12 – а/д Стрий - Тернопіль - Кропивницький - Знам'янка – 181,9 км
- М21 – а/д Житомир - Могилів-Подільський – 178,1 км.

Регіональні дороги:

- Р08 а/д Немирів - Ямпіль - 118,6 км
- Р17 а/д Біла Церква - Тетіїв - Липовець - Гуменне – 93,7 км
- Р31 а/д Кременець - Козятин - Ружин – 45,0 км
- Н02 а/д Бердичів - Хмільник - Літин – 58,7 км
- Р36 а/д Немирів - Могилів-Подільський – 107,1 км

Всі населені пункти області зв'язані з районними центрами дорогами з твердим покриттям.

На території району робіт розвинена державна геодезична мережа пунктів, на яких були виконані контрольні вимірювання (рис. 1.4).

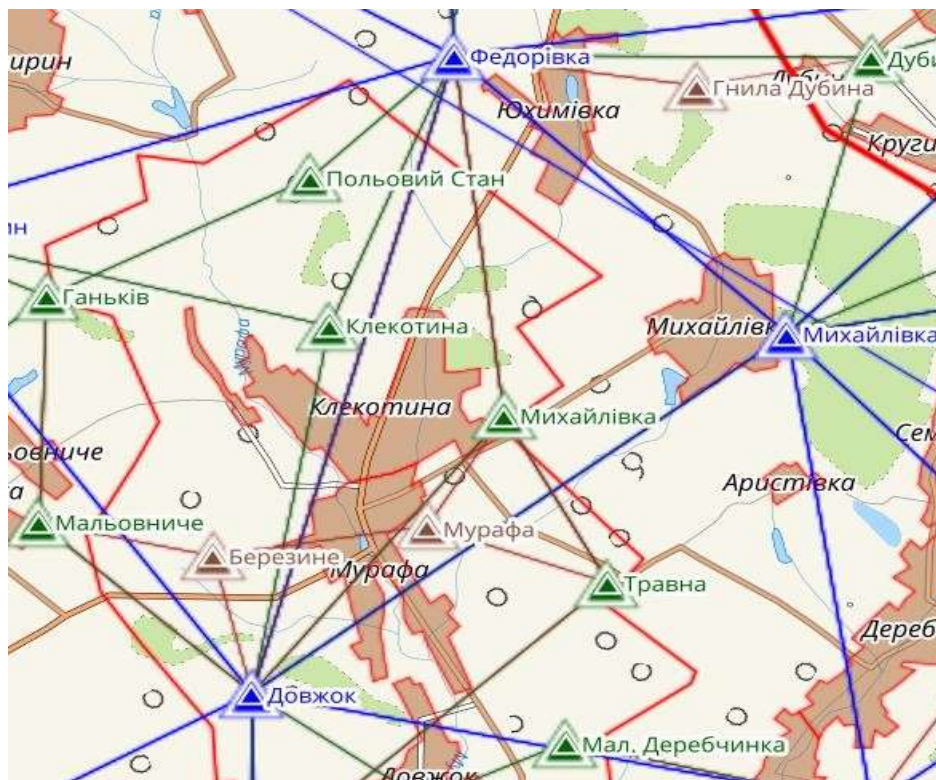


Рисунок 1.4 – Державна геодезична мережа пунктів

Також на території району робіт розвинена мережа GNSS-станцій.

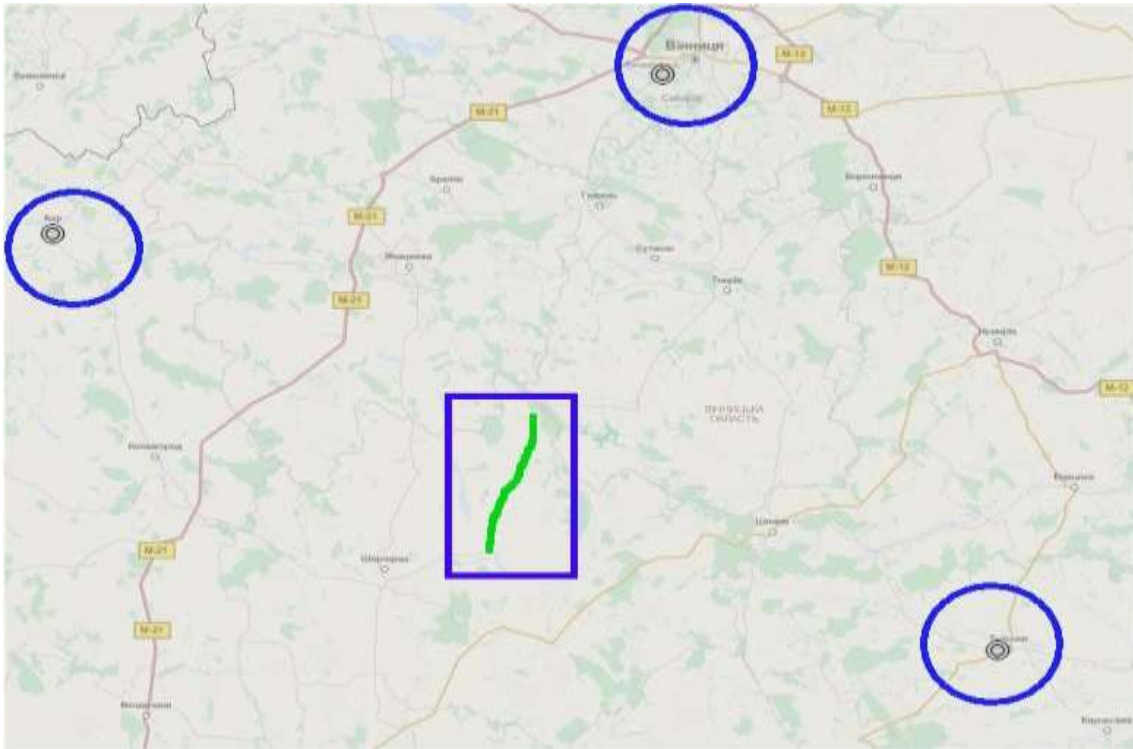


Рисунок 1.5 – Мережа GNSS-станцій.

Топографічне знімання

Топографічна зйомка виконана методом GPS-вимірювань в RTK-режимі за допомогою GNSS приймача Leica GS08plus з контролером Leica CS10 3,5G та GSM- модемом.

Під час виконання топографо-геодезичних вишукувань на об'єкті була використана мережа GNSS-станцій в містах Вінниця, Бар, Тульчин, вказані на схемі.

Відповідно до технічних вимог, автомобільна дорога знімалася поперечниками через кожні 20-25 м з шириною зйомки по 15 м від низу відкосу.

Загальна площа виконаної зйомки становить орієнтовно 64 га.

Висоти в районі робіт коливаються від 225 до 320 метрів над рівнем моря.

В процесі зйомки визначено положення опор ЛЕП та висоти провісів нижніх дротів над віссю дороги, що її перетинають.

Ділянка автомобільної дороги починається від краю населеного пункту Пеньківка, проходить через населені пункти Юхимівка та Клекотина і підходить до річки Мурафа.

З метою забезпечення надійної геодезичної основи для наступних етапів проєктування та безпосереднього дорожнього будівництва, вздовж усього об'єкта траси були закладені закріпні знаки. Відповідно до технічних вимог, через кожний кілометр маршруту були закріплені

тимчасові репери. Повний перелік цих пунктів, їх координати, висотні відмітки та опис місцеположення зведено та наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Список реперів з координатами

Назва	X	Y	H	B	L
RP1	5405072.65	5589592.59	232.67	48.7717157	28.2172418
RP2	5405901.54	5589438.92	238.84	48.7791898	28.2153315
RP3	5406945.58	5589608.79	264.69	48.7885516	28.2178695
RP4	5407971.78	5589902.85	261.38	48.7977350	28.2220945
RP5	5409081.64	5590188.84	246.07	48.8076716	28.2262295
RP6	5409974.32	5590547.29	255.26	48.8156449	28.2313049
RP7	5410962.13	5591038.65	274.92	48.8244538	28.2382126
RP8	5411683.38	5591424.54	281.29	48.8308814	28.2436271
RP9	5411672.62	5591449.71	280.83	48.8307810	28.2439674
RP10	5412645.13	5591959.96	277.24	48.8394487	28.2511333
RP11	5413831.15	5592034.50	268.90	48.8501001	28.2524144
RP12	5414735.79	5592282.69	277.49	48.8581961	28.2559987
RP13	5415703.68	5592575.42	303.08	48.8668539	28.2602055
RP14	5416742.56	5592989.36	310.82	48.8761316	28.2660818
RP15	5417781.79	5593070.51	320.78	48.8854621	28.2674239

Камеральні роботи

Дані з польового накопичувача контролера GNSS приймача були експортовані в текстовому форматі в каталог точок. Отриманий каталог координат та висот точок, разом із докладними польовими абрисами, слугував вихідною базою для виконання комплексу камеральних робіт. На першому етапі було проведено контроль якості польових вимірювань та аналіз отриманої інформації, що дозволило перейти до безпосереднього створення детального топографічного плану масштабу 1:500 на весь об'єкт знімання.

У програмному комплексі AutoCAD було створено цифрову модель місцевості та зведено базовий цифровий топографічний план М 1:500 (рис. 1.6). Для забезпечення максимальної точності та достовірності відображення ситуації, роботи з редагування топлану проводилися у співпраці з безпосередніми виконавцями польових робіт. У процесі обробки було виконано нанесення існуючих інженерних комунікацій,

об'єктів дорожньої інфраструктури та побудову рельєфу (горизонталей) відповідно до діючих умовних знаків для топографічних планів. За результатами камерального трасування та зведення даних було випущено загальний (зведений) файл об'єкта. Для зручності подальшого використання проектною групою підготовлено видавничі оригінали креслень.

Висновок за результатами інженерно-геодезичних вишукувань

Польові топографо-геодезичні роботи (із застосуванням GNSS-обладнання) та їх подальша камеральна обробка виконані в повному обсязі, якісно та відповідно до вимог діючих державних будівельних норм та стандартів та Технічного завдання замовника.

Створений цифровий топографічний план масштабу 1:500 повністю та достовірно відображає поточну ситуацію, рельєф місцевості та наявну інфраструктуру в межах смуги відведення майбутньої дороги, є інженерною підосновою для розробки проектно-кошторисної документації.

Створена планово-висотна основа (закріплена на місцевості мережа тимчасових реперів) забезпечує необхідну геодезичну прив'язку об'єкта та готова для використання будівельними організаціями під час винесення проекту в натуру та виконання земляних і дорожньо-будівельних робіт.

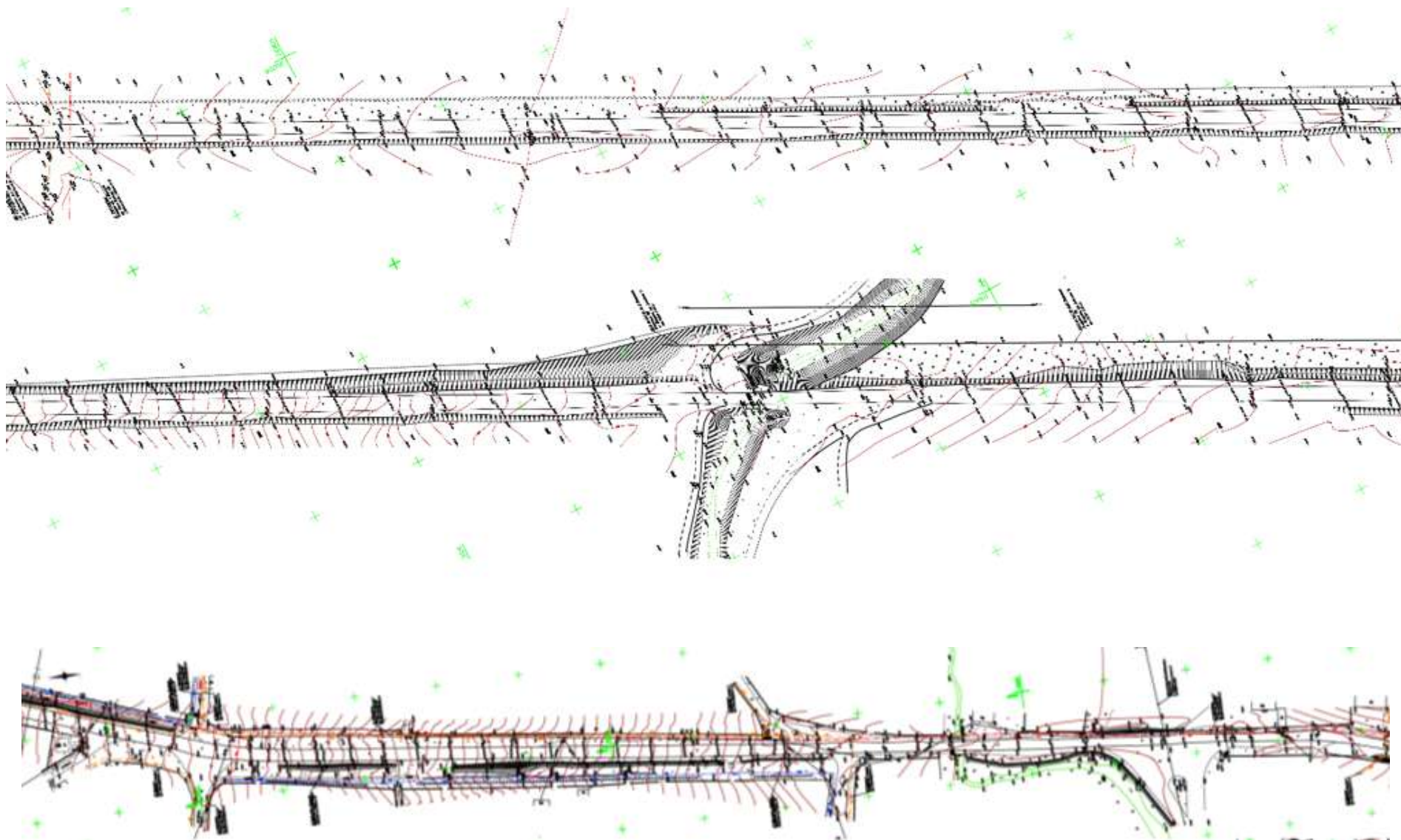


Рисунок 1.6 – Цифровий топографічний план розроблений у програмному комплексі «AutoCAD»

2 ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ ВИШУКУВАЛЬНІ РОБОТИ

Мета: Вивчити та проаналізувати інженерно-геологічні умови території майбутнього будівництва, включно з її геоморфологічними особливостями, стратиграфією, тектонічною структурою, літологічним складом, фізико-механічними властивостями ґрунтів, гідрогеологічними характеристиками та наявними негативними геологічними процесами.

2.1 Загальні відомості

Інженерно-геологічні вишукування проводяться відповідно до затверджені програми, яка формується на основі технічного завдання (додаток Ж), визначення складності інженерно-геологічних умов, складності геотехнічних робіт, рівня попередньої вивченості ділянки та вимог щодо підготовки проєктної документації.

Такі вишукування мають комплексний характер і охоплюють різні види робіт, спрямовані на дослідження геологічної будови, властивостей ґрунтів, гідрогеологічних умов, а також чинників, що впливають на інженерну стійкість території.

Комплекс інженерно-геологічних робіт містить:

- збір, аналіз і систематизацію відомостей про природні умови району та оцінення ступеня його вивченості;
- рекогносцирувальне обстеження місцевості;
- проведення геофізичних досліджень;
- бурові та гірничопрохідницькі роботи;
- виконання геотехнічних вишукувань, що охоплюють лабораторні та польові дослідження;
- гідрогеологічні спостереження;
- стаціонарний моніторинг;
- аналіз інженерно-геологічних процесів і явищ;
- камеральну обробку зібраних даних.

Під час підготовчого етапу збирають, досліджують і узагальнюють інформацію про природні умови району для формування попереднього уявлення про інженерно-геологічні особливості території, визначення категорії складності, обґрунтування напрямів робіт та оптимального обсягу досліджень. Особливе значення має виявлення причин та умов розвитку небезпечних геологічних процесів, а також характеристик специфічних за складом і станом ґрунтів.

Вивчення інженерно-геологічних процесів і явищ виконують на основі аналізу і синтезу інформації, отримуваної на усіх етапах виконання польових, лабораторних і камеральних робіт. За відповідного обґрунтування у програмі виконання робіт передбачають спеціальні види робіт (зокрема аерокосмічна зйомка, стаціонарні наземні спостереження,

фізичні роботи, лабораторні випробування та моделювання). У районах розвитку небезпечних геологічних процесів (карст, суфозія, зсуви, обвали, селі, перероблення берегів водосховищ, озер і рік, сейсмічність тощо) до інженерно-геологічних вишукувань висуваються додаткові вимоги згідно з діючими нормами.

Завершальний етап інженерно-геологічних вишукувань – камеральне опрацювання матеріалів.

Камеральне опрацювання матеріалів передбачає опис, аналіз і моделювання інформації щодо геологічної будови території, властивостей ґрунтів, стану та режиму водоносних систем, а також поширення й інтенсивності інженерно-геологічних процесів і явищ.

На основі польових даних і зібраних матеріалів виконується складання інженерно-геологічної карти – зменшеного відображення на площині геологічних характеристик місцевості, які відібрані, описані та узагальнені згідно з вимогами проєктування, будівництва та експлуатації споруд.

Карти масштабу 1:1 000 000 і дрібніше застосовують для виявлення загальних закономірностей інженерно-геологічних умов і формування робочих гіпотез про геологічну будову великих територій, а також для вибору району будівництва.

Карти масштабів 1:500 000 – 1:50 000 слугують для визначення місць розташування великих промислових і цивільних комплексів, прокладення трас лінійних інженерних споруд та розроблення схем енергетичного використання річок.

Карти масштабів 1:25 000 і крупніших призначені для конкретного вибору ділянок під об'єкти будівництва, підготовки генеральних планів та детального планування населених пунктів.

Підсумкові матеріали камерального опрацювання мають відповідати технічному завданню, програмі виконання робіт і вимогам щодо оформлення звітної документації (додаток Е).

2.2 Практичні завдання

Хід роботи.

1. Отримати технічне завдання (додаток Ж) на виконання інженерно-геологічних вишукувань.
2. Відповідно до отриманого завдання провести оцінювання вивченості та вивчення інженерно-геологічних процесів і явищ, використовуючи карти, атласи та інші джерела інформації.
3. Виконати камеральне опрацювання матеріалів та скласти звіт про виконану роботу.

Приклад роботи. Іженерно-геологічні вишукування для об'єкта: «Капітальний ремонт дорожнього покриття автомобільної дороги загального користування місцевого значення Вороновиця–Тиврів–

Шаргород, км 50+000 – км 65+564, протяжність 10,564 км, Вінницька область»

Проект виконується на стадії робочого проекту. Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 об'єкт належить до класу наслідків СС1 (незначні наслідки).

У межах польових робіт виконано комплекс досліджень, необхідний для отримання інженерно-геологічної та гідрогеологічної інформації; обсяги робіт визначалися геоморфологічними та гідрогеологічними особливостями місцевості.

Відповідно до технічного завдання пробурено 32 свердловини глибиною 0,5 м, 29 свердловин глибиною 3 м та 6 свердловин глибиною 15 м – загалом 193 пог. м. Глибини, кількість та розташування свердловин були погоджені із замовником. Усі свердловини закріплені в планово-висотній системі координат. Для визначення класифікаційних та фізико-механічних показників ґрунту відібрано зразки. Роботи виконувалися ручним і механізованим бурінням, параметри якого вибиралися залежно від призначення свердловин. Після завершення буріння свердловини були тампоновані вибуреною породою.

ВИВЧЕНІСТЬ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ

У геоструктурному відношенні район дослідження розташований у південно-західній частині Українського щита (рис. 2.1). Інженерно-геологічні умови території формуються за рахунок верхньої частини розрізу дочетвертинних відкладів, що у південній зоні представлені породами неогену балтської світи, а на півночі – товщею верхньонеогенових червоно-бурих глин.

