



Будівельна механіка

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</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</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 семестр - 4 кредити ЄКТС/120 год. (лекції - 27 год., практичні –27 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР/РГР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф. Гайко Г.І., gayko.kpi@meta.ua/ ст. викладач каф. геоінженерії Косенко Тетяна Володимирівна, tanitakos1@gmail.com, +380686878233 Практичні / Семінарські: ст. викладач каф. геоінженерії Косенко Тетяна Володимирівна, tanitakos1@gmail.com, +380686878233</i>
Розміщення курсу	<i>Доступний на платформі «Сікорський». Код доступу надається викладачем на першому занятті.</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Для використання сучасних програмних розрахункових комплексів студент спочатку повинен засвоїти традиційні класичні методи розрахунку основних конструкцій на прикладі ручних розрахунків найпростіших систем. Це допоможе глибше зрозуміти роботу основних будівельних конструкцій, оцінювати розподіл зусиль і розраховувати діючі внутрішні зусилля та переміщення.

Метою навчальної дисципліни є оволодіння теоретичними основами та інструментарієм розрахунку внутрішніх зусиль, що виникають в будівельних конструкціях.

Предмет дисципліни – методи розрахунку механічних систем на міцність, жорсткість і стійкість при дії статичних і динамічних навантажень.

Спеціальні компетентності:

СК3. Здатність до використання теорій, принципів, методів і понять фундаментальних і загальноінженерних наук для професійної діяльності.

Програмні результати навчання:

РН7. Застосовувати методи математики, фізики, хімії, загальноінженерних наук для розв'язання складних спеціалізованих задач гірництва, розуміти наукові принципи і теорії, на яких базуються відповідні методи, області їх застосування та обмеження;

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

Пререквізити: для успішного засвоєння дисципліни студенту необхідно володіти знаннями з математики, фізики, теоретична механіка.

Постреквізити: є базовою для вивчення освітнього компоненту «Будівельні матеріали і конструкції підземних споруд», «Підвалини та фундаменти», «Геоінженерія мегаполісу»

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Введення в Будівельну механіку. Розрахункові схеми споруд і їх класифікації

Тема 2. Поняття про геометричну незмінюваність, статичну визначуваність. Кінематичний аналіз споруд

Тема 3. Однопрольотні статично визначувані балки

Тема 4. Багатопролітні статично визначені (шарнірні) балки

Тема 5. Статично визначувані розпірні системи. Арочні системи

Тема 6. Статично визначувані плоскі рами

Тема 7. Статично визначені плоскі ферми

Тема 8. Статично невизначувані системи

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Попович П.С., Давидчак О.Р. Будівельна механіка статично визначених стержневих систем: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2006. – 129 с.
2. Попович П.С., Давидчак О.Р. Будівельна механіка статично невизначених стержневих систем: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2014. – 212 с.
3. Будівельна механіка: Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. /Т.В. Косенко, С.М. Стовпник, Л.В. Шайдецька. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 68 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47433/1/Budivelna_mechanika.pdf
4. Дорошук Г.П., Трач В.М. Основи будівельної механіки: Підручник. – Рівне: УДУВГП, 2003. – 504 с.

Додаткова література:

1. Яременко О.Ф. та ін. Будівельна механіка у прикладах: Навчальний посібник. – Одеса, 2003. – 246 с.
2. Шпачук В.П. Конспект лекцій з курсу Будівельна механіка/ Шпачук В.П., Засядько М.А. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020. – 177 с.

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

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

Тема 1. Введення в Будівельну механіку. Розрахункові схеми споруд і їх класифікації

Предмет і задачі Будівельної механіки. Розрахункові схеми споруд і їх класифікації. (Лекція 1)

Предмет і задачі будівельної механіки. Історичний екскурс розвитку дисципліни. Класифікація та основні типи споруд (балка, колона, рама, ферма, арка). Зв'язки і опорні пристрої. Розрахункові схеми плоских споруд: елементи, зв'язки, опори. Основні рівняння та гіпотези будівельної механіки.
Література: [1] с. 4-8, [4] с.14-23.

