



СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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)/очна(вечірня)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 год (лекції - 18 год., практики – 18 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна-контрольна робота, розрахунково-графічна робота.</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., Зуєвська Наталя Валеріївна, (+38)0509821770, zuievska.natalia@lll.kpi.ua Практичні / Семінарські д.т.н., Зуєвська Наталя Валеріївна, (+38)0509821770, zuievska.natalia@lll.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/Njg1MjY0NjY5MDY3?cjc=d4k5zwd</i>

Програма навчальної дисципліни

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

В сучасному геобудівництві проблеми моделювання реальних фізичних процесів (інженерний аналіз – зміни НДС надземних та підземних будівельних конструкцій) займає важливе місце і характеризується певною специфікою у використанні відповідного математичного апарату. Саме тому все більше і більше уваги як в теоретичному, так і в практичному плані приділяється питанню розробки і використанні інструментальних засобів, методик і технологічних комплексів, що прискорюють процес проектування. Розглядаються сучасні геотехнічні системи автоматизованого проектування, які получили найбільше поширення в Україні і активно використовуються в проектних організаціях.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

- СК1. Уміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності;
- СК4. Здатність до розроблення проектної документації (технічне завдання, технічні пропозиції, ескізний проект, технічний проект, робочий проект) на гірничі та геобудівельні системи;
- СК6. Здатність до виконання проектних робіт спеціальних способів будівництва, об'єктів розробки корисних копалин, вживати спеціальні заходи з реконструкції підземних споруд та гірничих підприємств;

- СК7. Здатність реалізувати загальні принципи комплексної оптимізації під час розроблення проектів.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- РН6. Виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності;
- РН9. Розробляти проектну документацію (технічне завдання, технічні пропозиції, ескізний проект, технічний проект, робочий проект) на гірничі та геобудівельні системи;
- РН11. Виконувати проектні роботи спеціальних способів будівництва, об'єктів розробки корисних копалин, вживати спеціальних заходів з реконструкції підземних споруд та гірничих підприємств;
- РН12. Реалізувати загальні принципи комплексної оптимізації під час розроблення проектів.

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

Базується на вивченні нормативних освітніх компонентах циклу професійної підготовки бакалаврів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Тема 1.1. Введення в дисципліну.

Завдання курсу та зв'язок з іншими дисциплінами. Уміння, які повинен опанувати студент. Тематичний зміст курсу.

Розділ 2. Тема 2.1 Обчислювальні методи САПР.

Тема 2.2. Чисельні методи. Алгебраїчні рівняння. Чисельне інтегрування.

Розділ 3. Застосування методу скінчених елементів.

Тема 3.1. Дискретизація області, визначення вузлових точок та елементів.

Тема 3.2 Граничні задачі методу скінчених елементів.

Розділ 4. Реалізація методу скінчених елементів в комп'ютерних програмах.

Тема 4.1. Механіка деформованого тіла. Теорія пружності для геоінженерії.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Прикладні аспекти використання геостатичних методів дослідження в гірництві [Електронний ресурс] : монографія / Зуєвська Н.В., Соболевський Р.В., Виноградова О.П., Горобчишин О.В. Електронні текстові дані (1 файл: 6,94 Мбайт). - КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 р. – 150 с.
2. Ресурсозберігаючі технології при будівництві геотехнічних об'єктів// Зуєвська Н.В., Вапнічна В.В., Зайченко С.В., Шайдецька Л.В./ [Електронний ресурс] монографія/ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018 р. – 202 с.
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/22173>
3. Зуєвська Н. В. Особливості врахування впливу будівельної техніки на стійкість конструкції котловану при щільній міській забудові / Н. В. Зуєвська, В. Є. Губашова, Л. В. Шайдецька //

Збірник наукових праць Національного гірничого університету. - 2018. - № 54. - С. 170-183 .
http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpngu_2018_54_18.