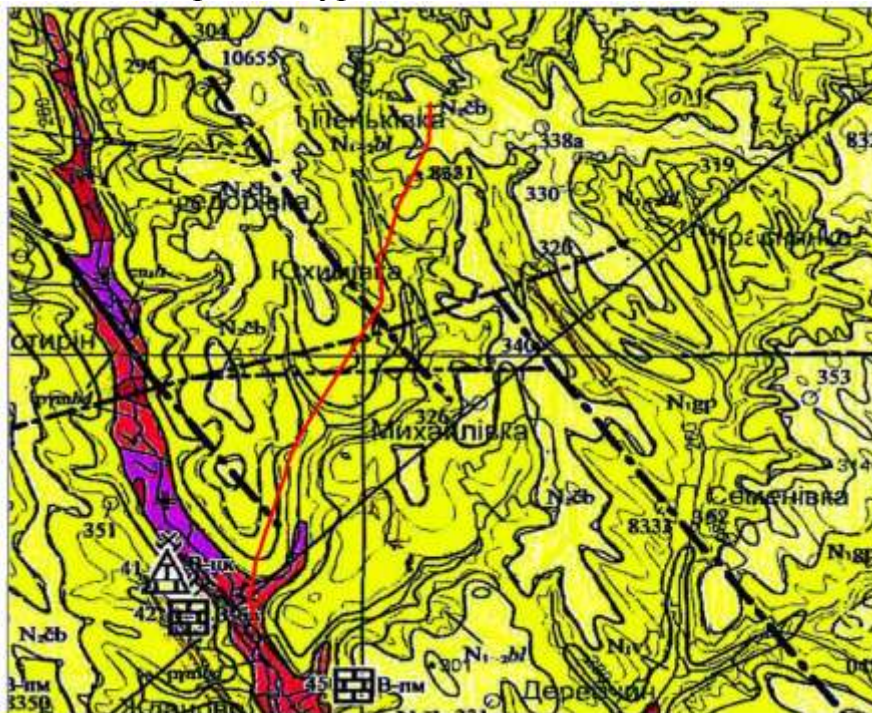


Рисунок 2.1 – Геологічна карта дочетвертинних утворень району
робіт М 1 : 100 000

Неогенова система

Верхній міоцен – нижній пліоцен. Балтські відклади значно поширені в межах Ободівської та Піщанської території і розкриті численними свердловинами та у природних відслоненнях. Вони залягають з розмивом на сарматських породах або місцями безпосередньо на кристалічних породах докембрію. Зверху світа перекривається четвертинними відкладами або червоно-бурими глинами.

Позначка покрівлі змінюється в межах 139–265 м, що свідчить про значний ерозійний розмив у четвертинний час. Потужність зазвичай становить 30–40 м, максимум – 117,7 м. Літологічна будова різноманітна: від пісків у верхній частині до глин у нижній. Породи часто утворюють лінзи та прошарки, які швидко виклинюються.

Верхній пліоцен. Товща червоно-бурих глин. Ці глини є наймолодшими дочетвертинними утвореннями. Вони поширені окремими ділянками на вирівняних вододілах, залягають на балтських відкладах або стратифікованих сумішах глин, пісків і вапняків. Зверху перекриті пізньоплейстоценовими утвореннями, з якими інколи з'єднуються поступовими переходами. Покрівля глин знаходиться на висотах 227–312 м; потужність сягає 25,8 м (у середньому 8–10 м). Породи переважно червоно-бурі, інколи піщанисті, з карбонатними включеннями та дрібноплямистими текстурами. Лінзи вторинних каолінів трапляються в місцях підняття кристалічного фундаменту.

Четвертинна система

Верхній неоплейстоцен. У межах глибини вишукування (до 3 м) залягають елювіально-делювіальні відклади, представлені пилюватими суглинками, глинами та дрібними пісками. Вони утворюють єдиний комплекс, оскільки їх важко розчленувати через неоднорідність розподілу та невелику потужність окремих горизонтів. Ці породи залягають на нео- та пліоценових відкладах, а перекриті сучасними ґрунтами. Потужність змінюється від 0,5 до 7,6 м. Літологія варіює від лесоподібних суглинків до супісків і глин.

Поверх неогенових відкладів у межах досліджуваної території всюди простежується ґрунтово-рослинний шар товщиною 0,2–1,2 м.

Сейсмічність. Відповідно до ДБН В.1.1-12:2014 територія належить до зони з сейсмічністю менше 6 балів за шкалою ДСТУ Б.В.1.1-28.

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ

В адміністративному відношенні площа розташована у Шаргородському р-ні Вінницької області між селами Мурафа і Пеньківка (рисунок 2.2).

Географічне розташування ділянки робіт визначаються координатами, наведеними в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Координати ділянки

№ точки	x	y
1	28°13'0.7"C	48°46'17.9"Пн
2	28°16'2.8"C	48°53'6.9"Пн

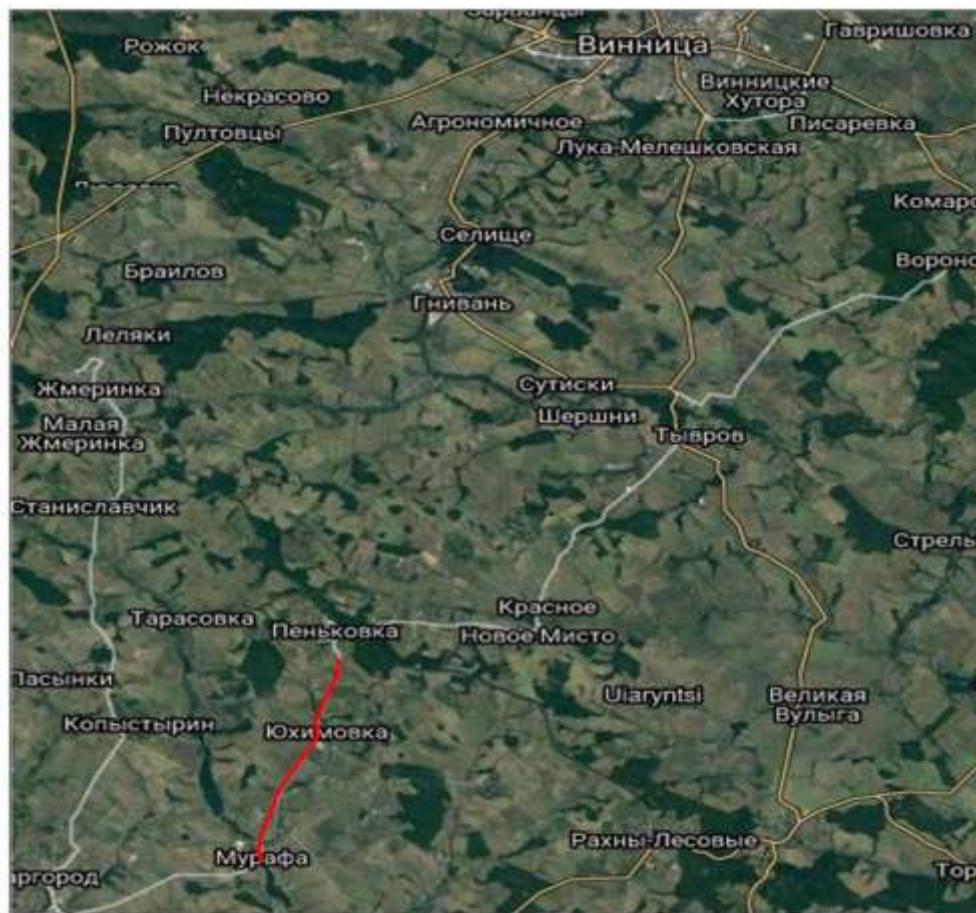


Рисунок 2.2 – Оглядовий план розташування ділянки дослідження.

М 1 : 250 000

Природно-кліматичні умови району робіт

Згідно з дорожньо-кліматичним районуванням території України (ДБН В.2.3-4:2015 додаток Г), ділянка вишукування відноситься до зони II – південної зони. Згідно з районуванням території України за кліматичними умовами роботи асфальтобетонного покриття (ДБН В.2.3-4:2015 додаток Д) відноситься до зони А-2.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 майданчик досліджень знаходиться в I (Північно-західному) архітектурно-будівельному кліматичному районі. Клімат помірно континентальний з відносно м'якою зимою, довгою вологою весною, нежарким літом, відносно сухою осінню.

Кліматичні показники I-го архітектурно-будівельного кліматичного району (згідно з таблицею 1 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010) наведено в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Кліматичні показники

Температура повітря °С				кількість опадів за рік, мм	відносна вологість у липні %	середня швидкість вітру у січні, м/с
середня за		абсолютний мінімум	абсолютний максимум			
січень	Липень					
від -5 до -8	від 18 до 20	від -37 до - 40	від 37 до 40	від 550 до 700	від 65 до 75	від 3 до 4

Середньорічна температура повітря +7.3 °С, Найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0.98 становить -25.0 °С. Найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю 0.99 становить +23.0 °С.

Найтепліший місяць – липень, з середньою температурою +18.7 °С; найхолодніший місяць – січень, з середньою температурою -5.1 °С.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 «Будівельна Кліматологія», таблиця № 2 середні місячні температури повітря та середня температура за рік в районі м. Вінниця наведено в таблиці 2.3:

Таблиця 2.3 – Температура повітря

Середня місячна температура повітря												Середня за рік температура повітря °C
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-5.1	-3.8	0.5	8.1	14.2	17.2	18.7	18.0	13.3	7.6	1.8	-2.9	7.3
Середня добова амплітуда повітря												
6.2	6.1	7.1	9.7	11.2	10.9	10.8	11.2	10.6	8.7	5.5	5.0	

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 «Будівельна Кліматологія», таблиця № 4 переважний напрям вітру, його повторюваність та середня швидкість вітру за рік в районі м. Вінниця наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Переважний напрямок вітру, його повторюваність, %

Найменування характеристик	Величина
Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери, А	200
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середньорічна роза вітрів, %	
П	12
ПС	8
С	10

Продовження таблиці 2.4

Найменування характеристик	Величина
ПдС	12
Пд	14
ПдЗ	12
З	14
ПЗ	18
Швидкість вітру (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої становить 5 %, U^* , м/с	10-11

Кліматологічну характеристику відносної вологості зовнішнього повітря для м. Вінниця наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Відносна вологість зовнішнього повітря для м. Вінниця

Відносна вологість зовнішнього повітря												Середня за рік відносна вологість , %
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	77
Середня місячна												
85	83	79	70	66	71	73	72	76	80	86	87	
Середня добова амплітуда відносної вологості												
8	12	20	30	35	33	35	36	33	25	11	7	

Дати переходу середньодобової температури:

через 8 °С – 14.IV – навесні і 14.X – восени;

через 10 °С – 23.IV – навесні і 3.X – восени.

Дати утворення і руйнування стійкого снігового покриву наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Дати утворення і руйнування стійкого снігового покриву

Станція	Число днів із сніговим покривом	Дати появи снігового покриву	Дати утворення стійкого снігового покриву	Дати руйнування стійкого снігового покриву	Дати сходу снігового покриву	Відсоток зим з відсутністю стійкого снігового покриву
Вінниця	89	10.XI	3.XII	14.III	27.III	19

Згідно з ДБН В.2.1-10-2009 глибина промерзання для суглинків і глини – 79 см, для піску дрібного – 96 см.

За даними, наведеними в Додатках ДБН В.1.1-12:2006 «Будівництво у сейсмічних районах України», район вишукувань відноситься до зони інтенсивності струсів для середніх ґрунтових умов за шкалою MSk-64 – 5 балів (карта ЗСР 2004-А – імовірність 10 % перевищення сейсмічної інтенсивності протягом 50 років, або один раз за 500 років) і 6 балів (карта ЗСР 2004-В – імовірність 5 % перевищення сейсмічної інтенсивності протягом 50 років, або один раз на 1000 років і карта ЗСР-2004-С – імовірність 1 % перевищення сейсмічної інтенсивності протягом 50 років, або один раз за 5000 років).

Орогідрографія

В геоморфологічному відношенні ділянка вишукування розташована у межах Вапнярської акумулятивно-денудаційної горбистої, увалистої, сильнорозчленованої рівнини, що входить до підобласті Балтської акумулятивно- денудаційної давньодельтової рівнини на неогенових відкладах, яка, є складовою Волинсько-Подільської області пластово-денудаційних височин Східноєвропейської полігенної рівнини. На території, що в орогідрографічному стосунку приурочена до водорозподільного плато річок Дніпро і Південний Буг. Плато пересічене густою балковою мережею. Абсолютні відмітки поверхні становлять 200 – 335 м; ухили основної частини поверхні: 2 – 8 %, схилів балок: 10 – 40 %. По дну балок протікають невеличкі струмки, стік яких в окремих місцях зарегульовано ставками.

Ділянка автодороги характеризується слабогорбисто-рівнинним рельєфом без різких перепадів. Абсолютні відмітки коливаються від 220 до 320 м.

Тип місцевості за характером і ступенем зволоження – 1-ий, в понижених частинах рельєфу – 2-ий.

Виходячи з вимог ДБН 360- 92, виділяються три види факторів забудови:

I тип – сприятливі для будівництва; займають водороздільне плато з ухилами рельєфу до 10 %; глибина ґрунтової води 3,0 – 25,0 м, амплітуда сезонного коливання РГВ до 2,5 м; основою фундаментів є маловологі суглинки, піски, глини. Суглинки місцями просідаючі. Умовний розрахунковий тиск на ґрунти 2,0–2,5 кгс/см². У випадку будівництва на просідаючих ґрунтах необхідно передбачати заходи, рекомендовані ДБН В.1.1-5-2000.

II тип – території, що малопридатні для забудови; займають схили балок з ухилами 10–20 % і глибиною ґрунтових вод до 3,0 м; склад схилів: маловологі суглинки, піски і глини. Умовний розрахунковий тиск на ґрунти 2,0–2,5 кгс/см²; сюди віднесені також схили балок з вклинюванням джерел і мочарів, їх склад – вологі суглинки і глини,

умовний розрахунковий тиск на них до 1,0–1,5 кгс/см². Під час будівельного освоєння названих територій необхідні заходи з планування поверхні та відводу поверхневої води.

ІІІ тип – території, що несприятливі для забудови. Вони займають круті схили балок з ухилами більше 20 %, схили зсувонебезпечні і зсувні, днища балок і порушені ділянки. Для освоєння цих територій під забудову необхідно провести комплекс заходів з планування поверхні рекультивації території, протизсувних робіт.

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ

Ділянка робіт за сукупністю факторів, вказаних в ДБН А.2.1-1-2014, відноситься до І (прості) категорії складності інженерно-геологічних умов.

Досліджена товща ґрунтів за генезисом, номенклатурною ознакою й властивостями, відповідно до вимог ДСТУ Б В. 2.1-5 (ГОСТ 20522) розділена на 11 інженерно-геологічних елементів, у межах яких товща є статистично однорідною за складом й властивостями. Одинадцять інженерно-геологічних елементів: ІГЕ-1-11 виділені відповідно до їх віку, генезису та закономірностей у зміні характеристик ґрунту в плані та за глибиною для коефіцієнтів варіації характеристик пористості та вологості до 0,15 та коефіцієнтів варіації характеристик для модуля деформації до 0,30 .

Зверху вниз відповідно подані ІГЕ:

1. *tH* – щебнево-пісчані ґрунти, насипні (29-в);
2. *vdP_{III}bg* – суглинки легкі, пілуваті, темно-коричневі, бурожовті, тверді (35-в);
3. *vdP_{III}bg* – суглинки важкі, пілуваті, коричневі, напівтверді (35-в);
4. *vdP_{III}bg* – глини легкі, пілуваті, коричневі, напівтверді;
5. *vdP_{III}bg* – глини легкі, пілуваті, чорні, м'якопластичні, записочені (8-а);
6. *vdP_{III}bg* – суглинки важкі, пілуваті, буро-коричневі, тугопластичні;
7. *vdP_{III}bg* – глини легкі, пілуваті, світло-коричневі, тугопластичні;
8. *vdP_{III}bg* – суглинки, легкі, пілуваті, чорні, м'якопластичні;
9. *vdP_{III}bg* – супіски легкі пісчані, чорні, водонасичені, текучі;
10. *vdP_{III}bg* – суглинки, легкі пілуваті, чорні, водонасичені, текучі;
vdP_{III}bg – глина, легка пілувата чорна, тугопластичні. 11а. *vdP_{III}bg* – глина, легка пілувата чорна, мякопластична

Нормативні та розрахункові значення показників фізико-механічних властивостей досліджуваних ґрунтів наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Нормативні і розрахункові значення показників фізико-механічних властивостей ґрунтів

Найменування показників			ІГЕ-2	ІГЕ-3	ІГЕ-5
			Суглинки	Суглинки	Глини
Природна вологість, %		W	0.15	0.20	0.51
Границя пластичності, %		W _l	0.31	0.34	0.57
Границя розкочування, %		W _p	0.19	0.19	0.33
Число пластичності		I _p	0.12	0.15	0.24
Щільність вологого ґрунту, г/см ³		ρ	1.76	1.92	1.64
Щільність сухого ґрунту, г/см ³		ρ _d	1.53	1.60	1.09
Щільність часток ґрунту, г/см ³		ρ _s	2.70	2.70	2.52
Щільність водонасиченого ґрунту, г/см ³		ρ _{SA} T	-	-	-
Пористість, %		n	43.48	40.74	56.64
Коефіцієнт пористості		e	0.76	0.69	1.32
Показник консистенції		I _l	-0.37	0.07	0.75
Ступінь вологості		S _r	0.53	0.79	0.97
Втрати при проколюванні, %					
Гранулометричний склад, %		2,0-1,0мм		1	
		1,0-0,5мм	1.50	0.00	1.00
		0,5-0,25мм	2.50	1.00	2.00
		0,25-0,1мм	7.00	2.00	7.00
		0,1-0.05мм	15.50	21.00	14.00
		0,05-0.01мм	43.00	44.00	34.00
		0,01-0.005мм	11.00	9.00	15.00
		<0,005мм	19.50	23.00	27.00
Кут внутрішнього тертя, градус		при φ ^н	23	24	7
Питоме зчеплення, кПа		<u>W</u> c ^н	25	29	29
Модуль деформації, МПа		W _{sat} E	16	17	7
Довірча вірогідність при α=0,85 за несучою здатністю	Питома вага, кН/м ³	γ'	17,2	18,8	16,1
	Кут внутр. тертя, град	φ'	19	208	6
	Зчеплення кПа	c'	16	19	19

Продовження таблиці 2.7

Найменування показників				Суглинки	Суглинки	Глини
Довірча вірогідність при $a=0,95$ по деформації	Питома вага, кН/м^3		γ''	17,6	19,2	16,4
	Кут внутр. тертя, град		φ''	23	23.60	7
	Зчеплення кПа		c''	25	28.60	29

ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ

Гідрогеологічні умови району робіт визначаються переважно геологічною будовою та фізико-географічними факторами. Відповідно до структурного гідрогеологічного районування, ділянка приурочена до Подільського району, що входить до складу західної частини області масиву тріщинних вод Українського щита. Його характерною особливістю є неглибоке залягання водоносних горизонтів у кристалічних породах і приповерхнєве – в осадовій товщі. Район відзначається досить сприятливими умовами живлення і накопичення підземних вод завдяки кліматичним факторам і особливостям літологічного складу водовмісних порід. Значна розчленованість сучасної поверхні, а також невитриманість по площі водотривких порід сприяють підвищеному поверхневому і підземному стоку вод, що зумовлює інтенсивний водообмін у зоні дренального впливу місцевої річкової мережі.

Ґрунтові води зафіксовані колодзями на глибині 3,0 – 25,0 м, у балках – 0,5 – 1,5 м.

Під час проведення інженерно-геологічних робіт (23.10.2021 р) підземні води на ділянці робіт зустрінуті на понижений ділянці рельєфу (ПК 12+300 – 12+600) по свердловинах с 34/1 – с. 37/4 на глибинах 2,3 – 3,3 м від поверхні.

3 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНІ ВИШУКУВАННЯ

Мета: визначити інтенсивність руху дорожніх транспортних засобів, розрахувати загальний мінімальний модуль пружності конструкції дорожнього одягу, розробити картку оперативного обліку руху.

3.1 Загальні відомості

Техніко-економічні вишукування – це комплекс досліджень і розрахунків, спрямованих на обґрунтування параметрів автомобільної дороги з урахуванням існуючих і перспективних транспортних навантажень, економічної доцільності та нормативних вимог.

Техніко-економічні вишукування є ключовим етапом підготовки проєктних рішень у дорожньому будівництві. Вони забезпечують науково обґрунтований підхід до визначення параметрів автомобільної дороги, враховують перспективу розвитку транспортних потоків та дозволяють забезпечити довговічність, економічність і безпеку функціонування дорожньої мережі.

Основними завданнями техніко-економічних вишукувань є:

- визначення фактичної та перспективної інтенсивності руху;
- встановлення категорії автомобільної дороги;
- прогнозування транспортного навантаження;
- обґрунтування конструкції дорожнього одягу;
- визначення мінімального необхідного модуля пружності;
- оцінювання ефективності проєктних рішень

Інтенсивність руху дорожніх транспортних засобів

Основним показником, за яким визначаються параметри автомобільних доріг, є інтенсивність руху дорожніх транспортних засобів.

Мета підрахунку інтенсивності руху автотранспорту – отримати достовірну кількісну характеристику транспортного потоку для прийняття обґрунтованих інженерних, планувальних та управлінських рішень.

Інтенсивність руху – це кількість транспортних засобів, що проходять через поперечний переріз дороги за одиницю часу.

Розрізняють:

- годинну інтенсивність q (авт./год);
- добову інтенсивність $N_{\text{доб}}$ (авт./добу);
- середньорічну добову інтенсивність.

Саме середньорічна добова інтенсивність є основним показником для:

- визначення категорії дороги;

- призначення кількості смуг руху;
- вибору типу дорожнього одягу;
- розрахунку пропускної здатності.

