



ГЕОМЕХАНІКА. Частина 1. ФІЗИКА ГІРСЬКИХ ПОРІД

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, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів/180 год (лекції – 36 год., практичні – 36 год., лабораторні – 18 год, СРС – 90 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 з визначення геомеханічного стану масиву гірських порід спроможній грамотно визначати характер поведінки оточуючих порід, обирати засоби підтримання виробок, передбачати можливі наслідки порушення стійкості масиву, що виникають в процесі експлуатації споруд, та ефективно впливати на їх розвиток.

Предметом вивчення дисципліни є фізико-механічні властивості порід і прояви гірського тиску

Метою викладання навчальної дисципліни «ГЕОМЕХАНІКА. Частина 1. ФІЗИКА ГІРСЬКИХ ПОРІД» 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: Загальна фізика, Геологія, Теоретична механіка.

Постреквізити: є базовою для дисципліни Геоінженерія і тунелювання.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Фізико-механічні властивості гірських порід

Пружні властивості порід. Динамічний та статичний модулі пружності. Залежність пружних властивостей від складу, побудови та зовнішніх умов. Роль пружних властивостей в процесах руйнування, гірничого тиску та стану порід. Реологічні властивості порід. Повзучість гірських порід. Релаксація напруг в породах. Ретардація. Вплив реологічних властивостей на розрахунок гірничого тиску.

Міцність порід. Теорії міцності. Фізична природа міцності порід. Дефекти побудови, їх вплив на формування напруг та визначення міцності. Межа міцності при стисненні, розтягуванні, зсуві. Кут внутрішнього тертя, коефіцієнт зчеплення порід. Залежність міцностних властивостей від складу, побудови та зовнішніх умов. Вплив швидкості прикладання навантаження на міцність порід, міцностні властивості масивів. Масштабний фактор. Визначення міцності в процесах руйнування та зміцнення.

Розділ 2. Напружено-деформований стан масиву.

Методи якісного та кількісного описання напруженого стану масиву. Застосування гіпотези суцільного середовища та умови її використання. Математичне описання напружено-деформаційного стану порід для пружного ізотропного масиву. Деформування та руйнування масиву в об'ємному стані.

Розподіл напруг навколо виробок залежності від форми виробок та взаємного розташування. Вплив анізотропії, нелінійності та пластичності на розподіл напруг навколо виробок. Особливості проявів тиску навколо видобувних виробок.

Визначення розмірів ціліків та оголень в видобувних виробках. Несуча здатність ціліків в умовах пружного стану порід.

Розділ 3. Гірський тиск

Мета та задачі науки про гірничий тиск. Класифікація теорій гірничого тиску. Гіпотези тиску для незв'язаних порід. Гіпотези тиску для малих глибин. Гіпотези, засновані на практичному досвіді. Гіпотези склепоутворення. Процеси навколо виробок за класифікацією проф. Заславського. Класифікація проф. Литвинського. Явище зональної дезінтеграції.

Фактори, що впливають на прояви гірничого тиску.

Початковий напружений стан масиву та взаємозв'язок з структурними властивостями масиву. Напруги від власної ваги, тектонічні та сейсмічні напруги. Фактори, що впливають на прояви гірничого тиску. Гірничо-геологічні умови – шаруватість, блочність, щільнуватість, розміри та форма блоків, часток, насиченність рідиною або газом, форма, розміри та кут падіння порід, узгодженість залягання, складчатість порід. Структурно-механічні умови – деформованість, міцність, зчеплення порід, часток, блоків по контактам, вплив часу та

температури. Технологічні умови – розміри, взаєморозташування виробок, послідовність, швидкість робіт, глибина розробки.

Типічні умови та форми проявів гірничого тиску при проведенні підземних та відкритих робіт: вивалоутворення, обрушення, витиснення, зрушення, шелушіння, стріляння, гірничі удари, раптові викиди, прориви води, пливуні, оповзні. Загальні риси в різних формах проявів. Можливості впливу на прояви тиску за допомогою взаєморозташування, послідовності та швидкості проведення виробок, кріплення, залишення ціликів, зміцнення масиву. Використання тиску для цілеспрямованого руйнування порід.

