



Силабус навчальної дисципліни
«Моделювання взаємодії фундаментів з ґрунтовим середовищем»

підготовки

Магістр

(назва освітнього ступеня)

спеціальності **192 «Будівництво та цивільна інженерія»**

(назва спеціальності)

освітньо-професійної програми, освітньо-наукової програми

«Промислове та цивільне будівництво»

(назва освітньої програми)

Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	Українська
Факультет	Будівельний
Кафедра	Інженерної геології і геотехніки
Контакти кафедри	49005, м. Дніпро, вул. Архітектора Олега Петрова, каб. В-908. тел. (056) 756-33-43, https://pgasa.dp.ua/department/oif/
Викладач-розробник	Владислав КОВБА, к.т.н., доцент
Контакти викладача	kovba.vladyslav@pdaba.edu.ua
Розклад занять	https://pgasa.dp.ua/timetable/index.html
Консультації	https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2023/11/ROZKLAD-KONSULTATSIJ-kaf.-IGIG-2023.pdf

Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна спрямована на вивчення ґрунтових моделей, що використовуються для числового моделювання взаємодії фундаментів з ґрунтовим середовищем, а також наземними конструкціями будівлі. Дисципліна передбачає ознайомлення з практичним застосуванням геотехнічних програмних комплексів для моделювання поведінки ґрунтових основ і фундаментів під навантаженнями від будівлі. Розглядаються приклади детального розв'язку задач з визначення напружено-деформованого стану фундаментів. Проводиться розрахунок огорожень глибоких котлованів розроблених у пілувато-глинистих та піщаних ґрунтах та виконується прогнозування осідань будівель і споруд та деформацій основ, складених різноманітними ґрунтами.

	Години	Кредити	Семестр
			2
Всього годин за навчальним планом, з них:	90	3	90
Аудиторні заняття, у т.ч:	30		30
лекції	22		22
лабораторні роботи	-		-
практичні заняття	8		8
Самостійна робота, у т.ч:	60		60
підготовка до аудиторних занять	15		15
підготовка до контрольних заходів	5		5
виконання курсового проєкту (роботи)	-		-
виконання індивідуальних завдань	-		-
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	10		10
підготовка до екзамену	30		30
Форма підсумкового контролю			Екзамен

Мета дисципліни: формування у студентів системних знань в частині числового моделювання і розрахунку поведінки огорожень котлованів з урахуванням застосування різних моделей ґрунтового середовища у геотехнічних програмних комплексах.

Завдання дисципліни: оволодіння студентами загальними принципами прогнозування осідань та напружено-деформованого стану основ фундаментів, розрахунку огорожень котлованів у пилувато-глинистих та піщаних ґрунтах. Вміння числового моделювання поведінки фундаментів під навантаженнями у Plaxis 3D, створення геометричних моделей та обирання ґрунтового середовища; аналіз результатів і адекватності числового розрахунку

Пререквізити дисципліни: Курс лекцій з цієї дисципліни базується на засвоєнні студентами наступних дисциплін: «Інженерна геологія», «Інженерні вишукування», «Система автоматизованого проектування конструкцій будівель і споруд», «Основи механіки ґрунтів», «Основи та фундаменти».

Постреквізити дисципліни

1. Підготовка до підсумкової атестації. Атестація здійснюється у формі публічного захисту кваліфікаційної роботи.

2. Доступ до навчання за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти.

Компетентності відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програм «Промислове та цивільне будівництво» СВО ПДАБА 192 мп – 2022, СВО ПДАБА 192 мн – 2022.

Інтегральна компетентність: здатність моделювати та розв'язувати складні інженерно-технічні задачі і проблеми в галузі будівництва та цивільної інженерії під час професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК03. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК04. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК06. Прагнення до збереження навколишнього середовища

Фахові компетентності:

СК01. Здатність інтегрувати спеціалізовані концептуальні знання в галузі будівництва та цивільної інженерії, у поєднанні з дотриманням чинних нормативно-правових документів у сфері архітектури та будівництва, для вирішення складних інженерних задач будівельної галузі, в т. ч. завдань з ліквідації наслідків бойових дій та відновлення об'єктів будівництва.