Зростання транспортних потоків зумовлене:

- розвитком населених пунктів;
- зростанням обсягів вантажних перевезень;
- підвищенням рівня автомобілізації;
- розвитком логістичних маршрутів.

Картка оперативного обліку – це первинний документ, що фіксує:

- дату та час спостереження;
- тривалість обліку;
- інтенсивність руху по категоріях ТЗ;
- перерахунок на годинну та добову інтенсивність.

Вона є основою для:

- визначення середньорічної добової інтенсивності;
- аналізу структури транспортного потоку;
- прогнозування розвитку руху;
- прийняття проектних рішень.

3.2 Практичні завдання

Для визначення існуючої інтенсивності руху у лютому 2025 року були проведені візуальні обліки інтенсивності руху дорожніх транспортних засобів відповідно до М 218-05416892-409-2004 «Методики економічних вишукувань для проектування автомобільних доріг», яка затверджена Державною службою автомобільних доріг України у 2004 році.

Згідно з виконаним обліком руху дорожніх транспортних засобів існуюча інтенсивність руху на ділянці км 50+000 – км 65+564 автомобільної дороги Вороновиця - Тиврів - Шаргород становить 1519 авт./добу.

Відповідно до МР А.2.1-218-02070915-729:2008 «Методичні рекомендації з визначення існуючої та прогнозування перспективної інтенсивності руху» перспективна середньорічна добова інтенсивність руху за типами дорожніх засобів в обох напрямках визначається за формулою:

$$t = N_0 \times (1 + \beta)^t, \quad (3.1)$$

де Nt – перспективна середньорічна добова інтенсивність руху за типами дорожніх транспортних засобів (вантажні автомобілі, легкові автомобілі, автобуси) в обох напрямках, авт./д;

N_0 – існуюча середньорічна добова інтенсивність руху за типами дорожніх транспортних засобів (вантажні автомобілі, легкові автомобілі,

автобуси) в обох напрямках, авт./д;

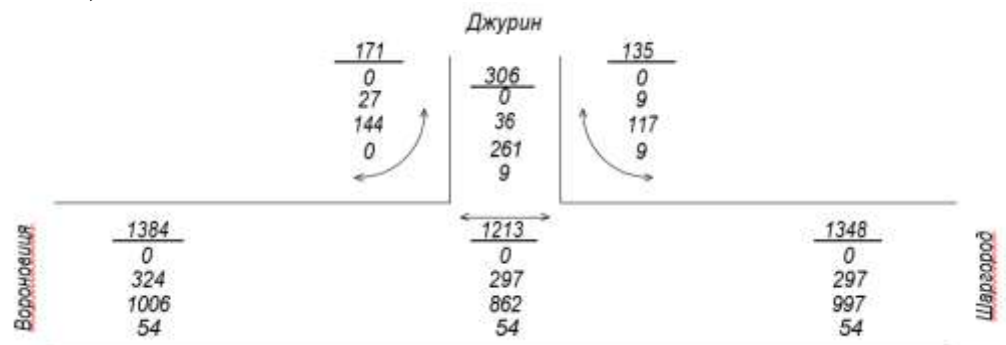
β – коефіцієнт очікуваного щорічного приросту інтенсивності руху залежно від типу дорожнього транспортного засобу;

t – рік, на який розраховується інтенсивність руху.

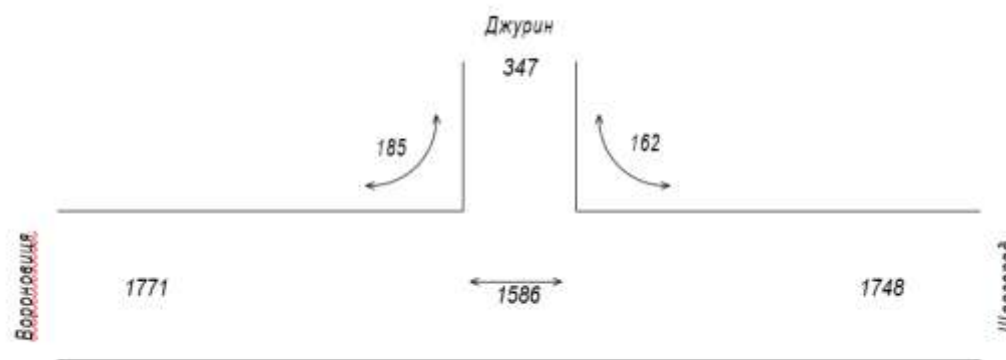
Враховуючи аналіз даних інтенсивності руху автотранспорту в районі протяжності цієї ділянки дороги, щорічний приріст інтенсивності руху взято 2,5 %.

У зв'язку з очікуваним зростанням перевезень пасажирів та вантажів інтенсивність руху до 2037 року зросте до 2146 авт/добу, що відповідає 2731 авт/добу, приведених до легкового автомобіля.

Розподіл інтенсивності руху дорожніх транспортних засобів на автомобільній дорозі Вороновиця - Тиврів - Шаргород на ділянці км 50+000 – км 65+564 за 2025 рік, на рік капітального ремонту (2037 р.) і на перспективу (2043 р.) у транспортних одиницях та у приведених до легкового автомобіля подано на схемі розподілу інтенсивності руху (рис. 3.1, 3.2).



у транспортних одиницях, авт/добу



в одиницях, приведених до легкового автомобіля, авт/добу

Умовні позначення:

середньорічна добова інтенсивність руху

Разом – 1519 авт/добу

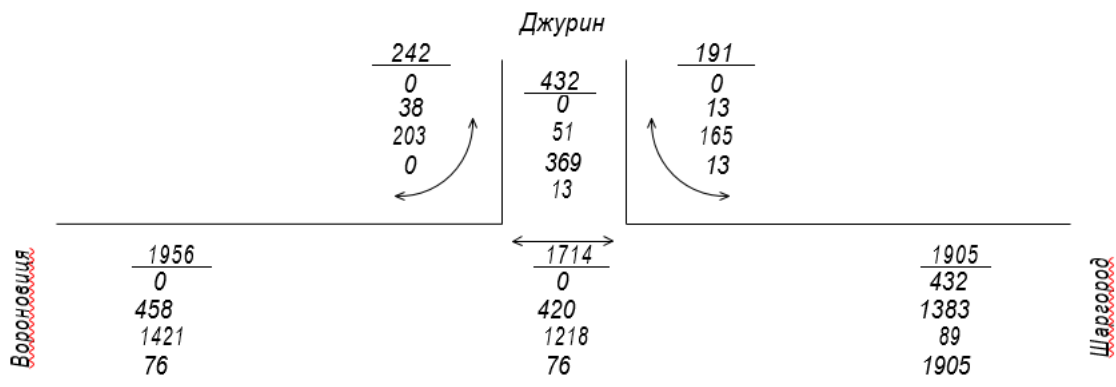
автопоїзди – 0 авт/добу

вантажні автомобілі – 333 авт/добу

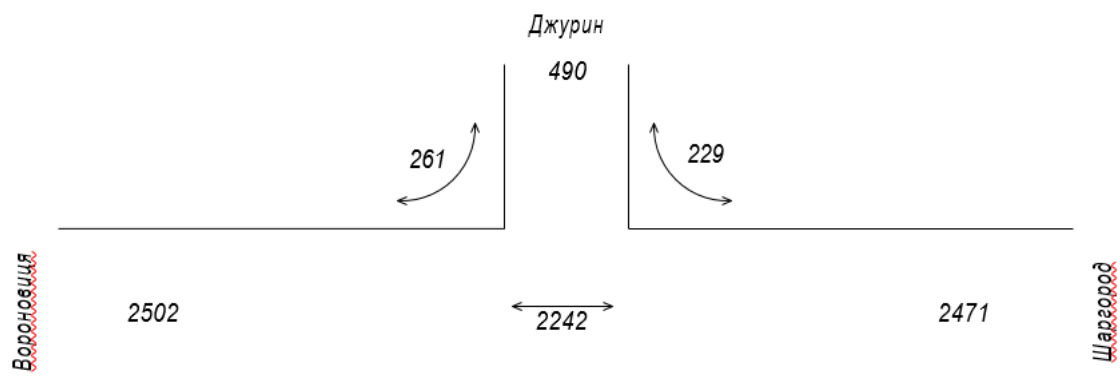
легкові автомобілі – 1123 авт/добу

автобуси – 63 авт/добу

Рисунок 3.1 – Розподіл інтенсивності руху на 2025 р.



у транспортних одиницях, авт/добу



в одиницях, приведених до легкового автомобіля, авт/добу

Умовні позначення:

середньорічна добова інтенсивність руху

Разом – 2489 авт/добу

автопоїзди – 0 авт/добу

вантажні автомобілі – 546 авт/добу

легкові автомобілі – 1840 авт/добу

автобуси – 103 авт/добу

Рисунок 3.2 – Розподіл інтенсивності руху на 2044 р.

Обґрунтування загального мінімального модуля пружності конструкції дорожнього одягу

Розрахунок мінімального потрібного модуля пружності дорожнього одягу нежорсткого типу виконано відповідно до ГБН В.2.3-37641918-559:2019 «Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування». Строк експлуатації дорожнього одягу між капітальними ремонтами визначено згідно з ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги». Розрахунок мінімального потрібного модуля пружності виконано на 2037 рік.

$$p = 0,7 \cdot p \cdot K_c \cdot TT_{\text{рдр}} \cdot K_{nn}$$

$$K_c = \frac{q^{T_{\text{сл}}} - 1}{q - 1} = \frac{1,025^{14} - 1}{1,025 - 1} = 16,5189$$

$$p = 15,60$$

$$TT_{\text{рдр}} = 135 \text{ (табл. 6.4 ГБН В.2.3-37641918-559:2019)}$$

$$K_{nn} = 1,38 \text{ (табл. 6.5 ГБН В.2.3-37641918-559:2019)}$$

$$p = 0,7 \cdot 16,5189 \cdot 135 \cdot 1,38 \cdot 15,60 \approx 33598,73$$

$$E_{\text{потр}} = 42,843 \cdot \sum p - 315,68 = 42,843 \cdot \sum (33598) - 315,68 = 131 \text{ МПа}$$

Отже, приймаємо потрібний модуль пружності 225 МПа для капітального типу дорожнього одягу.

Картку оперативного обліку руху Вороновиця - Тиврів - Шаргород наведено в таблиці 3.1 на 24 лютого 2025 р., вівторок.

В таблиці наведено дані про середньорічну добову інтенсивність руху, інтенсивність руху за типами транспортних засобів, інтенсивність руху за годину, за добу.

Таблиці 3.1 – Картка оперативного обліку руху Вороновиця - Тиврів - Шаргород

Час обліку від 10:00 до 11:00	Тривалість обліку, хв	Інтенсивність руху за час обліку		Інтенсивність руху за годину, авт/год	Інтенсивність руху за добу, авт/добу	Середньорічна добова інтенсивність руху, авт/добу
		за типами транспортних засобів	Разом			
1	2	3	4	5	6	7
В обох напрямках	60	Легкові автомобілі	125	125	1868	1123
	60	Вантажні автомобілі до 1 т	3	3	45	27

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
В обох напрямках	60	Вантажні автомобілі від 1 до 2 т	11	11	164	99
	60	Вантажні автомобілі від 2 до 6 т	18	18	269	162
	60	Вантажні автомобілі від 6 до 8 т	3	3	45	27
	60	Вантажні автомобілі від 8 до 14 т	2	2	30	18
	60	Вантажні автомобілі понад 14 т	0	0	0	0
	60	Автопоїзди до 12 т	0	0	0	0
	60	Автопоїзди від 12 до 20 т	0	0	0	0
	60	Автопоїзди від 20 до 30 т	0	0	0	0
	60	Автопоїзди понад 30 т	0	0	0	0
	60	Автобуси	7	7	105	63
		Всього	169	169	2526	1519

На основі підрахунку інтенсивності руху автотранспорту можна вирішити такі задачі:

- **проектувати та реконструювати дороги** (визначення категорії дороги, кількості смуг, типу покриття, ширини проїжджої частини);
- **розраховувати дорожній одяг** (навантаження від транспорту прямо впливають на вибір конструкції та термін служби покриття);
- **організовувати безпечний дорожній рух** (світлофорне регулювання, знаки, розмітка, пішохідні переходи, кільцеві розв'язки);
- **оцінювати пропускну здатність і рівень завантаженості** (виявлення заторів, «вузьких місць», пікових годин);
- **планувати заходи з підвищення безпеки руху** (аналіз ДТП у зв'язку з інтенсивністю та складом потоку);
- **прогнозувати розвиток транспортної мережі** (зміни інтенсивності в часі, вплив нової забудови чи інфраструктурних проєктів);
- **оцінювати екологічний та соціальний вплив** (шум, викиди, вплив на житлову забудову).

4 ЕКОНОМІЧНІ ВИШУКУВАННЯ

Мета: сформувати у здобувачів здатність застосовувати матеріали економічних вишукувань для розв'язання задач оптимального планування транспортної мережі, зокрема навчити будувати найкоротшу (оптимальну) пов'язувальну мережу для заданого набору точок, а також визначати доцільні додаткові вузлові точки й додаткові ланки з урахуванням ефективності транспортних зв'язків і економічних критеріїв.

4.1 Загальні відомості

Економічні вишукування спрямовані на збирання, систематизацію, опрацювання та аналіз вихідної інформації, необхідної для обґрунтування розвитку мережі автомобільних доріг з позицій національної економіки. Їх метою є визначення економічної доцільності будівництва або реконструкції автомобільних доріг, встановлення пріоритетності реалізації об'єктів та раціональної послідовності виконання робіт як для мережі загалом, так і для окремих доріг і штучних споруд [16].

Економічні вишукування є обов'язковою складовою підготовчих робіт для всіх об'єктів нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту автомобільних доріг.

Залежно від масштабу об'єкта та меж проєктування розрізняють:

мережні економічні вишукування – виконуються під час розроблення схем розвитку дорожньої мережі;

титульні економічні вишукування – проводяться в процесі підготовки техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), техніко-економічних розрахунків (ТЕР) та визначення техніко-економічних показників конкретних об'єктів.

Мережні економічні вишукування

Мережні вишукування здійснюються з метою формування схем розвитку автомобільних доріг адміністративних районів, областей або держави загалом (Генеральна схема розвитку мережі).

Головним завданням таких робіт є визначення перспектив розвитку дорожньої мережі на певній території для подальшого планування проєктно-вишукувальних робіт і капітального будівництва. У цьому випадку враховуються:

- тенденції розвитку продуктивних сил регіону;
- потреби у транспортному забезпеченні економіки та населення;
- необхідна пропускна спроможність мережі;
- обсяги та етапність капітальних вкладень;
- раціональність формування транспортних зв'язків.

У межах схем обґрунтовуються техніко-економічні рекомендації щодо будівництва або реконструкції окремих доріг, визначаються потреби у матеріальних ресурсах та оцінюється економічна ефективність інвестицій – як для всієї мережі, так і для її окремих елементів.

Залежно від завдань планування схеми можуть розроблятися окремо для різних категорій доріг, зокрема:

- магістральних і регіональних доріг державного значення;
- територіальних, районних і сільських доріг місцевого значення;
- доріг, що забезпечують внутрішньогосподарські перевезення.

Схеми розвитку дорожньої мережі формують на перспективу 5–20 років. Вони є базовим документом для подальшого планування будівництва, реконструкції та підготовки ТЕО і ТЕР.

Титульні економічні вишукування

Економічні вишукування для розроблення ТЕО і ТЕР мають на меті отримання та аналіз даних, необхідних для вибору оптимального варіанта реалізації конкретного об'єкта.

У процесі виконання цих робіт:

- визначається доцільний напрямок проходження дороги;
- вибирається траса;
- уточнюється місце розташування мостів, шляхопроводів та інших споруд;
- обґрунтовуються основні проєктні рішення;
- розраховується орієнтовна вартість будівництва або реконструкції;
- визначається черговість реалізації;
- оцінюється народногосподарська ефективність інвестицій.

За потреби можуть виконуватися додаткові економічні вишукування для уточнення вихідних даних під час проєктування окремих ділянок доріг або інженерних споруд (мостів, транспортних розв'язок тощо).

Етапи виконання економічних вишукувань

Економічні вишукування здійснюються у два послідовні етапи:

1. Збір вихідних даних – накопичення економічної та технічної інформації.

2. Оброблення та аналіз матеріалів – визначення розрахункових показників для подальшого обґрунтування проєктних рішень.

На першому етапі збираються матеріали, що характеризують:

- структуру та перспективи розвитку продуктивних сил регіону;
- напрямки та обсяги транспортних зв'язків;
- вантажні та пасажирські перевезення;
- інтенсивність і режим руху транспортних засобів;

- інші фактори, які впливають на технічні параметри доріг і ефективність капітальних вкладень.

Другий етап передбачає формування розрахункових техніко-економічних показників, необхідних для:

- обґрунтування загальної стратегії розвитку дорожньої мережі;
- прийняття конкретних рішень щодо окремих об'єктів будівництва або реконструкції.

4.2 Практичні завдання

Задача 1. Вихідні дані наведено на рисунку 4.1 (Додаток И) – розташування кореспондувальних точок та в таблиці 4.1 – матриця транспортних зв'язків.

4 О

О 2

6 О

3 О

5 О

О 1

Рисунок 4.1 – План розташування кореспондувальних точок

Таблиця 4.1 – Матриця транспортних зв'язків

Кореспондувальні точки	Відстані між кореспондувальними точками в км вантажонапруженість між цими точками, тис.т / рік					
	1	2	3	4	5	6
1	X	<u>21.2</u> -	<u>18.3</u> 95,4	<u>42.1</u> 78,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>35.1</u> -
2		X	<u>19.0</u> 135,2	<u>23.1</u> 21,3	<u>35.2</u> -	<u>36.3</u> 33,2
3			X	<u>14.2</u> 76,4	<u>15.4</u> 21,9	<u>17.5</u> 45,3
4				X	<u>27.2</u> -	<u>14.3</u> 64,3
5					X	<u>16.2</u> 34,2
6						X

Методика виконання

1. Побудову найкоротшої пов'язувальної мережі починають із вибору тієї **кореспондувальної точки**, яка має найбільший сумарний обсяг транспортних зв'язків.
2. Для цього для кожної кореспондувальної точки підраховують **сумарний обсяг вантажних перевезень** шляхом додавання величин вантажнапруженостей між цією точкою та усіма іншими, як це показано в таблиці 4.2 для кожного пункту.
3. Визначають ту кореспондуючу точку, **сума вантажних перевезень, у якій є найбільшою**, що і вказує на її пріоритетність для початку побудови мережі.
4. Схему підрахунків та відповідні дані обчислень розміщують у таблиці 4.2, де відображено розрахункові значення сумарних вантажних потоків для кожної кореспондувальної точки.
5. Вибрана кореспондувальна точка з максимальним обсягом вантажних перевезень визначає **вихідну позицію** для подальшого формування оптимальної пов'язувальної мережі доріг [21].

Для точки 4:

$$\Sigma Q_4 = 78,4 + 21,3 + 76,4 + 64,3 = 240,4 \text{ (тис. т)}$$

В таблицю 4.3 зведено результати усіх підрахунків.

Таблиця 4.2 – Схема визначення сумарних вантажних перевезень

Кореспонду- вальні точки	1	2	3	4	5	6	ΣQ (тис.т)
1	X ↓	↓	↓	↓	↓	↓	193,3
2		X ↓	↓	↓	↓	↓	194,7
3			X ↓	↓	↓	↓	382,2
4				X ↓	↓	↓	240,4
5					X ↓	↓	75,6
6						X ↓	177

Таблиця 4.3 – Сумарний обсяг вантажних перевезень

Кореспонду- вальні точки	1	2	3	4	5	6	ΣQ (тис.т)
1	X	$\frac{21.2}{-}$	$\frac{18.3}{95,4}$	$\frac{42.1}{78,4}$	$\frac{26.5}{19,5}$	$\frac{35.1}{-}$	193,3
2		X	$\frac{19,0}{135,2}$	$\frac{23.1}{21,3}$	$\frac{35.2}{-}$	$\frac{36.3}{33,2}$	194,7
3			X	$\frac{14.2}{76,4}$	$\frac{15.4}{21,9}$	$\frac{17.5}{45,3}$	382,2
4				X	$\frac{27.2}{-}$	$\frac{14.3}{64,3}$	240,4
5					X	$\frac{16.2}{34,2}$	75,6
6						X	177

За результатами розрахунку таблиць 4.2 та 4.3 сума вантажних перевезень є найбільшою у точці 3:

$$\Sigma Q_{\max.} = \Sigma Q_3 = 382,2 \text{ тис. т.}$$

Вибрана кореспондувальна точка **3** з максимальним обсягом вантажних перевезень визначає **вихідну позицію** для подальшого формування оптимальної пов'язувальної мережі доріг.

