



ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з навчально-методичної роботи
ЗНТ «Дніпровський професійний технологічний
коледж»

Сергій ГОРДІЄНКО

28 серпня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА» (ОК7)

Рівень освіти: Фахова передвища освіта (ОПС «Фаховий молодший бакалавр»)

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво / G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія / G19 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма: «Будівництво та експлуатація будівель і споруд»

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методологічне обґрунтування: Навчальна дисципліна «Теоретична механіка» (шифр за освітньо-професійною програмою — ОК7) є нормативним (обов'язковим) компонентом циклу фундаментальної професійної підготовки здобувачів фахової передвищої освіти першого року навчання. Цей курс є ключовим системоутворюючим етапом у формуванні професійного інженерного світогляду майбутнього фахівця будівельної галузі.

Дисципліна виступає критично важливою сполучною ланкою між вищою математикою (ОК4) та фізикою (ОК10) з одного боку, та спеціалізованими прикладними будівельними науками, такими як «Опір матеріалів» (ОК8), «Будівельні конструкції» (ОК22), «Основи розрахунку будівельних конструкцій» (ОК25) та «Будівельна механіка» (ОК28) — з іншого. Без глибокого розуміння аксіоматики та теорем теоретичної механіки неможливе коректне проектування, розрахунок надійності та безпечна експлуатація сучасних будівель, просторових споруд та інженерних систем.

Освітній процес чітко структурований та збалансований: він інтегрує масивний теоретичний базис із розширеним практичним інструментарієм, що дозволяє здобувачам трансформувати абстрактні математичні моделі у конкретні розрахункові схеми реальних будівельних конструкцій та механізмів.

Найменування показників	Детальна академічна та структурна характеристика дисципліни
Кількість кредитів ЄКТС	4 кредити ЄКТС (ОК7 – обов'язковий освітній компонент, що формує ключові аналітичні та загальноінженерні компетентності фахівця).
Загальна кількість годин	120 академічних годин (повний обсяг навчального часу, виділений на всебічне засвоєння фундаментальних законів механіки).
Рік підготовки (курс)	I курс (базовий етап формування фізико-математичного та просторово-аналітичного мислення майбутнього будівельника).
Семестр викладання	1 семестр (вивчення здійснюється єдиним інтенсивним фундаментоутворюючим блоком на початку фахової підготовки).

Інтенсивність викладання	4 академічні години на тиждень (забезпечує систематичне занурення в предмет та безперервність когнітивного процесу розв'язання задач).
Аудиторні години (всього)	72 години (контактна робота з викладачем, що становить 60% від загального обсягу курсу та зосереджена на формуванні навичок побудови розрахункових схем).
<i>з них: Аудиторні години (лекції)</i>	32 години (16 лекційних пар у 1-му семестрі). Науково-теоретичний базис, що охоплює аксіоматику статички, кінематику точок і твердих тіл, а також диференціальні рівняння динаміки і закони збереження. Орієнтований на розуміння сутності механічної взаємодії.
<i>з них: Аудиторні години (практичні)</i>	40 годин (20 практичних пар у 1-му семестрі). Розширений практико-орієнтований інженерний блок. Спрямований на розв'язання складних аналітичних задач: зведення просторових систем сил, визначення опорних реакцій ферм і рам, розрахунок кінематичних ланцюгів будівельної техніки та визначення сил інерції (метод кінетостатички).
Самостійна робота здобувача (СРС)	48 годин (у 1-му семестрі). Спрямована на автономне епістемологічне дослідження: виконання індивідуальних розрахунково-графічних робіт (РГР), глибоке опрацювання методів аналітичної механіки, підготовку до модульних тестувань та розвиток навичок використання програмного забезпечення для інженерних розрахунків.
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік (комплексне оцінювання інженерних знань та навичок за 100-бальною шкалою з обов'язковою подальшою конвертацією здобутих результатів у національну шкалу оцінювання та буквену шкалу ЄКТС).