СК02. Здатність розробляти та реалізовувати проекти відбудови, захисних споруд цивільного захисту населення, ліквідації наслідків бойових дій та відновлення в галузі будівництва та цивільної інженерії.

СК05. Здатність будувати та досліджувати моделі ситуацій, об'єктів і процесів будівництва та цивільної інженерії.

СК06. Здатність використовувати існуючі комп'ютерні програми при вирішенні складних інженерних задач у галузі будівництва та цивільної інженерії.

СК08. Здатність інтегрувати знання з інших галузей для розв'язання складних задач у широких або мультидисциплінарних контекстах.

Заплановані результати навчання відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програм «Промислове та цивільне будівництво» СВО ПДАБА 192 мп – 2022, СВО ПДАБА 192 мн – 2022:

РН01. Проектувати будівлі і споруди промислового та цивільного призначення, а також захисні споруди 15 цивільного захисту населення, в тому числі з використанням

програмних систем комп'ютерного проектування, з метою забезпечення їх надійності та довговічності, прийняття раціональних проектних та технічних рішень, техніко-економічного обґрунтування, враховуючи особливості об'єкта будівництва, визначення оптимального режиму його функціонування та впровадження заходів з ресурсо- та енергозбереження.

PH02. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі будівництва та цивільної інженерії для вирішення складних задач професійної діяльності та проблем з відновлення, відбудови та ліквідації наслідків бойових дій

PH06. Застосовувати сучасні математичні методи для аналізу статистичних даних, розрахунку та оптимізації параметрів проектування та технологічних процесів спорудження будівель і споруд.

PH08. Відслідковувати найновіші досягнення в будівельній галузі, застосовувати їх для створення інновацій.

PH12. Здатність вирішувати проблеми будівництва та цивільної інженерії у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.

Методи навчання:

Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності (пояснення, інструктаж, розповідь, лекція, бесіда, робота з підручником; ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження, вправи, лабораторні, практичні і дослідні роботи).

Форми навчання: індивідуальні; групові; колективні; фронтальні.

Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна (за потребою):

Технічне обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки.

Програмне забезпечення:

PowerPoint;

Plaxis 3D 2020 (Демонстраційна версія).

1. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб.	с.р
Змістовий модуль 1. Основи числового моделювання. Розрахункові моделі ґрунтової основи. Принципи розрахунку основних геотехнічних задач.					
Важливість систем автоматизованого проектування (САПР) в сучасному будівельному процесі, зокрема в геотехніці. Основні терміни і поняття. Приклади відомих вчених. Структура програмного комплексу (ПК) PLAXIS 3D (демонстраційна версія).	4	2	-	-	2
Ознайомлення з розрахунковими моделями ґрунтової основи. Ознайомлення з графічним інтерфейсом ПК PLAXIS 3D (демонстраційна версія). Особливості побудови геометричної моделі та створення розрахункових схем.	4	-	2	-	2
Теоретичні основи числового моделювання геотехнічних об'єктів. Загальні проблеми моделювання за допомогою САПР. Застосування числових методів в прикладних задачах механіки ґрунтів.	4	2	-	-	2