Розділ 4. Зрушення порід при розробці і заходи охорони

Зона зрушень. Параметри та механізм процесу зрушень. Особливості зрушень в різних умовах. Розрахунок зрушень поверхні від одинарної лави та кількох вибоїв. Особливості розрахунку зрушень при крутому заляганні порід.

Вибір засобів охорони. Профілактичні методи. Методи робіт при підробці споруд. Підробка водних об'єктів. Конструктивні заходи захисту підроблених споруд. Побудова запобіжних ціликів під обмеженими та витягнутими об'єктами.

Форми проявів ударів. Умови виникнення та механізм розвитку удару. Класифікація та баланс енергії удару. Прогноз та реєстрація удару.

Прояви раптових викидів. Умов виникнення та механізм. Оцінка викидонебезпечності порід та прогноз викидів.

Розкриття пластів. Випередження розробки пластів. Регіональні заходи дегазациї та зволоження. Локальні заходи попередження ударів та викидів. Виймання ціликів. Захист людей від викидів. Використання енергії ударів для руйнування порід.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Васько І.С. *Механіка гірських порід*: Івано-Франківськ: Факел, 2002. – 148 с.
2. Судаков А.К. *Механіка гірських порід*: Дніпропетровськ, ДВНЗ "НГУ", 2015. – 150 с.
3. Маланчук З.Р. *Механіка гірських порід*: Лабораторний практикум. – Рівне : НУВГП, 2016. – 188 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

Назви тем лекцій та перелік основних питань

Лекція 1 [1,2]

Гірський масив як об'єкт. Фізичні властивості порід. Класифікація властивостей. Структурно-механічні особливості гірських порід.

Лекція 2 [1,2]

Механічні властивості порід. Показники механічних властивостей. Паспорт гірської породи.. Властивості гірських порід в масиві. Зразок гірської породи.

Лекція 3 [1,2]

Пружні властивості порід. Динамічний та статичний модулі пружності. Залежність пружних властивостей від складу, побудови та зовнішніх умов. Роль пружних властивостей в процесах руйнування, гірничого тиску та стану масиву.

Лекція 4 [1,2]

Деформаційні властивості порід. Показники деформування порід. Повна діаграма деформування зразка.

Лекція 5 [1,2]

Реологічні властивості порід. Повзучість гірських порід. Релаксація напруг в породах. Ретардація. Вплив реологічних властивостей на розрахунок гірничого тиску.

Лекція 6 [1,2]

Міцність порід. Теорії міцності. Фізична природа міцності порід. Дефекти побудови, їх вплив на формування напруг та визначення міцності.

Лекція 7 [1,2]

Межа міцності при стисненні, розтягуванні, зсуві. Кут внутрішнього тертя, коефіцієнт зчеплення порід. Залежність міцнісних властивостей від складу, побудови та зовнішніх умов.

Лекція 8 [1,2]

Вплив швидкості навантаження на міцність порід, міцнісні властивості масивів. Масштабний фактор. Визначення міцності в процесах руйнування та зміцнення.

Лекція 9 [1,2]

Класифікація теорій гірничого тиску. Гіпотези тиску для незв'язаних порід. Гіпотези тиску для малих глибин. Гіпотези, засновані на практичному досвіді. Гіпотези склепоутворення.

Лекція 10 [1,2]

Процеси навколо виробок за класифікацією проф. Заславського. Класифікація проф. Литвинського. Явище зональної дезінтеграції. Фактори, що впливають на прояви гірничого тиску.

Лекція 11 [1,2]

Методи якісного та кількісного описання напруженого стану масиву. Застосування гіпотези суцільного середовища та умови її використання. Математичне описання напружено-деформаційного стану порід для пружного ізотропного масиву.

Лекція 12 [1,2]

Деформування та руйнування масиву в об'ємному стані. Розподіл напруг навколо виробок в залежності від форми виробок та взаємного розташування. Вплив анізотропії, нелінійності та пластичності на розподіл напруг навколо виробок.