6. До найкоротшої (оптимальної) пов'язувальної мережі підбирають ланки згідно із алгоритмом. Критерієм є мінімум питомих дорожньо-транспортних витрат, грн/т:

$$L = l \times [(a \times D / Q) + b \times T], \quad (4.1)$$

де l – довжина ланки, км;

a , b – коефіцієнти, які залежать від щорічного приросту вантажонапруженості та терміну перспективного проєктування;

D – дорожні витрати, пов'язані з будівництвом чи реконструкцією дороги, тис. грн / км;

Q – перспективна вантажонапруженість на ланці, тис. т.

T – транспортна складова собівартості перевезень, грн / т.км.

Для спрощення виконання розрахунків під час відбору ланок до найкоротшої пов'язувальної мережі використовують показник мінімальної

приведеної довжини, який виражається у кілометрах на тисячу тонн перевезеного вантажу та дозволяє порівнювати економічну ефективність різних ділянок мережі.

$$L = l / Q \text{ або } L = l_{\min} / \sum Q, \quad (4.2)$$

де $l_{\min}$ – мінімальна довжина ланки, км;

$\sum Q$ – сумарна вантажонапруженість на ланці, тис. т/ рік.

7. Весь процес відбору ланок до найкоротшої пов'язувальної мережі складається з **(n - 1) ітерацій (циклів)**, у кожній з яких розраховують та порівнюють приведені довжини потенційних ланок, а потім вибирають ту, що має найменше значення такого показника.

8. Кожній ітерації надається **унікальний ідентифікаційний шифр**, що відповідає номеру вихідної кореспондувальної точки, від якої починається поточний цикл розрахунків.

9. Якщо у вихідній транспортній мережі вже існують дороги з твердим покриттям, **вони автоматично вносяться до складу найкоротшої пов'язувальної мережі**, оскільки такі ділянки зазвичай мають найменші експлуатаційні витрати та вищу надійність.

10. **Перший цикл розрахунків** починається з вибору кореспондувальної точки, що має **максимальну інтенсивність транспортних зв'язків**, тобто найбільший сумарний вантажний потік. У наведеному прикладі такою є точка 3 (див. табл. 4.3).

11. У таблиці розрахунків для цього циклу (табл. 4.4) у відповідних рядках фіксують:

- відстані між базовою точкою та іншими пунктами (рядок l),
- обсяги вантажів, що перевозяться між ними (рядок Q),
- **приведені довжини** для кожної потенційної ланки (рядок L).

12. Після обчислення приведених довжин визначають **мінімальне значення** у рядку L ; у прикладі це значення 0,136, що відповідає зв'язку між точками 3 і 2. Саме цю ланку вибирають для приєднання до мережі як найближчу.

13. Вибраний фрагмент (у наведеному випадку ланка 3-2) стає частиною найкоротшої мережі, а кореспондувальні точки, що вже внесені до мережі (3 і 2), **виводяться з подальших розрахунків** для наступних циклів.

Таблиця 4.4 – Цикл обчислень для Ц-3

Ц-3	1	2	3	4	5	6
l	18,3	19	X	14,2	15,4	17,5
Q	95,4	140,2	X	76,4	21,9	45,3
$l_{\min}$	18,3	19	X	14,2	15,4	17,5
ΣQ	95,4	140,2	X	76,4	21,9	45,3
L	0,192	0,136	X	0,186	0,703	0,386
	(3)	(3)		(3)	(3)	(3)

14. **Початок нового циклу (Ц-2).** У другому циклі розрахунків визначають ту кореспондувальну точку, яка є **найближчою до вже об'єднаного фрагменту мережі (3-2)**. Для цього оцінюють приведені довжини для всіх кореспондувальних точок, що ще не внесені до мережі, відносно цього фрагменту.

15. **Заповнення вихідних даних.** Аналогічно до попереднього циклу (табл. 4.4), у відповідні рядки таблиці вводяться:

- значення довжин від кореспондувальних точок до точок фрагмента (рядок *l*),
- відповідні обсяги вантажних перевезень (рядок *Q*).

16. **Визначення найкоротшої відстані до фрагмента:** Для кожної кореспондувальної точки, що залишилася, встановлюють **мінімальну довжину з'єднання** з будь-якою з точок фрагмента (3 і 2):

- у новому рядку *l min* заносять найменшу з цих двох відстаней. Наприклад, відстань від точки 2 до точки 1 становить 21,2 м, а від точки 3 до точки 1 – 18,3 м, отже у *l min* фіксується 18,3 м із індексом (3), що вказує на найкоротше з'єднання через точку 3.

17. **Аналіз вантажних потоків.** На основі даних про вантажні перевезення визначають загальний обсяг вантажів, які підлягають перевезенню між кожною кореспондувальною точкою і фрагментом мережі.

Наприклад:

- між точками 1 і 3 перевозиться 95,4 тис. т, тоді як між точками 1 і 2 перевезень немає, отже загальний обсяг для точки 1 щодо фрагмента (3-2) становить 95,4 тис. т;
- між точками 4 і 3 – 76,4 тис. т, між точками 4 і 2 – 21,3 тис. т, отже для точки 4 загальний обсяг – 97,7 тис. т. Ці значення вносяться до рядка ΣQ таблиці.

18. **Обчислення приведених довжин.** Використовуючи найкоротші відстані (рядок l_{min}) та відповідні сумарні обсяги перевезень (рядок ΣQ), для кожної кореспондувальної точки розраховують **приведені довжини**, які фіксують у рядку L . Саме на основі значень L здійснюється відбір наступної ланки для приєднання до найкоротшої пов'язувальної мережі.

Таблиця 4.5 – Цикл обчислень для Ц - 2.

Ц - 2	1	2	3	4	5	6
l	21.2	X	X	23.1	35.2	36.3
Q	-	X	X	19,1	-	33.2
l_{min}	18.3	X	X	14.2	15.4	17.5
ΣQ	95.4	X	X	21.3+76.4=97.7	21.9	36.3+17.5=53.8
L	0,192	X	X	0,145	0,703	0,323
	(3)	X	X	(3)	(3)	(3)

Вибір найближчої точки. Аналіз обчислень у табл. 4.5 показує, що **найменше значення приведеної довжини $L = 0,145$** належить точці 4. Отже, точку 4 **приєднують до мережі**, поєднуючи її з точкою 3 – це відображено останнім рядком таблиці. Після цього точка 4 виключається з подальших розрахунків, а до мережі додається новий фрагмент (2–3–4).

Розрахунки для наступних циклів (табл. 4.6, 4.7, 4.8) виконуються **за тією ж самою методикою**, аналогічно описаним крокам, з поступовим розширенням найкоротшої пов'язувальної мережі

Таблиця 4.6 – Цикл обчислень для Ц – 4.

Ц - 4	1	2	3	4	5	6
l	42.1	X	X	X	27.2	14.3
Q	78.4	X	X	X	-	64.3
l_{min}	18.3	X	X	X	15.4	14.3
ΣQ	95.4+78.4=173.8	X	X	X	21.9	64.3+45.3=109.6
L	0,105	X	X	X	0,703	0,130
	(3)	X	X	X	(3)	(4)

Таблиця 4.7 – Цикл обчислень для Ц –1

Ц - 1	1	2	3	4	5	6
l	X	X	X	X	26.5	35.1
Q	X	X	X	X	19.5	-
l min	X	X	X	X	15.4	14.3
ΣQ	X	X	X	X	21.9+19.5=41,4	64.3+45,3+33,2=142,8
L	X	X	X	X	0,372	0,1
					(3)	(4)

Таблиця 4.8 – Цикл обчислень для Ц – 6.

Ц - 6	1	2	3	4	5	6
l	X	X	X	X	16,2	X
Q	X	X	X	X	34,2	X
l min	X	X	X	X	16,2	X
ΣQ	X	X	X	X	34,2+21,9+19,5=75,6	X
L	X	X	X	X	0,214	X
					(6)	

Внаслідок проведених розрахунків отримано ланки найкоротшої пов'язувальної мережі (табл. 4.9), показаної на рис. 4.2.

Таблиця 4.9 – Ланки найкоротшої (оптимальної) пов'язувальної мережі

Ч.ч.	Шифр ланки
1	3 – 2
2	3 – 4
3	3 – 1
4	4 – 6
5	6 – 5

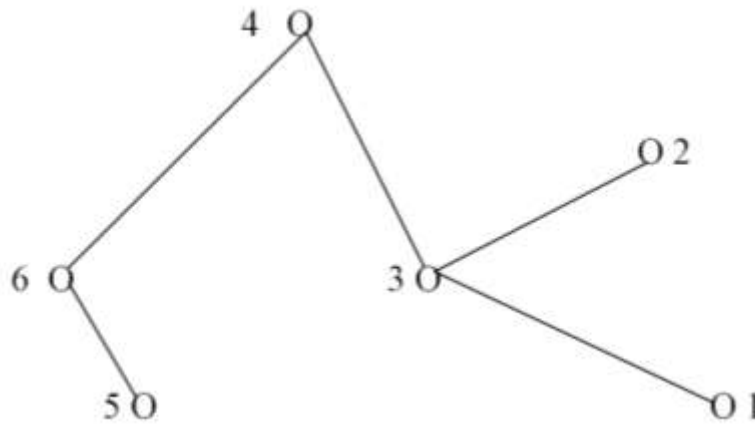


Рисунок 4.2 – Найкоротша (оптимальна) пов’язувальна мережа

Після побудови найкоротшої (оптимальної) пов’язувальної мережі формується базова структура, яка дає змогу розглядати питання розміщення **додаткових вузлових точок**. Ланки цієї мережі з’єднують між собою кореспондувальні точки, де перетинаються або сходяться різні транспортні маршрути – саме ці точки виконують функцію вузлів для об’єднання окремих ділянок мережі. Однак на практиці часто виявляється доцільним додавати інші вузлові точки в місцях, де потоки транспорту змінюють напрямок або де виникають гострі кути між ділянками мережі. Ознакою потреби в такій **додатковій вузловій точці** є утворення значного кута між ланками існуючої мережі. Для їх виявлення визначають **кут примикання** за відповідною математичною формулою, що дозволяє оцінити геометрію і транспортну доцільність потенційних вузлів.

$$\cos \alpha = [(Q_1 - Q_2) \times T_{\text{осн}}] / [Q_n \times F(Q_n) \times T_{\text{під}}], \quad (4.3)$$

$$F(Q_n) = 1 + (a \times D) / (Q_n \times b \times T_{\text{під}}), \quad (4.4)$$

де Q_1, Q_2 , – кількість вантажів, які підлягають переміщенню відповідно праворуч і ліворуч від примикання по головній ланці, тис. т,

Q_n – кількість вантажів, які підлягають переміщенню по під’їзній ланці, тобто сума Q_1 і Q_2 , тис.т;

$T_{\text{осн}}, T_{\text{під}}$ – транспортна складова собівартості перевезень, відповідно по головній ланці та ланці, прийнятій під’їзною, грн / т км;

a та b – коефіцієнти, які враховують ефективність капіталовкладень, враховані в табл. 4.10.

Результати підрахунку за формулами наведено в таблиці 4.10, $a = 0.35, b = 2.03$.

Таблиця 4.10 – Таблиця визначення $a \times D$ та $b \times T$

Категорія дороги	Інтенсивність руху, N авт / добу	Вантажно-напруженість, Q, тис. т	Дорожні витрати, приведені до звітнього року, D, у.о. / км	Транспортна складова собівартості перевезень, T, у.о. / т.км	$a \times D$	$b \times T$
1	> 10000	7066	1493	0,02	522,5	0,0406
2	10000 - 3000	7066 - 2119	786	0,04	275	0,0812
3	3000-1000	2119 - 707	538	0,06	188,3	0,1218
4	1000-150	707 - 106	237	0,08	82,9	0,1624
5	< 150	106	102	0,10	35,7	0,203

Вантажнапруженість підраховується за формулою:

$$Q = N_v \times P \times K_n \times K_v \times B_{cp} \times f, \quad (4.5)$$

де N_v – кількість вантажних автомобілів транспортного потоку, авт / добу,

P_d – кількість робочих днів на рік, $P_d = 250 + \text{№ варіанта}$;

K_n – коефіцієнт використання пробігу автомобілями;

K_v – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля;

B_{cp} – середня вантажопідйомність автомобілів,

$$B_{cp} = (B_1 P_1 + B_2 P_2 + \dots B_n P_n) / (P_1 + P_2 + \dots + P_n), \quad (4.6)$$

де $B_1 \dots B_n$ – вантажопідйомність кожної марки автомобіля, т;

$P_1 \dots P_n$ – відсоток автомобілів певної марки в потоці; %;

f – коефіцієнт необлікованих перевезень, $f = 1,1 - 1,2$.

Значення параметрів D (кількість робочих днів на рік) та T (транспортна складова собівартості перевезень) наведено у таблиці 4.10, вибрані на основі чинних нормативних і статистичних джерел і надалі використовуються у всіх розрахунках (табл. 4.10). Визначення вантажнапруженості для різних категорій доріг здійснюється послідовно, відповідно до встановлених методик. Так, наприклад, для дороги **I категорії**, за умов інтенсивності руху ($N = 10\,000$) автомобілів на добу та

частки вантажних автомобілів у потоці 55 % (за завданням), розрахунок вантажного потоку починається із визначення середньої вантажопідйомності рухомого складу та подальшого обчислення загальної вантажонапруженості відповідно до формул.

$$N_B^I = 10000 \times 0,55 = 5500 \text{ авт/добу}$$

Середня вантажопідйомність автомобілів відповідно до формули (4.6) :

$$B_{cp} = (8 \times 25 + 4,9 \times 30 + 3,6 \times 7) / (25 + 30 + 8) = (231 + 100 + 24,5) / 65 = 5,91 \text{ т}$$

Вантажонапруженість розраховується за формулою (4.5) :

$$Q^I = 5500 \cdot 250 \cdot 0,85 \cdot 0,93 \cdot 5,91 \cdot 1,1 = 7066181 \text{ т}$$

Для II категорії :

$$N_B^{II} = 3000 \times 0,55 = 1650 \text{ авт/добу}$$

$$Q^{II} = 1650 \cdot 250 \cdot 0,85 \cdot 0,93 \cdot 5,91 \cdot 1,1 = 2119854 \text{ т}$$

Для III категорії :

$$N_B^{III} = 1000 \times 0,55 = 550 \text{ авт/добу}$$

$$Q^{III} = 550 \cdot 250 \cdot 0,85 \cdot 0,93 \cdot 5,91 \cdot 1,1 = 706618 \text{ т}$$

Для IV , V категорій :

$$N_B^{IV} = 150 \times 0,55 = 82,5 \text{ авт/добу}$$

$$Q^{IV} = 82,5 \cdot 250 \cdot 0,85 \cdot 0,93 \cdot 5,91 \cdot 1,1 = 105993 \text{ т}$$

Відповідні значення **Q** відображаються у таблиці 4.10.

Додаткові вузлові точки доцільно визначати в тих випадках, коли ланки мережі, що сходяться в одній кореспондувальній точці, утворюють **гострий кут**. Така геометрична ознака виступає умовним критерієм для виявлення потенційних місць розташування нових вузлів транспортної мережі.

На рис. 4.3 показано можливий варіант розміщення **додаткової вузлової точки 7**, який може бути виправданим у випадку, коли вантажні потоки здійснюють перевезення з точки 3 в точку 6 **через вузол 7** (маршрутом 3-7 і 7-6), а не традиційним шляхом через точки 4 (3-4 і 4-6).

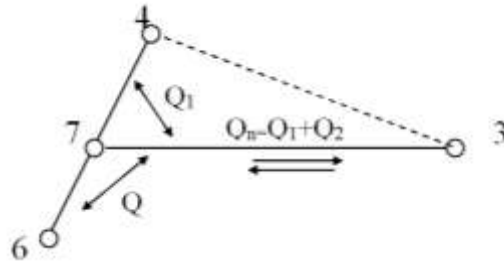


Рисунок 4.3 – Схема до визначення положення вузлової точки

Відповідно до рис. 4.3, праворуч від точки примикання 7 будуть переміщуватися вантажі :

$$Q_1 = Q_{3-4} + Q_{2-4} + Q_{1-4} = 76.4 + 21.3 + 78.4 = 176.1 \text{ тис. т}$$

Ліворуч від точки 7 будуть переміщуватися вантажі :

$$Q_2 = Q_{3-6} + Q_{2-6} + Q_{1-6} + Q_{3-5} + Q_{2-5} + Q_{1-5} = 45.3 + 33.2 + 0 + 21.9 + 0 + 19.5 = 119,9 \text{ тис. т}$$

$$Q_n = Q_1 + Q_2 = 176,1 + 119,9 = 296 \text{ тис. т.}$$

Відповідні значення вантажонапруженості Q фіксуються в таблиці 4.10. Для дороги **IV категорії** за прийнятими нормативними та статистичними даними з таблиці 4.10 також визначаються і використовуються значення $a \times D$ та $b \times T$, необхідні для подальших розрахунків.

Тоді за формулою (4.4) :

$$F(Q_n) = 1 + \frac{82,9}{296 \times 0,1624} = 2,72$$

Обчислюємо значення кута примикання α (формула 4.3) :

$$\cos \alpha = [| 176,1 - 119,9 | \cdot 0,10] / (296 \cdot 2,72 \cdot 0,08) = 0,087;$$

$$\alpha = 85^{\circ}.$$

Значення параметрів $T_{\text{осн}}$ та $T_{\text{під}}$ у формулі (4.3) беруться з таблиці 4.10 відповідно до величин різниці $|Q_1 - Q_2|$ та загальної вантажонапруженості (Q_n). Зокрема, різниця $|Q_1 - Q_2|$, що належить до умов для **дороги V категорії**, відповідає $T_{\text{осн}} = 0,10$, а загальній вантажонапруженості (Q_n) для **дороги IV категорії** – $T_{\text{осн}} = 0,08$. Такі значення параметрів узято з таблиці 4.10 і використовуються вони у подальших розрахунках.

Кут α відкладається графічно між ланками (3-4) та (4-6) за допомогою простої побудови на кресленні; його **вершина спрямована в бік більш інтенсивного вантажного потоку**. При цьому ланка (4-6) ділиться на дві частини – (4-7) і (7-6), довжини яких визначаються за масштабом (наприклад, 4,0 км та 10,3 км). Як результат – **замість початкової ланки (3-4) утворюється нова ланка (3-7) довжиною 14,6 км**, що забезпечує доцільніший маршрут у мережі.

У наведеному алгоритмі параметри $T_{\text{осн}}$ та $T_{\text{під}}$ виступають коефіцієнтами, які залежать від **категорії дороги та інтенсивності вантажних потоків**, і їх вибір здійснюється на основі **табличних нормативних даних** (табл. 4.10). Потім ці значення використовують у формулах для розрахунку кутів та оцінки доцільності створення додаткових вузлових точок у транспортній мережі.

Для визначення необхідності додаткових ланок виконують перевірку:

$$l_{\phi} / l_{i-j} < \left[\frac{1}{2} \times (1 + \sqrt{1 + (4aD)/(b T Q K_{\text{пр}})}) \right], \quad (4.7)$$

де l_{ϕ} , l_{i-j} – довжини відповідного маршруту за ланками найкоротшої пов'язувальної мережі та довжина додаткової ланки, км;

Q – вага вантажів, які необхідно перевезти між точками, тис. т;

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт прискорення перевезень, $K_{\text{пр}} = 0,7 - 0,8$.

Якщо **ліва частина нерівності перевищує праву**, то **вводиться додаткова ланка** до транспортної мережі; якщо ж цього не відбувається, то додаткову ланку **не доцільно вводити**.

Приклади можливих додаткових ланок для вже побудованої найкоротшої пов'язувальної мережі наведено на рисунку 4.4 (де показано потенційні маршрути і контакти між точками).

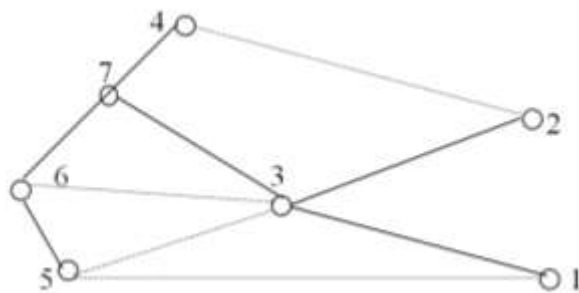


Рисунок 4.4 – Схема мережі із можливими додатковими ланками.

Необхідність введення додаткових ланок оцінюється **окремо для кожного незамкненого контура** побудованої найкоротшої пов'язувальної мережі. Розглянемо, наприклад, можливу ланку між точками 3 і 6, відстань між якими становить 17,5 км, а вантажонапруженість – 45,3 тис. т. Якщо між цими пунктами **немає прямого дорожнього сполучення**, вантажі доводиться перевозити існуючими шляхами через проміжні вузли: спочатку по ланці 3-7 довжиною 14,6 км, а потім по ланці 7-6 довжиною 10,3 км. Тому **довжина маршруту через найкоротшу пов'язувальну мережу** буде: $l_{cp} = 14,6 \text{ км} + 10,3 \text{ км} = 24,9 \text{ км}$.

