

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК І ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра гідрогеології та інженерної геології

В.І. Тимощук, Є.А. Шерстюк

**НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА З ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ**

Методичні вказівки

для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми
«Гідротехнічне будівництво та водна інженерія» спеціальності
194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Тимощук В.І.

Навчальна практика з гідрогеології та інженерної геології [Електронний ресурс] : методичні вказівки для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво та водна інженерія» спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології / В.І. Тимощук, Є.А. Шерстюк ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 31 с.

Автори:

В.І. Тимощук, канд. техн. наук, доц.

Є.А. Шерстюк, канд. техн. наук.

Затверджено науково-методичною комісією спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології (протокол № 1 від 30.08.2024) за поданням кафедри гідрогеології та інженерної геології (протокол № 1 від 29.08.2024).

Методичні вказівки призначено для самостійної роботи здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології при проходженні навчальної практики з гідрогеології та інженерної геології. Вони мають на меті сформувати у здобувачів уміння застосовувати набуті знання з гідрогеології та інженерної геології до вирішення конкретних інженерних задач, які полягають у вивченні геолого-гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов ділянок майбутнього будівництва, виконанні польових та лабораторних визначень властивостей ґрунтів та гірських порід, проведенні камеральної обробки результатів досліджень та підготовці звітних матеріалів.

Вказівки орієнтовано на активізацію розвитку практичних навичок у процесі навчальної діяльності здобувачів.

Відповідальна за випуск завідувачка кафедри гідрогеології та інженерної геології Н.І. Деревягіна, канд. техн. наук, доц.

ЗМІСТ

	стор.
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ПРОХОДЖЕННЯ ПРАКТИКИ	4
1.1 Мета та завдання навчальної практики	4
1.2 Організація навчальної практики	4
1.3 Зміст практики	5
1.4 Методичне забезпечення практики	6
1.5 Вимоги до звіту	6
1.6 Підсумки практики	6
1.7 Критерії оцінки знань здобувачів	6
2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ	7
2.1 Фізико-географічні умови	7
2.2 Геологічна будова і тектоніка	9
2.3 Гідрогеологічні умови	12
2.4 Інженерно-геологічні явища і процеси	13
3 ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА І ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ДІЛЯНКИ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
3.1 Геологічна будова	14
3.2 Гідрогеологічні умови	14
4 ОБСТЕЖЕННЯ ДІЛЯНОК РОЗВИТКУ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ	16
5 ПОЛЬОВІ ДОСЛІДНО-ФІЛЬТРАЦІЙНІ РОБОТИ	18
5.1 Дослідний налив за методом А.К. Болдирєва	18
5.2 Дослідний налив за методом М.С. Нестерова	20
6 ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	23
6.1 Гранулометричний аналіз ґрунтів ситовим методом	23
6.2 Визначення вологості і консистенції ґрунтів	26
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	30

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ПРОХОДЖЕННЯ ПРАКТИКИ

1.1 Мета та завдання навчальної практики

Гідрогеологічні та гідрогеологічні дослідження є невід'ємною частиною робіт, що виконуються при визначенні джерел питного та технічного водопостачання, будівництві меліоративних систем та гідротехнічних споруд, проведенні зрошувальних або осушувальних меліорацій, а також при розробці заходів щодо захисту територій від негативних інженерно-геологічних явищ та процесів.

Метою проходження навчальної практики здобувачами ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво та водна інженерія» є закріплення знань і вдосконалення практичних навичок, які отримані під час вивчення теоретичної частини курсу «Гідрогеологія та інженерна геологія», формування вмінь застосовувати набуті знання до вирішення конкретних інженерних задач, які полягають у вивченні геолого-гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов ділянок майбутнього будівництва, виконанні польових та лабораторних визначень властивостей ґрунтів та гірських порід, проведенні камеральної обробки результатів досліджень.

Завдання навчальної практики полягають: у набутті та закріпленні здобувачами навичок ведення польової документації, опису геологічних і гідрогеологічних розрізів, проведення дослідних фільтраційних робіт і лабораторних визначень властивостей ґрунтів, удосконаленні навичок камеральної обробки результатів польових досліджень, побудові геолого-гідрогеологічних розрізів, профілів і карт, вмінні оформлювати результати виконаних робіт у вигляді звіту відповідно вимогам.

У результаті проходження навчальної практики з гідрогеології та інженерної геології кожен здобувач повинен:

- аналізувати геологічну будову, гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови досліджуваної території;
- описувати прояви інженерно-геологічних явищ і процесів при проведенні маршрутних обстежень;
- проводити польові дослідно-фільтраційні роботи та виконувати обробку їх результатів;
- виконувати визначення гранулометричного складу та класифікаційних показників ґрунтів в лабораторних умовах;
- будувати гідрогеологічні та інженерно-геологічні карти, профілі та розрізи;
- складати звітну документацію згідно вимог до оформлення науково-технічних звітів.

1.2 Організація навчальної практики

Навчальна практика з гідрогеології та інженерної геології виконується в строки відповідно до графіку проведення практик згідно з навчальним планом.

Навчально-методичне керівництво практикою забезпечують викладачі кафедри гідрогеології та інженерної геології – керівники практики. Перед польовими маршрутами всі здобувачі проходять інструктаж з техніки безпеки і інструктаж на робочому місці. Здобувачі, які не пройшли техніку безпеки, до навчальної практики не допускаються.

Навчально-виробничою одиницею на практиці є бригада здобувачів у кількості 5-7 чоловік, яку очолює бригадир. В обов'язки бригадира входять наступні функції:

- організувати і контролювати виконання членами бригади програми практики;

- надавати допомогу членам бригади у виконанні геолого-гідрогеологічних завдань, оформленні звіту та бригадних індивідуальних завдань;

- контролювати дотримання трудової дисципліни кожним здобувачем – членом бригади;

Здобувач, який є членом бригади, повинен:

- суворо дотримуватися правил техніки безпеки;

- пройти практику у встановлені строки;

- дотримуватися трудової дисципліни і правил поведінки;

- виконати програму практики у відповідності з тематичним календарним планом;

- засвоїти і опанувати роботу техника-гідрогеолога;

- своєчасно підготувати, оформити і здати звіт у складі бригади керівникам практики.

Здобувачі, які прибули на практику пізніше встановленого строку, самостійно покинули її, чи не вийшли на один з польових маршрутів, а також порушили трудову дисципліну, техніку безпеки або не виконали програму відстороняються від проходження практики.

1.3 Зміст практики

Навчальна практика з гідрогеології та інженерної геології включає проведення польових маршрутів з веденням кожним здобувачем польового щоденника, підготовку і проведення дослідно-фільтраційних робіт, лабораторне визначення класифікаційних показників ґрунтів, складання і захист бригадного звіту.

Всі гідрогеологічні та інженерно-геологічні роботи в період навчальної практики поділяються на:

- підготовчі, які виконуються в учбових класах;

- польові, які виконують безпосередньо на місцевості при проведенні маршрутних обстежень;

- лабораторні, які виконуються в навчальних лабораторіях;

- камеральні (графічні), що виконують в учбових класах;

Види і об'єми гідрогеологічних та інженерно-геологічних досліджень визначаються термінами проведення навчальної практики згідно з затвердженим навчальним планом.

1.4 Методичне забезпечення практики

Під час проходження навчальної практики з гідрогеології та інженерної геології здобувачі використовують навчальну і довідкову літературу [1-10], а також нормативну документацію [11-17] та методичні вказівки, розроблені для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво та водна інженерія».

1.5 Вимоги до звіту

Після виконання кожною бригадою відповідного розділу програми, керівники практики перевіряють звітні матеріали, вказують на недоліки і пропонують методи та засоби їх усунення.

Матеріали до звіту з навчальної практики кожна бригада складає протягом терміну проходження практики. Остаточне оформлення звіту виконується протягом останніх двох днів до завершення практики згідно рекомендованих вимог.

1.6 Підсумки практики

Контроль за виконанням програми практики та календарно-тематичного плану здійснюють керівники практики – викладачі кафедри гідрогеології та інженерної геології.

Звіт з навчальної практики кожна бригада подає у вигляді пояснювальної записки з додатками на аркушах стандартного формату А4. Польові щоденники повинні бути заповнені простим олівцем. Звіт за підсумками практики підшивають в папку, оформлюють титульний лист і надають до перевірки керівнику практики.

Кожний здобувач здає диференційований залік в складі бригади на підставі підсумків польових і камеральних робіт та знань, які він показує при захисті звіту.