Тема 2. Поняття про геометричну незмінюваність, статичну визначуваність. Кінематичний аналіз споруд

Поняття про геометричну незмінюваність. Ступені вільності. (Лекція 2)

Геометрично незмінювані та змінювані системи. Умови геометричної незмінюваності. Миттєво змінювані системи. Диски та зв'язки. Ступені вільності системи. Кількісна оцінка ступенів вільності і кількості зв'язків. Сутність і процедури кінематичного аналізу: кількісний і структурний аналіз. Способи утворення геометрично незмінюваних систем. Статичний і кінематичний метод перевірки геометричної незмінюваності. Припущення, що застосовуються в будівельній механіці.
Література: [1] с. 9-13, [3] с.6-12, [4] с.14-23.

Статична визначуваність. Умови статичної визначуваності геометрично незмінюваних стержневих систем (Лекція 3)

Статично визначувані та невизначувані системи. Ступінь статичної невизначуваності. Рівняння рівноваги для статично визначуваних систем. Статично визначувані будівельні конструкції. Приклади статично визначуваних конструкцій.
Література: [1] с. 13-16, [4] с.14-23.

Тема 3. Однопрольотні статично визначувані балки

Розрахунок однопрольотних статично визначуваних балок (Лекція 4)

Визначення опорних реакцій. Рівняння рівноваги плоскої системи. Внутрішні зусилля стержневої системи: поперечна і поздовжня сили, згинаючий момент. Побудова епюр внутрішніх силових факторів. Побудова ліній впливу опорних реакцій та згинаючих моментів і поперечних сил для однопрольотних і консольних балок.
Література: [1] с. 32-36, [3] с.12-29, [4] с.27-45

Визначення зусиль за допомогою ліній впливу (Лекція 5)

Дія зосереджених сил. Дія рівномірно розподіленого навантаження. Визначення найневигоднішого положення навантаження на споруди: випадок дії на споруду рухомого рівномірно розподіленого навантаження; випадок дії системи жорстко зв'язаних зосереджених сил.
Література: [1] с. 36-38, [3] с.12-29, [4] с.27-45.

Тема 4. Багатопрольотні статично визначені (шарнірні) балки

Розрахунок багатопрольотних статично визначених (шарнірних) балок (Лекція 6-7)

Перекриття прольотів шарнірними балками. Переваги та недоліки шарнірних балок. Умови статичної визначеності і геометричної незмінності. Правила розташування проміжних шарнірів в шарнірних балках і їх поверхові схеми. Аналітичний метод розрахунку багатопрольотних шарнірних

балок (визначення опорних реакцій, внутрішні зусилля стержневих систем і методи їх визначення).
Визначення зусиль в багатопрольотних статично визначуваних балках від нерухомого навантаження
Література: [1] с. 27-30, [3] с.29-41, [4] с.51-59.

Лінії впливу зусиль для багато прольотних статично визначуваних балок (Лекція 8)

Побудова ліній впливу опорних реакцій для багатопрольотних статично визначуваних балок.
Побудова ліній впливу внутрішніх зусиль для багатопрольотних статично визначуваних балок.
Література: [1] с. 32-38, [3] с.29-41, [4] с.59-70.

Тема 5. Статично визначувані розпірні системи. Арочні системи

Аналітичний розрахунок тришарнірної арки (Лекція 9)

Основні поняття. Тришарнірні системи. Загальне визначення та елементи арки. Геометрія арки.
Порівняння арок з балками. Аналітичний розрахунок тришарнірної арки. Визначення опорних реакцій. Розрахунок тришарнірної арки при вертикальному навантаженні. Визначення внутрішніх зусиль в арці при довільному навантаженні. Раціональна вісь арки. Рівняння раціональної осі тришарнірної арки. Розрахунок арки з затяжкою
Література: [1] с. 47-54, [3] с.41-52, [4] с.70-88.

Тема 6. Статично визначувані плоскі рами

Статично визначувані плоскі рами. Розрахунок статично визначуваних плоских рам (Лекція 10)

Рамні конструкції в будівництві та шахтному будівництві (рамні кріплення). Геометричні схеми та елементи рам. Аналіз статичної невизначеності рамних систем. Розрахунок рамних систем.
Література: [1] с. 54-58, [3] с.52-62, [4] с.70-88.