Моделювання та розрахунок плитного фундаменту будівлі з підвалом (розмірами 18×18 м та глибиною 2 м) у зв'язних ґрунтах з використанням моделей ґрунту: MC та HSM у ПК PLAXIS 3D. Побудова геометричної моделі та сітки скінченних елементів (СЕ-сітки), завдання навантажень, виконання розрахунку, отримання і оцінювання результатів в текстовій і графічній формі.	4	-	2	-	2
Числові методи механіки суцільного середовища. Метод граничних елементів, метод кінцевих різниць, метод скінченних елементів (МСЕ) та варіаційно-різницевого методу (ВРМ). Основні положення створення геометричної моделі.	4	2	-	-	2
Моделювання та розрахунок пальового фундаменту будівлі з підвалом (розмірами 18×18 м та глибиною закладання 2 м) у зв'язних ґрунтах з використанням моделей ґрунту: MC та HSM в ПК PLAXIS 3D. Побудова геометричної моделі та сітки скінченних елементів (СЕ-сітки), завдання навантажень, виконання розрахунку, отримання і оцінювання результатів в текстовій і графічній формі.	4	-	2	-	2
Розрахункові моделі ґрунтової основи. Ідеальна пружно-пластична модель Кулона-Мора (MC). Нелінійна пружно-пластична модель зі зміцненням ґрунту (HSM). Приклади застосування для реального будівництва. Адаптація вхідних параметрів для моделей ґрунтової основи. Нелінійна залежність між напруженнями і деформацією під час визначення осідань.	4	2	-	-	2
Моделювання задачі розробки котловану і влаштування монолітної тонкої підпірної стінки, в ізотропному піщаному середовищі в ПК PLAXIS 3D в нелінійній постановці. Розрахунок розпірок і ґрунтових буроін'єкційних анкерів.	4	-	2	-	2
Разом за змістовим модулем 1	32	8	8	-	16
Змістовий модуль 2. Теоретичні та практичні основи числового моделювання геотехнічних об'єктів з використанням програмних комплексів. Особливості моделювання розробки ґрунту в котлованах і виїмках.					
Особливості розрахунку з використанням об'ємних та стрижневих елементів. Міцність інтерфейсу елементів. Особливості взаємодії паль з ґрунтовим середовищем в ПК PLAXIS 3D. Принципи моделювання задачі занурення палі великого діаметру в ґрунтову основу, та визначення напружено-деформованого стану при її статичному навантаженні в ПК PLAXIS 3D. Побудова графіку навантаження осідання.	4	2			2

Процедура покрокового навантаження. Використання функції K0-procedure та Gravity Loading. Особливості числового моделювання напружено-деформованого стану (НДС) при поетапному навантаженні плитно-пального фундаменту в залежності від технології влаштування паль (буроінекційної чи буронабивної) в ПК PLAXIS 3D.	4	2			2
Основні методи водопониження рівня ґрунтових вод. Практична реалізація числового моделювання водозниження в ПК PLAXIS 3D. Принципи моделювання дорожнього насипу з урахуванням дії навантаження від транспорту.	4	2			2
Ознайомлення з ПК PLAXIS 2D та його можливостями. Основні відмінності 2D моделювання. Основні положення розрахунку глибоких котлованів з ПК PLAXIS 2D.	4	2			2
Особливості моделювання розробки ґрунту в котлованах і виїмках. Основні положення під час моделювання глибоких котлованів. Моделювання огорожень котлованів за технологією «стіна у ґрунті» у якості стін бомбосховищ з використанням ПК PLAXIS 3D.	4	2			2
Типові помилки під час моделювання в ПК PLAXIS 3D. Типові помилки застосування ПК PLAXIS 2D під час розрахунку котлованів. Особливості розрахунку та введення параметрів OCR (коефіцієнту переущільнення) та POP (тиск попереднього навантаження).	4	2			2
Особливості розрахунку комплексної системи "ґрунтова основа – фундамент – споруда" в середовищі програмних комплексів. Урахування динамічного навантаження на елементи конструкцій з урахуванням дії ударної хвилі на укриття в залежності від заглиблення їх у ґрунт та гідрогеологічних умов.	4	2			2
Разом за змістовим модулем 2	28	14			14
Підготовка до екзамену	30	-	-	-	30
Усього годин	90	22	8		60

2. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема заняття	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Основи числового моделювання. Розрахункові моделі ґрунтової основи. Принципи розрахунку основних геотехнічних задач.		
1	Важливість систем автоматизованого проектування (САПР) в сучасному будівельному процесі, зокрема в геотехніці. Основні терміни і поняття. Приклади відомих вчених. Структура програмного комплексу (ПК) PLAXIS 3D (демонстраційна версія).	2

2	Теоретичні основи числового моделювання геотехнічних об'єктів. Загальні проблеми моделювання за допомогою САПР. Застосування числових методів в прикладних задачах механіки ґрунтів.	2
3	Числові методи механіки суцільного середовища. Метод граничних елементів, метод кінцевих різниць, метод скінченних елементів (МСЕ) та варіаційно-різницевий метод (ВРМ). Основні положення створення геометричної моделі.	2
4	Розрахункові моделі ґрунтової основи. Ідеальна пружно-пластична модель Кулона-Мора (МС). Нелінійна пружно-пластична модель зі зміцненням ґрунту (НСМ). Приклади застосування для реального будівництва. Адаптація вхідних параметрів для моделей ґрунтової основи. Нелінійна залежність між напруженнями і деформацією під час визначення осідань.	2
Змістовий модуль 2. Теоретичні та практичні основи числового моделювання геотехнічних об'єктів з використанням програмних комплексів. Особливості моделювання розробки ґрунту в котлованах і виїмках.		
5	Особливості розрахунку з використанням об'ємних та стрижневих елементів. Міцність інтерфейсу елементів. Особливості взаємодії паль з ґрунтовим середовищем в ПК PLAXIS 3D. Принципи моделювання задачі занурення палі великого діаметру в ґрунтову основу, та визначення напружено-деформованого стану при її статичному навантаженні в ПК PLAXIS 3D. Побудова графіку навантаження осідання.	2
6	Процедура покрокового навантаження. Використання функції K0-procedure та Gravity Loading. Особливості числового моделювання напружено-деформованого стану (НДС) при поетапному навантаженні плитно-пального фундаменту в залежності від технології влаштування паль (буроінекційної чи буронабивної) в ПК PLAXIS 3D.	2
7	Основні методи водопониження рівня ґрунтових вод. Практична реалізація числового моделювання водозниження в ПК PLAXIS 3D. Принципи моделювання дорожнього насипу з урахуванням дії навантаження від транспорту.	2
8	Ознайомлення з ПК PLAXIS 2D та його можливостями. Основні відмінності 2D моделювання. Основні положення розрахунку глибоких котлованів з ПК PLAXIS 2D.	2
9	Особливості моделювання розробки ґрунту в котлованах і виїмках. Основні положення під час моделювання глибоких котлованів. Моделювання огорожень котлованів за технологією «стіна у ґрунті» у якості стін бомбосховищ з використанням ПК PLAXIS 3D.	2
10	Типові помилки під час моделювання в ПК PLAXIS 3D. Типові помилки застосування ПК PLAXIS 2D під час розрахунку котлованів. Особливості розрахунку та введення параметрів OCR (коефіцієнту переущільнення) та POP (тиск попереднього навантаження).	2
11	Особливості розрахунку комплексної системи "ґрунтова основа – фундамент – споруда" в середовищі програмних комплексів. Урахування динамічного навантаження на елементи конструкцій з урахуванням дії ударної хвилі на укриття в залежності від заглиблення їх у ґрунт та гідрогеологічних умов	2

3. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Основи числового моделювання. Розрахункові моделі ґрунтової основи. Принципи розрахунку основних геотехнічних задач.		
1	Ознайомлення з розрахунковими моделями ґрунтової основи. Ознайомлення з графічним інтерфейсом ПК PLAXIS 3D (демонстраційна версія). Особливості побудови геометричної моделі та створення розрахункових схем.	2
2	Моделювання та розрахунок плитного фундаменту будівлі з підвалом (розмірами 18×18 м та глибиною 2 м) у зв'язних ґрунтах з використанням моделей ґрунту: MC та HSM у ПК PLAXIS 3D. Побудова геометричної моделі та сітки скінченних елементів (СЕ-сітки), завдання навантажень, виконання розрахунку, отримання і оцінювання результатів в текстовій і графічній формі.	2
3	Моделювання та розрахунок пальового фундаменту будівлі з підвалом (розмірами 18×18 м та глибиною закладання 2 м) у зв'язних ґрунтах з використанням моделей ґрунту: MC та HSM в ПК PLAXIS 3D. Побудова геометричної моделі та сітки скінченних елементів (СЕ-сітки), завдання навантажень, виконання розрахунку, отримання і оцінювання результатів в текстовій і графічній формі.	2
4	Моделювання задачі розробки котловану і влаштування монолітної тонкої підпірної стінки, в ізотропному піщаному середовищі в ПК PLAXIS 3D в нелінійній постановці. Розрахунок розпірок і ґрунтових бурюін'екційних анкерів.	2

4. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
	підготовка до аудиторних занять	15
	підготовка до контрольних заходів	5
	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: 1. Визначення параметрів моделі Hardening Soil за результатами лабораторних випробувань Особливості розрахунку з використанням пружно-пластичної моделі зі зміцненням ґрунту при незначних деформаціях (HS Small strain stiffness) та моделі слабого ґрунту (Soft soil) в ПК Plaxis 3D. 2. Вплив початкового стану (переущільнення) на величину осідань. Поведінка моделей Drained, Undrained A (вплив надлишкового порового тиску на міцність). 3. Особливості геотехнічного моделювання у програмних комплексах об'єктів в умовах щільної міської забудови.	10
	підготовка до екзамену	30

5. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Передбачено такі методи контролю: тестовий, письмовий, усний, практична перевірка.

6. СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Змістовий модуль 1. Основи числового моделювання. Розрахункові моделі ґрунтової основи. Принципи розрахунку основних геотехнічних задач.

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модуля складається з:

- присутності та роботи студента на лекціях (максимальна кількість – 28 балів);
- роботи студента на практичних заняттях (максимальна кількість – 56 балів);
- самостійний розрахунок задачі за допомогою програмних комплексів (максимальна кількість – 16 балів).

Присутності та роботи студента на лекціях (всього 4 лекції):

- був присутній, конспектував і має конспект в наявності, якщо студент активно брав участь в обговоренні теми лекції – 6-7 бали за лекцію;
- був присутній, не конспектував і не має конспект в наявності, якщо неактивний був – 4-5 бали за лекцію;
- якщо студент не був присутнім – 0 балів.

Роботи студента на практичних заняттях (всього 4 заняття). Максимальна кількість балів – 56. Загальна кількість практичних занять – 4 (14 балів за практичне заняття). За практичне заняття нараховують:

- якщо студент виконав роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності дій, правильно і акуратно виконує всі записи, таблиці, рисунки, графіки, розрахунки осідань фундаментів та стійкості огорожень котлованів, будує розрахункові схеми, проводить моделювання ґрунтового масиву та дає повну відповідь, на запитання стосовно роботи, студент одержує 14 балів;

- якщо студент виконав роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності дій; якщо у відповіді допущені не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація, студент одержує 8-13 балів;

- якщо студент виконав роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності дій, якщо у відповіді розкрито сутність питання, але допущені невірні тлумачення, студент одержує 1-7 балів;

- якщо студент виконав роботу не повністю або обсяг виконаної частини роботи не дозволяє робити правильні висновки, то студент одержує 0 балів.

Змістовий модуль 2. Теоретичні та практичні основи числового моделювання геотехнічних об'єктів з використанням програмних комплексів. Особливості моделювання розробки ґрунту в котлованах і виїмках.

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модуля складається з:

- присутності та роботи студента на лекціях (максимальна кількість – 49 балів);
- контрольної роботи (максимальна кількість 51 балів).