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Головна мета (Фундаментально-онтологічна): Фундаментальною метою вивчення нормативної навчальної дисципліни «Теоретична механіка» є цілеспрямоване формування у здобувачів фахової передвищої освіти комплексної системи теоретичних знань про загальні та об'єктивні закони механічного руху, взаємодії та рівноваги матеріальних точок, абсолютно твердих тіл і механічних систем під дією прикладених до них сил. Курс покликаний закласти непорушний науковий фундамент для глибокого розуміння фізичної сутності процесів, що відбуваються в несучих елементах будівель, просторових спорудах та інженерних системах. Мета передбачає розвиток високого рівня просторово-аналітичного та абстрактного мислення, здатності до математичного моделювання реальних фізичних об'єктів шляхом їх ідеалізації (абстрагування) та переходу до розрахункових схем, що є критично необхідним для підготовки фахівців, здатних розв'язувати типові спеціалізовані задачі у сфері будівництва та цивільної інженерії.

Спеціальна мета (Адаптаційна та практико-орієнтована): У контексті освітньо-професійної програми «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» спеціальна мета дисципліни полягає у забезпеченні майбутнього фахового молодшого бакалавра надійним інструментарієм для виконання інженерних розрахунків міцності, стійкості та жорсткості. Дисципліна виступає методологічним базисом для успішного опанування наступних фахових курсів («Опір матеріалів», «Будівельна механіка»), надаючи алгоритми визначення опорних

реакцій, зусиль у стрижневих системах (фермах), а також оцінки впливу кінематичних та динамічних (інерційних) навантажень на конструкції та елементи будівельної техніки.

Основні завдання дисципліни: Для досягнення поставленої мети навчальна дисципліна «Теоретична механіка» вирішує комплекс взаємопов'язаних когнітивних, аналітичних та праксеологічних завдань, які безпосередньо корелюють із вимогами Стандарту та ОПІ щодо компетентностей випускника:

- **Фундаментально-теоретичне завдання (Когнітивний домен):** Глибоке опанування аксіоматики статички, кінематики та динаміки. Вивчення методів еквівалентного перетворення та зведення довільних просторових і плоских систем сил до найпростішого вигляду (головного вектора та головного моменту). Засвоєння строгих математичних умов рівноваги механічних систем, що дозволяє аналізувати структурну схему будівель та розуміти роботу окремих типових елементів конструкцій і їх взаємодію в просторі.
- **Інженерно-розрахункове завдання (Праксеологічний домен):** Формування міцних практичних навичок складання рівнянь рівноваги та визначення невідомих реакцій в'язей (опор, шарнірів, защемлень) для статично визначуваних систем. Це завдання безпосередньо забезпечує здатність майбутнього фахівця визначати навантаження, що діють на конструкції будівель або спеціальних інженерних споруд, а також виконувати розрахунок конструкцій. Оволодіння методами розрахунку координат центрів ваги плоских і просторових перерізів, що є необхідною передумовою для подальшого проєктування будівельних елементів.
- **Кінематично-аналітичне завдання (Домен моделювання руху):** Системне вивчення кінематичних характеристик (траєкторії, швидкості, прискорення) під час поступального, обертального та складного (плоскопаралельного) рухів твердого тіла. Застосування цих знань для аналізу роботи будівельних машин, підйомально-транспортних механізмів та засобів малої механізації, раціональний вибір яких є обов'язковою компетентністю фахового молодшого бакалавра.
- **Динамічне та превентивне завдання (Домен надійності та безпеки):** Дослідження закономірностей руху матеріальних тіл під дією прикладених сил на основі законів Ньютона та загальних теорем динаміки (про зміну кількості руху, кінетичного моменту, кінетичної енергії). Особлива увага приділяється принципу д'Аламбера (методу кінетостатики) для визначення сил інерції. Це завдання формує здатність оцінювати стійкість об'єктів будівництва під дією динамічних навантажень (вібрацій, сейсмічних поштовхів, вітрових резонансів) та приймати ефективні рішення для запобігання аваріям на об'єктах будівництва.
- **Методологічне завдання інтеграції (Домен міждисциплінарних зв'язків):** Розвиток навичок застосування теорій та методів фізико-математичних наук для комплексного розв'язання практичних проблем у галузі будівництва та цивільної інженерії. Завдання передбачає навчання здобувачів формалізувати інженерну задачу, переходити від реального будівельного об'єкта до його ідеалізованої розрахункової схеми, застосовувати алгоритми розрахунків, у тому числі готуючи базис для використання спеціалізованого програмного забезпечення (САПР, розрахункових комплексів).