Тема 7. Статично визначувані плоскі ферми

Статично визначувані плоскі ферми. Розрахунок статично визначуваних плоских ферм (Лекція 11)

Основні поняття. Класифікації ферм (за призначенням, за напрямком опорних реакцій, за окресленням поясів, за системою решітки). Статична робота ферм. Геометрична незмінність і статична визначеність ферм. Аналітичний метод визначення зусиль в стержнях ферми: спосіб моментної точки (спосіб Ритера), спосіб проєкцій, спосіб вирізання вузлів.
Література: [1] с. 60-74, [3] с.62-68, [4] с.98-118.

Тема 8. Статично невизначувані системи

Статично невизначувані системи. Проблеми розрахунку статично невизначуваних систем (Лекція 12)

Поняття статичної невизначуваності. Визначення кількості зайвих зв'язків. Характерні властивості статично невизначених систем. Переваги та недоліки статично невизначених систем. Підходи до розрахунку. Фактори впливу на зовнішні зусилля (зміна температури, зміщення опорних зв'язків тощо). Методи розрахунку статично невизначених систем: метод сил, метод переміщень, комбінований метод
Література: [2] с. 11-25, [4] с.193-202.

Рішення статично невизначуваних систем методом сил (Лекція 13)

Статична невизначуваність. Канонічні рівняння методу сил. Розрахунок статично невизначуваних систем на дію заданого навантаження. Приклади рішення задач. Побудова епюр і ліній впливу найпростіших статично невизначуваних систем.

Література: [2] с. 18-31, [4] с.199-213.

Рішення статично невизначуваних систем методом переміщень і комбінованим методом (Лекція 14)

Метод переміщень статично невизначуваних систем. Вибір невідомих в методі переміщень. Канонічні рівняння. Приклади розрахунку конструкцій методом переміщень. Сутність комбінованого методу розрахунку. Комбіноване рішення задач методами сил і переміщень. Побудова ліній впливу методом переміщень.

Література: [2] с. 42-58, [4] с.265-280, 295-309.

Назва теми практичних занять та перелік основних питань

Кінематичний аналіз плоских систем (Проведення кінематичного аналізу конструкції: встановлення геометричної незмінюваності, виконання необхідної і достатньої умови)

Література: [3] с. 6-12.

Визначення реакцій опор двохопорних балок (Побудова розрахункової схеми, визначення реакцій опор шляхом складання і вирішення рівнянь рівноваги)

Література: [3] с. 12-16, [1] с. 32-36.

Розрахунок однопрольотних статично визначуваних балок (розрахунок опорних реакцій, побудова епюри внутрішніх силових факторів; побудова ліній впливу внутрішніх зусиль в перерізах n і k ; визначення зусиль в перерізах n і k по лініях впливу від заданого навантаження і порівняння їх з зусиллями на епюрах.)

Література: [3] с. 16-29, [1] с. 36-38.

Розрахунок багатопрольотних статично визначуваних балок (встановлення статичної визначуваності, розрахунок опорних реакцій, побудова епюри внутрішніх силових факторів; побудова ліній впливу внутрішніх зусиль в перерізі k ; визначення зусилля в перерізі k по лініях впливу від заданого навантаження і порівняння їх з зусиллями на епюрах).

Література: [3] с. 29-41, [1] с. 27-30.

Розрахунок тришарнірних арок (визначення горизонтальних і вертикальних опорних реакцій, визначення згинаючого моменту, поперечної і поздовжньої сили від вертикального і довільного навантаження)

Література: [3] с. 41-52, [1] с. 47-54.

Розрахунок плоских рам (встановлення статичної визначуваності, розрахунок опорних реакцій, побудова епюри внутрішніх силових факторів).

Література: [3] с. 52-62, [1] с. 54-58.

Розрахунок статично визначуваної ферми (встановлення статичної визначуваності, розрахунок опорних реакцій, визначення зусиль в стержнях методом вирізання вузлів).