Присутності та роботи студента на лекціях:

- був присутній, конспектував і має конспект в наявності, якщо студент активно брав участь в обговоренні теми лекції – 6-7 бали за лекцію;
- був присутній, не конспектував і не має конспект в наявності, якщо неактивний був – 4-5 бали за лекцію;
- якщо студент не був присутнім – 0 балів.

Контрольна робота складається з трьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 17 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують:**

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 17 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій - 16-8 балів;

- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів - 7-5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Екзамен. Екзаменаційна робота складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного та практичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 25 балів. На кожне питання екзаменаційної роботи **нараховують:**

- повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 25 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій – 24-18 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів – 17-10 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) – 9-1 балів;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середнє арифметичне між оцінками за змістовий модуль 1, 2 та екзамен.

Порядок зарахування пропущених занять: відпрацювання пропущеного заняття з лекційного курсу або пропущеного практичного заняття здійснюється шляхом підготовки і захисту реферату за відповідною темою. Захист реферату відбувається відповідно до графіку консультацій викладача.

7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. ДБН В.2.1-10-2009 Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с.
2. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель. Основні положення – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 36 с.
3. ДБН В 2.2.5-97 Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони. – Київ: Держкоммістобудування України, 1997. – 80 с.
4. Винников Ю.Л. Математичне моделювання взаємодії фундаментів з ущільненими основами при зведенні та наступній роботі: Монографія / Ю.Л. Винников – Полтава: ПолтНТУ ім. Юрія Кондратюка, 2016. – 280 с.
5. Brinkgreve R.B.J. Plaxis 2D-version 9. Finite Element Code for Soil and Rock Analyses / R.B.J. Brinkgreve, W. Broere, D. Waterman // User Manual – Rotterdam: Balkema – 2008.
6. Олег Матвійків, Сергій Ткаченко, Володимир Хаханов Навчальний посібник "Інженерне проектування складних об'єктів і систем" 2016. – 261с.
7. С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко / Основи САПР. Навчальний посібник – Х. : ХДУХТ, 2017. – 120 с.
8. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А.В.Перельмутер., В.И.Сливкер.- Киев, Изд-во «Сталь», 2002 – 600 с.

Допоміжна

1. Piling Engineering / K. Fleming, A. Weltman, M. Randolph, K. Elson. – London; New York: Taylor and Francis, 2008. – 398 p.

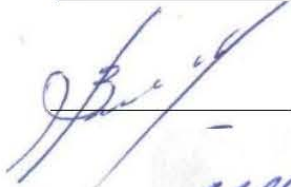
8. INTERNET-РЕСУРСИ

1. Електронний ресурс «Bentley» - <https://www.bentley.com/software/plaxis-3d/>
2. Віртуальний читальний зал - <https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fe%2Dlibrary%2FShared%20Documents%2F%D0%A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B8%2F%D0%A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B0%20%D0%86%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97%20%D1%96%20%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B8%2F%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%86%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%B8%20%2D%20%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8%2F%D0%A7%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%27%D1%8F%D0%B7%D0%BA%D1%96%20%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%20%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B8%20%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2%20%D1%96%20%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B8&viewid=fd845af6%2D2dda%2D4d0a%2D8f8b%2Ddbfd1a0bb90c>.

Розробники

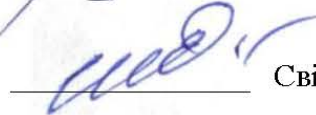


Владислав КОВБА



Віталій ЗАГІЛЬСЬКИЙ

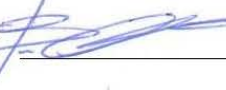
Гарант освітньої програми



Світлана ШЕХОРКІНА

Силабус затверджено на засіданні кафедри інженерної геології і геотехніки.
Протокол від 28 серпня 2023 року № 1.

Завідувач кафедри



Володимир СЕДІН