3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ

3.1. Нормативно-правові документи та академічні стандарти, на основі яких розроблена робоча програма навчальної дисципліни:

Робоча програма обов'язкової навчальної дисципліни «Теоретична механіка» (ОК7) є засадничим нормативним документом закладу фахової передвищої освіти, розробленим із суворим дотриманням чинного законодавства України, галузевих будівельних норм та

сучасних європейських стандартів інженерної освіти. Програма концептуально та структурно базується на таких фундаментальних документах:

- Закон України «Про освіту» та Закон України «Про фахову передвищу освіту» (який визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування системи фахової передвищої освіти).
- Стандарт фахової передвищої освіти зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр» (затверджений Наказом Міністерства освіти і науки України від 17.11.2021 р. № 1243).
- Освітньо-професійна програма (ОПП) «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» для підготовки фахівців освітньо-професійного ступеня «Фаховий молодший бакалавр».
- Національна рамка кваліфікацій (НРК) України (5 рівень, що відповідає короткому циклу вищої освіти — FQ-EHEA та рівню EQF-LLL).

3.2. Кваліфікаційні, соціально-демографічні та психологічні вимоги до кандидатів на підготовку (Вхідні критерії)

- **Освітній ценз (Академічний бекграунд):** Наявність документа державного зразка про повну загальну середню освіту або документа про освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник». Для успішного опанування курсу кандидати повинні володіти міцним базовим шкільним фундаментом з природничо-математичних дисциплін (алгебра, геометрія, тригонометрія, базова фізика), оскільки теоретична механіка вимагає вільного оперування векторами, системами лінійних алгебраїчних рівнянь, похідними та інтегралами.
- **Категорія слухачів (Цільова аудиторія):** Здобувачі фахової передвищої освіти першого курсу, а також дорослі особи, які проходять процедуру перекваліфікації або здобувають другу освіту. Враховуючи загальнонаціональні пріоритети, освітнє середовище є інклюзивним, безбар'єрним та повністю адаптованим для ветеранів, учасників бойових дій та осіб, які постраждали від наслідків війни, що передбачає впровадження гнучких графіків самостійної роботи та застосування принципів педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach).
- **Спеціальні (особистісні) вимоги:** Високий рівень академічної доброчесності, здатність до абстрактного (просторового) мислення, схильність до детермінованого логічного аналізу та алгоритмізації процесів.

3.3. Структурно-логічна організація освітнього процесу та міждисциплінарні зв'язки

Згідно зі структурно-логічною схемою Освітньо-професійної програми «Будівництво та експлуатація будівель і споруд», дисципліна ОК7 «Теоретична механіка» вивчається у 1-му семестрі і є стрижневим елементом, що пов'язує фундаментальну математичну підготовку з вузькопрофільними будівельними науками.

- **Пререквізити (Попередні дисципліни):** Успішне вивчення теоретичної механіки неможливе без паралельного або попереднього засвоєння математичного апарату дисциплін «Вища математика» (ОК4), «Фізика» (ОК10) та «Інженерна та комп'ютерна графіка» (ОК5).
- **Постреквізити (Наступні дисципліни):** Засвоєні алгоритми розв'язання рівнянь рівноваги та кінематичні характеристики є абсолютною і безальтернативною базою для подальшого вивчення ключових інженерних дисциплін: «Опір матеріалів» (ОК8), «Теорія та розрахунок будівельних конструкцій» (ОК25), «Будівельна механіка» (ОК28), «Технологія і організація будівельного виробництва» (ОК26) та «Будівельна техніка» (ОК24).