1.7 Критерії оцінки знань здобувачів

Оцінка, балів	Критерії оцінювання виконання роботи здобувачем
90-100 балів	Здобувач пройшов навчальну практику згідно з календарним планом, виконав усі вимоги програми практики, своєчасно

	підготував у складі бригади звіт про проходження практики згідно з встановленими вимогами та захистив його на оцінку «відмінно» (на всі запитання дав обґрунтовані, чіткі відповіді).
74-89 балів	Здобувач пройшов навчальну практику згідно з календарним планом, виконав усі вимоги програми практики, своєчасно підготував у складі бригади звіт про проходження практики згідно з встановленими вимогами та захистив його на оцінку «добре» (не на всі запитання дав повні, обґрунтовані відповіді).
60-73 балів	Здобувач пройшов навчальну практику згідно з календарним планом, виконав всі вимоги програми практики, у зазначений термін підготував в складі бригади звіт про проходження практики згідно з встановленими вимогами, але не в повній мірі розкрив необхідні розділи звіту та захистив його на оцінку «задовільно» (на 60% і більше запитань дав правильні, обґрунтовані відповіді).
0-59 балів	Здобувач пройшов навчальну практику згідно з календарним планом, виконав вимоги програми практики не в повному обсязі, несвоєчасно підготував у складі бригади звіт про проходження практики з порушенням встановлених вимог та захистив його на оцінку «незадовільно» (менше ніж на 60% запитань дав правильні відповіді).

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Фізико-географічні умови

У фізико-географічному відношенні досліджуваний район входить до складу Сурсько-Дніпровського ерозійного району степової області південних відрогів Придніпровської височини.

Сурсько-Дніпровський ерозійний район простягається на правобережжі Дніпра від південного кордону лісостепу до північного краю поширення звичайних малогумусних чорноземів. Район виділяється великою ерозійною розчленованістю поверхні. Яружно-балкові місцевості з еродованими чорноземами займають більшу частину території району. Широко поширені крутосхилі берегові яри. У їх верхів'ях спостерігаються вертикальні обриви висотою 8...10 м, іноді 15 м. Поперечний профіль ярів трапецієподібний. У тих місцях, де на схилах виступають стійкі до розмиву породи, профіль набуває ступінчастий вигляд. Балки, хоча і короткі, але глибокі і розгалужені. Часто зустрічаються дво- і трифазні балки з терасованими схилами. Яри і балки врізаються до кристалічних порід.

Глибина розчленування на низці ділянок перевищує 100 м, густина яружно-балочної мережі на низці ділянок становить близько 1 км/км.

Широкий розвиток яружно-балочної мережі і її глибока врізаність сприяють гарній дренажності вододільних ділянок, в зв'язку з чим підземні

води ґрунтових водоносних горизонтів характеризуються малою потужністю і низькою водорясністю. Поряд з гарною дренаваністю території утрудненню їх живлення сприяють також і кліматичні фактори, вплив яких вказувався вище. Тільки на вододілах можливе утворення ґрунтових вод в основі лесової товщі на глибинах від 5...10 м до 10...20 м.

Інтенсивність розвитку ерозійних процесів часто робить непридатними для сільськогосподарського використання значні площі родючих земель, ставить під загрозу залізничні та автомобільні дороги.

Найбільш продуктивні землі приурочені до вододільно-горбистих місцевостей з крутизною схилів 1...3°. Тут ґрунтовий покрив утворюють слабозмиті звичайні чорноземи, за механічним складом пілуваті середньосуглинисті. Вміст гумусу в орному горизонті 4...5% .

Середня густина річкової мережі в межах описуваної області з урахуванням річок довжиною менше 10 км – 0,15...0,20 км/км. До основних водних артерій відносяться р. Дніпро і його притока р. Мокра Сура. Річкові і ґрунтові води степової зони мають відносно підвищену мінералізацію – від 1,0...3,0 до 5,0...10,0 г/л.

Гідрологічний режим річок характеризується різко вираженою короткочасною весняною повінню і низькою літньою меженню. Більшість річок має течію тільки навесні під час танення снігів або влітку під час зливових дощів, тому р. Дніпро по суті є транзитною, виняток в описуваному районі становить його правобережна притока річка Мокра Сура.

Ухили річок, включаючи р. Дніпро, як правило не перевищують 0,4...0,01 м/км – живлення на 80...85% відбувається за рахунок поверхневого стоку.

Абсолютні позначки денної поверхні знаходяться в межах 150...170 м.

Кліматичні умови мають деякі відмінні риси. Середні січневі температури повітря в межах області змінюються з півночі на південь від –6,4 °С до –4,9 °С, середні липневі температури повітря зростають з північного заходу на південний схід від 20,4 °С до 22,6 °С.

Тривалість періодів з температурою повітря вище 0,0 °С – 247...260 днів, вище 5,0 °С – 206...217 днів, вище 10,0 °С – 168...178 днів. Тривалість безморозного періоду 170...180 днів при середніх датах останнього морозу в повітрі 21 квітня, першого морозу – 11...15 жовтня. Найпізніша спостерігалася дата заморозків 5 вересня. Сума температур за рік вище 10 °С коливається від 2847 до 3216.

Сумарна сонячна радіація в районі становить від 110 до 125 ккал/см.

Річна кількість атмосферних опадів на території області поширюється нерівномірно і коливається від 388 до 476 мм. Більше 2/3 річної суми опадів припадає на теплий період року. Літні опади в більшості випадків носять зливовий характер, що сприяє утворенню інтенсивного поверхневого стоку, розвитку ерозії.

Величини випаровування з поверхні суші і водної поверхні для даної території становить відповідно 500...505 мм і 825...850 мм, що обумовлює недолік вологи для живлення ґрунтових водоносних горизонтів.

Середня відносна вологість повітря в вегетативний період змінюється від

великих значень до менших з квітня по вересень місяці і не перевищує 46...55%. Середньорічні значення дефіциту вологості повітря досягають 3,5...4,0 мм.

За зволоженням описувана територія відноситься до зони недостатнього зволоження при $K_{зв} = 0,5...0,75$, що виділяється по відношенню річних сум опадів і випаровуваності.

Для області характерні посушливі періоди, тривалістю до 30...40 днів. У більшості випадків вони припадають на весну і другу половину літа, а в окремі роки набувають загрозливого характеру (1920, 1932, 1946, 1963 рр.), імовірність років з інтенсивними суховіями від 65% до 80%.

Число днів зі сніговим покривом – 60...65, випадання снігу часто супроводжується сильним вітром, що призводить до нерівномірного розподілу його на полях. Сніговий покрив утворюється в другій половині грудня. Руїнування його відбувається в першій декаді березня.

Нерівномірний розподіл опадів і випадання їх основної частини в теплий період року, високі значення випаровування, а також зливовий характер опадів створюють в цілому несприятливі умови для живлення розвинених в описуваному районі водоносних горизонтів.

2.2 Геологічна будова і тектоніка

У структурному відношенні територія району розташована в межах Українського кристалічного масиву. За своїм положенням у тектоніці регіону він належить до Дніпровської зони північно-західних структур (гнейсів та інтрузивного комплексу плагіоклазових гранітів).

До складу докембрійських утворень Українського кристалічного масиву входять різноманітні метаморфічні, інтрузивні та ефузивні породи. Велика кількість магматичних порід являють собою утворення, що виникли в глибоких зонах складчастих систем.

В межах описуваної території найбільш поширені плагіограніти і їх мігматити нерозчленованих архею і нижнього протерозою (*AR-PR*), розбиті серією жильних утворень у вигляді дайок. В районі м. Дніпра кристалічні породи фундаменту представлені діоритами і гранодіоритами.

Потужність кори вивітрювання кристалічних порід, представленої каолінізованими продуктами руйнування, змінюється від декількох метрів до декількох десятків метрів, рідко досягаючи більше 100,0 м.

У геологічній будові покривного чохла кристалічного масиву беруть участь палеоген-неогенові і четвертинні утворення кайнозойської групи, що залягають на еродованій поверхні кристалічних порід і продуктах їх вивітрювання.

Палеогенова система (*P*). Відклади палеогенової системи розвинені переважно в північній частині району в долині річки Дніпро. До них відносяться відкладення бучацького ярусу, які виділяються певною мірою умовно, і київського ярусу середнього відділу, а також харківський ярус верхнього відділу.

Бучацький ярус (*P_{2bc}*). Відкладення бучацького ярусу представлені

товщею кварцових пісків, пластичних або піщанистих глин, часто вуглистих, і вторинних каолінів, що залягає безпосередньо на породах кристалічного фундаменту, в поглибленнях його поверхні .

Київський ярус (P_2kv). У товщі відкладень київського ярусу виділяються три стратиграфічних горизонти, що змінюють один одного без слідів перерви.

Нижній горизонт має найбільш строкатий петрографічний склад і представлений вапнистими глауконітовими пісками від дрібно- до грубозернистих, потужністю до 13,0 м.

Середній горизонт в найбільш типовому вираженні складений товщею мергелів білих і зеленувато-сірих, що заміщаються при наближенні до більш піднятих ділянок кристалічного фундаменту зеленувато-сірими, більш-менш піщанистими, вапняними глинами. Повна потужність мергелів досягає 17,0 м. У верхній частині горизонту в районі м. Дніпра часто переважають детритусові піски.

Верхній горизонт київського ярусу представлений товщею вапнистих і опокоподібних пісковиків, піщанистих мергелів і слабовапнистих глин. Найбільш характерною його фацією є вапнисті пісковики.

Загальна потужність Київського ярусу зазвичай становить близько 20,0 м.

