



ГЕОМЕХАНІКА. ЧАСТИНА 2. Механіка гірських порід. Механіка ґрунтів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>18 Виробництво та технології</i>
Спеціальність	<i>184 Гірництво</i>
Освітня програма	<i>Геоінженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 год (лекції – 18 год., практичні – 18 год., лабораторні – 18 год, СРС – 66 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР</i>
Розклад занять	rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?g=e590f836-e947-49df-91f3-12a847a66b56
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Стовпник Станіслав Миколайович, (+38)0678485977, stovpnik@geobud.kiev.ua</i> Практичні / Семінарські: <i>к.т.н., Ган Олена Валеріївна, (+38)0677632387</i> Лабораторні: <i>к.т.н., Ган Олена Валеріївна, (+38)0677632387</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MjUyNjU2ODI4OTM3?cjc=3tdbc2y

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Фахівець, що володіє сучасними знаннями про поведінку ґрунтів спроможній грамотно визначати характер поведінки ґрунтового масиву, передбачати можливі наслідки, що виникають в процесі експлуатації споруд, та ефективно впливати на їх розвиток.

Метою викладання навчальної дисципліни «ГЕОМЕХАНІКА. ЧАСТИНА 2. Механіка гірських порід. Механіка ґрунтів» є формування у студентів здатностей:

СК2. Здатність характеризувати геологічні процеси та закономірності формування властивостей гірських порід;

СК8. Здатність аналізувати режими експлуатації об'єктів гірництва та виконувати оптимізацію їх функціонування;

СК16. Створення системи знань про гірниче середовище як об'єкт виконання підземного будівництва в складних умовах сучасного мегаполісу.

Програмні результати навчання.

РН1. Здійснювати системний аналіз гірничих систем і технологій;

РН6. Аналізувати геологічні процеси з урахуванням базових закономірностей формування гірських порід;

РН10. Застосовувати сучасні методи діагностики стану елементів ланок гірничих систем та технологій у промислових і лабораторних умовах;

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: Базується на вивчені дисциплін: Геомеханіка-1, Матеріалознавство та основи будівельної справи.

Постреквізити: є базовою для дисципліни Геоінженерія і тунелювання.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Механіка ґрунтів

Термінологія, основні поняття і визначення.

Зв'язок між дисциплінами. Класифікація ґрунтів. Фізичні характеристики ґрунтів.

Розділ 2. Механічні властивості ґрунтів

Деформаційні властивості. Закон ущільнення. Вода в ґрунтах. Водопроникність ґрунтів.

Фільтраційна консолідація і повзучість ґрунтів. Закон ламінарної фільтрації Дарсі.

Розділ 3. Міцність і стійкість ґрунтів

Поняття про граничну рівновагу ґрунтів в точці для стадій напружено-деформованого стану ґрунтів в основі. Визначення початкового критичного навантаження та розрахункового опору основи. Опір ґрунтів зрушенню. Закон Кулона й міцнісні характеристики ґрунтів.

Розділ 4. Напружено-деформований стан ґрунтових масивів

Фази напружено-деформованого стану ґрунту. Принцип лінійного деформування. Розподіл напружень в ґрунтових масивах. Розподіл напружень від власної ваги ґрунтів. Визначення контактних напружень.

Розділ 5. Стійкість ґрунтових масивів

Стійкість укосів за плоских поверхонь ковзання. Укос в ідеально сипкому ґрунті ($\varphi \neq 0, c = 0$), ґрунти, що мають зчеплення. Розподіл напружень у ґрунтовому масиві від дії зовнішніх навантажень. Задача Ж. Буссінеска і її додатки. Задача Фламана. Закономірності розподілу тисків.

Розділ 6. Теорія граничного напруження стану ґрунту.

Задача Пузиревського. Початкові і граничні критичні тиски.

Огинаючі зони граничної рівноваги.

Розділ 7. Тиск ґрунтів на підпірні стіни.

Стійкість підпірних стін. Моделі ґрунтової основи.

Методи розрахунку осаджень.

Розділ 8. Штучні основи.

Методи поліпшення будівельних властивостей ґрунтів.

Штучні основи. Методи ущільнення ґрунтів. Поверхнєве та глибинне ущільнення ґрунтів.

Фізико – хімічні методи закріплення ґрунтів.

Розділ 9. Дренування фундаментів і гідроізоляція підземних споруд.

Техногенне підтоплення у містах. Класифікація заходів.

Дренажі та гідроізоляція фундаментів та підземних споруд.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. *Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка ; пер. з рос. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.*
2. *Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти: Підручник / В.Б. Швець, І.П. Бойко, Ю.Л. Винников, М.Л. Зоценко, О.О. Петраков, В.Г. Шаповал, С.В. Біда. – Дніпропетровськ: "Пороги", 2012. – 197 с.: іл.*

Додаткова література:

1. *ДБН А.2.1-1-2008 Інженерні вишукування для будівництва*
2. *ДБН В.1.1-24:2009 Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування*
3. *ДБН В.1.1-25-2009 Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення*
4. *ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування*
5. *ДСТУ Б А.1.1-25-94 Ґрунти. Терміни та визначення*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для опанування навчальної дисципліни використовується пояснювально-ілюстративний та репродуктивні методи навчання

Назви тем лекцій та перелік основних питань

Лекція 1. Механіка ґрунтів [1,2]

Термінологія, основні поняття і визначення.

