

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до організації самостійної роботи  
з навчальної дисципліни

**«ПІДЗЕМНІ СПОРУДИ»**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності G19 – Будівництво та цивільна інженерія)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2026**

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Підземні споруди» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності G19 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : А. О. Мозговий, А. А. Бутенко, О. В. Гаврилюк. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 13 с.

Укладачі: д-р техн. наук, доц. А. О. Мозговий,  
д-р філос. А. А. Бутенко,  
ст. викл. О. В. Гаврилюк

#### Рецензент

**І. В. Храпатова**, кандидат технічних наук, доцент кафедри геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва, протокол № 6 від 27.11.2025*

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Змістовий модуль 1 Сучасні тенденції використання підземного простору.....	5
Тема 1 Сучасні тенденції використання підземного простору.....	5
Тема 2 Підземні споруди. Основні види.....	6
Тема 3 Підземні споруди, що будуються способом опускного колодязя.....	6
Змістовий модуль 2 Розрахунок та проектування підземних споруд глибокого закладання.....	7
Тема 4 Підземні споруди глибокого закладання, що будують закритим способом.....	7
Тема 5 Розрахунок та проектування підземних споруд глибокого закладання.....	8
Тема 6 Відкритий спосіб зведення підземних споруд.....	9
Змістовий модуль 3 Розрахунок та проектування підземних споруд при відкритому способі зведення.....	10
Тема 7 Комплексний розрахунок та проектування підземних об'єктів відкритим способом зведення.....	10
Тема 8 Підземні споруди, що будуються без розкриття поверхні.....	10
Список рекомендованих джерел.....	12

## ВСТУП

Підземне будівництво є ключовою темою сучасної інженерної освіти, особливо в умовах урбанізованих територій, де наземний простір обмежений, а вимоги до інфраструктури постійно зростають. Для здобувачів освіти самостійне опрацювання матеріалу визначальне у формуванні компетентностей, адже вони забезпечують транспортну доступність, комунікації, енергетику та безпеку. Сучасні тенденції розвитку галузі передбачають поєднання історичного досвіду освоєння підземного простору з новітніми технологіями, матеріалами та методами проєктування [1].

Самостійне дослідження прикладів розвитку мегаполісів стимулює розуміння багаторівневих транспортних вузлів, підземних торговельних центрів, автостоянок, інженерних мереж та багатофункціональних комплексів. У цьому контексті важливе засвоєння класифікації споруд за функціональним призначенням, глибиною закладання та способом будівництва [1].

Особливу увагу здобувачі мають приділяти опускним колодезям і кесонам, що застосовуються для спорудження фундаментів, шахт, камер та заглиблених об'єктів. Їх конструкції, методи занурення та розрахункові алгоритми потребують самостійного аналізу при роботі в тискотропних сорочках, які забезпечують стабільність ґрунту під час занурення [2].

Розглядаються споруди глибокого закладання, що зводяться закритим способом. Основою їх проєктування є визначення гірського тиску, класифікація ґрунтів, а також вибір типу кріплення – склепінчастого, кругового, обтиснутого. Самостійні розрахунки постійних і тимчасових навантажень, вибір матеріалів і типу тубінгів формують практичні навички студентів [2, 3]. Важливим є також опрацювання прикладів споруд дериваційних гідроелектростанцій, зокрема машинних залів, які можуть бути повністю або частково заглиблені [1].

Важливим є вивчення відкритого способу зведення споруд. Здобувачі мають самостійно аналізувати збірні та збірно-монолітні залізобетонні конструкції транспортних і пішохідних тунелів, автостоянок, гаражів. Особливе місце займає технологія «стіна в ґрунті», яка дозволяє ефективно формувати котловани в складних геологічних умовах. Самостійне опрацювання способів розрахунку кріплення котлованів, гнучких підпірних стінок, поздовжніх поясів і розпірок сприяє глибшому розумінню сучасних нормативних документів [4, 5].

Дисципліна охоплює широкий спектр питань – від історичних аспектів і класифікації до сучасних методів розрахунку та проєктування. Самостійна робота здобувачів освіти формує системне уявлення про підземне будівництво як комплексну інженерну дисципліну, що поєднує геотехніку, конструктивну механіку, матеріалознавство та урбаністику.

# ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

## СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ПІДЗЕМНОГО ПРОСТОРУ

Аналізується історичний досвід освоєння підземного простору за сучасними напрямками та перспективами підземного будівництва. Розглянуто класифікацію, способи будівництва підземних споруд. Вивчаються опускні колодязі і кесони, їх конструкція. Аналізуються алгоритми розрахунків опускних колодязів. Вивчаються особливості розрахунку колодязів, що опускаються в тиксотропних сорочках. Розглядаються питання розрахунку кесонів.

### Тема 1 Сучасні тенденції використання підземного простору

Історичний огляд освоєння підземного простору. Сучасні напрями та перспективи підземного будівництва. Класифікація, способи будівництва підземних споруд.

#### *Запитання для самоперевірки за темою 1*

1. Які приклади використання підземних споруд відомі з античних часів?
2. У чому полягає відмінність розвитку підземного будівництва у XX–XXI століттях порівняно з попередніми етапами?
3. Які основні тенденції розвитку підземного будівництва в умовах урбанізації?
4. Як впровадження новітніх технологій впливає на перспективи освоєння підземного простору?
5. За якими критеріями класифікують підземні споруди?
6. Які основні способи будівництва підземних споруд застосовуються сьогодні?
7. Які конструктивні рішення здебільшого використовуються при спорудженні підземних об'єктів?
8. Які вимоги висуваються до матеріалів для підземного будівництва?
9. Які основні проблеми виникають при освоєнні підземного простору у великих містах?
10. Як можна мінімізувати ризики, пов'язані з геологічними умовами?
11. Які види навантажень враховуються при розрахунку конструкцій підземних споруд?
12. Чому важливий правильний вибір типу кріплення при проектуванні підземних споруд?

## **Тема 2 Підземні споруди. Основні види**

Споруди комунально-побутового призначення. Промислово-технологічні споруди. Транспортні та пішохідні тунелі. Тунелі міських комунальних мереж. Гідротехнічні підземні споруди. Виробки для видобутку корисних копалин. Підземні сховища рідких та газоподібних продуктів, промислових та побутових відходів. Огородження котлованів.

### ***Запитання для самоперевірки за темою 2***

1. Які основні функції виконують споруди комунально-побутового призначення?
2. Наведіть приклади таких споруд у сучасних містах.
3. Які особливості проєктування промислово-технологічних підземних споруд?
4. Чому вони є важливими для розвитку виробничої інфраструктури?
5. Які вимоги висуваються до споруд цивільної оборони?
6. Як забезпечується їхня надійність та безпека у надзвичайних ситуаціях?
7. Які конструктивні рішення застосовуються при будівництві транспортних і пішохідних тунелів?
8. У чому полягає значення цих споруд для урбанізованих територій?
9. Які типи комунікацій розміщуються в тунелях міських мереж?
10. Які переваги має їхнє підземне прокладання порівняно з наземним?
11. Які особливості мають гідротехнічні підземні споруди та виробки для видобутку корисних копалин?
12. У чому полягає значення підземних сховищ рідких і газоподібних продуктів, відходів та технологій огороження котлованів?

## **Тема 3 Підземні споруди, що будуються способом опускного колодязя**

Типи фундаментів глибокого закладання. Влаштування фундаментів та підземних споруд методом опускного колодязя. Розрахування опускного колодязя. Кесонні фундаменти. Розрахування кесонів.

### ***Запитання для самоперевірки за темою 3***

1. Які основні типи фундаментів глибокого закладання застосовуються в сучасному будівництві?
2. У чому полягають переваги та недоліки різних типів фундаментів?

3. Які етапи включає процес спорудження фундаментів методом опускного колодязя?
4. У яких випадках доцільно застосовувати цей метод?
5. Що таке тиксотропна сорочка і яку роль вона відіграє при зануренні колодязя?
6. Які переваги забезпечує використання тиксотропної сорочки у складних ґрунтових умовах?
7. Які основні параметри враховуються при розрахунку опускного колодязя?
8. Чому важливе визначення гірського тиску та навантажень при таких розрахунках?
9. У чому полягає принцип роботи кесонних фундаментів?
10. Які конструктивні особливості мають кесонні споруди?
11. Які фактори враховуються при розрахунку кесонних фундаментів?
12. Як забезпечується безпека та стабільність кесонів під час їх експлуатації?