Освітній процес з дисципліни концептуально поділяється на три магістральні змістові етапи (модулі), що забезпечують системне занурення у проблематику класичної механіки Ньютона-Галілея:

- **Етап 1 (Змістовий модуль 1): Статика твердого тіла.** Охоплює методологію заміни реальних взаємодій ідеалізованими векторами сил. Головна увага приділяється зведенню довільних просторових і плоских систем сил, аксіоматиці в'язей та складанню математичних умов абсолютної рівноваги будівельних конструкцій відносно Землі.
- **Етап 2 (Змістовий модуль 2): Кінематика.** Сфокусований на суто геометричному (просторово-часовому) аналізі механічного руху без урахування мас та силових факторів. Передбачає розрахунок кінематичних ланцюгів будівельної техніки.
- **Етап 3 (Змістовий модуль 3): Динаміка.** Присвячений синтезу попередніх розділів. Досліджує причинно-наслідковий зв'язок між силами та прискореннями, вплив інерції на міцність споруд, застосування загальних теорем динаміки та методу кінетостатики (принципу д'Аламбера) для забезпечення заданого рівня надійності.

3.4. Кваліфікаційні вимоги до слухачів, які пройшли підготовку з дисципліни (Компетентнісний профіль) Після успішного засвоєння повного курсу та складання диференційованого заліку, здобувач фахової передвищої освіти трансформується у фахівця з чітко вираженим інженерно-механічним світоглядом, демонструючи сформованість наступних складових:

Слухач повинен ЗНАТИ (Когнітивний та епістемологічний домен):

- Фундаментальні поняття, аксіоми та принципи класичної механіки (аксіоми статички, закони Ньютона, принцип д'Аламбера, принцип можливих переміщень).
- Математичні ознаки еквівалентності систем сил та строгі аналітичні умови рівноваги для збіжних, плоских, довільних просторових систем сил і паралельних сил.
- Класифікацію ідеалізованих в'язей (опор), що застосовуються в будівельній механіці (циліндричні та сферичні шарніри, ковзні опори, жорстке защемлення), та правила напрямку їхніх реакцій.
- Алгоритми знаходження координат центрів ваги плоских фігур (перерізів) та об'ємних тіл, закони тертя ковзання і кочення.
- Кінематичні диференціальні рівняння руху матеріальної точки та твердого тіла (поступальний, обертальний, плоскопаралельний рухи).
- Загальні теореми динаміки системи (про зміну кількості руху, головного моменту кількостей руху, кінетичної енергії) та їхню фізичну інтерпретацію в контексті будівельної галузі.

Слухач повинен ВМІТИ (Праксеологічний домен та навички моделювання):

- Здійснювати наукову абстракцію: переходити від реальних фізичних об'єктів (будівельних конструкцій, балок, ферм, механізмів) до їхніх ідеалізованих розрахункових схем.
- Використовувати аксіому звільнення від в'язей та коректно замінювати дію відкинутих опор відповідними векторами реакцій для складання коректних рівнянь рівноваги.
- Самостійно виконувати розрахунок невідомих опорних реакцій для статично визначуваних балкових систем, просторових рам та шарнірно-стрижневих ферм під дією зосереджених і розподілених навантажень (реалізація РН 11).
- Визначати швидкості та прискорення будь-якої точки твердого тіла під час його складного руху (зокрема з використанням методу миттєвого центру швидкостей), що необхідно для аналізу роботи будівельної техніки.

- Застосовувати метод кінетостатики (принцип д'Аламбера) для переведення задач динаміки у площину статичної та розрахунку динамічних (інерційних) навантажень, що діють на елементи конструкцій під час їх прискореного руху.

Слухач повинен ВОЛОДІТИ (Домен автономії, відповідальності та інтеграції):

- Інженерно-математичним апаратом для самостійного аналізу стійкості відповідних об'єктів та мереж, а також для перевірки достовірності результатів, отриманих за допомогою спеціалізованого комп'ютерного програмного забезпечення (САПР, Ліра, SCAD).
- Культурою технічного мислення: здатністю критично оцінювати вихідні дані, аналізувати можливі ризики, виявляти чинники впливу для запобігання нещасним випадкам та аваріям на об'єктах будівництва шляхом превентивного математичного моделювання навантажень (реалізація РН 7, РН 18).
- Професійною відповідальністю: чітким усвідомленням того, що будь-яка математична помилка на етапі визначення опорних реакцій у теоретичній механіці невідворотно призводить до катастрофічних помилок у підборі перерізів в опорі матеріалів, і, як наслідок, — до руйнування будівельної конструкції.

4. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Методологічне обґрунтування компетентнісного підходу: Вивчення нормативної (обов'язкової) навчальної дисципліни «Теоретична механіка» (освітній компонент ОК7) фундаментально спирається на сучасну парадигму компетентнісно-орієнтованої освіти, яка є основоположною для європейського освітнього простору (ЕНЕА) та регламентована новітніми стандартами фахової передвищої освіти України. Відповідно до концептуальної матриці Освітньо-професійної програми «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» (Спеціальність G19 / 192 «Будівництво та цивільна інженерія»), ця дисципліна виступає критичним системоутворюючим фактором у формуванні чітко визначеного кластера загальних та спеціальних (фахових) компетентностей.

Специфіка теоретичної механіки полягає в тому, що вона не просто надає набір розрахункових формул, а трансформує когнітивну структуру мислення здобувача, навчаючи його переходити від спостереження за складними матеріальними об'єктами до оперування строгими математичними моделями (розрахунковими схемами). Успішне засвоєння цього курсу є абсолютною, безальтернативною передумовою для здатності розв'язувати складні інженерно-технічні задачі у сфері проєктування, зведення та діагностики надійності енергетичних і будівельних об'єктів.

4.1. Загальні та спеціальні компетентності (ЗК та СК)

Згідно з Матрицею відповідності компетентностей випускника компонентам освітньо-професійної програми, вивчення дисципліни ОК7 «Теоретична механіка» безпосередньо забезпечує формування та еволюційний розвиток наступних компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

-  **ЗК3.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
-  **ЗК4.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

- **СК4.** Здатність визначати навантаження, що діють на конструкції будівель або спеціальних інженерних споруд, а також виконувати розрахунок конструкцій та їх конструювання.
- **СК15.*** Здатність застосовувати основні закони, теорії та методи математики, природничих, технічних та гуманітарних наук для розв'язування професійних практичних завдань у галузі будівництва та цивільної інженерії.

4.2. Програмні результати навчання (РН)

Відповідно до Матриці відповідності результатів навчання освітнім компонентам (Розділ 7 ОПП), після всебічного теоретичного та практичного засвоєння курсу ОК7 «Теоретична механіка», здобувач фахової передвищої освіти гарантовано досягає наступних результатів:

- РН11. Застосовувати у професійній діяльності типові алгоритми розрахунків та правила конструювання конструктивних елементів об'єктів будівництва та інженерних систем, у тому числі з використанням спеціалізованого програмного забезпечення.
- РН20*. Застосовувати теорії та методи фізикоматематичних, природничих, технічних та гуманітарних наук для комплексного розв'язання типових спеціалізованих задач та вирішувати практичні проблеми в галузі будівництва та цивільної інженерії.

4.3. Інтегрована матриця відповідності програмних результатів навчання (ПРН) та компетентностей

(Для освітнього компонента ОК7 «Теоретична механіка» в межах спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія»)

Ця матриця візуалізує строгий системний зв'язок між задекларованими результатами навчання та відповідними загальними й спеціальними компетентностями, що послідовно формуються під час аудиторної та самостійної роботи здобувачів над дисципліною.

Програмні результати навчання (РН / ПРН)	ЗК 3	ЗК 4	СК4	СК15*
РН 11. Застосовувати у професійній діяльності типові алгоритми розрахунків та правила конструювання конструктивних елементів об'єктів будівництва...		+	+	+
РН 20*. Застосовувати теорії та методи фізико-математичних, природничих, технічних... наук для комплексного розв'язання типових спеціалізованих задач...	+	+		+

Примітка: Знак «+» означає, що відповідна компетентність цілеспрямовано і повноцінно формується за рахунок освітнього компонента ОК7 для забезпечення досягнення вказаного програмного результату навчання згідно з матрицями ОПП.