4. Перспективи застосування струменево-цементацийного закріплення ґрунтових основ // Зуєвська Н.В., Шайдецька Л.В., Губашова В.Є./Геоінженерія : науково-технічний жур-нал. – 2020. – Вип. 3. – С. 13–19 <https://doi.org/10.20535/2707-2096.3.2020.219322>
5. Стабілізація ґрунтового масиву за допомогою ін'єкційних анкерів. Порівняльний аналіз особливостей проектування // Зуєвська Н.В., Губашова В.Є./ Збірник наукових праць Національного гірничого університету "Дніпровська Політехніка" Дніпро, 2020. №60-06. С. 58-68. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/60.058>

Додаткова література

1. Моделювання підсилення ґрунтової основи складно-компонентними системами //Зуєвська Н.В., Губашова В.Є./ Вісті Донецького гірничого інституту. м. Покровськ, 2020. №1 (46). С. 36-44.
2. Вплив виконання елементів струменевої цементації на фізико-механічні характеристики навколишнього ґрунтового масиву. //Зуєвська Н.В., Шайдецька Л.В., Губашова В.Є./Науковий журнал "Енергетика: економія, технології, екологія". Київ, 2019. №4. С. 27-34 <https://doi.org/10.20535/1813-5420.4.2019.200474>
3. Системи автоматизованого проектування в будівництві : навчальний посібник /А. С. Моргун, В. М. Андрухов, М. М. Сорока, І. М. Метъ. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 129 с. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/65/109/120-1?inline=1>
4. Прикладні аспекти використання геостатичних методів дослідження в гірництві// Зуєвська Н.В., Соколовський Р.В., Виноградова О.П., Горобчишин О.В./ [Електронний ресурс] монографія/ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 р. – 152 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для опанування навчальної дисципліни застосовується **пояснювально-ілюстративний та репродуктивний** метод навчання.

Лекційні заняття

	Назва теми лекції та перелік основних питань
Лекція 1	Введення в дисципліну. Завдання курсу та зв'язок з іншими дисциплінами. Уміння, які повинен опанувати студент. Тематичний зміст курсу. Зв'язок курсу з суміжними дисциплінами. Завдання на СРС. Можливість застосування САПР для підземного будівництва. Література: [1] – С. 30-32.
Лекція 2	Обчислювальні методи САПР. Чисельні методи. Алгебраїчні рівняння. Чисельне інтегрування. Диференційні рівняння з початковими умовами. Алгоритми чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь. Методи рішення систем нелінійних алгебраїчних рівнянь. Метод скінчених елементів. Завдання на СРС. Основна концепція методу. Провести аналіз переваг та недоліків методу. [1] – С. 34-38.
Лекція 3	Застосування методу скінчених елементів. Дискретизація області. Визначення вузлових точок та елементів. Граничні задачі методу скінчених елементів. Рівняння методу скінчених елементів.

	<p>Завдання на СРС. Типи скінчених елементів. Розбиття області на елементи. Нумерація вузлів. [1] – С. 38-41.</p>
Лекція 4	<p>Реалізація методу скінчених елементів в комп'ютерних програмах. Пряма побудова глобальної матриці жорсткості. Система лінійних рівнянь. Завдання на СРС. Загальна блок-схема обчислень. [1] – С. 41-42. [4] – С. 80-82.</p>
Лекція 5	<p>Механіка деформованого тіла. Теорія пружності. Одновимірний випадок. Двовимірні задачі теорії пружності. Тривимірні задачі теорії пружності. Завдання на СРС. Вісьосиметричні задачі. [1] – С. 80-81, [2] – С. 67, [4] – С. 180-202.</p>
Лекція 6	<p>Методи визначення напружено-деформованого стану конструкцій. НДС будівельних конструкцій можна визначити на основі двох рівноцінних напрямків: локального та інтегрального. Енергетичний (термодинамічний) метод вивчення явищ природи. Завдання на СРС. Статичні (рівняння рівноваги). Геометричні рівняння нерозривності. Фізичні рівняння.[1] – С. 86-89, [2], [4].</p>
Лекція 7	<p>Побудова механіко-математичних аналогів задач геомеханіки про побудову модельних задач геомеханіки. Особливості побудови крайових завдань поверхневої, приповерхневої та підземної геомеханіки. Системи роздільних рівнянь задач геомеханіки у межах пружних моделей; в'язкопружних моделей; моделей упругопластичних середовищ. Системи вирішальних рівнянь динамічних завдань гірничих механіки порід та масивів. Застосування інших сучасних геотехнічних програм , зокрема, програми «Slide» впри виборі технологій стабілізації схилів, небезпечних ділянок. Завдання на СРС. Моделювання ґрунтових анкерів для стабілізації стіни в ґрунті [3], [4].</p>
Лекція 8	<p>Основні підходи до побудови комп'ютерних моделей в геомеханіці. Проектування схилів і укосів. вихідні дані для проектування. Завдання на СРС. Методика моделювання в Slide. [3].</p>
Лекція 9	<p>Стабілізація схилів. Ґрунтові анкери. Завдання на СРС. Моделювання оптимізації транспортного потоку при будівництві в умовах щільної міської забудови на схилах [2].</p>