Харківський ярус (P_3hr). У складі відкладень харківського ярусу виділяються два горизонти. Нижній представлений різнозернистими глауконітовими пісками з конкреційними брилами кременистого пісковіку. Верхній – представлений глауконітовими зеленувато-сірими різнозернистими пісками. Потужність осадової товщі харківських відкладень досягає 20,0 м, зрідка 30,0 м і більше.

Неогенова система (N). Відкладення неогенової системи поширені практично повсюдно і залягають на осадових утвореннях палеогену або безпосередньо на породах кристалічного масиву.

Полтавська свита (N_2pt). Має велику область поширення, суцільний покрив якої розчленований сучасною річковою і частково балочною мережею. Потужність порід Полтавської світи на всій території їх поширення коливається від 0,0 до 50,0 м, рідко досягаючи 60,0 м. Мінімальні потужності від 0,0 до 10,0 м і рідко до 19,0 м зазвичай приурочені до найбільш піднесених, а максимальні – до найбільш знижених ділянок кристалічного фундаменту.

Літологічно відкладення полтавської світи представлені пісками з підпорядкованими їм пісковиками і глинами. Вивчені вони дуже нерівномірно і неповно в зв'язку з тим, що в численних оголеннях простежуються тільки окремі горизонти всієї товщі, а там, де вони залягають глибоко, вивчення їх ускладнено досить низьким виходом керна.

Сарматський ярус (N_2s). У покрівлі пісків Полтавської світи залягають строкаті глини сарматського ярусу нижнього відділу неогену, пов'язані майже по всій області свого поширення поступовим переходом з підстилаючими їх пісками. В окремих районах, на вододільних рівнинах, де поверхня кристалічного фундаменту піднята високо, строкаті глини залягають безпосередньо на корі вивітрювання кристалічних порід докембрію.

На всій території свого поширення строкаті глини мають потужність від

декількох до 10,0 м.

Середній сармат (N_{2s}), що має поширення на описуваній території, складений глинами, пісками, мергелями і вапняками, що не мають широкого поширення і залягають в товщі глин або пісків у вигляді малопотужних прошарків. У басейні р. Мокра Сура спостерігається поступовий перехід вапняків або мергелів середньосарматського під'яруса в укриваючі їх сіро-зелені глини.

Загальна потужність сарматського ярусу 15,0...20,0 м.

Понтичний ярус (N_{2p}). Відкладення понтичного ярусу поширені на більшій частині території, відсутні в долинах деяких балок, де вони розмиті. Представлені зеленувато-сірими і світло-сірими глинами і пісками загальною потужністю від 2,5 до 16,0 м.

Пліоцен-нижньочетвертинні відкладення ($N-Q$). Представлені червоно-бурими глинами, що мають практично повсюдне поширення в межах вододільних плато і схилів балок. Потужність їх досягає в середньому 5,0...10,0 м, рідко більше.

Четвертинна система (Q). Відкладення четвертинного віку на вододільних височинах складені лесами і лесовидними суглинками, що покривають у вигляді плаща невеликої потужності всю територію району, залягаючи на кристалічних породах, відкладеннях сармата або червоно-бурих глинах. Відсутні тільки в річкових долинах і стародавніх балках.

У найбільш повних розрізах лесова товща розчленовується двома горизонтами викопних ґрунтів на три частини відповідно за трьома відділами четвертинного періоду: древнім, середнім, і новим. Лесовидні суглинки за морфологічними ознаками схожі з лесами, але відрізняються від них більш грубим гранулометричним складом. На схилах річкових долин часто спостерігаються лесовидні суглинки делювіального походження. Потужність лесовидної товщі як правило становить від 0,0 до 10,0...20,0 м.

У річкових долинах поширені алювіальні і озерно-алювіальні відкладення, представлені всіма відділами четвертинної системи.

До стародавнього відділу належать алювіальні відклади давньо-четвертинних терас річкової долини Дніпра та інших річок.

Вони представлені потужними піщано-гальковими і гальковими породами.

Середній відділ представляють алювіальні і алювіально-озерні піщані і піщано-глинисті відкладення, поширені на річкових терасах.

До нового відділу – річковий алювій, підстилаючий алювій сучасних відкладень.

До сучасного відділу відносяться піщано-глинисті відкладення заплавної терас річок, балок і боліт. У більшості випадків сучасний алювій представлений світло-сірими, темно-сірими і вохристо-сірими різнозернистими пісками, частково або ж в різному ступені глинистими і шаруватими. Вони часто містять в собі гальки кристалічних і осадових порід. Суглинки і глини, що входять до складу алювію заплави, також шаруваті, часто з прошарками піску і мають зеленувато-блакитний, коричнево-сірий, темно-сірий і жовто-бурий колір. Загальна потужність сучасних алювіальних відкладень на заплавної терасах

річок коливається від 2,0 до 20,0 м, найчастіше їх потужність становить 3,0...7,0 м.

2.3 Гідрогеологічні умови

В межах досліджуваної частини Українського кристалічного масиву виділяються водоносні горизонти у четвертинних відкладах, пісках і пісковиках неогену, піщаних різниціях палеогенового віку, кристалічних породах докембрію та продуктах їх вивітрювання.

За умовами залягання і ступенем водорясності товща четвертинних відкладень представлена алювіальним водоносним горизонтом і водоносним горизонтом в лесових породах.

Алювіальний водоносний горизонт поширений переважно в долинах численних річок і балок. Водовмісні породи неоднорідні за літологічним складом. Представлені вони нерівно-зернистими пісками, які часто перешаровуються з глинами і суглинками, з включеннями гальки, гравію і великоуламкового матеріалу. Глибина залягання в заплавах змінюється від 0,1 до 10,0 м, в межах надзаплавних терас – від 0,5 до 40,0...50,0 м. Потужність водоносного алювію в долинах дрібних річок і балок зазвичай не перевищує 2,0...3,0 м, зрідка досягаючи 10,0...15,0 м, у долині р. Дніпро вона в окремих випадках збільшується до 30,0...40,0 м.

Зазвичай це ґрунтові води з вільною поверхнею. Невеликий напір (1,0...7,0 м) зафіксований тільки в зниженнях, де в покрівлі водоносного горизонту залягають водотривкі суглинки.

Водоносність алювіальних відкладень вкрай непостійна. Дебити свердловин в долинах дрібних річок коливаються від 0,001 до 0,5 л/с, збільшуючись в долинах великих до 2,0...4,0, рідше до 6,0 л/с. Великою водорясністю відрізняється древній алювій, представлений добре відсортованими грубозернистими гравелистими пісками значної потужності.

Води переважно гідрокарбонатно-сульфатні і сульфатно-гідрокарбонатні, з мінералізацією 1,0...2,0 г/л, у зв'язку з неглибоким заляганням і відсутністю витриманого водотриву води часто схильні до забруднення.

Водоносний горизонт в лесах і лесовидних суглинках виділяється на вододільних ділянках. Водоносність їх пов'язана в основному з вертикальною макропористістю і наявністю піщаних прошарків, розвинених головним чином в нижній частині товщі. Дебати колодязів і свердловин складають в середньому 0,1 л/с.

У зв'язку з невитриманістю поширення, слабкою водовіддачею, а місцями і поганою якістю горизонт придатний тільки для водопостачання дрібних споживачів.

Регіональним водотривом в основі водоносного горизонту лесових відкладень є товща червоно-бурих глин неоген-нижньочетвертинного віку, розмита тільки в долинах річок і глибоко врізаних балок.

2.4 Інженерно-геологічні явища і процеси

Розвиток фізико-географічних явищ і інженерно-геологічних процесів в досліджуваному районі обумовлено геологічно-літологічною будовою територій, кліматичними умовами регіону і структурними особливостями рельєфу.

До найбільш виражених фізико-географічних явищ можна віднести розвиток ерозійних процесів, які сприяють формуванню глибоко розчленованих форм рельєфу. Формування яружно-балкової системи відбувається під дією процесів змиву і струмкової ерозії. Сприятливі умови для останньої створюються переважно короткочасними опадами зливого характеру, а з відносно глибоким положенням базису ерозії пов'язані інтенсивний розмив ґрунтів і глибокий уріз ерозійних форм.

Відносно посушливий клімат степової зони і часті суховії сприяють руйнуванню родючого шару, що завдає удару сільськогосподарським угіддям.

Серед інших найбільш виражені зсувні процеси, ерозійна діяльність річок і переробка берегових зон. Зсуви і обвали мас ґрунтів зв'язані з яружними структурами і з наявністю в підшві ґрунтової товщі лесовидних суглинків пліоцен-нижньочетвертинних глин. Розвитку цих процесів сприяє також глибокий, до 10...15 м, уріз яружної системи.

Ерозійна діяльність малих річок у більшості випадків визначається паводковим режимом їх поповнення. Так, зафіксований підйом рівня води в р. Мокра Сура в період паводку досягав 7 м, що сприяло різкому збільшенню в цей період втрати річки і швидкості потоку, які супроводжуються інтенсивним змивом на затоплених ділянках і розмивом берегових схилів.