Тоді ліва частина нерівності (4.7): $l_{\phi} / l_{3-6} = 24,9 / 17,5 = 1,42$;

Права частина нерівності (4.7):

$$\frac{1}{2}[(1 + \sqrt{1 + (4 \cdot 35,7 / 0,203 \cdot 45,3 \cdot 0,8)})] = \frac{1}{2}(1 + \sqrt{20,41}) = 2,76$$

Оскільки $1,42 < 2,76$, то додаткової ланки влаштовувати не потрібно.

Розглянемо додаткову ланку між точками 3 та 5 , відстань між якими $l_{3-5} = 15,4 \text{ км}$, а вантажонапруженість 21,9 т. За відсутності дороги між точками 3 та 5 вантажі між ними будуть перевозитися за маршрутом 3-7, 7-6, 6-5, довжиною $l_{\phi} = 14,6 \text{ км} + 10,3 \text{ км} + 16,2 \text{ км} = 41,1 \text{ км}$.

Ліва частина нерівності (4.7) : $l_{\phi} / l_{3-5} = 41,1 / 15,4 = 2,67$;

права частина нерівності (4.7) :

$$\frac{1}{2}[(1 + \sqrt{1 + (4 \cdot 35,7 / 0,203 \cdot 21,9 \cdot 0,8)})] = \frac{1}{2}(1 + \sqrt{41}) = 3,7$$

Оскільки $2,67 < 3,7$, то додаткова ланка не потрібна.

Розглядаємо додаткову ланку між точками 1 та 5, відстань між якими $l_{1-5} = 26,5$ км, а вантажонапруженість 19,5 тис. т. За відсутності дороги вантажі потрібно перевозити за маршрутом 1-3, 3-7, 7-6, 6-5, довжина якого $l_{\phi} = 18,3$ км + 14,6 км + 10,3 км + 16,2 км = 59,4 км.

Ліва частина нерівності (4.7): $l_{\phi} / l_{1-5} = 59,4 / 26,5 = 2,24$;

права частина нерівності (4.7):

$$\frac{1}{2}[(1 + \sqrt{1 + (4 \cdot 35,7 / 0,203 \cdot 19,5 \cdot 0,8)})] = \frac{1}{2}(1 + \sqrt{46}) = 3,39$$

$2,24 < 3,39$, отже додаткової ланки влаштовувати не потрібно.

Розглянемо додаткову ланку 2-4, $l_{2-4} = 23,1$ км; вантажонапруженість 21,3 тис. т.

$$l_{\phi} = l_{2-3} + l_{3-7} + l_{7-4} = 19,0 \text{ км} + 14,6 \text{ км} + 4,0 \text{ км} = 37,6 \text{ км}$$

$$37,6 / 23,1 \leq \frac{1}{2} [1 + \sqrt{1 + (4 \cdot 35,7) / (0,203 \cdot 21,3 \cdot 0,8)}] ;$$

$1,63 < 3,75$, додаткова ланка не потрібна.

Остаточну структуру дорожньої мережі зображено на рис. 4.5.

Ланку 1-2 виключено з подальшого розгляду, оскільки згідно з даними таблиці 4.1 по ній не здійснюються жодні перевезення, і вона не впливає на формування транспортної мережі.

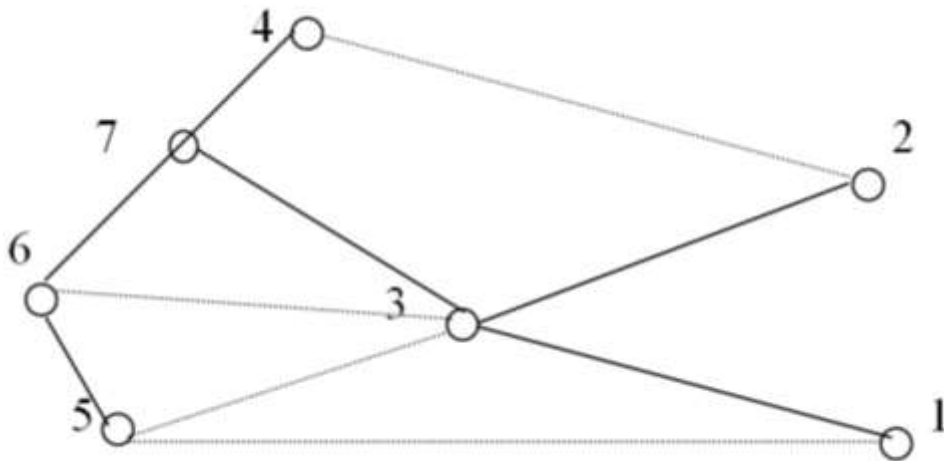


Рисунок 4.5 – Остаточний вигляд раціональної дорожньої мережі

5 ТРАСПОРТНІ ВИШУКУВАННЯ

Мета: ознайомити здобувачів із сучасними підходами до обробки даних транспортних вишукувань, зокрема з методами статистичного аналізу миттєвих швидкостей руху транспортних засобів, та сформувати навички визначення характеристичних параметрів швидкісного режиму транспортного потоку. Основна увага приділяється розрахунку характерних швидкостей за заданими процентними рівнями забезпеченості, що дозволяє охарактеризувати мінімальні, типові та максимальні значення швидкісних показників у транспортному потоці.

5.1 Загальні відомості

Транспортні вишукування - це комплекс польових та камеральних досліджень, спрямованих на отримання кількісних і якісних характеристик транспортного потоку з метою подальшого проектування, реконструкції або організації дорожнього руху.

Основними параметрами транспортного потоку є:

- інтенсивність руху (q) (авт./год);
- середня швидкість (V) (км/год);
- щільність потоку (k) (авт./км);
- склад транспортного потоку;
- розподіл швидкостей руху.

Зв'язок між основними параметрами визначається фундаментальним рівнянням транспортного потоку:

$$q = k \cdot V, \quad (5.1)$$

де q – інтенсивність руху;

k – щільність потоку;

V – середня швидкість.

Швидкість руху окремих транспортних засобів є випадковою величиною, що залежить від:

- типу транспортного засобу;
- геометричних параметрів дороги;
- умов видимості;
- інтенсивності руху;
- погодних факторів;
- поведінки водіїв.

Тому аналіз швидкісного режиму здійснюється методами математичної статистики.

Основні статистичні характеристики:

1. Середня арифметична швидкість:

$$\bar{V} = \frac{\sum V_i \times n_i}{\sum n_i}, \quad (5.2)$$

де V_i – середина інтервалу швидкості;

n_i – кількість ТЗ у відповідному інтервалі.

2. Дисперсія швидкостей:

$$D = \frac{\sum n_i \times (V_i - \bar{V})^2}{\sum n_i}. \quad (5.3)$$

3. Середньоквадратичне відхилення:

$$\delta = \sqrt{D}. \quad (5.4)$$

Ці показники дозволяють оцінити ступінь однорідності транспортного потоку.

Процентні рівні забезпеченості швидкості

У транспортному аналізі важливе значення мають **квантильні характеристики**, тобто швидкості, що відповідають певному рівню забезпеченості.

1. Швидкість 15 % забезпеченості (V15) – визначає швидкість, яку не перевищують 15 % транспортних засобів. Характеризує повільну частину потоку та використовується для:

- оцінення впливу тихохідних транспортних засобів;
- аналізу умов руху в змішаному потоці.

2. Медіанна швидкість (V50) – ділить вибірку на дві рівні частини. Є більш стійкою характеристикою, ніж середня арифметична, особливо за асиметричного розподілу.

3. Швидкість 85 % забезпеченості (V85) – є одним із ключових показників у дорожньому проектуванні. Використовується для:

- призначення розрахункової швидкості;
- встановлення обмежень швидкості;
- оцінювання безпеки руху;
- визначення параметрів геометричних елементів дороги.

Практика показує, що більшість водіїв (приблизно 85 %) вибирають швидкість, яку вони вважають безпечною в конкретних умовах руху.

Кумулятивна крива розподілу швидкостей

Кумулятивна крива будується на основі накопиченої частоти:

$$F(V) = \sum_{i=1}^j p_i, \quad (5.5)$$

де p_i – частість у відсотках для інтервалу.

За допомогою графіка визначаються квантілі $V(15)$, $V(50)$, $V(85)$.

Форма кривої дозволяє встановити:

- симетричність або асиметричність розподілу;
- наявність кількох максимумів (гетерогенність потоку);
- вплив різних категорій ТЗ.

Результати транспортних вишукувань застосовуються для:

- обґрунтування категорії дороги;
- визначення пропускної здатності;
- розрахунку параметрів перехресть;
- оцінення рівня обслуговування;
- аналізу безпеки руху;
- моделювання транспортних потоків;
- прогнозування зміни швидкісного режиму.

Вплив складу транспортного потоку на швидкісний режим

Склад потоку істотно впливає на розподіл швидкостей.

Вантажні автомобілі та автопоїзди:

- знижують середню швидкість;
- збільшують дисперсію;
- формують асиметрію розподілу.

Для уніфікації розрахунків застосовується приведення транспортних засобів до легкового автомобіля:

$$N_{\text{пр}} = \sum n_i \times \alpha_i, \quad (5.6)$$

де α_i – коефіцієнт приведення.

5.2 Практичні завдання

Завдання для здобувачів: необхідно опрацювати набір даних, отриманих під час транспортних вишукувань, який містить результати вимірювань миттєвих швидкостей руху транспортних засобів. На основі наведених значень швидкостей (таблиця 5.1) потрібно виконати статистичну обробку даних та розрахувати характерні швидкості потоку транспортних засобів, подані як швидкості, що досягаються на рівнях забезпеченості 15 %, 50 % (медіана) та 85 %. Значення цих параметрів дають змогу всебічно оцінити розподіл швидкостей у транспортному потоці:

- швидкість 15 % забезпеченості відображає нижню межу швидкісного діапазону, що характеризує повільніші транспортні засоби;
- швидкість 50 % забезпеченості (медіана) показує середню тенденцію розподілу, де половина транспортних засобів рухається повільніше, а половина швидше;
- швидкість 85 % забезпеченості визначає верхню межу швидкісного діапазону та може слугувати орієнтиром для оцінювання максимальної прийнятної або розрахункової швидкості в умовах поточного руху.

Ці статистичні показники є ключовими в аналізі транспортних потоків, оскільки дозволяють описати структуру швидкісного режиму, оцінити якість умов руху та використати результати для подальшого проектування та організації дорожнього руху.

В таблиці 5.1 розміщується підготовлена таблиця з даними вимірюваних миттєвих швидкостей транспортних засобів – наприклад, у вигляді варіаційного ряду або списку окремих вимірюваних значень.

Таблиця 5.1 – Розподіл миттєвих швидкостей руху

Види транспортних засобів (ТЗ)	Швидкості руху , км / г														Всього ТЗ
	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	70 - 75	75 - 80	80 - 85	
Легкові авт.	7	9	13	15	19	21	18	16	11	9	7	5	3	2	155
Вантажні авт	4	7	8	9	8	6	4	3	3	2	2	-	-	-	56
Автопоїзди	2	3	3	3	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	18
Автобуси	2	3	4	5	6	6	4	3	1	-	-	-	-	-	34
Мотоцикли	-	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Транспортний потік, авт.	13	21	27	31	35	33	26	21	14	10	8	5	3	2	249
Всього, авт	28	45	57	65	73	68	54	43	29	21	17	10	6	4	520
Частота, %	5	9	11	13	14	13	10	8	6	4	3	2	1	1	100,0

Визначається загальна кількість транспортних засобів кожної категорії (значення із стовпця 16), а також обчислюється кількість і частка автомобілів, що рухаються у кожному із визначених інтервалів швидкості.

Отримані результати систематизуються та оформлюються у вигляді таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Аналіз швидкостей руху

Швидкості руху, км / г	Частота , кільк. авт.	Частість , %	Накопичена частість , %
15 – 20	28	5	5
20 – 25	45	9	14
25 – 30	57	13	25
30 – 35	65	14	38
35 – 40	73	13	52
40 – 45	68	10	65
45 - 50	54	8	75
50 – 55	43	6	83
55 - 60	29	4	89
60 – 65	21	3	93
65 – 70	17	2	96
70 – 75	10	1	98
75 – 80	6	1	99
80 – 85	4	1	100

На основі результатів, наведених у таблиці 5.2, будується **кумулятивна частотна крива** розподілу швидкостей транспортного потоку. Така крива дозволяє графічно виявити характерні значення швидкостей, що відповідають рівням забезпеченості 15 %, 50 % та 85 %. Під час побудови кривої по вертикальній осі відкладається накопичена частість у відсотках, а по горизонтальній – діапазони швидкостей руху транспортних засобів (рис. 5.1). На перетині значення накопиченої частотності з кривою визначаються відповідні швидкості, які й приймаються як параметри V15, V50 і V85. Кумулятивна крива дає змогу оцінити структуру розподілу швидкостей у потоці та виділити:

- **V15%** – швидкість, яку не перевищують 15 % транспортних засобів;
- **V50% (медіана)** – серединну швидкість, що ділить потік на дві рівні частини;
- **V85%** – швидкість, яку не перевищують 85 % транспортних засобів та яка характеризує верхню межу основної маси потоку.

Під час аналізування різних категорій рухомого складу (легкових автомобілів, вантажівок, автобусів тощо) кумулятивні криві будуються окремо шляхом визначення частки транспортних засобів кожної категорії у

відповідних швидкісних інтервалах та побудови відповідних накопичених частотних графіків.

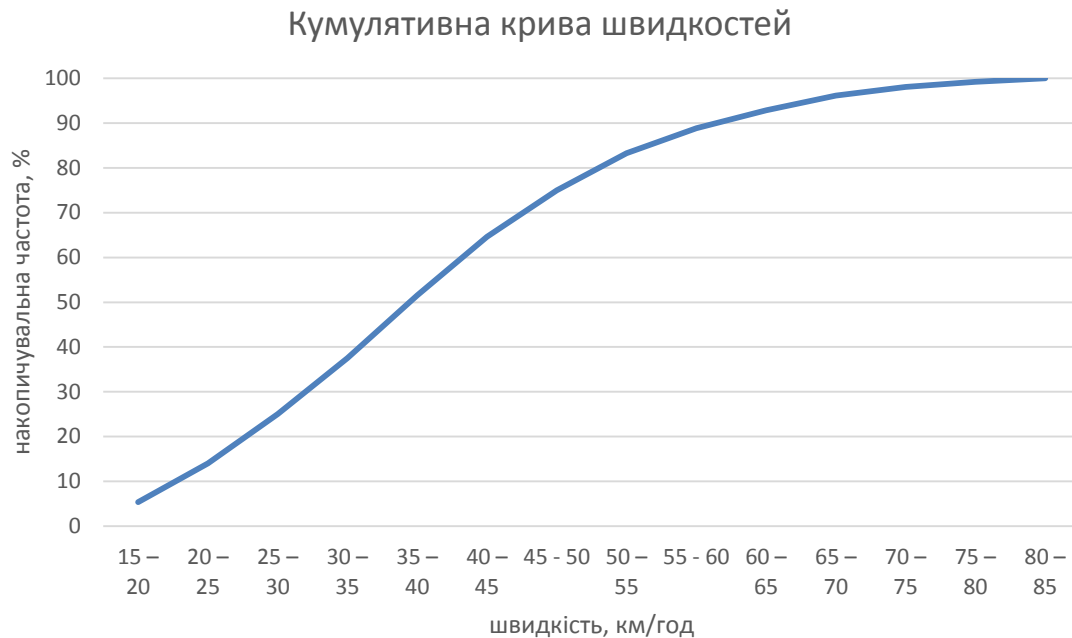


Рисунок 5.1 – Кумулятивна крива : V_{15} , V_{50} , V_{85} – швидкості 15 %, 50 % та 85 % забезпеченості для транспортного потоку

Аналіз розподілу швидкостей транспортного потоку є фундаментальним етапом транспортних вишукувань. Використання квантильних характеристик (V_{15} , V_{50} , V_{85}) дозволяє:

- комплексно охарактеризувати структуру швидкісного режиму;
- оцінити умови руху;
- забезпечити науково обґрунтоване прийняття проєктних рішень;
- підвищити безпеку та ефективність функціонування дорожньої мережі.

ПИТАННЯ КУРСУ «ІНЖЕНЕРНІ ВИШУКУВАННЯ»

1. Хто проводить інженерні вишукування?
2. Зміст технічного завдання на проведення вишукувань.
3. Зміст програми вишукування.
4. Види інженерних вишукувань.
5. Як класифікують вишукування залежно від стадії проєктування?
6. Як класифікують вишукування залежно від виду будівництва?
7. Що таке передбудівельні, будівельні, експлуатаційні вишукування?
8. Як поділяють вишукування залежно від характеру отриманих матеріалів?
9. Що визначають під час інженерно-геодезичних, інженерно-геологічних, інженерно-гідрометеорологічних вишукувань?
10. Які роботи виконуються в підготовчий період вишукувань?
11. Які роботи виконуються в період польових вишукувань?
12. Які роботи виконують в період камеральної обробки результатів інженерних вишукувань?
13. Хто складає технічне завдання виконання інженерно-геодезичних робіт?
14. Склад технічного завдання виконання на інженерно-геодезичних робіт.
15. На основі чого розробляється програма інженерно-геодезичних вишукувальних робіт?
16. Що визначається в програмі виконання інженерно-геодезичних вишукувань?
17. Склад інженерно-геодезичних вишукувань.
18. Склад звіту про інженерно-геодезичні вишукування для будівництва.
19. Що є геодезичною основою топографічних зніманих?
20. Як визначається масштаб знімання?
21. Призначення топографічних планів.
22. Які види та методи знімання?
23. Для чого виконують крупномасштабне топографічне знімання?
24. Як виконують наземне фототопографічне знімання?
25. Для чого і як виконують тахеометричне знімання?
26. Для чого виконують нівелювання поверхні?
27. Що таке горизонтальне знімання?
28. Як виконується висотне знімання?
29. Що містить комплекс робіт для знімання підземних комунікацій?
30. Як складається план підземних комунікацій?
31. З якою метою виконується оновлення топографічних планів?
32. Як виконується оновлення топографічних планів?
33. Як виконують трасування лінійних споруд?
34. Склад польових та камеральних робіт за трасування лінійних споруд.
35. Які прилади використовують для виконання інженерно-геодезичних робіт?
36. Зміст інженерно-геологічних вишукувань.

37. Фізичні властивості ґрунту.
38. Склад робіт у випадку інженерно-геологічних вишукувань.
39. Що містить оцінення вивченості території?
40. Що входить до складу польового рекогносцирувального обстеження?
41. Для чого виконують геофізичні роботи?
42. Як і для чого виконують бурові та гірничопрохідницькі роботи?
43. Для чого виконують геотехнічні вишукування?
44. Які роботи входить до складу геотехнічних вишукувань?
45. Що таке стаціонарне спостереження?
46. Вивчення інженерно-геологічних процесів і явищ.
47. Склад робіт у випадку інженерно-геологічної розвідки.
48. Особливості геофізичних методів розвідки.
49. Які способи розвідувального буріння?
50. Гірничі виробки – види, розташування, глибина свердловин.
51. Особливості електророзвідки, магніторозвідки, гравіметричної розвідки, сейсморозвідки.
52. Технічне завдання та програма гідрогеологічних вишукувань
53. Підземні води (класифікація, режим підземних вод, джерела забруднення).
54. З якою метою виконують вишукування для раціонального використання і охорони навколишнього середовища?

ТЕСТИ

1. Який вихідний документ є підставою для початку вишукувань і містить вимоги до трасування та стадії проєктування автомобільної дороги?

- А) Програма виконання геодезичних робіт.
- Б) Технічне завдання замовника.
- В) Поздовжній профіль траси.
- Г) Акт вибору земельної ділянки.

2. У чому полягає основна мета рекогностування траси автомобільної дороги на підготовчому етапі?

- А) Визначення точних обсягів земляних робіт для кошторису.
- Б) Візуальне обстеження місцевості для уточнення варіантів прокладання траси та вибору методів знімання.
- В) Остаточне закріплення вершин кутів повороту бетонними монолітами.
- Г) Лабораторний аналіз ґрунтів земляного полотна.

3. Який метод знімання є найбільш економічно доцільним для проєктування нових автомагістралей великої протяжності поза межами населених пунктів?

- А) Тахеометричне знімання суцільним методом.
- Б) Мензульне знімання.
- В) Аерофотогеодезичне знімання.
- Г) Нівелювання по квадратах.

4. Для чого під час вишукувань автомобільних доріг обов'язково складають поздовжній профіль траси?

- А) Для визначення площі смуги відведення.
- Б) Для проєктування проєктної лінії (червоної відмітки), розрахунку уклонів та обсягів земляних робіт (насипів/виїмок).
- В) Для погодження перетину з лініями електропередач.
- Г) Для вибору типу дорожньої розмітки.

5. Що в дорожньому будівництві називають «пикетом» під час розбивки траси?