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2**

### **РОЗРАХУНОК ТА ПРОЄКТУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД ГЛИБОКОГО ЗАКЛАДАННЯ**

Аналізуються алгоритми визначення гірського тиску, розглядається класифікація ґрунтів професора М. М. Протод'яконова, конструкції і кріплення склепінчастого окреслення підземних споруд, вибір типу тунельного кріплення, кріплення кругового окреслення з чавунних тубінгів, обтиснуті кріплення. Аналізуються постійні і тимчасові навантаження на підземні споруди, розраховуються тунельні кріплення. Розглядаються підземні споруди дериваційних гідроелектростанцій. Підземні та напівпідземні машинні зали гідроелектростанцій.

#### **Тема 4 Підземні споруди глибокого закладання, що будують закритим способом**

Тунелі. Загальні відомості. Буровибуховий спосіб будівництва. Комбайновий спосіб проходження. Новоавстрійський спосіб проходження (НАТМ). Щити з привантаженням вибою. Проходження тунелів під захистом екрана з труб. Підземні споруди дериваційних гідроелектростанцій. Підземні та напівпідземні машинні зали гідроелектростанцій.

### ***Запитання для самоперевірки за темою 4***

1. Які основні функції виконують тунелі в сучасній інфраструктурі?
2. Які фактори визначають вибір способу проходження тунелів?
3. У чому полягає технологія буровибухового способу проходження тунелів?
4. Які переваги та недоліки має цей метод?
5. Які особливості застосування комбайнового способу проходження?
6. У яких геологічних умовах він є найбільш ефективним?
7. На яких принципах базується Новоавстрійський спосіб проходження (НАТМ)?
8. Чому НАТМ вважається універсальним методом для складних геологічних умов?
9. Які конструктивні особливості мають щити з привантаженням вибою?
10. У чому полягає технологія проходження тунелів під захистом екрана з труб?
11. Які основні типи дериваційних схем ГЕС застосовуються у сучасному будівництві?
12. У чому полягають особливості підземних та напівпідземних машинних залів гідроелектростанцій?

### **Тема 5 Розрахунок та проєктування підземних споруд глибокого закладання**

Навантаження на підземні споруди. Гірський тиск. Класифікація ґрунтів проф. М. М. Протод'яконова. Типи кріплень та обробок підземних споруд. Розрахування підземних споруд із використанням схем стрижневих конструкцій. Спосіб О. Є. Бугаєвої.

### ***Запитання для самоперевірки за темою 5***

1. Які основні види навантажень діють на підземні споруди?
2. Що таке гірський тиск і як він впливає на конструкції?
3. Які типи кріплень застосовуються для підземних споруд?
4. У чому полягає відмінність між склепінчастими, круговими та обтиснутими кріпленнями?
5. Які переваги має використання схем стрижневих конструкцій при розрахунку?
6. Які параметри враховуються у таких схемах?

7. У чому полягає принцип розрахунку за схемою пружного кільця?
8. Які фактори визначають міцність та стійкість обробки кругового обрису?
9. У чому полягає методика О. Є. Бугаєвої для розрахунку підземних споруд?
10. Які переваги має цей спосіб порівняно з іншими методами?
11. Чому правильний розрахунок навантажень є критично важливим для безпеки підземних споруд?
12. Як вибір типу кріплення та методики розрахунку впливає на довговічність конструкцій?

### **Тема 6 Відкритий спосіб зведення підземних споруд**

Транспортні та пішохідні тунелі, тунелі метрополітену. Автостоянки та гаражі. Станції метрополітену. Підземні споруди різного призначення та міські багатофункціональні комплекси. Колекторні тунелі міських інженерних мереж.

#### ***Запитання для самоперевірки за темою 6***

1. У чому полягають особливості будівництва транспортних тунелів відкритим способом?
2. Які конструктивні рішення здебільшого застосовуються при їх спорудженні?
3. Які вимоги висуваються до пішохідних тунелів щодо безпеки та комфорту?
4. У яких випадках доцільно застосовувати відкритий спосіб їх будівництва?
5. Які переваги має відкритий спосіб спорудження тунелів метрополітену дрібного закладання?
6. Які труднощі можуть виникати при їхньому будівництві?
7. Які конструктивні особливості мають підземні автостоянки та гаражі?
8. У чому полягає значення споруд манежного типу для міської інфраструктури?
9. Які існують основні типи станцій метрополітену?
10. Які фактори визначають вибір конструктивної схеми станції?
11. Які приклади багатофункціональних підземних комплексів можна навести?
12. Які переваги має використання колекторних тунелів для міських інженерних мереж?