Лабораторні заняття

	Назва теми заняття та перелік основних питань
Лабораторний практикум 1	<p>Введення в програму Slide. Аналіз стійкості методом кінцевих елементів. Створення геометрії розрахункової моделі</p>
Лабораторний практикум 2	<p>Зміна меж схилу. Введення властивостей матеріалів. Обчислення глобальної мінімальної поверхні ковзання для спрощеного методу аналізу Бішопа. Визначення коефіцієнта стійкості в центральній сітці ковзання. Контури мінімального розрахункового коефіцієнту запасу міцності у кожному центрі ковзання сітки.</p>

Лабораторний практикум 3	Відображення всіх поверхонь ковзання, застосування фільтрів за коефіцієнтом стійкості або за заданим числом найнижчих поверхонь. Відображення координат геометричної моделі.
Лабораторний практикум 4	Відображення різних шарів ґрунту та прикладання додаткового навантаження. Модель схилу, що складається з різних матеріалів з одним слабким шаром, поровий тиск, що визначається рівнем ґрунтових вод, поступово розподілене зовнішнє навантаження, пошук круглоциліндричної поверхні ковзання.
Лабораторний практикум 5	Некруглоциліндричні поверхні. Схил, що складається з різних матеріалів, зі слабким шаром, поровий тиск визначається рівнем ґрунтових вод, поступово розподілене зовнішнє навантаження, пошук по блоку некруглоциліндричних поверхонь ковзання
Лабораторний практикум 6	Забезпечення стійкості ґрунтового укосу з використанням ґрунтових анкерів
Лабораторний практикум 7	Додавання до моделі опорні елементи, розташованих під певним кутом до горизонталі, довжини кожного елемента, відстань між ними. Визначення властивості опори.
Лабораторний практикум 8	Інтерпретація отриманих результатів, фільтрування поверхонь. Відображення утримуючих конструкцій
Лабораторний практикум 9	Огляд способів додавання опори в SLIDE. Загальний огляд способів розташування опор Slide. Перетин їх з поверхнею ковзання, аналіз можливих варіантів, Вплив на коефіцієнт стійкості цієї поверхні ковзання.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента передбачає:

- Підготовка до аудиторних занять – 43 год.,
- Підготовка до модульної контрольної роботи – 2 год.,
- Підготовка до заліку – 6 год.

Питання для самостійного вивчення

- 1 Геомеханічні процеси явища як механіки. Визначення та класифікація задач геомеханіки як задач механіки суцільних та дискретних середовищ.
- 2 Особливості, правила та підходи до побудови модельних крайових задач геомеханіки
- 3 Про побудову модельних завдань геомеханіки з урахуванням формування областей, що у різному деформаційному стані.
- 4 Ефект утворення зон дезінтеграції в околиці підземних споруд.
- 5 Підходи до моделювання зон тріщинуватості, руйнування та поширення макротріщин у масивах гірських порід із підземними спорудами.
- 6 Особливості комп'ютерного моделювання геомеханічних процесів. Особливості побудови комп'ютерних моделей завдань поверхневої, приповерхневої та підземної геомеханіки.
- 7 Основні підходи до побудови комп'ютерних моделей завдань геомеханіки. Побудова розрахункових схем з урахуванням масштабного фактора (розміри підземних споруд та областей підробленої товщі).
- 8 Побудова розрахункових схем з урахуванням формування областей, що у різному деформаційному стані.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