- А) Точку перетину осі дороги з водною перешкодою.
- Б) Закріплену точку на осі траси, що фіксує відстань 100 метрів від попереднього пікету.
- В) Місце встановлення дорожнього знаку.
- Г) Вершину кута повороту траси.

6. Які дані є критично важливими для проєктування водовідведення та штучних споруд (труб, мостів) на дорозі?

- А) Кадастрові номери сусідніх ділянок.
- Б) Висотна характеристика рельєфу (горизонталі, уклони) та гідрографічні дані.
- В) Наявність зелених насаджень вздовж дороги.
- Г) Щільність забудови на відстані 1 км від траси.

7. У яких випадках під час вишукувань доріг безальтернативно застосовують наземні методи (тахеометри, GNSS)?

- А) Під час проєктування польових доріг.
- Б) Під час реконструкції міських вулиць, складних розв'язок та в місцях густої забудови або високої рослинності.
- В) Для створення оглядових карт регіону.
- Г) У разі вишукувань на стадії ТЕО (техніко-економічного обґрунтування).

8. Який етап вишукувань включає камеральну обробку: створення ЦММ (цифрової моделі місцевості) та побудову профілів у програмах типу AutoCAD Civil 3D?

- А) Підготовчий етап.
- Б) Польовий етап.
- В) Камеральний етап.
- Г) Етап погодження меж.

9. Що таке «абрис», який складається під час польових робіт на трасі?

- А) Схематичне креслення ділянки знімання з прив'язкою ситуації до пікетів та осі дороги.
- Б) Фотозвіт про виконану роботу.
- В) Відомість координат пунктів полігонометрії.
- Г) Графік руху будівельної техніки.

10. Чому під час знімання під реконструкцію дороги важливо фіксувати підземні комунікації (газопроводи, кабелі)?

- А) Щоб внести їх вартість у кошторис дороги.
- Б) Щоб уникнути їх пошкодження під час земляних робіт та передбачити їх перенесення або захист у проєкті.
- В) Для перевірки глибини промерзання ґрунту.
- Г) Це не є обов'язковим для дорожніх вишукувань.

11. Яка основна функція «Програми виконання робіт» у контексті дорожніх вишукувань?

- А) Визначити вартість асфальтобетону.
- Б) Обґрунтувати методику геодезичних робіт, вибір приладів та точність вимірювань відповідно до категорії дороги.
- В) Затвердити остаточний варіант траси.
- Г) Отримати дозвіл на початок будівельних робіт.

12. Для чого виконується польовий контроль та попередня обробка вимірювань безпосередньо на об'єкті?

- А) Для негайної передачі даних будівельникам.
- Б) Для виявлення грубих помилок і недопустимих нев'язок до моменту виїзду бригади з об'єкта.
- В) Для скорочення часу камеральних робіт в офісі.
- Г) Для економії заряду батарей приладів.

13) Які прилади використовують під час проведення інженерно-геодезичних вишукувань?

- А) Динамометр.
- Б) Нівелір, теодоліт. Тахеометр.
- В) Термометр. Гідрометрична вертушка
- Г) Барометр.

14. Як на топографічному плані траси відображається рельєф для проєктування земляного полотна?

- А) Штрихуванням.
- Б) Горизонталями (ізолініями висот) та висотними пікетами.
- В) Кольоровою відмивкою.
- Г) Тільки стрілками напрямку стоку води.

15. Комбінований метод знімання (аерофотознімання + наземні виміри) найдоцільніший для:

- А) Місцевих проїздів у приватній забудові.
- Б) Проєктування транспортних коридорів, де потрібна швидкість (авіація) та висока точність у складних місцях (наземка).
- В) Ремонту однієї вулиці в місті.
- Г) Визначення меж лісництв.

16. Який документ є фінальним результатом вишукувань і передається проєктувальникам дороги?

- А) Технічний звіт з топографічними планами та поздовжнім/поперечними профілями.
- Б) Журнал нівелювання.
- В) Схема закріплення осей.
- Г) Договір на виконання робіт.

17. Що з переліченого НЕ входить до завдань інженерно-геодезичних вишукувань для доріг?

- А) Трасування осі дороги.
- Б) Знімання смуги відведення.
- В) Розрахунок конструкції дорожнього одягу (товщини шарів асфальту/щебеню).
- Г) Створення висотного обґрунтування вздовж траси.

18. Яка точність вимірювань є пріоритетною під час знімання існуючих мостів та шляхопроводів для їх реконструкції?

- А) Достатньо окомірної зйомки.
- Б) Підвищена точність (міліметрова) для коректного стикування нових конструкцій зі старими.
- В) Така ж, як для поля (масштаб 1:2000).
- Г) Точність не має значення, головне – фотофіксація.

19. Для чого використовуються архівні матеріали вишукувань минулих років?

- А) Щоб скопіювати їх і не робити нову зйомку.
- Б) Для аналізу змін ситуації, рельєфу та виявлення можливих небезпечних геологічних процесів на трасі.
- В) Для збільшення кошторисної вартості робіт.
- Г) Для перевірки кваліфікації попередніх геодезистів.

20. Куди в обов'язковому порядку передаються матеріали виконаних геодезичних вишукувань після завершення робіт?

- А) До підрядної будівельної організації.
- Б) До територіального органу Держгеокадастру та відповідного фонду інженерно-геодезичних матеріалів.
- В) До органу місцевого самоврядування для погодження.
- Г) Публікуються на сайті будівельної компанії.

21. У яких одиницях прийнято виражати поздовжні уклони автомобільних доріг у проєктній документації та на профілях?

- А) У градусах.
- Б) У проміле (тисячних частках) або відсотках.
- В) У радіанах.
- Г) У метрах.

22. Як називається проєкція похилої довжини лінії (виміряної на місцевості) на горизонтальну площину, яка використовується для створення планів?

- А) Горизонтальне прокладання.
- Б) Похила відстань.
- В) Дирекційна лінія.
- Г) Висотна нев'язка.

23. Якщо ухил дороги дорівнює 50 проміле (50‰ або 0.05), а довжина ділянки – 100 метрів, яке перевищення (h) між початком і кінцем цієї ділянки?

- А) 0.5 метра.
- Б) 5 метрів.
- В) 50 метрів.
- Г) 500 метрів.

24. Які основні фактори визначають категорію складності інженерно-геодезичних умов для вишукувань?

- А) Тільки температура повітря та пора року.
- Б) Рельєф місцевості, щільність забудови, наявність інженерних мереж і природних перешкод
- В) Погодні умови під час виконання зйомки
- Г) Марка геодезичного приладу.

25. Хто є відповідальним за розробку та затвердження «Технічного завдання» на проведення вишукувальних робіт?

- А) Головний геодезист виконавця.
- Б) Замовник (або проєктна організація за дорученням замовника).
- В) Органи місцевого самоврядування.
- Г) Державна служба геології.

27. Яка інформація є обов'язковою у Технічному завданні на вишукування для лінійних споруд (доріг)?

- А) Методика і повний склад виконання робіт.
- Б) Межі траси (початок і кінець), стадія проєктування, вимоги до точності та масштабу знімання.
- В) Кошторисна вартість будівництва дороги.
- Г) Перелік будівельної техніки, яка буде використовуватись.

28. Строки використання матеріалів усіх видів вишукувань (крім інженерно-геодезичних) без проведення додаткових або контрольних робіт за збереження цільового призначення вишукувань, а також за відсутності змін інженерно-геологічних умов території становлять:

- А) до трьох років
- Б) до п'яти років
- В) до десяти років.

29. Технічне завдання на виконання вишукувальних робіт має містити:

- А) Гідрологічні та метеорологічні спостереження і дослідження на станції та постах.
- Б) Вказівки щодо призначення та виду вишукувань, які передбачаються.
- В) Найменування об'єкта.
- Г) Прогноз зміни розрахункових характеристик і можливості активізації небезпечних явищ під впливом планової діяльності.
- Д) Дані про місцеположення та межі району (ділянки) будівництва.
- Е) Відомості про стадії проєктування, відомості про призначення та види будівель та споруд.
- Ж) Рекогносцирувальне обстеження.

30. На основі чого складається програма вишукувань?

- А) На основі технічного завдання та вимог відповідних нормативних документів, з врахуванням результатів аналізу зібраних в підготовчий період матеріалів та польового обстеження району.
- Б) На основі технічного завдання, вимог відповідних нормативних документів та розробленого проекту будівництва.
- В) На основі технічного завдання та вимог відповідних нормативних документів, з врахуванням проведених лабораторних досліджень та розробленого проекту будівництва.

31. Для визначення просторово-геометричних характеристик умов, на основі яких здійснюється проєктування, будівництво та експлуатація інженерних споруд, виконуються

- А) Інженерно-геодезичні вишукування.
- Б) Інженерно-геологічні вишукування.
- В) Геотехнічні вишукування.
- Г) Інженерно-гідрометеорологічні вишукування.

32. Які прилади використовують під час проведення інженерно-геодезичних вишукувань?

- А) Нівелір.
- Б) Динамометр.
- В) Теодоліт.
- Г) Термометр.
- Д) Тахеометр.
- Е) Гідрометрична вертушка.

33. Які роботи входять до складу інженерно-геодезичних вишукувань?

- А) Створення геодезичної основи топографічного зйомки шляхом побудови державної геодезичної мережі 3 та 4 класів; геодезичної мережі згущення 1-го та 2-го розрядів і нівелірної мережі II, III та IV класів, а також планово-висотної зйомочної геодезичної мережі у вигляді теодолітно-нівелірних та теодолітно-тахеометричних ходів.
- Б) Інженерно-геодезична та великомасштабна топографічна зйомка, виконана з точністю масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500, 1:200 та точніше.
- В) Гідрогеологічні вишукування.
- Г) Гідрологічні та метеорологічні спостереження і дослідження на станції та постах.
- Д) Створення топографічних планів, профілів, інших топографо-геодезичних матеріалів у графічній та цифровій формах, призначених для розроблення проєктів, робочої документації та будівництва об'єктів, для оцінювання техногенного навантаження, розроблення заходів з інженерної підготовки та захисту території.
- Е) Бурові та гірничопрохідницькі роботи.

Ж) Зйомка підземних інженерних комунікацій.

И) Визначення за матеріалами вишукувань та досліджень необхідних для проектування розрахункових метеорологічних, кліматичних і гідрологічних характеристик.

К) Збір, аналіз та узагальнення даних про гідрогеологічні та метеорологічні умови району будівництва з метою оцінення їх репрезентативності та достатності.

Л) Вивчення інженерно-геологічних процесів і явищ.

М) Оновлення інженерно-топографічних планів вишукувань минулих років за виявленими внаслідок польового обстеження змінами ситуації та рельєфу.

Н) Геотехнічні вишукування, які містять лабораторні та польові дослідні роботи.

34. З метою отримання інформації про розвиток інженерно-геологічних та гідрогеологічних процесів, їх циклічність, вплив на стан та експлуатаційну придатність будівель і споруд проводять

А) Стаціонарне спостереження.

Б) Рекогносцирувальне обстеження.

В) Зйомку підземних комунікацій.

Г) Бурові та гірничопрохідницькі роботи.

35. З метою вивчення та оцінення інженерно-геологічних умов району будівництва, включно геоморфологічну, стратиграфічну та тектонічну будову, літологічний склад, стан та фізико-механічні властивості ґрунтів, гідрологічні умови, несприятливі фізико-геологічні процеси та явища, а також складання прогнозу змін геологічних та гідрологічних умов під час будівництва та експлуатації будівель і споруд виконують

А) Інженерно-геодезичні вишукування.

Б) Геотехнічні вишукування.

В) Інженерно-геологічні вишукування.

Г) Інженерно-гідрометеорологічні вишукування.

36. Які роботи входять до складу інженерно-геологічних вишукувань?

А) Створення геодезичної основи топографічного зйомки шляхом побудови державної геодезичної мережі 3 та 4 класів; геодезичної мережі згущення 1-го та 2-го розрядів і нівелірної мережі II, III та IV класів, а також планово-висотної зйомочної геодезичної мережі у вигляді теодолітно-нівелірних та теодолітно-тахеометричних ходів.

Б) Інженерно-геодезична та великомасштабна топографічна зйомка виконана з точністю масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500, 1:200 та точніше.

В) Гідрогеологічні вишукування.

Г) Гідрологічні та метеорологічні спостереження і дослідження на станції та постах.

Д) Створення топографічних планів, профілів, інших топографо-геодезичних матеріалів у графічній та цифровій формах, призначених для розроблення

проектів, робочої документації та будівництва об'єктів, для оцінювання техногенного навантаження, розроблення заходів з інженерної підготовки та захисту території.

Е) Бурові та гірничопрохідницькі роботи.

Ж) Вивчення інженерно-геологічних процесів і явищ.

И) Оновлення інженерно-топографічних планів вишукувань минулих років за виявленими внаслідок польового обстеження змінами ситуації та рельєфу.

К) Геотехнічні вишукування, які включають лабораторні та польові дослідні роботи.

Л) Геофізичні роботи.

37. Програма інженерно-геологічних вишукувань визначається:

А) Орієнтовною площею забудови.

Б) Категорією складності інженерно-геологічних умов та класом наслідків (відповідальності) об'єкта.

В) Побаженнями проєктувальника.

Г) Довжиною дороги

38. Збільшення ступеня неоднорідності ґрунтового масиву призводить до:

А) Зменшення обсягу польових робіт.

Б) Зниження категорії складності умов.

В) Необхідності ущільнення мережі свердловин та лабораторних випробувань.

Г) Автоматичного переходу до крупномасштабних карт.

39. Показник текучості (II) для глинистих ґрунтів розраховується як:

А) Відношення природної вологості до межі текучості.

Б) Різниця між межею текучості та межею пластичності.

В) Відношення різниці між природною вологістю і межею пластичності до числа пластичності.

Г) Відношення пористості до щільності.

40. Якщо рівень ґрунтових вод знаходиться вище подошви фундаменту, це може спричинити:

А) Зменшення осідань.

Б) Підвищення розрахункового опору ґрунту.

В) Зниження несучої здатності основи та можливість фільтраційних деформацій.

Г) Відсутність впливу на роботу конструкції.

41. Модуль деформації ґрунту визначають:

А) Виключно лабораторними методами.

Б) Лише розрахунково.

В) Польовими (штамп, пресометр) та лабораторними методами.

Г) За таблицями без випробувань.

42. Інженерно-геологічний розріз використовується для:

- А) Визначення меж земельної ділянки.
- Б) Відображення просторового положення шарів ґрунтів і гідрогеологічних умов.
- В) Розрахунку транспортних потоків.
- Г) Вибору типу дорожнього покриття.

43. Суфозійні процеси виникають внаслідок:

- А) Вивітрювання скельних порід.
- Б) Вимивання дрібних часток ґрунту фільтраційним потоком води.
- В) Замерзання води в порах ґрунту.
- Г) Тектонічних рухів.

44. Коефіцієнт фільтрації ґрунту визначає:

- А) Швидкість осідання споруди.
- Б) Здатність ґрунту пропускати воду.
- В) Граничний опір зсуву.
- Г) Щільність скелета ґрунту.

45. У складних інженерно-геологічних умовах глибина свердловин визначається:

- А) Стандартною глибиною 5 м.
- Б) Глибиною промерзання.
- В) Зоною впливу навантаження від споруди.
- Г) Рівнем ґрунтових вод.

46. При переході від стадії ТЕО до стадії робочого проєкту:

- А) Обсяг вишукувань зменшується.
- Б) Детальність і точність інженерно-геологічних досліджень підвищується.
- В) Вишукування не виконуються.
- Г) Використовуються лише архівні матеріали.

46. Морозне пучення ґрунтів обумовлене:

- А) Розширенням мінерального скелета.
- Б) Утворенням льодових прошарків у водонасичених дрібнодисперсних ґрунтах.
- В) Висиханням ґрунту.
- Г) Динамічним навантаженням.

47. Категорія складності інженерно-геологічних умов визначається на підставі:

- А) Площі забудови.
- Б) Кількості лабораторних випробувань.
- В) Геологічної будови, гідрогеологічних умов та наявності небезпечних процесів.
- Г) Вартості об'єкта.

48. Техніко-економічні вишукування проводяться з метою:

- А) Визначення категорії дороги.
- Б) Обґрунтування параметрів автомобільної дороги.
- В) Вибору типу дорожніх знаків.
- Г) Контролю роботи світлофорів.

49. Основним показником, за яким визначаються параметри автомобільної дороги, є:

- А) Ширина узбіччя.
- Б) Інтенсивність руху.
- В) Довжина ділянки.
- Г) Тип ґрунту.

50. Середньорічна добова інтенсивність руху вимірюється в:

- А) км/год.
- Б) авт./км.
- В) авт./добу.
- Г) м/с.

51. Перспективна інтенсивність руху визначається за формулою:

- А) $N_t = N_0 + \beta t$.
- Б) $N_t = N_0(1 + \beta)^t$.
- В) $N_t = N_0(1 + \beta)^t$.
- Г) $N_t = \beta N_0^t$.

52. Коефіцієнт β у формулі прогнозування означає:

- А) Коефіцієнт зчеплення.
- Б) Щорічний приріст інтенсивності руху.
- В) Модуль пружності.
- Г) Коефіцієнт ущільнення.

53. Приведення транспортних засобів до легкового автомобіля здійснюється для:

- А) Визначення марки пального.
- Б) Спрощення обліку номерів авто.
- В) Урахування різного впливу ТЗ на дорожній одяг.
- Г) Розрахунку довжини маршруту.

54. Модуль пружності дорожнього одягу характеризує:

- А) Товщину покриття.
- Б) Здатність конструкції протистояти деформаціям.
- В) Міцність асфальту.
- Г) Шорсткість поверхні.

55. Збільшення частки важкого транспорту призводить до:

- А) Зменшення транспортного навантаження.
- Б) Підвищення вимог до міцності дорожнього одягу.
- В) Зменшення модуля пружності.
- Г) Зменшення строку прогнозування.

56. Картка оперативного обліку руху призначена для:

- А) Обліку витрат пального.
- Б) Фіксації інтенсивності руху за категоріями ТЗ.
- В) Контролю стану покриття.
- Г) Розрахунку товщини асфальту.

57. Прогнозування інтенсивності руху необхідне для:

- А) Визначення висоти дорожніх знаків.
- Б) Обґрунтування довгострокових проєктних рішень.
- В) Розрахунку ухилу узбіччя.
- Г) Визначення розміру огороження.

58. Сумарна кількість навантажень за розрахунковий період враховується для:

- А) Визначення швидкості руху.
- Б) Розрахунку конструкції дорожнього одягу.
- В) Вибору освітлення.
- Г) Обліку кількості смуг.

59. Перевищення розрахункової інтенсивності руху може призвести до:

- А) Підвищення довговічності покриття.
- Б) Передчасного руйнування дорожнього одягу.
- В) Зменшення навантаження.
- Г) Зменшення деформацій.

60. Техніко-економічні вишукування дозволяють:

- А) Лише визначити швидкість руху.
- Б) Лише визначити склад транспорту.
- В) Комплексно обґрунтувати проєктні рішення.
- Г) Лише оцінити ширину проїжджої частини.

61. Основною метою економічних вишукувань є:

- А) Визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів.
- Б) Обґрунтування економічної доцільності розвитку мережі автомобільних доріг.
- В) Визначення товщини дорожнього одягу.
- Г) Проведення геодезичних вимірювань.

62. Економічні вишукування є обов'язковими для:

- А) Лише нового будівництва.
- Б) Лише реконструкції.
- В) Лише капітального ремонту.
- Г) Усіх об'єктів нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту.

63. Мережні економічні вишукування виконують для:

- А) Вибору конструкції дорожнього покриття.
- Б) Розроблення схем розвитку дорожньої мережі.
- В) Визначення марки асфальтобетону.
- Г) Оцінки міцності мостів.

64. Титульні економічні вишукування проводять під час розроблення:

- А) Генерального плану міста.
- Б) Робочих креслень земляного полотна.
- В) ТЕО та ТЕР конкретного об'єкта.
- Г) Схеми організації дорожнього руху.

65. Схеми розвитку мережі автомобільних доріг розробляють на перспективу:

- А) 1–3 роки.
- Б) 3–5 років.
- В) 5–20 років.
- Г) 25–30 років.

66. Перший етап економічних вишукувань передбачає:

- А) Розрахунок економічної ефективності.
- Б) Вибір траси дороги.
- В) Збір вихідних економічних і технічних даних.
- Г) Визначення кута примикання.

67. Побудову найкоротшої пов'язувальної мережі починають з точки, яка має:

- А) Найменшу відстань до інших пунктів.
- Б) Найбільшу довжину зв'язків.
- В) Найбільший сумарний обсяг вантажних перевезень.
- Г) Найвищу категорію дороги.

68. Критерієм відбору ланок до найкоротшої пов'язуючої мережі є:

- А) Максимальна довжина ділянки.
- Б) Мінімальна інтенсивність руху.
- В) Мінімум питомих дорожньо-транспортних витрат.
- Г) Максимальна швидкість руху.