Переробка берегових зон р. Дніпро, в значній мірі, обумовлена спорудженням в його нижній течії Дніпровського водосховища. Процеси ерозійного руйнування берегової зони зв'язані в цьому випадку з формуванням профілю берегового схилу в результаті хвильової діяльності води у водосховищі.

Особливо слід зупинитися на таких інженерно-геологічних процесах, як просадка ґрунтової товщі, представленої лесовидними суглинками. Наявність потужного розрізу (до 10...20 м) цих порід призводить до формування в межах слабо дренируючих ділянок, особливих, понижених форм рельєфу «подів», з пониженнями в них від декількох до десяти-двадцяти сантиметрів, які в окремих випадках можуть слугувати локальними областями стоку.

Розвиток просідаючих ґрунтів слід враховувати при проектуванні ділянок зрошення і спорудженні різного роду будівель і споруд, при цьому особливу увагу слід приділяти можливості замочування ґрунтів в основі фундаменту.

На основі візуальних досліджень ґрунтів в товщі четвертинних відкладень встановлено, що суглинки і глини перевідкладені характеризуються сірими, темно-сірими кольорами, суглинки лесовидні легкі – світло-жовтого і жовтого відтінку, макропористі, слабо зв'язані. Суглинки лесовидні середні жовтого, буро-жовтого, коричневого відтінків, щільність їх збільшена, макропористість зменшена. Характерним для цих суглинків є карбонатність, наявність залізо-марганцевих включень та гіпсу.

3 ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА І ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ДІЛЯНКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Геологічна будова

Територія балки Тунельна з розташованою на її правому схилі ВНС № 6 відноситься до Соборного району міста Дніпро і знаходиться у його південно-східній частині.

В геоморфологічному відношенні правий схил балки характеризується як помірно пологий, з крутизною схилу від 5...7° до 10...12°. У нижній частині схилу крутизна досягає до 25°. Абсолютні відмітки поверхні схилу у верхній його частині складають 122,0...128,0 м, у нижній – 75,0 м.

У геологічному складі досліджуваної території до глибини 78 м за даними ДП «ДніпроДПНТР» приймають участь четвертинні відклади лесового комплексу, представлені перешаруванням суглинків та супісків, червоно-бурі суглинки та глини, які підстилаються неогеновими відкладами – глинами та пісками, а також буро-вугільні палеогенові відклади. У нижній частині схилу четвертинні відклади виклинюються, а у тальвегу балки поширені супіщано-суглинисті верхньочетвертинні утворення балочного делювію.

Потужність товщі лесових ґрунтів змінюються від 5,6...15 м у верхній частині схилу до 0,0...2,3 м у її притальвежній зоні. Ґрунтові шари не витримані за потужністю та протяжністю, їх консистенція змінюється від твердої вище рівня підземних вод, до м'якопластичної у зоні капілярної кайми та нижче рівня ґрунтових вод.

Розповсюдження червоно-бурих суглинків та глин реєструється на всій площі, за виключенням нижньої частини схилу, де вони виходять на поверхню та виклинюються.

Глинисті утворення неогенового віку також розповсюджені на всій площі з невеликим ухилом у бік тальвегу балки, де вони виходять на поверхню. Їх загальна потужність коливається від 6,3...17,9 м, зменшуючись вниз по схилу. На глибинах від 25...48 м (верхня частина схилу) до 11,1...13,2 м (нижня частина схилу) глинисті відклади підстилаються неогеновими слабологими пісками, водонасиченими нижче рівня підземних вод. У притальвежній частині піски виходять на поверхню. Їх потужність складає 20,4...33,0 м.

Корінні породи як у тальвегу балки, так і по всьому схилу перекриті ґрунтово-рослинними і насипними ґрунтами, потужність яких на різних ділянках досягає від 0,5...2,3 м до 0,3...4,0 м.

3.2 Гідрогеологічні умови

У гідрогеологічному відношенні в межах правого схилу балки Тунельна виділяються два водоносних горизонти: четвертинний та неогеновий.

Четвертинний горизонт представлений лесовими породами, неогеновий – пісками, а в тальвегу балки – ще й делювіальними відкладами. Потужність

четвертинного водоносного горизонту невитримана та тісно пов'язана з глибиною залягання водотриву; на ділянках підвищення покрівлі червоно-бурих глин, які є відносним водотривом, потужність горизонту мінімальна і складає 0,5...0,9 м, а у пониженнях – максимальна та досягає 7,8 м. Водонасиченими породами є лесові ґрунти. У нижній частині схилу на абсолютних відмітках 105,0...108,0 м проходить межа розповсюдження четвертинного водоносного горизонту, де він виклинюється та зникає за рахунок випаровування та перетоку у нижче залягаючі піски.

Живлення водоносний горизонт має за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та витоку з водонесучих комунікацій, розвантаження здійснюється в яружну мережу балки та на зсувні ділянки.

Неогеновий водоносний горизонт, водовміщуючими породами якого є неогенові піски, розповсюджений по всі площі дослідження та являється безнапірним. Його потужність у верхній та середніх частинах схилу сягає 19,7 м, у тальвегу балки – 29,1 м. Живлення відбувається за рахунок інфільтрації з ґрунтового водоносного горизонту у місцях, де відсутні водотривкі шари, а у тальвегу балки – за рахунок атмосферних опадів та стічних вод. Розвантаження – в р. Дніпро.

Схил балки інтенсивно еродується, що проявляється у площинному змиві та лінійній ерозії. У межах схилової частини балки виділяються дві зсувні ділянки: зсув № 1 знаходиться на північно-східній межі ВНС № 6, а зсув № 2 – розташований у відвершку яру на захід від ВНС № 6.

Форма першого зсуву складна, з деяким звуженням вниз по схилу. Ширина зсуву по схилу складає 145...150 м, довжина у напрямку руху – 230 м. Підвищення бровки головного уступу під подошвою валу випирання складає 47...52 м, над вершиною зсуву – 17...20 м, кут схилу становить 15°. Висота головного уступу складає 12...14 м, він представляє собою прямовисну стіну, складену лесовими породами. Біля подошви зсуву спостерігається височування підземних вод та обводнення лесових ґрунтів. Поверхня зсувного тіла нерівна, дерновий покрив розірваний, а рослинність має нахил у бік голови зсуву. Тріщини відкриті до 50 см, мають довжину 10...20 м у тілі зсуву, дугоподібні, орієнтовані переважно паралельно схилу. На межі зсуву тріщини орієнтовані упоперек схилу і мають довжину до 50 см та більше, іноді з вертикальним зміщенням до 0,5...0,8 м.

За характером розвитку зсув відноситься до делікатного консеквентного, по глибині охопту порід зсувними деформаціями – до глибокого (більше 5 м).

Форма другого зсуву також складна, близька до трикутної, з основою у головній частині. Ширина зсуву по фронту досягає 180...200 м, у підніжжі – 20...30 м, довжина по схилу – 145...230 м. Підвищення бровки головного уступу над подошвою язика – 33...38 м, над вершиною зсуву – 7...10 м. Кут схилу у центральній частині зсуву дорівнює 11°. Тріщини зміщення або заколи на поверхні простежуються уздовж вершини яру та зсуву. Ширина їх розкриття 5...10 см, часто з вертикальним зміщенням до 0,6 м, довжиною більше 20...50 м, у підніжжі уступу спостерігаються водопрояви на денній поверхні у вигляді струмків та мочарів. Найбільш активна частина зсуву знаходиться у верхів'ях

яру поблизу переливної труби водопровідної станції. Тут висота зсувного уступу досягає 4...6 м та здійснюється височування підземних вод.

Наведені дані дають підставу вважати, що основною причиною розвитку зсувних процесів на досліджуваній території є обводнення нижньої частини лесової товщі ґрунтів, яке призводить до зменшення їх фізико-механічних властивостей та втрати стійкості. Формування зсувного схилу у всіх випадках проходить вслід послідовного обрушення порід безпосередньо над зоною пластичної течії ґрунтів в основі зсувного уступу.

4 ОБСТЕЖЕННЯ ДІЛЯНОК РОЗВИТКУ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ

Опис ділянок розвитку зсувних процесів в межах правого схилу балки Тунельна виконується по точках спостережень під час проведення польового маршруту за наведеною нижче схемою.

Точка спостереження № 1

Розташована у верхній частині правого схилу балки Тунельна на схід від ВНС № 6, на відстані 20 м у північному напрямку від проїзної частини вул. Космічна. Обстежувана ділянка знаходиться в межах верхового уступу зсуву № 1, ділянка зсуву задернована та закрита багаторічною деревною рослинністю. Висота зсувного уступу візуально складає 8...10 м, кут нахилу – 70...80°. Проявів фізико-географічних процесів, таких як площинний змив і струмкова ерозія в межах ділянки обстеження не спостерігається. Ознаки можливої активізації зсувних процесів на ділянці зсуву також відсутні.