На момент проведення кожного заняття передбаченого робочим навчальним планом, у студентах з якого він працює, повинен бути встановлений Zoom (у випадку дистанційного навчання). На першому занятті студентів, викладач інформує яким чином буде здійснюватися вивчення матеріалу занять, виконання лабораторних робіт. Надає всі необхідні методичні матеріали через дистанційні курси або Google Клас.

Під час проходження курсу «САПР» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України КПІ ім. Ігоря Сікорського. Усі студенти без виключення повинні дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічного плагіату в Національному технічному університеті України КПІ ім. Ігоря Сікорського.

За написання статті та її публікацію у фаховому виданні студенту нараховується (10 балів) заохочувальних, підготовка тез для участі у конференціях (5 балів). Сума заохочувальних балів не повинна перевищувати 10 балів.

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

Поточний контроль. *Лабораторний практику передбачає виконання 9 практичних задач по 5 балів, двох МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті у присутності викладача, по 15 балів) та РГР яка оцінюється в 25 балів.*

МКР складається із тестових завдань двох рівнів складності. Перший рівень складності містить 6 запитань, на кожне з яких пропонується декілька відповідей, лише одна правильна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал. Другий рівень складності має на меті перевірку знань щодо застосування тих чи інших розрахункових схем (конструкцій) і передбачає надання правильної відповіді за результатами роботи із графічним зображенням. Містить такий рівень три завдання, кожне з яких оцінюється в 3 бали.

Календарний контроль. *Проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання умов силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролю є отримання не менше 50% максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.*

Семестровий контроль. *Залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР та практичні роботи, РГР, та стартовий рейтинг не менше 60 балів.*

Максимально можливий стартовий рейтинг студента повинен складати 100 балів.

Сума стартових балів переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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 те, які виносяться на семестровий контроль

1. *Визначення та класифікація задач геомеханіки як задач механіки суцільних та дискретних середовищ.*
2. *Визначення та опис поєднаних завдань геомеханіки (завдання гідрогеомеханіки, газогеомеханіки).*
3. *Особливості, правила та підходи до побудови модельних крайових задач геомеханіки*
4. *Системи вирішуючих рівнянь задач геомеханіки в рамках пружних моделей.*
5. *Системи вирішуючих рівнянь задач геомеханіки в рамках в'язкопружних моделей.*
6. *Системи вирішуючих рівнянь задач геомеханіки в рамках моделей пружнопластичних середовищ.*
7. *Системи вирішуючих рівнянь динамічних завдань механіки гірських порід та масивів.*
8. *Про побудову модельних завдань геомеханіки з урахуванням формування областей, що у різному деформаційному стані.*
9. *Ефект утворення зон дезінтеграції в околиці підземних споруд.*
10. *Підходи до моделювання зон тріщинуватості, руйнування та поширення макротріщин у масивах гірських порід із підземними спорудами.*
11. *Особливості комп'ютерного моделювання геомеханічних процесів. Особливості побудови комп'ютерних моделей завдань поверхневої, приповерхневої та підземної геомеханіки.*
12. *Основні підходи до побудови комп'ютерних моделей завдань геомеханіки. Побудова розрахункових схем з урахуванням масштабного фактора (розміри підземних споруд та областей подробленої товщі).*
13. *Побудова розрахункових схем з урахуванням формування областей, що у різному деформаційному стані.*
14. *Комп'ютерне моделювання геомеханічних процесів на зсувонебезпечних ділянках.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор, д.т.н, Зуєвська Н.В.

Ухвалено кафедрою геоінженерія (протокол № 19 від 19.06.2024)

Погоджено Методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 21 від 25.06.2024 р.)