69. Приведена довжина ланки визначається за формулою:

- А) $L = l \times Q$.
- Б) $L = l / Q$.
- В) $L = Q / l$.
- Г) $L = a \times Д$.

70. Кількість ітерацій під час побудови найкоротшої мережі дорівнює:

- А) n .
- Б) $n + 1$.
- В) $n - 1$.
- Г) $2n$.

71. Вантажонапруженість визначається за формулою, що враховує:

- А) Лише інтенсивність руху.
- Б) Лише довжину дороги.
- В) Кількість вантажних авто, коефіцієнти використання та середню вантажопідйомність.
- Г) Тільки швидкість руху.

72. Додаткові вузлові точки доцільно вводити, якщо:

- А) Відстань між точками є мінімальною.
- Б) Вантажонапруженість відсутня.
- Б) Між ланками утворюється значний (гострий) кут і це економічно виправдано.
- В) Дорога має I категорію.

73. Середня вантажопідйомність автомобілів визначається як:

- А) Найбільша вантажопідйомність у потоці.
- Б) Сума вантажопідйомностей.
- В) Середньозважене значення з урахуванням частки кожної марки авто.
- Г) Мінімальна вантажопідйомність.

74. Приведена довжина використовується для:

- А) Визначення категорії дороги.
- Б) Розрахунку товщини покриття.
- В) Порівняння економічної ефективності різних ланок мережі.
- Г) Визначення швидкості руху.

75. Транспортні вишукування – це:

- А) Процес укладання дорожнього покриття.
- Б) Комплекс досліджень для отримання характеристик транспортного потоку.
- В) Метод ремонту автомобільних доріг.
- Г) Встановлення дорожніх знаків.

76. До основних параметрів транспортного потоку належить:

- А) Товщина дорожнього одягу.
- Б) Клас бетону покриття.
- В) Інтенсивність руху.
- Г) Глибина промерзання ґрунту.

77. Інтенсивність руху вимірюється в:

- А) км/год.
- Б) авт./год.
- В) авт./км.
- Г) м/с.

78. Фундаментальне рівняння транспортного потоку має вигляд:

- А) $q = V / k$.
- Б) $q = k \cdot V$.
- В) $V = q + k$.
- Г) $k = V \cdot q$.

79. Швидкість 50 % забезпеченості – це:

- А) Максимальна швидкість у потоці.
- Б) Мінімальна швидкість у потоці.
- В) Медіанна швидкість.
- Г) Середня квадратична швидкість.

80. Швидкість 85 % забезпеченості використовується для:

- А) Визначення марки асфальтобетону.
- Б) Призначення розрахункової швидкості.
- В) Визначення ширини узбіччя.
- Г) Оцінки товщини основи.

81. Кумулятивна крива розподілу швидкостей відображає:

- А) Залежність швидкості від температури.
- Б) Накопичену частість швидкостей.
- В) Склад дорожнього одягу.
- Г) Тип покриття.

82. Швидкість 15 % забезпеченості характеризує:

- А) Найшвидші транспортні засоби.
- Б) Повільну частину транспортного потоку.
- В) Середню швидкість потоку.
- Г) Проєктну швидкість дороги.

83. Медіана швидкості визначається як:

- А) Середнє арифметичне значення.
- Б) Значення, що ділить вибірку навпіл.
- В) Найбільше значення швидкості.
- Г) Найменше значення швидкості.

84. Дисперсія швидкостей характеризує:

- А) Інтенсивність руху.
- Б) Щільність потоку.
- В) Ступінь розсіювання швидкостей.
- Г) Довжину дороги.

85. Частота в статистичному аналізі – це:

- А) Середня швидкість.
- Б) Кількість ТЗ у певному інтервалі.
- В) Максимальна швидкість.
- Г) Площа перерізу дороги.

86. Накопичена частість – це:

- А) Сума частот до певного інтервалу.
- Б) Середня швидкість.
- В) Максимальна інтенсивність.
- Г) Довжина транспортного потоку.

87. До факторів, що впливають на швидкість руху, належать:

- А) Колір дорожніх знаків.
- Б) Геометричні параметри дороги.
- В) Номер автомобіля.
- Г) Марка фарби розмітки.

88. Щільність транспортного потоку вимірюється в:

- А) авт./год.
- Б) км/год.
- В) авт./км.
- Г) м².

89. Аналіз швидкісного режиму необхідний для:

- А) Визначення складу бетону.
- Б) Проєктування та організації дорожнього руху.
- В) Вибору кольору розмітки.
- Г) Визначення вологості ґрунту.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ФОРМА ТА СКЛАД ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ

Шифр замовлення _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

(найменування організації замовника)

(підпис керівника) (прізвище)

20 ____ р.

(число) (місяць прописом) (рік)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ на виконання інженерно-геодезичних вишукувань

1. Повне найменування об'єкта _____

2. Місце розташування й межі району (ділянки) _____

3. Замовник _____
4. Технічна характеристика проєктованого об'єкта та стадія проєктування _____

5. Детальність і повнота відображення ситуації об'єкта _____

6. Точність визначення просторового положення елементів ситуації (масштаб) _____

7. Спеціальні вимоги _____

8. Перелік звітних матеріалів, зразки форм їх подання у випадку виконання спеціальних видів робіт _____

9. Відомості про наявність матеріалів вишукувань минулих років _____

10. Додатки _____

Головний інженер проєкту _____
підпис _____ прізвище

тел. _____

Відповідальний представник замовника _____
посада _____ прізвище

тел. _____

ДОДАТОК Б

**УНІФІКОВАНІ КАТЕГОРІЇ СКЛАДНОСТІ УМОВ ПРИ ВИКОНАННІ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ
ДЛЯ БУДІВНИЦТВА**

Таблиця Б.1

Фактори	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6
Ухил місцевості	до 0,01	0,01...0,025	0,025...0,035	0,035...0,07	більше 0,07
Пересіченість місцевості	степова, лісостепова відкрита місцевість із невеликою кількістю великих контурів; кількість штативів на 1 км ходу нівелювання – 5-7, пікетів на 1 га зйомки – 16-25	відкрита рівнина або пагорбкувата місцевість зі значною кількістю чітко виражених форм рельєфу та ситуації, відкрите легкопрохідне болото; кількість штативів на 1 км ходу нівелювання – 10-12, пікетів на 1 га зйомки – 26-50	напівзакрита рівнина або пагорбкувата місцевість, пересічена балками і ярами з дрібними формами рельєфу та великою контурністю; відкрите болото середньої прохідності; відкрита гірська місцевість з рельєфом середньої складності; кількість штативів на 1 км ходу нівелювання – 15-20, пікетів на 1 га зйомки – 51-80	рівнина або пагорбкувата місцевість, дуже пересічена балками і ярами; гірська місцевість із простими формами рельєфу; відкрите важко-прохідне болото; території промислових і будівельних майданчиків з великою кількістю контурів; кількість штативів на 1 км ходу нівелювання – 25-30, пікетів на 1 га зйомки – 81-120	гірська місцевість із складними формами рельєфу; високогірні райони, напівзакриті із дуже розчленим рельєфом, відносним перевищенням більше 0,5 км; території промислових і будівельних майданчиків, кар'єрів відкритої розробки корисних копалин з великою кількістю контурів; кількість штативів на 1 км ходу нівелювання – 32-35, пікетів на 1 га зйомки – більше 120
Забудова, насадження дерев	щільність забудови до 20%; незначна кількість елементів благоустрою та ситуації	щільність забудови до 20 -30 %; будівлі простої конфігурації; значна кількість елементів благоустрою та ситуації; міські сквери, сади та парки без по-деревної зйомки	щільність забудови до 30-40 %; будівлі складної конфігурації; міста та селища з невеликою кількістю високих будинків і дерево-насадженнями висотою 10-15 м, місцями з підліском або густим чагарником; приміські зони великих міст; промислові та будівельні майданчики із середньою забудованістю	щільність забудови до 40-50 %; будівлі складної конфігурації; велика кількість елементів благоустрою та ситуації; міські сквери, сади та парки нескладної конфігурації за умови подеревної зйомки	щільність забудови понад 50 %; будівлі складної конфігурації з великою кількістю елементів благоустрою та ситуації; великі промислові центри; міські сквери, сади та парки з великою кількістю дрібних елементів ситуації, а також чагарнику та інших насаджень, що підлягають подеревній зйомці; головні магістралі великих міст

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6
Рух транспорту та пішоходів, інші перешкоди	дороги з незначним рухом транспорту	дороги та вулиці міст, селищ, промислових і будівельних майданчиків зі слабким рухом транспорту; незначна кількість котлованів, відвалів та інш.	рухом транспорту та пішоходів середньої інтенсивності; діючі промислові та будівельні майданчики з наявністю котлованів, відвалів	вулиці міст із інтенсивним рухом транспорту та пішоходів, що затрудняє проведення робіт; промислові та будівельні майданчики зі значною контурністю	головні магістралі великих міст із інтенсивним рухом транспорту та пішоходів; задимленість і загазованість атмосфери; діючі великі промислові та будівельні майдан-чики, діяльність яких викликає порушення безперервності технологічного процесу вишукувань
Інженерні комунікації	до 3 видів мереж; понад 20 колодязів на 1 га із чіткими зовнішніми ознаками, що не потребують очищення	3-5 видів мереж; 15-20 колодязів на 1 га із чіткими зовнішніми ознаками, що не потребують очищення	5-8 видів мереж; 9-14 колодязів на 1 га, зйомка частини мереж вимагає очищення, пошуку зовнішніх ознак і використання приладів пошуку	8-10 видів мереж; 4-8 колодязів на 1 га; зйомка мереж вимагає очищення, пошуку зовнішніх ознак і використання приладів пошуку	понад 10 видів мереж; до 3 колодязів на 1 га; значна кількість зовнішніх ознак вимагає інструментального пошуку з розчищенням колодязів, розкриття окремих прокладок шурфами; загазованість елементів прокладок, що вимагає примусової вентиляції
Примітка. В таблиці по кожній категорії наведено перелік факторів, які визначають ступінь складності умов виконання всіх основних видів топографічних і геодезичних робіт при інженерних вишукуваннях для будівництва. При виконанні комплексу робіт категорії складності варто встановлювати за сукупністю факторів, зазначених у додатку. Якщо який-небудь окремий фактор стосується більш високої категорії за видом робіт, який має визначальну вагу в загальному обсязі, то категорії складності варто встановлювати за цим фактором.					

Додаток В

Параметри основних елементів вулиць відповідно до категорії

Згідно з ДБН В.2.3-5:2018 зміна № 1

Категорія вулиць		Розрахункова швидкість руху, км/год	Ширина смуги руху, м	Кількість смуг руху в обох напрямках, шт.	Найбільший поздовжній похил, ‰	Мінімальна ширина пішохідної зони тротуару, м
Найкрупніші, крупні міста	Магістральні дороги					
	Безперервного руху	100	3,75	4; 6; 8	40	1,00*
	Регульованого руху	60	3,75	4; 6; 8	60	1,00*
	Магістральні вулиці					
	Загальноміського значення безперервного руху	80	3,50	4; 6; 8	50	3,00
	Загальноміського значення регульованого руху	60	3,00	4; 6; 8	60	3,00
	Районного значення	60	3,00	2; 4; 6	60	2,25
Великі міста	Загальноміського значення регульованого руху	60	3,00	2; 4; 6	60	3,00
	Районного значення	60	3,00	2; 4	60	2,25
Середні та малі міста	Загальноміського значення регульованого руху	60	3,00	2; 4	60	2,25
	Районного значення	60	3,00	2; 4	60	1,50
Усі групи міських та сільські населені пункти	Вулиці та дороги місцевого значення					
	Житлові вулиці	50	3,00	2; 4	70	1,50
	Дороги в науково-виробничих, промислових і комунально-складських зонах	50	3,00	2	60	1,50
	Проїзди, паркові дороги	30	3,00	2	80	1,50
		30	4,00	1	80	1,50
	Дороги господарського призначення	30	4,50	1	80	—
	Пішохідні доріжки	—	1,80	—	—	—
* Технічний тротуар.						
Примітка 1. В умовах горбистої та гірської місцевості або стислих умовах історичної та/або існуючої забудови допускається приймати параметри, виходячи з реальних умов з обов'язковим проектуванням відповідних заходів із забезпечення дорожньої безпеки та облаштуванням даних ділянок відповідними технічними засобами організації руху.						
Примітка 2. В стислих умовах під час капітального ремонту ширину пішохідної зони тротуару можна зменшувати до 1,00 м.						
Примітка 3. Для магістральних доріг, магістральних та житлових вулиць зазначена кількість смуг руху може бути застосована і для організації дорожнього руху в одному напрямку.						

Додаток Г

Категорії автомобільних дорог

(відповідно ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги»)

Категорія дороги	Інтенсивність руху (авт./добу)	Кількість смуг руху	Ширина однієї смуги (м)	Загальна ширина проїжджої частини (мінімум)
I-a (Автомагістраль)	понад 14 000	4; 6; 8	3,75; 3,5*	2 x 7,5 м (з розділювальною)
I-б (Швидкісна)	понад 14 000	4; 6	3,75	2 x 7,5 м (з розділювальною)
II	6 000 – 14 000	2; 3**	3,75	7,5 м
III	2 000 – 6 000	2	3,50	7,0 м
IV	400 – 2 000	2	3,00	6,0 м
V	до 400	1	4,50	4,5 м
*Ширина смуги руху 3,50 м застосовується для 3-ї і 4-ї смуг руху при новому будівництві. **Рекомендовано влаштовувати при інтенсивності у транспортних одиницях більше 7000 авт./доб				

Додаток Д

Таблиця варіантів індивідуальних завдань до теми «Визначення категорії складності інженерно-геодезичних умов та розробка технічного завдання на проведення інженерно-геодезичних вишукувань для лінійних споруд (автомобільних доріг)»

Таблиця Д.1

№	Назва та тип об'єкта	Ст адія	Технічні параметри (довжина / ширина / смуги)	Топографічні умови (рельєф, угіддя)	Ситуація та мережі (забудова, комунікації)	Рух транспорту
1	Реконструкція магістральної вулиці (м. Київ)	РП	L=1.2 км, B=25 м, 4 смуги	Рівнинний (0-2°), асфальт	Дуже щільна багатоповерхова забудова. Мережі: >10 ліній (газ, вода, кабелі, теплотраса)	Інтенсивний, без зупинки
2	Нове будівництво об'їзної дороги (Полтавська обл.)	П	L=15 км, B=15 м, 2 смуги	Рівнинний, с/г угіддя (поля)	Забудова відсутня. Мережі: перетин 2 ЛЕП та газопроводу ВТ	Відсутній (поле)
3	Капітальний ремонт вулиці житлової забудови	РП	L=0.8 км, B=12 м, 2 смуги	Слабкопересічений (2-4°), газони	Приватний сектор (щільна забудова). Мережі: газ, водопровід, повітряні лінії зв'язку	Помірний
4	Реконструкція під'їзної дороги до промзони	РП	L=2.5 км, B=9 м, 2 смуги	Рівнинний, чагарники	Промзона. Наземні трубопроводи, естакади, залізничні колії	Вантажний транспорт
5	Будівництво автомагістралі М-06 (ділянка в Карпатах)	П	L=8.0 км, B=28 м, 4 смуги	Гірський (>10°), ліс, серпантин	Забудова відсутня. Складні геологічні умови (зсуви)	Часткове обмеження
6	Реконструкція проспекту з трамвайною лінією	РП	L=1.5 км, B=40 м, 6 смуг	Рівнинний, тверде покриття	Історичний центр міста. Надзвичайно щільна мережа підземних комунікацій	Дуже інтенсивний + трамвай
7	Ремонт дороги між селами (V категорія)	РП	L=5.0 км, B=6 м, 1-2 смуги	Пересічений (4-6°), лісосмуги	Поодинокі будівлі. Мережі відсутні або транзитні	Слабкий
8	Благоустрій пішохідної зони в парку	РП	S=10 га, алеї	Горбистий рельєф, парк	Щільні зелені насадження. Мережі: освітлення, полив, зливово-каналізація	Пішохідний
9	Нове будівництво дороги I-б категорії	П	L=20 км, B=26 м, 4 смуги	Рівнинний, рілля	Перетин з 3-ма існуючими дорогами та 2-ма річками. Мереж мало	Відсутній

Продовження таблиці Д.1

10	Реконструкція мостового переходу в місті	Р	L=0.3 км, міст + підходи	Долина річки, схили	Міська забудова по берегах. Кабелі зв'язку в тілі мосту, дюкери по дну	Інтенсивний
11	Капремонт вулиці районного значення	РП	L=1.1 км, V=14 м, 2 смуги	Спокійний, перепад висот до 5 м	Багатоповерхова забудова (спальний район). Зливові каналізація, тепломережа	Середньої інтенсивності
12	Будівництво дороги до кар'єру	РП	L=3.5 км, V=8 м, 2 смуги	Складний, яри та балки	Відсутня забудова. Перетин з ЛЕП 110 кВ	Технологічний
13	Реконструкція транспортної розв'язки (кільце)	РП	D=100 м, 4 з'їзди	Рівнинний, насип	Міська межа. Велика кількість кабелів зв'язку та спецзв'язку	Безперервний потік
14	Прокладання дороги через болотисту місцевість	П	L=6.0 км, V=12 м, 2 смуги	Рівнинний, заболочена заплава	Відсутня забудова. Потребує гідрологічних вишукувань	Відсутній
15	Реставрація історичної вулиці (бруківка)	РП	L=0.5 км, V=10 м, пішохідна	Рівнинний, щільна забудова	Історичні будівлі (пам'ятки). Старі колектори, підвали, археологія	Обмежений/пішохідний
16	Будівництво регіональної дороги (III кат.)	П	L=12 км, V=12 м, 2 смуги	Хвилястий (2-5°), поля	Обхід населених пунктів. Перетин магістральних газопроводів	Відсутній
17	Реконструкція набережної	РП	L=2.0 км, V=20 м	Схил до річки, тераси	Гідротехнічні споруди, підпірні стінки. Зливі випуски в річку	Пішохідний/велосипедний
18	Під'їзд до аеропорту (категорія I-а)	РП	L=4.0 км, V=30 м, 4 смуги	Рівнинний, відкрита місцевість	Спецкомунікації аеропорту, обмеження по висоті (глісада)	Висока інтенсивність
19	Вулиця в дачному кооперативі	РП	L=1.5 км, V=6 м, 1 смуга	Пересічений, сади	Хаотична приватна забудова, вузькі проїзди. Саморобні мережі	Низька
20	Лісова дорога протипожежного призначення	РП	L=10 км, V=4.5 м, ґрунтова	Ліс, яри, густий підлісок	Відсутня забудова і мережі. Обмежена видимість (дерева)	Епізодичний
21	Реконструкція площі перед вокзалом	РП	S=3.5 га, асфальт	Рівнинний	Транспортний вузол. Тролейбусні лінії, складна система дренажу	Дуже інтенсивний, хаотичний
22	Будівництво дороги вздовж залізниці	П	L=5.5 км, V=9 м, 2 смуги	Смуга відводу залізниці	Насип залізниці, кабелі СЦБ, контактна мережа. Охоронна зона	Середній
23	Капремонт вулиці в селі (транзитна траса)	РП	L=2.2 км, V=12 м, 2 смуги	Рівнинний	Сільська забудова вздовж дороги. Повітряні лінії 0.4 кВ, газ по фасадах	Транзитний вантажний

Продовження таблиці Д.1

24	Дорога до вітроелектростанції (ВЕС)	П	L=7.0 км, В=6 м, гравій	Відкритий степ, вітряно	Відсутня забудова. Підземні високовольтні кабелі від турбін	Технологічний
25	Реконструкція шляхопроводу над залізницею	РП	L=0.6 км, висота насипу 8 м	Штучна споруда (насип)	Електрифікована залізниця внизу. Вимоги безпеки Укрзалізниці	Інтенсивний
26	Велодоріжка між районами міста	РП	L=3.0 км, В=3 м	Вздовж річки та парків	Зелена зона, мінімум перетинів з дорогами. Освітлення	Велосипедний
27	Магістральна вулиця районного значення	РП	L=1.8 км, В=15 м, 2-3 смуги	Схил 6-8° (тягун)	Щільна житлова забудова 9-16 поверхів. Колектори глибокого закладання	Середній + автобуси
28	Обхідна дорога навколо заповідника	П	L=8.5 км, В=9 м, 2 смуги	Пересічений, екологічна зона	Заборона вирубки лісу. Мінімум земляних робіт. Відсутні мережі	Низька
29	Промисловий проїзд на заводі	РП	L=1.0 км, бетонні плити	Рівний, територія заводу	Дуже висока насиченість мережами (пара, кислоти, кабелі). Естакади	Спецтехніка
30	Вулиця в приватному секторі (каналізування)	РП	L=1.2 км, В=8 м	Рівнинний	Вузька вулиця, "червоні лінії" порушені парканами. Щільні вводи газу/води	Низька

Як користуватися таблицею:

Тип об'єкта:

- Слова "Вулиця", "Проспект", "Площа", "Провулок" вказують на **міські умови** -> Масштаб **1:500** (ДБН В.2.3-5).
- Слова "Дорога", "Траса", "Магістраль", "Обхід" вказують на **позаміські умови** -> Масштаб **1:2000** (ДБН В.2.3-4).