Точка спостереження № 2

Знаходиться на відстані 190 м. на північ від т.с. № 1 в середній частині зсувної ділянки. Для ділянки характерний своєрідний рельєф у вигляді неупорядкованих кучугур та окремих зім'ятостей, з порушенням суцільності і перепадом висот до 0,5...1,0 м, що є результатом руху ґрунтів в тілі зсуву. Результатом такого руху є також різноспрямований нахил стовбурів деревної рослинності. Ділянка зсуву задернована і закрита багаторічно деревною рослинністю. Видимих водопроявів в межах ділянки не спостерігається, що може свідчити про її відносну здренованість. Проявів площинного змиву і струмкової ерозії також не спостерігається.

Точка спостереження № 3

Розташована у підніжжі зсувної ділянки № 1 на відстані 50...100 м від т.с. № 2. На ділянці спостереження можна виокремити підвищення рельєфу, що відповідає можливому випору ґрунтових мас при сходженні зсуву. Рельєф поверхні відносно спокійний, ділянка задернована і закрита багаторічною деревною рослинністю. Видимих проявів площинного змиву і струмкової ерозії не спостерігається.

Точка спостереження № 4

Розташована в тальвегу балки в районі постійного водотоку, на північ від точки спостереження № 3 у створі зсувної ділянки № 1. На ділянці присутня багаторічна деревна рослинність. Рельєф майже горизонтальний. Територія

задернована. Проявів струмкової ерозії в межах зсувного тіла не спостерігається. Профіль ерозійного зрізу поверхневого водотоку трапецеїдальний, ширина врізу – 3,0...5,0 м, глибина врізу 1,0...1,5 м. Середня ширина русла водотоку – 1,5 м, глибина – 10...15 см, площа поперечного перерізу – 0,0225 м². Швидкість руху – 0,4 м/с, витрата потоку – 0,0225·0,4 = 0,09 м³/с або 0,09·1000 = 9 л/с.

Точка спостереження № 5

Знаходиться в 225 м. від точки спостереження № 4 в притальвежній частині балки Тунельна зі сторони правого схилу у напрямку правого відвершка балки. Ділянка задернована і закрита багаторічною деревною рослинністю. В межах ділянки спостерігається два водотоки, що протікають з правого і лівого відвершків балки.

Перший водоток: ширина ерозійного врізу – орієнтовно 8...10 м, глибина врізу – 1,5...3,5, ширина водотоку 1,0...1,5 м, глибина потоку 20...30 см, швидкість – 0,25 м/с, витрата потоку 0,06 м³/с (6,0 л/с).

Другий водоток: ширина ерозійного врізу – 6,5 м, глибина врізу – 1,5 м, ширина водного потоку – 40 см, глибина потоку – 5...10 см, швидкість руху – 0,125 м/с, витрата потоку – 0,005 м³/с (0,5 л/с).

Сумарна витрата водних потоків – 0,065 м³/с.

Точка спостереження № 6

Знаходиться в 70 м від т.с. № 5. Для даної ділянки характерний глибокий ерозійний вріз водного потоку, ширина якого складає близько 20 м, глибина врізу – 8...10 м. Значна глибина врізу визначається положенням місцевого базису ерозії. Територія задернована і покрита багаторічною рослинністю. Проявів площинного змиву і струмкової ерозії не спостерігається.

Точка спостереження № 7

Знаходиться в 90 м від т.с. № 6. Ділянка зруйнованого водогону переливних вод ВНС № 6, залізобетонні конструкції знаходяться в неробочому стані. Глибина розмиву на ділянці зливого водогону досягає 10...15 м. За відсутності природного потоку підземних вод борта розмиву техногенними водами зберігають практично вертикальні стінки. На даний час виходячи з призупинення процесу руйнування ґрунтової товщі місцевий базис ерозії досягнутий. Вище ерозійного врізу і частково борту ділянка закрита деревною рослинністю і задернована. У відслоненні ерозійного врізу спостерігаються суглинки лесовидні палевого і жовто-бурого кольору.

Точка спостереження № 8

Знаходиться в 320 м від точки спостереження № 7 в верхів'ї зсувної ділянки 2 біля захисної підпірної стінки. Підпірна стінка представляє собою об'єднану в єдину залізобетонну конструкцію буронабивні армовані палі, закладені на глибину 12...16 метрів. Призначення захисної стінки – забезпечення стійкості прилеглої до ВНС № 6 території від подальшого розвитку зсувних процесів.

Зліва від підпірної стінки спостерігаються ділянки височування води і заболочення, а також присутня очеретяна рослинність, що свідчить про близьке положення рівня підземних вод. При розвиток зсувних процесів на даній ділянці свідчить наявне терасування поверхні землі зі зривами ґрунту до 0,5...1,0 м.

Точка спостереження № 9

Знаходиться у верхній частині правого схилу балки Тунельна біля округлого пониження в рельєфі глибиною 3,0...5,0 м, заповненого в придонній частині водою і закритого очеретяною рослинністю. Розміри пониження в плані орієнтовно складає 10 на 20 м. Судячи з наявності води в пониженні рельєфу ця ділянка, акумулюючи поверхневі води, а також води, що надходять від сміттєзвалища, є джерелом живлення водоносного горизонту в межах правого борту зсувної ділянки № 2.

5 ПОЛЬОВІ ДОСЛІДНО-ФІЛЬТРАЦІЙНІ РОБОТИ

5.1 Дослідний налив за методом А.К. Болдирєва

Метод А.К. Болдирєва полягає у наступному. В досліджуваному ґрунті проходиться вертикальна виробка квадратного або круглого перерізу до глибини, на якій передбачається провести дослід. На дні виробки задається заглиблений дослідний шурф круглого перерізу глибиною 15...20 см і діаметром 50 см з рівним чистим дном. В цьому дослідному шурфі з дном, прикритим шаром гравію товщиною близько 2 см, підтримується шар води висотою 10 см. (рис. 5.1).

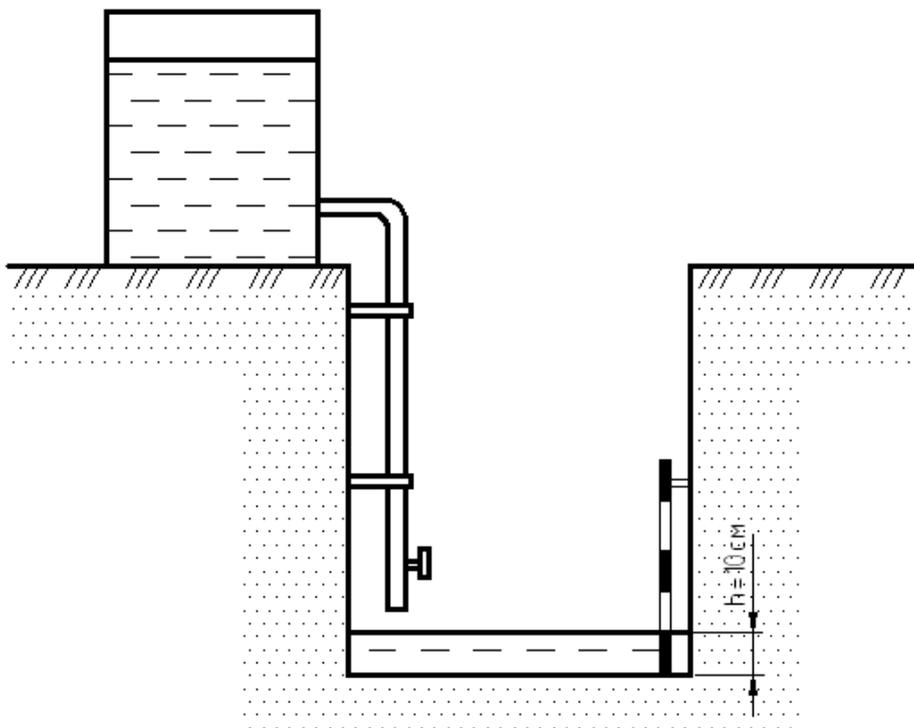


Рисунок 5.1 – Схема дослідного наливу води в шурф (метод А.К. Болдирєва)

З моменту заповнення шурфу водою ведеться облік кількості вилитої в шурф води за черговий проміжок часу або записується час, за який вилита

чергова порція води. За даними досліду розраховується середня фільтраційна витрата за кожний проміжок часу і будується графік залежності фільтраційної витрати від часу, вважаючи останній від моменту заповнення шурфу водою.

Дослід закінчується коли заміряні через кожні 30 хв. витрати води відрізняються від середньої витрати за останні 2 години не більше ніж на 10%. Орієнтовна тривалість досліду в скельних породах, галечниках і пісках 10...12 годин, в супісках і суглинках – 24...48 годин.

Вважаючи, що рух води ламінарний і гідравлічний укіс дорівнює одиниці, коефіцієнт фільтрації (см/хв.) розраховується за формулою:

$$K = Q / F, \quad (5.1)$$

де Q – встановлена стабілізована витрата води, см³/хв.;

F – площа фільтрації, яка дорівнює змоченій поверхні шурфу, см².