5. НАВЧАЛЬНИЙ ПЛАН КУРСУ ТА РОЗПОДІЛ ЧАСУ

Методологічне обґрунтування структури навчального плану: Навчальна програма обов'язкової нормативної дисципліни «Теоретична механіка» (ОК7) розроблена за

модульним принципом із застосуванням сучасних підходів кредитно-модульної системи організації освітнього процесу, що повністю відповідає європейським стандартам (ЕНЕА) та вимогам вітчизняної системи фахової передвищої освіти. Архітектура курсу забезпечує комплексний розвиток інженерно-аналітичного мислення завдяки ретельно вивіреному та збалансованому розподілу аудиторного навантаження (лекційного концептуального матеріалу та інтенсивного практичного тренінгу) і самостійної дослідницької роботи здобувачів.

Програма охоплює 1 семестр першого курсу навчання. Інтенсивність викладання становить 4 академічні години на тиждень, що створює оптимальні умови для безперервного когнітивного процесу занурення у складний математичний апарат класичної механіки. Вагомою особливістю плану є домінування практичних годин (40 год.) над лекційними (32 год.), оскільки формування спеціальної компетентності розрахунку будівельних конструкцій (СК4) вимагає багаторазового самостійного складання рівнянь рівноваги та кінематичних ланцюгів.

5.1. Зведений розрахунок навчального часу

Загальний обсяг дисципліни жорстко регламентований Освітньо-професійною програмою «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» і становить 4 кредити ЄКТС. Підсумковим контролем, що завершує вивчення курсу в 1-му семестрі, є диференційований залік.

Вид навчальної та аналітичної роботи	Кількість годин	% від загального обсягу
УСЬОГО ЗА КУРСОМ (4 кредити ЄКТС)	120	100%
Аудиторні заняття (Контактна робота, всього)	72	60,00%
з них: Лекційні заняття (16 пар)	32	26,70%
з них: Практичні заняття (20 пар)	40	33,30%
Самостійна робота слухача (СРС)	48	40,00%
Форма підсумкового контролю:	-	Диференційований залік

5.2. Деталізований розподіл годин за модулями та темами (Структурно-логічний план)

Методологічне пояснення до структури: Навчальний процес організовано за класичною академічною моделлю, де базовою обліковою одиницею аудиторного часу є **одна пара, що дорівнює 2 академічним годинам**. Розподіл навчального часу суворо підпорядкований логіці формування спеціальних інженерних компетентностей фахового молодшого бакалавра-будівельника. Матеріал структуровано від базової абстракції (точка, сила) до складного системного аналізу (механізми, динамічні навантаження на споруди).

Загальний обсяг дисципліни ОК7 — **120 годин** (32 год. лекцій, 40 год. практичних занять, 48 год. самостійної роботи).

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

(Фундаментальний базис для розрахунку несучих будівельних конструкцій та визначення реакцій в'язей)

Загальний обсяг модуля: 54 години (Лекції — 14 год. / 7 пар; Практичні — 20 год. / 10 пар; СРС — 20 год.)

№	Тематика аудиторних занять (Лекції та Практичні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
---	--	-------