Стадія:

- **П (Проект)** дозволяє (в теорії) менші масштаби (1:2000), але для складних умов (місто) часто вже потребує 1:500.
- **РП (Робочий проект)** завжди вимагає найдетальнішого масштабу (**1:500**).

Складність (для п. 2 завдання): Дивитися колонки "Топографічні умови" та "Ситуація".

- *Проста (I кат):* Поля, рівнина, нема мереж.
- *Складна (III-V кат):* Місто, багато мереж, рух транспорту, гірський рельєф, болота

Додаток Е

ФОРМА ТА СКЛАД ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ
ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ ВИШУКУВАНЬ

Шифр замовлення _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

(найменування організації замовника)

(підпис керівника) (прізвище)

_____ 20 ____ р.
(число) (місяць прописом) (рік)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання інженерно-геологічних вишукувань

1. Повне найменування об'єкта _____

2. Місцезнаходження об'єкта (за адміністративним поділом) _____

3. Замовник _____

4. Стадія проєктування _____

5. Відомості про наявність матеріалів інженерно-геологічних вишукувань
минулих років _____

6. Особливі вимоги до результатів вишукувань _____

Додатки:

1. Основні відомості про конструктивні особливості проєктованих
будівель і споруд, трас комунікацій.
2. Топографічний план з нанесенням проєктованих будівель, споруд
та трас.
3. Копія рішення про відведення земельної ділянки (або іншого
правовстановлювального документа).
4. Інші документи, надані замовником (за згодою) на прохання
виконавця робіт.

Головний інженер проєкту _____
_____ підпис _____ прізвище

тел. _____

Відповідальний представник замовника _____
_____ посада _____ прізвище

тел. _____

Додаток Ж

СКЛАД І ЗМІСТ ТЕХНІЧНОГО ЗВІТУ З ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ ВИШУКУВАНЬ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА

Вимоги до порядку викладання матеріалу звіту

Основна частина містить такі структурні елементи: вступ, суть звіту, висновки, рекомендації, перелік посилань.

У вступі зазначають:

- підстави для виконання робіт;
- цілі та завдання інженерно-геологічних вишукувань;
- місце розташування району вишукування;
- дані про об'єкт, що проектується;
- відхилення від програми виконання робіт, їх обґрунтування.

1. Вивченість інженерно-геологічних умов

У цій частині наводять відомості про:

- основні результати раніше виконаних робіт, можливості їх використання для встановлення інженерно-геологічних умов (у вільному викладі або в табличній формі);
- досвід місцевого будівництва, включно характер та причини деформацій основ будівель та споруд (якщо вони є).

2. Фізико-географічні умови

У цій частині наводять відомості про:

геоморфологію – на базі морфоструктурного аналізу;

- рельєф (із зазначенням абсолютних відміток поверхні, ухилів, відносного перевищення);
- гідрографію і гідрологію (з описом ерозійної мережі та режиму поверхневих вод), якщо територія перебуває в сфері впливу водойм і ерозійних процесів;
- клімат (із зазначенням даних про атмосферні опади, температурний режим, сніговий покрив, льодовий режим).

3. Геологічна будова

Тут наводять відомості про:

- тектонічну характеристику району робіт;
- опис залягання ґрунтів;

4. Фізико-механічні властивості ґрунтів

У цій частині наводять:

- опис складу і стану ґрунтового масиву;
- характеристику фізико-механічних властивостей ґрунтів;

5. Гідрологічні умови

Тут зазначають:

- оцінку гідрогеологічних умов;

- гідрогеологічні параметри і хімізм;
- граничні умови;
- режим підземних вод.

6. Сучасні геологічні та інженерно-геологічні процеси та явища

За наявності сучасних геологічних та інженерно-геологічних умови процеси та явища (зсуви, обвали, карст, селі, абразія, механічна або хімічна суфозія, фізичне вивітрювання, підтоплення, засолення, підроблення, землетрус, динамічні впливи, забруднення ґрунтів і водоносних горизонтів, електромагнітний вплив тощо) у цій частині зазначають:

- межі ділянки (зони) поширення процесу або явища;
- зовнішні ознаки;
- динаміку процесу або явища;
- причинно-наслідкові зв'язки.

У **висновках** на основі об'єктивних даних, викладених у частинах звіту, зазначають:

- оцінку складності інженерно-геологічних умов;
- резонансні фактори.

У **рекомендаціях** наводять пропозиції щодо:

- вибору типів фундаментів;
- інженерного захисту території та об'єктів;
- профілактичних (превентивних) заходів із забезпечення тривалої стійкості будівель і споруд.

У **переліку посилань** вказують список джерел, на які є посилання в звіті, та наводять його наприкінці тексту звіту, починаючи з нової сторінки. У відповідних місцях тексту мають бути посилання. Бібліографічні описи посилань наводять відповідно до чинних стандартів.

Додатки до звіту

Текстові додатки до звіту (висновку) мають містити:

- копію дозволу (ліцензії) на виконання робіт;
- копію технічного завдання замовника;
- програму виконання робіт;
- зведені таблиці результатів лабораторних визначень фізико-механічних властивостей ґрунтів для кожного виділеного інженерно-геологічного елемента і таблицю хімічного складу підземних вод;
- результати статистичної обробки;
- опис гірничих виробок;
- паспорти результатів геофізичних робіт, польових випробовувань ґрунтів, стаціонарних спостережень і інших робіт (якщо їх виконували);
- каталоги координат і висот точок геологічної інформації.

Графічні додатки до звіту мають містити:

- карти фактичного матеріалу, інженерно-геологічних умов і районування майданчика (траси) або їхніх варіантів (у складних інженерно-геологічних умовах), а за обґрунтування – гідрогеологічні (поширення водоносних горизонтів, глибини залягання підземних вод і гідроізопіс, глибини залягання водотривких шарів ґрунту, гідрохімічні, водопроникності тощо);
- у разі вишукувань для лінійних споруд замість карти інженерно-геологічних умов смуги траси допускається додавати профілі або інженерно-геологічні розрізи по осі траси та по поперечниках разом з результатами інженерно-геодезичних вишукувань;
- викопіювання з наявних геологічних, гідрогеологічних та інших карт (за необхідності);
- інженерно-геологічні розрізи;
- геофізичні карти і розрізи.

Додаток II – Вихідні дані до практичної роботи 4 розділу

Варіант	відстані між кореспондувальними точками в км вантажонапруженість між цими точками , тис.т / рік															Відсоток автомобілів певної марки в потоці, %;			Вантажопідйомність кожної марки автомобіля, т		
	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	2-3	2-4	2-5	2-6	3-4	3-5	3-6	4-5	4-6	5-6	A1	A2	A3	A1	A2	A3
1	<u>21.2</u> -	<u>18.3</u> 94,4	<u>43.1</u> 77,4	<u>36.5</u> 19,5	<u>30</u> -	<u>18.0</u> 130,2	<u>45.3</u> 43	<u>32</u> -	<u>35.3</u> 30,2	<u>14.2</u> 76,4	<u>15.4</u> 43	<u>17.5</u> 35,3	<u>27.2</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	25	30	8	8.5	4.8	3.5
2	<u>22.2</u> -	<u>18.3</u> 93,4	<u>44.1</u> 79,4	<u>46.5</u> 19,5	<u>34</u> -	<u>17.0</u> 131,2	<u>65</u> 20	<u>33</u> -	<u>34.3</u> 29,2	<u>10.2</u> 56,4	<u>15.4</u> 34	<u>17.5</u> 55,3	<u>30</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	24	31	7	8.6	4.7	3.4
3	<u>24.2</u> -	<u>18.3</u> 92,4	<u>42.1</u> 76,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>32</u> -	<u>19.5</u> 133,2	<u>23.1</u> 76	<u>35</u> -	<u>33.3</u> 21,2	<u>11.2</u> 66,4	<u>15.4</u> 21,9	<u>17.5</u> 65,3	<u>34</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>11.2</u> 34,2	23	32	6	8.7	4.6	3.3
4	<u>25.2</u> -	<u>18.3</u> 91,4	<u>45.1</u> 75,4	<u>16.5</u> 19,5	<u>27</u> -	<u>19.4</u> 139,2	<u>30.1</u> 55	<u>36</u> -	<u>30.3</u> 24,2	<u>13.2</u> 46,4	<u>15.4</u> 21,9	<u>17.5</u> 75,3	<u>32</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>12.2</u> 34,2	22	33	5	8.8	4.5	3.2
5	<u>26.2</u> -	<u>18.3</u> 90,4	<u>46.1</u> 74,4	<u>66.5</u> 19,5	<u>25</u> -	<u>19.3</u> 123	<u>33.1</u> 66	<u>43</u> -	<u>31.3</u> 25,2	<u>17.2</u> 77,4	<u>15.4</u> 21,9	<u>17.5</u> 45,3	<u>27</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	21	34	4	8.9	4.4	3.1
6	<u>27.2</u> -	<u>18.3</u> 85,4	<u>42.1</u> 73,4	<u>66.5</u> 19,5	<u>27</u> -	<u>19.2</u> 134	<u>30.1</u> 78	<u>41</u> -	<u>32.3</u> 26,2	<u>19.2</u> 78,4	<u>15.4</u> 21,9	<u>17.5</u> 45,3	<u>28</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>13.2</u> 34,2	20	35	9	8.1	4.3	3.7
7	<u>28.2</u> -	<u>18.3</u> 75,4	<u>47.1</u> 72,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>28</u> -	<u>19.9</u> 133	<u>29.1</u> 59	<u>30</u> -	<u>33.3</u> 27,2	<u>21.2</u> 79,4	<u>15.4</u> 21,9	<u>17.5</u> 45,9	<u>29</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	19	36	10	8.2	4.2	3.8
8	<u>29.2</u> -	<u>18.3</u> 65,4	<u>48.1</u> 71,9	<u>26.5</u> 19,5	<u>29</u> -	<u>19.7</u> 156	<u>28.1</u> 21,3	<u>34</u> -	<u>29.3</u> 26,2	<u>22.2</u> 80,4	<u>15.6</u> 21,9	<u>17.5</u> 45,3	<u>31</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	26	37	11	8.3	4.1	3.9
9	<u>31.2</u> -	<u>18.3</u> 55,4	<u>42.3</u> 70,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>31</u> -	<u>19.1</u> 167	<u>27.1</u> 21,3	<u>32</u> -	<u>28.3</u> 25,2	<u>23.2</u> 81,4	<u>15.7</u> 21,9	<u>17.5</u> 49,3	<u>32</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	27	38	12	8.4	4.9	3.6
10	<u>41.2</u> -	<u>18.3</u> 45,4	<u>52.1</u> 48,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>32</u> -	<u>19.4</u> 167	<u>23.1</u> 24,3	<u>27</u> -	<u>41.3</u> 24,2	<u>24.2</u> 82,4	<u>15.8</u> 21,9	<u>17.5</u> 40,3	<u>43</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	28	39	13	8.5	4.8	3.5
11	<u>51.2</u> -	<u>18.3</u> 35,4	<u>52.1</u> 68,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>43</u> -	<u>29.0</u> 178	<u>23.1</u> 23,3	<u>25</u> -	<u>42.3</u> 23,2	<u>25.2</u> 83,4	<u>16.4</u> 21,9	<u>17.5</u> 41,3	<u>41</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	29	40	7	8.6	4.7	3.4
12	<u>61.2</u> -	<u>18.3</u> 45,4	<u>62.1</u> 88,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>41</u> -	<u>49.0</u> 169	<u>23.1</u> 22,3	<u>30</u> -	<u>43.3</u> 22,2	<u>17.2</u> 85,4	<u>17.4</u> 21,9	<u>17.5</u> 42,3	<u>27.2</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	18	29	6	8.7	4.6	3.3

13	<u>71.2</u> -	<u>18.3</u> 15,4	<u>32.1</u> 38,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>32</u> -	<u>39,0</u> 148	<u>23.1</u> 21,3	<u>30</u> -	<u>44.3</u> 21,2	<u>14.2</u> 86,4	<u>18.4</u> 21,9	<u>17.5</u> 45,9	<u>32</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	17	28	14	8.8	4.5	3.2
14	<u>81.2</u> -	<u>18.3</u> 98,4	<u>52.1</u> 48,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>54</u> -	<u>19,0</u> 135,2	<u>23.1</u> 21,9	<u>34</u> -	<u>45.3</u> 33,1	<u>14.2</u> 87,4	<u>19.4</u> 21,1	<u>17.5</u> 44,3	<u>54</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	25	27	15	8.9	4.4	3.1
15	<u>19.2</u> -	<u>18.3</u> 99,4	<u>42.1</u> 78,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>55</u> -	<u>19,0</u> 189	<u>23.1</u> 21,8	<u>32</u> -	<u>46.3</u> 33,4	<u>14.2</u> 71,4	<u>11.4</u> 21,4	<u>17.5</u> 45,3	<u>55</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	24	26	16	8.1	4.3	3.7
16	<u>91.2</u> -	<u>18.3</u> 98,4	<u>42.1</u> 78,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>51</u> -	<u>19,0</u> 109	<u>23.1</u> 21,7	<u>27</u> -	<u>47.3</u> 33,5	<u>14.2</u> 76,4	<u>13.4</u> 21,5	<u>17.5</u> 43,3	<u>30</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	23	25	17	8.2	4.2	3.8
17	<u>28.2</u> -	<u>18.3</u> 97,4	<u>92.1</u> 78,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>52</u> -	<u>19,0</u> 156	<u>23.1</u> 21,6	<u>32</u> -	<u>48.3</u> 33,6	<u>14.2</u> 70,4	<u>18.4</u> 21,6	<u>17.5</u> 45,3	<u>34</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	22	30	18	8.3	4.1	3.9
18	<u>28.2</u> -	<u>18.3</u> 96,4	<u>23.1</u> 90,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>52</u> -	<u>19,0</u> 122	<u>23.1</u> 21,5	<u>54</u> -	<u>49.3</u> 33,7	<u>14.2</u> 76,5	<u>19.4</u> 21,8	<u>17.5</u> 45,3	<u>32</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	21	31	19	8.4	4.9	3.6
19	<u>21.9</u> -	<u>18.3</u> 94,4	<u>102.1</u> 18,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>66</u> -	<u>19,0</u> 134	<u>23.1</u> 21,4	<u>55</u> -	<u>50.3</u> 33,8	<u>14.2</u> 76,5	<u>20.4</u> 21,7	<u>17.5</u> 45,3	<u>27</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	20	32	20	8.5	4.8	3.5
20	<u>21.8</u> -	<u>18.3</u> 93,4	<u>122.1</u> 28,4	<u>26.5</u> 19,5	<u>68</u> -	<u>19,0</u> 174	<u>23.1</u> 20,3	<u>51</u> -	<u>51.3</u> 33,9	<u>14.2</u> 76,6	<u>11.4</u> 21,9	<u>17.5</u> 45,3	<u>25</u> -	<u>14.3</u> 64,3	<u>16.2</u> 34,2	19	33	11	8.6	4.7	3.4

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ратушняк Г. С., Панкевич О. Д., Лялюк О. Г. Інженерні вишукування : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2009. 150 с.
2. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23 грудня 1998 року N 353-XIV
3. ДСТУ 9154:2021. Настанова з виконання геодезичних робіт у дорожньому будівництві. [Чинний від 2022-09-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2022.
4. Посібник до ДСТУ 9154: 2021. Настанова з виконання геодезичних робіт у дорожньому будівництві. Київ. 2024. 143 с.
5. ДСТУ 2393–94. Геодезія. Терміни та визначення. [Чинний від 1995-01-01]. К. : Держспоживстандарт України, 1995.
6. ДСТУ 2402-94. Прилади геодезичні. Терміни та визначення. [Чинний від 1995-01-01]. К. : Держспоживстандарт України, 1995.
7. ДБН А.2.1-1-2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Інженерні вишукування. [Чинний від 2008-07-01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2008. 74 с.
8. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів Зі змінами №1, 2. [Чинний від 2022-09-01]. К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 65 с.
9. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зі змінами Зміна № 2. [Чинний від 2022-03-01]. К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. 15 с.
10. ДСТУ 8294:2015. Метрологія. Апаратура супутникова геодезична. Методика повірки (калібрування). [Чинний від 2017-07-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2017.
11. ДСТУ 8745:2017 Автомобільні дороги. Методи вимірювання нерівностей основи і покриття дорожнього одягу. [Чинний від 2019-01-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2019.
12. ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві, [Чинний від 2010-01-21]. К. : Держспоживстандарт України, 2010.
13. Інноваційні технології у галузі геодезії, землеустрою та проектування: монографія. Харків : ХНАДУ, 2021. 486 с
14. Тревого І. С. Геодезичні прилади : навч. посібник. Львів : Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2005. 264 с.
15. ДСТУ 9275.1:2024 Настанова з виконання інженерних вишукувань для будівництва. Частина 1. Інженерно-геологічні вишукування. [Чинний від 2024-01-09]. К. : Держспоживстандарт України, 2024.
16. ДСТУ 9275.2:2024. Настанова з виконання інженерних вишукувань для будівництва. Частина 2. Інженерно-геодезичні, інженерно-

метеорологічні та спеціалізовані вишукування. [Чинний від 2024-01-09]. К. : Держспоживстандарт України, 2024.

17. ДСТУ ISO 14688-1:2021 (ISO 14688-1:2017, IDT) Геотехнічні дослідження та випробування. Ідентифікація та класифікація ґрунтів. Частина 1. Ідентифікація та опис. [Чинний від 2022-05-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2022.

18. ДСТУ ISO 14688-2:2021 (ISO 14688-2:2017, IDT) Геотехнічні дослідження та випробування. Ідентифікація та класифікація ґрунтів. Частина 2. Класифікація. [Чинний від 2022-05-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2022.

19. М 218-02070915-254-2004. Методика екологічних вишукувань при проектуванні автомобільних доріг. [Чинний від 2005-01-01]. К. : Укравтодор, 2004.

20. М 218-05416892-409-2004. Методика економічних вишукувань для проектування автомобільних доріг. [Чинний від 2004-20-11]. К. : Укравтодор, 2004.

21. Хом'як А. Я. Інженерні вишукування у транспортному будівництві. К. : Знання, 2007. 348 с.

22. МР А.2.1-37641918-903:2019. Методичні рекомендації з визначення методами геостатистики раціонального обсягу відбору зразків при інженерно-геологічних вишукуваннях. [Чинний від 2018-19-12]. К. : Укравтодор, 2019.

23. Тихий А. А., Дарієнко В. В. Інженерні вишукування : методичні вказівки до практикуму та виконання самостійної роботи студентів з елементами кредитно-модульної системи організації навчального процесу (для підготовки бакалаврів напрямку 6.060101 «Будівництво» денної і заочної форм навчання). Кіровоград : КНТУ, 2016. 23 с.

24. Методичні рекомендації з визначення методами геостатистики раціонального обсягу відбору зразків при інженерно-геологічних вишукуваннях. МР А.2.1-37641918-903:2019. 18.12.2019.

25. Інструментальне забезпечення оцінки земель (на прикладі забруднених територій Лісостепової зони Харківської області): дис... канд. техн. наук: 05.24.04 / Казаченко Людмила Михайлівна ; Харківський національний аграрний ун-т ім. В.В.Докучаєва. Х., 2004. 169 с.

26. Батракова А. Г., Ряпухін В. М., Галащук І. Б. Георадарні дослідження дорожніх одягів : монографія. Харків : ХНАДУ, 2011. 154 с.

27. Інноваційні методи проектних та геодезичних робіт: матеріали 80-ї міжнар. студент. наук. конф. (квіт. 2018 р.) / А. Г. Батракова та ін. Харків : Панов А. М., 2018. 63 с.

28. Батракова А. Г., Кузьмін В. І. Інженерно-геодезичний моніторинг і контроль у будівництві: навч. посіб. : [у 6 ч.] Ч. 1 : Геодезичні роботи при будівництві мостів. Харків : ХНАДУ, 2018. 115 с.

Електронне навчальне видання

**Олена Георгіївна Лялюк
Ярослав Андрійович Балабух
Ольга Дмитріївна Панкевич**

Інженерні вишукування

Навчальний посібник

Рукопис оформила *О. Лялюк*

Редактор *І. Гай*

Оригінал-макет виготовила *Т. Старічек*

Підписано до видання 21.09.2026 р.

Гарнітура Times New Roman.

Зам. № P2026-122.

Видавець та виготовлювач

Вінницький національний технічний університет,

Редакційно-видавничий відділ.

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Хмельницьке шосе, 95,

м. Вінниця, 21021.

press.vntu.edu.ua;

E-mail: rvv.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.