При дослідах в піску і галечнику, коли шурф має закріплені стінки, а зазор між стінками шурфу і кріпленням забитий глиною, за площу фільтрації приймається площа дна виробки:

$$F = \pi r^2. \quad (5.2)$$

Коефіцієнт фільтрації (см/хв.) розраховується за формулою:

$$K = Q / F_0, \quad (5.3)$$

де F_0 – площа дна шурфу, обмежена внутрішнім циліндром, см².

Розрахунок коефіцієнту фільтрації лесовидних супісків за методом А.К. Болдирева, виконаний з використанням даних спостережень за інфільтрацією води із шурфу, наведений в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Витрати води за певний проміжок часу

№№ спостережень	Кількість води, яка профільтрувалась, W , см ³	Час фільтрації t , хв.	Витрата Q , см ³ /хв	Середня тривалість від початку досліду, t_{cp} , хв.
1	22000	30	733	15
2	31000	60	517	60
3	25000	60	417	120
4	21000	60	350	180
5	20000	60	333	240
6	38000	120	317	330
7	37000	120	308	450

Під час досліду в шурфі діаметром 50 см підтримувався шар води висотою $h = 10$ см. Стінки шурфу не закріплені.

Витрата води за хвилину за кожний проміжок часу наведена в стовпці 4 табл. 1. В стовпці 5 наведена тривалість досліду, рахуючи від початку досліду до середини наступного інтервалу спостережень. Користуючись даними стовпців 4 і 5 складений графік залежності Q від t_{cp} (рис. 5.2).

З графіка знаходимо, що стала витрата води дорівнює $310 \text{ см}^3/\text{хв}$.

Площею фільтрації є площа дна і стінок шурфу.

$$F = \pi r(r + 2h) = 3,14 \cdot 25(25 + 2 \cdot 10) = 3532 \text{ см}^2.$$

Коефіцієнт фільтрації дорівнює:

$$K = Q/F = 310 / 3532 = 0,088 \text{ см/хв} = 1,26 \text{ м/добу}.$$

Після розрахунку будується графік залежності дебіту від часу (рис. 5.2)

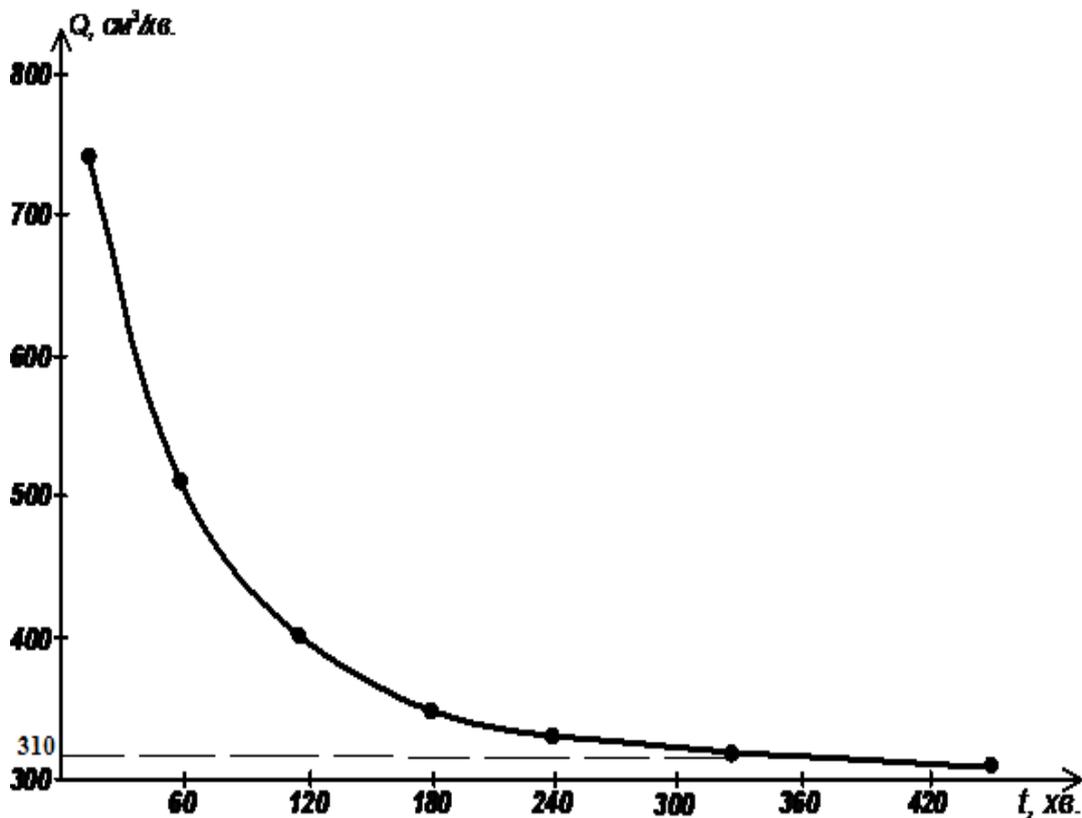


Рисунок 5.2 – Приклад побудови графіку залежності дебіту від часу

5.2 Дослідний налив за методом М.С. Нестерова

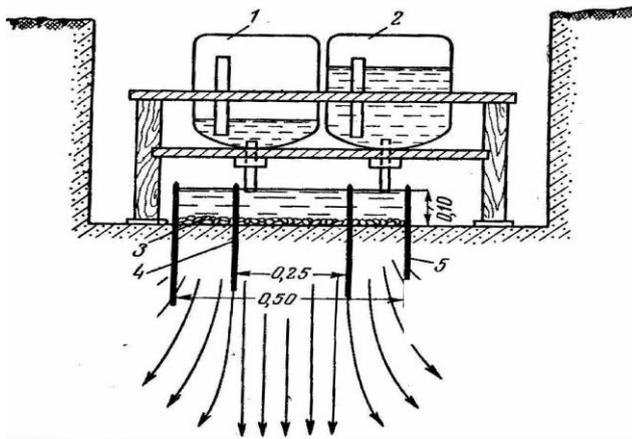
Метод Нестерова М.С. заснований на припущенні, що при інфільтрації води з двох циліндрів, розташованих концентрично, на розтікання витрачається вода із зовнішнього циліндра, а потік води з внутрішнього циліндра спрямований прямо вниз.

На дно дослідного шурфу на глибину 5...8 см концентрично вдавлюють, не порушуючи щільність ґрунту, два сталевих циліндра висотою 20 см. Діаметр внутрішнього циліндра 25 см, зовнішнього – 50 см. Загальний вигляд установки показаний на рисунку 5.3.

У даному випадку при витраті води, що встановилася, градієнт інфільтраційного потоку з внутрішнього циліндра прирівнюється до одиниці, а швидкість фільтрації – до коефіцієнта фільтрації. Цей метод передбачає

Таблиця 5.3 – Дані спостережень за витратою води в шурфі,
налив за методом Нестерова М.С.

№№ з/п	Час, t , хв.	Об'єм води, V , л	Витрата води, Q , л/хв.
1	1	0,25	
2	2	0,30	0,05
3	3	0,35	0,05
4	4	0,50	0,15
5	5	0,55	0,05
6	6	0,60	0,05
7	7	0,62	0,02
8	8	0,75	0,13
9	9	0,80	0,05
10	10	0,83	0,03
11	11	0,90	0,07
12	12	1,02	0,03
13	13	1,08	0,06
14	14	1,10	0,02
15	15	1,12	0,02
16	16	1,15	0,03
17	17	1,20	0,05
18	18	1,25	0,05
19	19	1,28	0,03
20	20	1,34	0,06
21	21	1,40	0,06
22	22	1,45	0,05
23	23	1,50	0,05
24	24	1,70	0,02
25	25	1,75	0,05
26	26	1,80	0,05
27	27	1,85	0,05
28	28	1,90	0,05
29	29	1,95	0,05
30	30	2,00	0,05



- 1 – мірна лінійка
- 2 – бутиль (сосуд Маріотта)
- 3 – шар гравію
- 4 – внутрішнє кільце
- 5 – зовнішнє кільце

Рисунок 5.3 – Загальний вигляд установки для наливу в шурф за методом М.С. Нестерова

6 ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

6.1 Визначення гранулометричного складу ґрунтів ситовим методом

Основним методом визначення гранулометричного складу піщаних ґрунтів є ситовий, коли ґрунти за допомогою спеціального набору сит розсіюються на окремі фракції. Стандартний комплект сит включає в себе сита зі штампованими круглими отворами діаметром 10, 5, 2 та 1 мм, а також сита із мідної чи латунної сітки з отворами квадратної форми розміром 0,5, 0,25 та 0,1 мм.

Хід виконання роботи:

1. Із повітряно-сухого ґрунту відбирають середню пробу: а) для ґрунтів, які не містять частинок крупніших ніж 2 мм – приблизно 100 г; б) для ґрунтів, які містять гравій та гальку до 10% – приблизно 500 г.

Вміст у ґрунті частинок розміром 2 мм визначається візуально.

2. Відбір середньої проби проводять методом квартування, для чого перемішаний ґрунт розсипають тонким шаром і ділять двома взаємно перпендикулярними лініями на чотири приблизно рівні частини (квадранти); два протилежні до діагоналі квадранти вилучають, а два інших залишають в якості проби.