Література: [3] с. 62-68, [1] с. 60-74.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до аудиторних занять – 24 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 4 год;

написання РГР – 8 год;

підготовку до екзамену – 30 год.

Назва теми, для самостійного вивчення

РГР: “Розрахунок багатопрольотних статично визначуваних балок” (встановлення статичної визначуваності, розрахунок опорних реакцій, побудова епюри внутрішніх силових факторів; побудова ліній впливу внутрішніх зусиль в перерізі; визначення зусиль в перерізі по лініях впливу від заданого рухомого навантаження, визначення максимального і мінімального значення згинаючого моменту в перерізі від рухомої системи зв’язаних вантажів). Після виконання роботи передбачений захист РГР.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Будівельна механіка» на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; тести, які потрібно виконати за лекціями; методичні рекомендації до написання реферату; варіанти залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».
- Під час вивчення дисципліни студенти зобов’язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».
- Усі без виключення студенти зобов’язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».
- Модульні контрольні роботи пишуться на лекційних заняттях без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат пересилається у файлі до відповідної директорії Google Class Room;
- Заохочувальні бали виставляються за: самостійне освоєння додаткових курсів на on-line платформах, активну участь на лекціях, підготовку оглядів наукових праць тощо. Кількість заохочуваних балів не більше 10.

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

Поточний контроль

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:
 - написання 2 МКР (по 1 годині кожна) на лекційних заняттях (кожна модульна робота складається із 3 питань по 3 балів кожне – 18 балів) (МКР проводяться на момент проведення календарного контролю);
 - виконання та захист практичних робіт (6 робіт = 24 балів);
 - виконання та захист розрахунково-графічної роботи (8 балів);
 - тест (10 балів) (тестування проводиться на останньому лекційному занятті з метою повторення матеріалу курсу і підготовки до екзамену, розрахований на 15-20 хв.).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Модульні контрольні роботи (максимальна кількість балів за кожну роботу – 9 б.):

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 8,1-9 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь з незначними неточностями (не менше 75% потрібної інформації)- 6,8-8 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 5,5-6,7 балів;
- «незадовільно» - незадовільна відповідь (менше 60%) – <5,5 балів.

2.2. Виконання та захист практичних робіт:

- виконання практичної роботи 1,2,5 – 3 бали (за якісно виконану роботу виставляється 2,5-3 бали, за недостатньо якісне виконання – 1,5-2 бали);
- виконання практичної роботи 3,6,8 – 5 балів (за якісно виконану роботу виставляється 4-5 балів, за недостатньо якісне виконання – 2,5-3,5 бали).

2.3. Виконання та захист розрахунково-графічної роботи (максимальна кількість балів – 8 б.):

- виконання - максимальна кількість 5 балів (за відмінне виконання роботи виставляється 4,5-5 балів (90-100%), за добре – 3,8-4,5 балів (75-90%), за задовільне – 3-3,8 балів (60-75%), за незадовільне <3 балів (<60%)),
- захист - максимальна кількість 3 бали (за відмінне виконання роботи виставляється 2,7-3 бали (90-100%), за добре – 2,3-2,7 балів (75-90%), за задовільне – 1,8-2,3 бали (60-75%), за незадовільне <1,8 балів (<60%)).

2.4. Тестування:

- максимальна кількість балів – 10 балів. Тест складається з 20 питань (за правильну відповідь виставляється 0,5 балів, за неправильну – 0 балів).

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

Семестровий контроль: екзамен. Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх практичних робіт, розрахунково-графічної роботи та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Екзаменаційна складова становить 40 балів. На екзамені студенти письмово відповідають на екзаменаційний білет. Кожне завдання містить чотири питання. Перелік питань наведений у додатку (п.9).

Кожне питання оцінюється в 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 (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 7,5 – 8,5 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь, не менше 60 % потрібної інформації (завдання виконане з певними недоліками) – 6 – 7 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – <6 балів.

Для заочної форми навчання

Поточний контроль: Виконання та захист 3-х практичних робіт (24 бали), РГР (16 балів), тестування (20 балів).