Лекція 13 [1,2]

Гіпотези проявів тиску навколо видобувних виробок. Класифікація порід покрівлі за стійкістю. Способи управління покрівлею. Механізм руйнування порід для способу управління повним обрушенням.

Лекція 14 [1,2]

Зона зрушень. Параметри та механізм процесу зрушень. Особливості зрушень в різних умовах. Розрахунок зрушень поверхні від одинарної лави та кількох вибоїв. Особливості розрахунку зрушень при крутому заляганні порід.

Лекція 15 [1,2]

Зрушення порід при розробці і заходи охорони. Вибір засобів охорони. Профілактичні методи. Методи робіт при підробці споруд. Підробка водних об'єктів. Конструктивні заходи захисту підроблених споруд. Побудова запобіжних ціликів під обмеженими та витягнутими об'єктами.

Лекція 16 [1,2]

Способи охорони підземних споруд. Розташування споруд в масиві. Способи розвантаження порід від гірського тиску.

Лекція 17 [1,2]

Способи охорони підземних споруд зміцненням оточуючих порід. Комбіновані способи охорони гірських виробок.

Лекція 18 [1,2]

Особливості спорудження підземних об'єктів в складних гірничо-геологічних умовах і зонах підвищеного гірського тиску.

Назва теми практичних занять та перелік основних питань

1. Визначення фізичних властивостей гірських порід у захищеному від просочення стані (6 год).
2. Визначення фізичних властивостей гірських порід при насиченні рідиною (6 год).
3. Визначення відкритої та закритої пористості гірських порід (6 год).
4. Визначення складу фракцій 0,05-0,01 мм (6 год).
5. Розрахунок гранулометричного складу фракцій 0,5-0,001 мм за допомогою піпеткового методу (6 год).
6. Визначення ступеню вологості ґрунту (графічний та розрахунковий метод) (6 год).

Назва теми лабораторних занять та перелік основних питань

1. Методика відбору зразків для лабораторних досліджень (2 год).

2. Вивчення приладів для виконання геометричних вимірювань в масивах гірських порід (6 год).
3. Вивчення приладу визначення тріщинуватості УКТП (2 год).
4. Вивчення методики роботи штанговисмикувача МА-10 (2 год).
5. Вивчення приладу випробовувача порід БУ-39 (4 год).
6. Захист лабораторних робіт (2 год).

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Назва теми, для самостійного вивчення

1. Гірській удар та раптові викиди.
2. Суфлярне газовиділення
3. Раптові розлами
4. Провали поверхні.

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 і практичних завдань
- Виконання РГР.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Модульні контрольні роботи:

- кожна модульна робота складається із 3 питань по 6 балів кожне – 18 балів;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –1 бал.

2.2. Виконання лабораторних робіт і практичних завдань:

- бездоганна робота – 2 бали;
- є певні недоліки у підготовці або виконанні роботи – 1 бал;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –1 бал.

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 15 балів та виконання лабораторних робіт і практичних завдань . Умовою другої атестації – отримання не менше 30 балів, виконання всіх лабораторних робіт.

4. Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних і практичних завдань 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:

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 питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Отримання і підготовка зразків для лабораторних випробувань
2. Методи проведення випробувань зразків
3. Обробка результатів випробувань
4. Проведення випробувань міцності на стиснення, розтяг, вигин
5. Реологічні, стабілометричні та іспити за повною діаграмою
6. Напруження і деформації в гірських породах
7. Природний напружений стан масиву
8. Прояви гірського тиску
9. Гіпотези гірського тиску
10. Гіпотези міцності твердих тіл
11. Напружено-деформований стан навколо виробок
12. Способи керування гірським тиском
13. Динамічні прояви гірського тиску
14. Карстові явища
15. Нормативні положення керування гірським тиском
16. Вплив гірничих робіт на денну поверхню

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри геоінженерії, к.т.н., Стовпник С.М.

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

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