Зв'язок між дисциплінами, Класифікація ґрунтів. Фізичні характеристики ґрунтів.

Лекція 2. Механічні властивості ґрунтів [1,2]

Деформаційні властивості. Закон ущільнення, Вода в ґрунтах. Водопроникність ґрунтів. Фільтраційна консолідація і повзучість ґрунтів. Закон ламінарної фільтрації Дарсі.

Лекція 3. Міцність і стійкість ґрунтів [1,2]

Поняття про граничну рівновагу ґрунтів в точці для стадій напружено-деформованого стану ґрунтів в основі. Визначення початкового критичного навантаження та розрахункового опору основи. Опір ґрунтів зрушенню. Закон Кулона й міцнісні характеристики ґрунтів.

Лекція 4. Напружено-деформований стан ґрунтових масивів [1,2]

Фази напружено-деформованого стану ґрунту. Принцип лінійного деформування. Розподіл напружень в ґрунтових масивах. Розподіл напружень від власної ваги ґрунтів. Визначення контактних напружень.

Лекція 5. Стійкість ґрунтових масивів [1,2]

Стійкість укосів за плоских поверхонь ковзання. Укос в ідеально сипкому ґрунті ($\varphi \neq 0, c = 0$), ґрунти, що мають зчеплення.

Розподіл напружень у ґрунтовому масиві від дії зовнішніх навантажень.

Задача Ж. Буссінеска і її додатки. Задача Фламана.

Лекція 6. Теорія граничного напруження стану ґрунту [1,2]

Закономірності розподілу тисків. Початкові і граничні критичні тиски.

Огинаючі зони граничної рівноваги. Задача Пузиревського.

Лекція 7. Тиск ґрунтів на підпірні стіни [1,2]

Стійкість підпірних стін. Моделі ґрунтової основи.

Методи розрахунку осаджень.

Лекція 8. Штучні основи [1,2]

Методи поліпшення будівельних властивостей ґрунтів.

Штучні основи. Методи ущільнення ґрунтів. Поверхнєве та глибинне ущільнення ґрунтів.

Фізико – хімічні методи закріплення ґрунтів.

Лекція 9. Дренування фундаментів і гідроізоляція підземних споруд [1,2]

Техногенне підтоплення у містах. Класифікація заходів.

Дренажі та гідроізоляція фундаментів та підземних споруд.

Назва теми практичних занять та перелік основних питань

1. Побудова паспорта міцності гірської породи за методикою Кулона – Мора (4 год).
2. Розрахунок дотичних і нормальних напружень на довільній майданчику. Графічний метод (2 год).
3. Розрахунок дотичних і нормальних напружень на довільній майданчику. Аналітичний метод (2 год).
4. Побудова паспорта міцності за даними випробування гірської породи на зріз із стисненням.(2 год).
5. Побудова паспорта міцності за даними стабілометричного випробування гірської породи(2 год).
6. Побудова круглоциліндричної поверхні ковзання (2 год).
7. Визначення коефіцієнта запасу стійкості схилу (4 год).

Назва тем лабораторних занять та перелік основних питань

1. Визначення гранулометричного складу ґрунтів (розсіяння на ситах)(2 год.)
2. Визначення максимальної молекулярної вологоємності (2 год.)
3. Визначення висоти капілярного підняття в трубіці (2 год.)
4. Визначення вологості ґрунту ваговим способом (2 год.)
5. Визначення об'ємної маси ґрунту (2 год.)
6. Визначення пористості пісків (2 год.)
7. Визначення щільності піщаних ґрунтів (2 год.)
8. Визначення пластичності глинястих ґрунтів (2 год.)
9. Визначення кута внутрішнього тертя піщаних ґрунтів за кутом природного укосу (2 год.)

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Назва теми, для самостійного вивчення

Лабораторні засоби визначення фізичних характеристик ґрунтів.