Критерії нарахування балів:

1.1. Виконання практичних робіт – 8 балів (за якісно виконану роботу виставляється 7-8 балів, за недостатньо якісне виконання – 5-6 балів);

1.2. Виконання та захист розрахунково-графічної роботи (максимальна кількість балів – 16 б.):

- виконання - максимальна кількість 10 балів (за відмінне виконання роботи виставляється 9-10 балів (90-100%), за добре – 7,5-9 балів (75-90%), за задовільне – 6-7,5 балів (60-75%), за незадовільне <6 балів (<60%)),

- захист - максимальна кількість 6 балів (за відмінне виконання роботи виставляється 5,5-6 балів (90-100%), за добре – 4,5-5,5 балів (75-90%), за задовільне – 3,5-4,5 бали (60-75%), за незадовільне <3,5 балів (<60%)).

1.3. Тестування:

- максимальна кількість балів – 20 балів. Тест складається з 20 питань (за правильну відповідь виставляється 1 бал, за неправильну – 0 балів).

Семестровий контроль: екзамен. Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх практичних робіт, розрахунково-графічної роботи та стартовий рейтинг не менше 30 балів. Екзаменаційна складова становить 40 балів. Структура екзаменаційного білету та критерії оцінювання аналогічні очній формі навчання і наведені вище.

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

<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)

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Дати визначення наступних понять: стержні, плити, масивні тіла.
2. Дати характеристику шарнірів: визначення, призначення, класифікація. Навести рисунки
3. Дати визначення та класифікацію опор. Навести рисунки.
4. Дати визначення наступних понять: балка, колона, рама, ферма, арка.
5. Яка система називається геометричною незмінюваною, геометрично змінюваною, миттєво змінюваною. Навести приклади і рисунки.
6. Дати визначення ступеню вільності. Визначення кількості ступенів вільності.
7. Яка система називається статично визначуваною. Умова статичної визначуваності.
8. Кінематичний метод аналізу геометричної структури. Навести основні способи утворення геометрично незмінюваних систем. Навести рисунки.
9. Дати визначення понять: поздовжня сила, поперечна сила, згинаючий момент.
10. Дати визначення ліній впливу. Побудова лінії впливу опорних реакцій для однопрольотних і консольних балок.
11. Дати визначення ліній впливу. Побудова лінії впливу згинаючих моментів для однопрольотних балок.

12. Дати визначення ліній впливу. Побудова лінії впливу поперечних сил для однопрольотних балок.
13. Визначення зусиль за допомогою ліній впливу. Дія зосереджених сил
14. Визначення зусиль за допомогою ліній впливу. Дія рівномірно розподіленого навантаження.
15. Розкрити поняття багатопрольотної статично визначуваної балки. Поповерхова схема. Навести рисунки.
16. Розкрити поняття багатопрольотної статично визначуваної балки. Правила встановлення шарнірів в багато прольотних балках. Навести рисунки.
17. Розкрити поняття багатопрольотної статично визначуваної балки. Побудова епюр внутрішніх зусиль. Навести рисунки.
18. Розкрити поняття багатопрольотної статично визначуваної балки. Визначення зусиль в багатопрольотних статично визначуваних балках від нерухомого навантаження.
19. Багатопрольотні балки. Принципи побудови ліній впливу зусиль для багатопрольотних статично визначуваних балок
20. Дати визначення розпірних систем. Арочні системи. Конструкція арок.
21. Арочні системи. Визначення опорних реакцій.
22. Арочні системи. Розрахунок тришарнірної арки при вертикальному навантаженні
23. Арочні системи. Розрахунок тришарнірної арки при довільному навантаженні
24. Статично визначувані плоскі ферми. Конструкція ферм, класифікація ферм. Навести рисунки.
25. Статично визначувані плоскі ферми. Способи розрахунку ферм. Розкрити спосіб вирізання вузлів.
26. Статично визначувані плоскі ферми. Способи розрахунку ферм. Розкрити спосіб моментної точки.
27. Статично визначувані плоскі ферми. Способи розрахунку ферм. Розкрити спосіб проєкцій.
28. Розкрити сутність поняття «статична невизначуваність». Визначення ступеня статичної невизначуваності. Навести приклади.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старший викладач Косенко Тетяна Володимирівна

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

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