Так чинять до тих пір, поки не залишиться необхідний для аналізу об'єм ґрунту. Якщо в ґрунті присутні грудки, то їх розтирають в порцеляновій ступці товкачем з резиновим наконечником. Розтирку проводять обережно, щоб запобігти руйнування окремих частинок (зерен).

3. Пробу ґрунту зважують на технічних терезах. Для зручності подальших розрахунків бажано, щоб загальна вага проби була рівна цілим грамам (наприклад, 500 г).

4. Встановлюють на піддон колонку сит, розташували їх в порядку зменшення розмірів зверху вниз. Висипають в верхнє сито зважений ґрунт та закривають кришкою.

5. Трясуть круговими рухами колонку сит до тих пір, поки не буде досягнуто повне сортування частинок ґрунту в ситах на фракції.

6. Розсіяний ґрунт із кожного сита і піддона висипають в попередньо зважені порцелянові чашки і зважують на технічних терезах з точністю до 0,1 г.

7. Для контролю необхідно скласти масу окремих фракцій і співставити результат з початковою масою всього зразка. Розбіжність не повинна перевищувати 1,0%. Втрату ґрунту, яка утворилася при просіюванні, розподіляють по всіх фракціях пропорційно їх масі.

8. Розраховують відсотковий вміст кожної фракції за формулою

$$X = A \cdot 100 / B, \quad (6.1)$$

де X – відсотковий вміст фракції;

A – маса фракції, г;

B – маса всієї проби, г.

9. Результати гранулометричного аналізу заносять в табл. 6.1, в якій наводять також сумарний вміст фракцій. Під сумарним вмістом фракцій розуміють відсотковий вміст частинок менший заданого діаметру

Таблиця 6.1 – Характеристика гранулометричного складу піщаного ґрунту

Розмір частинок фракцій ґрунту, мм	Вміст		Сукупність фракцій		
	г	%	Розмір частинок, мм	Вміст	
				г	%
>10			>10		
5...10			0...10		
2...5			0...5		
1...2			0...2		
0,5...1			0...1		
0,25...0,5			0...0,5		
0,1...0,25			0...0,25		
<0,1			0...0,1		
Всього:	Σ	$\Sigma 100$			

10. За даними гранулометричного складу та на основі класифікації піщаних ґрунтів (табл. 6.2) визначають назву ґрунту.

11. Результати гранулометричного складу відображають у вигляді сумарної кривої, побудованої в напівлогарифмічному масштабі (рис. 6.1). Для наочного уявлення про механічний склад порід будують криві механічного складу. При побудові кривої по горизонтальній вісі відкладають діаметри частинок даного і меншого діаметрів. Побудована таким чином крива механічного складу розтягнута і потребує значного збільшення розмірів креслення. Тому прийнято будувати логарифмічну криву, при побудові якої по горизонтальній вісі відкладають не діаметри частинок, а їх логарифми.

Для того щоб по кривій, побудованій таким чином, знайти діючий діаметр частинок, відповідний визначеному складу їх в ґрунті, із точки, яка знаходиться на вертикальній осі і відповідає заданому відсотковому вмісту, проводять горизонтальну лінію до перетину з кривою і із точки перетину опускають перпендикуляр на горизонтальну вісь. Знайшовши логарифм шуканого діаметру, неважко визначити і діаметр частинок.

12. Із графіка гранулометричного складу визначається діючий діаметр d_{10} , діаметр зерен, вміст яких в даній породі, за кривою механічного складу, відповідно дорівнює 60% – d_{60} та коефіцієнт неоднорідності K_n ґрунту.

Діючий діаметр – діаметр частинок, менше яких в ґрунті міститься (за масою) 10%.

Коефіцієнт неоднорідності показує ступінь відсортування ґрунту та визначається за формулою:

$$K_n = d_{60} / d_{10}, \quad (6.2)$$

Якщо $K_n > 3$ для піщаних ґрунтів і $K_n > 5$ для глинистих ґрунтів, тоді вони вважаються неоднорідними (наприклад: для піщаного ґрунту за кривою гранулометричного складу $K_n = 3,4$, що > 3 , тоді ґрунт – пісок середньо-зернистий, неоднорідний).

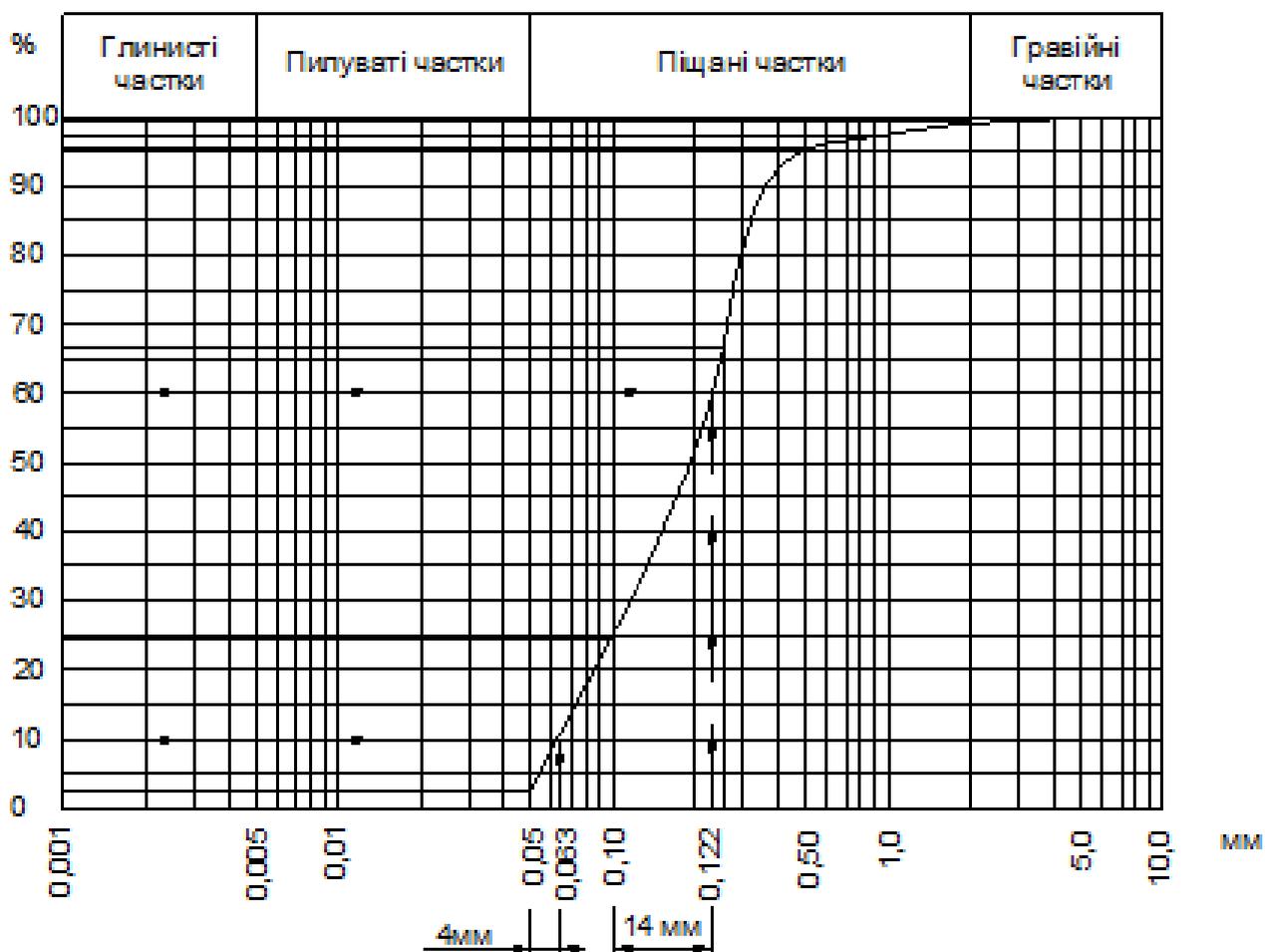


Рисунок 6.1 – Інтегральна крива гранулометричного складу ґрунту

Таблиця 6.2 – Класифікація піщаних ґрунтів за гранулометричним складом

Назва видів піщаних ґрунтів	Розподіл частинок за величиною у % від маси сухого ґрунту
Пісок гравелистий	крупніше 2 мм >25%
Пісок крупний	крупніше 0,5 мм >50%
Пісок середньозернистий	крупніше 0,25 мм >50%
Пісок дрібнозернистий	крупніше 0,1 мм >75%
Пісок пилюватий	крупніше 0,1 мм <75%

Примітка. Для користування (табл. 6.2) в порядку зменшення (від крупних частинок до дрібних) складають відсотки вмісту частинок досліджуваного ґрунту і зрівнюють з даними таблиці. Назва ґрунту надається по першому задовольняючому показнику.

6.2 Визначення вологості і консистенції ґрунтів

Визначення границі текучості.