Лабораторні методи визначення механічних властивостей.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує Google Клас для викладання матеріалу поточної лекції, додаткових ресурсів, лабораторних робіт та інше; викладач відкриває доступ до певної директорії Google Класу для скидання електронних лабораторних звітів та відповідей на МКР
- лабораторні роботи захищаються у два етапи – перший етап: студенти виконують завдання на допуск до захисту лабораторної роботи; другий етап – захист лабораторної роботи. Бали за лабораторну роботу враховуються лише за наявності електронного звіту

- модульні контрольні роботи пишуться на лекційних заняттях без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат пересилається у файлі до відповідної директорії Google Класу
- заохочувальні бали виставляються за: активну участь на лекціях; підготовка оглядів наукових праць; презентацій по одній із тем СРС дисципліни тощо. Кількість заохочуваних балів на більше 10

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- написання МКР на лекційних заняттях;
- виконання лабораторних робіт (9 робіт);
- виконання практичних завдань (7 завд.).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Модульні контрольні роботи:

- кожна модульна робота складається із 3 питань по 6 балів кожне – 18 балів;

2.2. Виконання лабораторних робіт і практичних завдань:

- бездоганна робота – 2 бали за лаб. і 1 бал за практик.;
- є певні недоліки у підготовці або виконанні роботи – 1 бал;

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 15 балів та виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 30 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації).

4. Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

5. На екзамені студенти усно відповідають на екзаменаційний білет. Кожне завдання містить три теоретичних запитання і одне практичне. Перелік запитань наведений у додатку (п.9). Кожне запитання (завдання) оцінюється у 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 7-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 6 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за усну відповідь на екзамені переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

- Як зміниться об'ємна деформація абсолютно водо насиченого ґрунту за відсутності дренажу в умовах компресійного стискання, якщо тиск збільшується в 10 разів. Число пластичності ґрунту 0,16, показник текучості 0,5, вологість на границі пластичності 12%. Визначити степінь вологості ґрунту, якщо питома вага води 10 кН/м^3 , питома вага частинок ґрунту 27 кН/м^3 , питома вага сухого ґрунту $16,2 \text{ кН/м}^3$. Вологість ґрунту 20%. Питома вага ґрунту 18 кН/м^3 . Визначити вагу води, що міститься в 5 м^3 ґрунту. 1
- Щільність частинок ґрунту 2700 кг/м^3 , щільність сухого ґрунту 1350 кг/м^3 . При навантаженні ґрунту в компресійному пристрої тиском 200 кПа початковий коефіцієнт пористості зменшився на 10%. Визначити модуль деформації ґрунту при $\nu=0,4$. Зразок ґрунту випробується в стабілометрі. Міцнісні характеристики ґрунту: $c=50 \text{ кПа}$; $\varphi=16^\circ$. Співвідношення більшого головного напруження до меншого складає 3,0. Визначити σ_1 , що відповідає руйнуванню зразка. 2
- Зразок ґрунту випробується в стабілометрі при постійному співвідношенні головних напружень. Міцнісні характеристики ґрунту: $c=50 \text{ кПа}$; $\varphi=16^\circ$. Визначити мінімальне співвідношення більшого головного напруження до меншого головного напруження, при якому зразок ґрунту буде зруйнований в процесі навантаження. Чому дорівнює нормальне напруження в точці прикладання вертикальної сили до поверхні пружного півпростору.
- Тиск на основу в центрі абсолютно жорсткого круглого штампа діаметром 1 м складає 100 кПа . Визначити навантаження на штамп (кН), що створює вказаний тиск. Абсолютно жорсткий круглий штамп і абсолютно жорстка смуга передають на основу однакові середні тиски. Визначити, як співвідносяться тиски в центрі вказаних штампів. Сійка висота стінки траншеї, відкритої в зв'язному ґрунті, складає 4 м 28 см. Визначити допустиме навантаження (кПа) на брівку траншеї глибиною 2 м 28 см за умови, що питома вага ґрунту $\gamma=18 \text{ кН/м}^3$. 2
- Підпірна стіна зі сторони утримуючого масиву ґрунту ($\gamma=18 \text{ кН/м}^3$) заглиблена на 3 м. Міцнісні характеристики ґрунту $c=20 \text{ кПа}$; $\varphi=22^\circ$. Визначити величину сили граничного опору ґрунту, що підтримує підпірну стіну. 3
- Масив складений ґрунтом ($\gamma=15 \text{ кН/м}^3$) з нульовими значеннями міцнісних характеристик і утримується підпірною стіною. Визначити активний і пасивний тиск ґрунту на глибині 2 м. При навантаженні основи штампом при середньому тиску 100 кПа отримані наступні результати: відновлювана частина усадки 3 мм; усадка після повного розвантаження 7 мм. Визначити повну усадку штампа при середньому тиску 200 кПа , якщо дотримується принцип лінійної деформованості основи.
- Однорідний шар ґрунту товщиною 1 м відчуває однорідне стискання від планування підсіпання тиском 100 кПа . Коефіцієнт пористості ґрунту 0,8; коефіцієнт стисливості $0,00018 \text{ м}^2/\text{кН}$; коефіцієнт Пуассона 0,3. Визначити усадку шару ґрунту і його модуль деформації. Водонасичений шар ґрунту обмежений згори і знизу дренажними шарами і при вантаженні тиском 100 кПа . Визначити ефективні напруження на границях шару і в середині шару в момент часу $t=0$.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри геоінженерії, к.т.н., Стопник С.М.

Ухвалено кафедрою геоінженерія (протокол № 18 від 17.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 12 від 24.06.2022 р.)