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3**

### **РОЗРАХУНОК ТА ПРОЄКТУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД ПРИ ВІДКРИТОМУ СПОСОБІ ЗВЕДЕННЯ**

#### **Тема 7 Комплексний розрахунок та проєктування підземних об'єктів відкритим способом зведення**

Котлований спосіб будівництва підземних споруд. Будівництво підземних споруд методом «стіна в ґрунті». Розрахунок та проєктування елементів кріплення котлованів. Розрахунок консольно-шпунтового огороження.

#### *Запитання для самоперевірки за темою 7*

1. У чому полягає технологія будівництва підземних споруд за допомогою котлованів?
2. Які фактори визначають вибір способу котлованного будівництва?
3. Які основні етапи спорудження підземних об'єктів методом «стіна в ґрунті»?
4. У яких геологічних умовах цей метод є найбільш ефективним?
5. Які параметри враховуються при розрахунку кріплення котлованів?
6. Чому правильне проєктування кріплень є критично важливим для безпеки споруд?
7. У чому полягає принцип роботи вільно стоячої стіни в ґрунті?
8. Які обмеження існують при її застосуванні?
9. Які основні методи використовуються для розрахунку шпунтового огороження?
10. Які фактори впливають на вибір матеріалу шпунтових паль?
11. Як метод «стіна в ґрунті» співвідноситься з традиційними способами кріплення котлованів?
12. Чому важливо враховувати геологічні умови при виборі способу відкритого зведення підземних споруд?

#### **Тема 8 Підземні споруди, що будуються без розкриття поверхні**

Мікротонелювання. Аварійні ситуації під час будівництва підземних споруд. Основні причини виникнення аварійних ситуацій.

## *Запитання для самоперевірки за темою 8*

1. У чому полягає принцип будівництва підземних споруд без розкриття поверхні?
2. Які переваги має цей метод порівняно з відкритим способом?
3. Які особливості технології мікротунелювання?
4. У яких випадках доцільно застосовувати цей метод?
5. Які основні етапи спрямованого буріння?
6. Які переваги воно забезпечує для міських інженерних мереж?
7. Які основні причини виникнення аварійних ситуацій при спорудженні підземних об'єктів?
8. Які заходи дозволяють мінімізувати ризики аварій?
9. Як природно-кліматичні фактори впливають на безпеку підземного будівництва?
10. Які наслідки можуть мати неповні чи невірогідні інженерно-геологічні дані?
11. Які приклади принципових помилок у проектуванні можуть призвести до аварій?
12. Чому відступи від проєктних рішень та грубі будівельні помилки є критично небезпечними?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дистанційний курс «Підземні споруди» [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://dl.kname.edu.ua/course/view.php?id=3842>, вільний (дата звернення: 05.02.2026). – Назва з екрана.
2. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник для вузів / Л. М. Шутенко та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.
3. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення – [Чинний від 2019–01–01]. – Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2018. – 35 с. (Державні будівельні норми України).
4. ДСТУ-Н Б В.2.1-31:2014 Настанова з проектування підпірних стін. – [Чинний від 2015–10–01]. Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2015. – 86 с. (Національний стандарт України).
5. ДСТУ-Н Б В.2.1-32:2014 Настанова з проектування котлованів для улаштування фундаментів і заглиблених споруд. – [Чинний від 2015–10–01]. – Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2015. – 100 с. (Національний стандарт України).

*Електронне навчальне видання*

Методичні рекомендації  
до організації самостійної роботи  
з навчальної дисципліни

**«ПІДЗЕМНІ СПОРУДИ»**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності G19 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Укладачі: **МОЗГОВИЙ** Андрій Олексійович,  
**БУТЕНКО** Анатолій Анатолійович,  
**ГАВРИЛЮК** Ольга Володимирівна

Відповідальний за випуск *В. А. Александрович*  
Редактор *О. А. Норик*  
Комп'ютерне верстання *А. О. Мозговий*

План 2026, поз. 11М

---

Підп. до друку 23.03.2026. Формат 60 × 84/16.  
Ум. друк. арк. 0,8.

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Черноглазівська, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: office@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 8386 від 14.07.2025.