Границя текучості W_L виражається вологістю ґрунту в момент переходу його із пластичного стану в текучий.

Пробу повітряно-сухого ґрунту розмолочують гумовим товкачем. Пропускають через сито з отворами 0,5 мм і розводять дистильованою водою до отримання густої пасти.

Якщо проба представлена вологим ґрунтом, то її розминають, інколи з додаванням води, і протирають крізь сито з отворами 0,5 мм. Отриману пасту витримують не менше 2 годин в ексикаторі, а потім поміщують в стаканчик приладу.

На поверхню ґрунту в стаканчик спокійно опускають конус. Якщо на протязі 5 с конус зануриться на глибину 1,0 см (до риски), значить вологість ґрунту відповідає границі текучості (рис. 9.1). Якщо конус за той же час зануриться на глибину менше 1,0 см або більше 1.0 см. Тоді в ґрунт додають відповідно воду або сухий ґрунт і після ретельного перемішування повторюють дослід.

Для визначення вологості із стаканчика відбирають не менше 10 г ґрунту і розмішують в бюксу, вага якої відома. (Вологістю ґрунту W називається відношення ваги води, яка видаляється висушуванням при температурі 100...105 °С, до ваги мінеральних частинок, які знаходяться в ґрунті). Рекомендується бюксу заповнювати ґрунтом, щоб він займав 60...90% її об'єму. Бюксу з ґрунтом зважують на технічних терезах з точністю до 0,01 г і поміщують в сушильну шафу, де ґрунт висушують на протязі 3...5 годин при температурі 100...105 °С. Бюксу з сухим ґрунтом із сушильної шафи переносять в ексикатор для

охолодження. Після охолодження бюксу зважують і знову поміщують в сушильну шафу. Через 1...2 години проводять контрольне зважування. Якщо різниця між двома зважуваннями не перевищує 0,02 г, висушування закінчують.

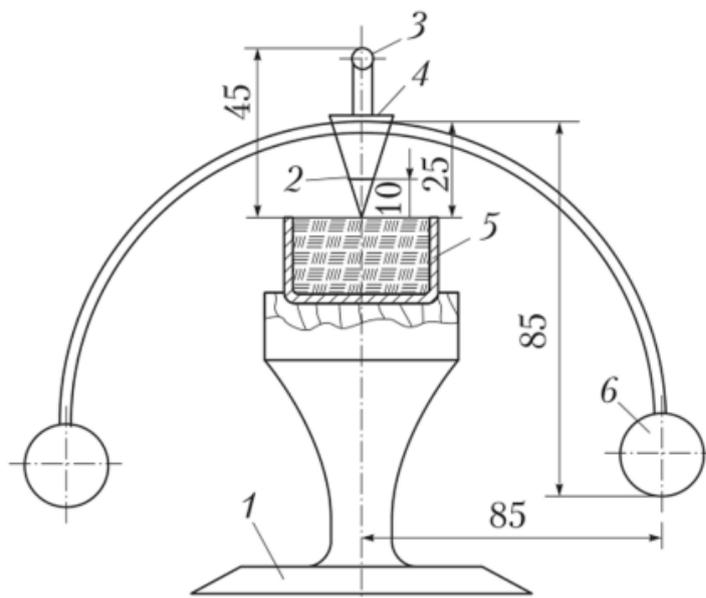


Рисунок 6.2 – Балансирний стандартний конус: 1 – підставка; 2 – мітка на конусі; 3 – рукоятка; 4 – конус; 5 – зразок ґрунту; 6 – балансирні шари

Вологість визначають за формулою:

$$W = ((g2 - g3)/(g3 - g1)) \cdot 100\%, \quad (6.3)$$

де $g1$ – вага бюкси в г;

$g2$ – вага бюкси з ґрунтом в г;

$g3$ – вага бюкси з висушеним ґрунтом в г.

Результати дослідів заносять в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3 – Форма запису даних для визначення вологості ґрунту

№ зразку	№ бюкси	Вага бюкси, $g1$, г	Вага бюкси з вологим ґрунтом, $g2$, г	Вага бюкси з висушеним ґрунтом, $g3$, г	Вологість ґрунту, W_L , %	Середнє Значення вологості ґрунту, W_L , %

Вологість виражають в цілих відсотках. Проводять два паралельних визначення і за границю текучості приймають середнє арифметичне значення вологості. Розбіжність в паралельних визначеннях не повинна перевищувати 2%.

Визначення границі розкочування.

Границя розкочування W_P виражається вологістю ґрунту в момент переходу його із пластичного стану в твердий.

В ґрунтову пасту, яка залишилось після визначення границі текучості. Додавляють небагато сухого ґрунту і перемішують її.

Шматочок підготовленого таким чином ґрунту долонею розкочують на листі цупкого паперу в ланцюг діаметром близько 3 мм. Розкочування ведуть так, щоб ланцюжок не виступав із-під долоні. Якщо ґрунт при діаметрі ланцюжка 3 мм розпадається на окремі кусочки, значить його вологість відповідає границі розкочування. Якщо в ланцюжку діаметром 3 мм ґрунт зберігає пластичність, то його переминають, а потім знову розкочують.

Вологість визначають за методикою, описаною вище, і виражають в цілих відсотках. Проводять два паралельних визначення і за границю розкочування приймають середнє арифметичне значення вологості. Розбіжність в паралельних визначеннях не повинна перевищувати 2%.

Визначення числа пластичності і показника консистенції.

Число пластичності I_P визначається за формулою

$$I_P = W_L - W_P, \quad (6.4)$$

де W_L – вологість ґрунту на границі текучості, %;

W_P – вологість ґрунту на границі розкочування, %;

Назва глинистого ґрунту згідно класифікації за числом пластичності визначається за табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Класифікація ґрунтів по числу пластичності

Назва ґрунту	Число пластичності
Супісок	$1 \leq I_P \leq 7$
Суглинок	$7 < I_P \leq 17$
Глина	$I_P > 17$

Якщо $W_L = 38\%$, а $W_P = 24\%$, то $I_P = 38 - 24 = 14$, тобто ґрунт – суглинок, тому що $7 < I_P = 14 \leq 17$.

По заданій природній вологості ґрунту визначається показник консистенції глинистого ґрунту:

$$I_L = (W - W_P) / I_P, \quad (6.5)$$

де W – природна вологість ґрунту в %;

W_P – вологість ґрунту на границі розкочування в %;

I_P – число пластичності.

Назва глинистого ґрунту за консистенцією, згідно класифікаційній табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Назва глинистих (непросадних) ґрунтів за консистенцією

Назва ґрунту	Показник консистенції
<p>Супіски</p> <ul style="list-style-type: none"> - тверді - пластичні - текучі 	$I_L < 0$ $0 \leq I_L \leq 1$ $I_L > 1$
<p>Суглинки і глини</p> <ul style="list-style-type: none"> - тверді - напівтверді - тугопластичні - м'якопластичні - текучопластинчаті - текучі 	$I_L < 0$ $0 \leq I_L < 0,25$ $0,25 \leq I_L < 0,5$ $0,5 \leq I_L < 0,75$ $0,75 \leq I_L \leq 1,0$ $I_L > 1$

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ваганов І.І. Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища: посібник / І. І. Ваганов, І. В. Маєвська, М.М. Попович. – Вінниця: ВНТУ, 2013 – 267 с.
2. Зоценко М.Л. Основи гідрогеології та інженерної геології. Навчальний посібник / М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023. – 258 с.
3. Іванік О.М., Мєнасова А.Ш., Крочак М.Д. Загальна геологія. Навчальний посібник. – Київ. – 2020. – 205 с.
4. Мельничук В.Г. Інженерна геологія: навчальний посібник / В.Г. Мельничук, Я.О. Новосад, Т. П. Міхницький. – Рівне: НУВГП, 2013. – 351 с.
5. Основи загальної геології: навчальний посібник-практикум / С.Ю. Бортник, О.В. Ковтонюк, Н.М. Погорільчук. – Київ, 2022. – 164 с.
6. ДБН А.2.3-1-99. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Територіальна діяльність в будівництві. Основні положення. – Київ: Держбуд України, 1999. – 12 с.
7. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 107с.
8. ДБН В.1.1-25-2009. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 34 с.
9. ДБН В.1.1-24:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування. – Київ: Укрархбудінформ, 2010. – 89 с.
10. ДБН А.2.1-1-2014. Інженерні вишукування для будівництва – Київ: Укрархбудінформ. – 2014. – 76 с.
11. ДБН А.2.2-3-2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. – Київ: Мінрегіон України, 2014. 33 с.
12. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 42 с.
13. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів за даними моніторингу ЕГП – Київ, Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2020. – 104 с.

Навчальне видання

Тимощук Василь Іполитович
Шерстюк Євгенія Анатоліївна

**НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА З ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ**

Методичні вказівки

для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми
«Гідротехнічне будівництво та водна інженерія» спеціальності
194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології

Видано в авторській редакції.

Електронний ресурс.
Підписано до видання 01.10.2024. Авт. арк. 2,2.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».
49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.