з/п		
1.1	Лекція 1 (2 год / 1 пара). Вступ до механіки. Аксиоматика статички та ідеалізація об'єктів.	2 год
1.2	Лекція 2 (2 год / 1 пара). Теорія в'язей. Типологія будівельних опор та аксіома звільнення.	2 год
1.3	Практичне заняття 1 (2 год / 1 пара). Ідентифікація опор та побудова розрахункових схем.	2 год
	СРС 1. Опрацювання лекційного матеріалу. Складання візуального довідника-класифікатора будівельних опор та їх реакцій.	3 год
1.4	Лекція 3 (2 год / 1 пара). Система збіжних сил та умови її абсолютної рівноваги.	2 год
1.5	Практичне заняття 2 (2 год / 1 пара). Аналітичний розрахунок збіжних систем сил. Розв'язання інженерних задач на рівновагу вузлів.	2 год
1.6	Практичне заняття 3 (2 год / 1 пара). Розрахунок зусиль у плоских шарнірно-стрижневих фермах. Методом вирізання вузлів.	2 год
1.7	Лекція 4 (2 год / 1 пара). Плоска система довільно розташованих сил. Теорія моментів. Теорема Пуансо.	2 год
1.8	Лекція 5 (2 год / 1 пара). Зведення плоскої системи сил. Рівняння рівноваги. Теорема Варіньйона та рівновага зв'язаних тіл.	2 год
1.9	Практичне заняття 4 (2 год / 1 пара). Визначення опорних реакцій жорстко защемлених балок (консолей). Складання рівнянь рівноваги.	2 год
1.10	Практичне заняття 5 (2 год / 1 пара). Розрахунок реакцій двохшарнірних балок. Аналітичне визначення опорних реакцій для однопрольотних балок з консолями.	2 год
1.11	Практичне заняття 6 (2 год / 1 пара). Визначення реакцій опор плоских будівельних рам. Розрахунок складних ламаних конструкцій під дією вітрових та вертикальних навантажень.	2 год
	СРС 2. Виконання Розрахунково-графічної роботи (РГР) №1: «Визначення опорних реакцій плоскої рами та багатопрольотної шарнірної балки».	7 год
1.12	Лекція 6 (2 год / 1 пара). Просторова система сил. Момент сили відносно точки та осі. Рівняння рівноваги.	2 год
1.13	Практичне заняття 7 (2 год / 1 пара). Розрахунок просторових конструкцій. Складання просторових рівнянь рівноваги для розрахунку опорних реакцій щогл на відтяжках та просторових плит.	2 год
1.14	Лекція 7 (2 год / 1 пара). Центр паралельних сил та центр ваги твердого тіла. Методи визначення координат.	2 год
1.15	Практичне заняття 8 (2 год / 1 пара). Визначення центрів ваги складених перерізів. Робота з профілями стандартного металопрокату (швелер, двотавр, кутник).	2 год
	СРС 3. Виконання РГР №2: «Визначення координат центру ваги складеного плоского перерізу».	6 год
1.16	Практичне заняття 9 (2 год / 1 пара). Тертя ковзання та кочення. Закони Кулона-Амонтона. Аналітичний розрахунок рівноваги тіл на шорсткій похилій площині.	2 год
1.17	Практичне заняття 10 (2 год / 1 пара). Модульний контроль №1 (Статика). Комплексне письмове тестування.	2 год
	СРС 4. Підготовка до модульного контролю, систематизація алгоритмів рівноваги.	4 год

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КІНЕМАТИКА

(Геометричний аналіз механічного руху, що є основою для розуміння роботи будівельної техніки та підіймальних механізмів) **Загальний обсяг модуля: 28 годин** (Лекції — 8 год. / 4 пари; Практичні — 8 год. / 4 пари; СРС — 12 год.)

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції та Практичні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
2.1	Лекція 8 (2 год / 1 пара). Кінематика точки. Способи задання руху. Швидкість та прискорення.	2 год
2.2	Практичне заняття 11 (2 год / 1 пара). Дослідження руху точки за заданими рівняннями. Визначення траєкторії, швидкості та прискорення.	2 год
2.3	Лекція 9 (2 год / 1 пара). Поступальний та обертальний рухи твердого тіла. Векторні формули Ейлера.	2 год
2.4	Практичне заняття 12 (2 год / 1 пара). Кінематичний розрахунок обертальних механізмів. Передача обертального руху.	2 год
	СРС 5. Опрацювання багатоступінчастих передач будівельної техніки. Розв'язання типових задач.	5 год
2.5	Лекція 10 (2 год / 1 пара). Плоскопаралельний (складний) рух твердого тіла. Кінематика швидкостей.	2 год
2.6	Лекція 11 (2 год / 1 пара). Прискорення при плоскому русі. Складний рух точки та Теорема Коріоліса.	2 год
2.7	Практичне заняття 13 (2 год / 1 пара). Знаходження швидкостей точок плоских механізмів. Визначення швидкостей шарнірів у кривошипно-повзункових та кулісних механізмах.	2 год
2.8	Практичне заняття 14 (2 год / 1 пара). Модульний контроль №2 (Кінематика). Комплексне письмове тестування.	2 год
	СРС 6. Виконання РГР №3: «Кінематичний аналіз плоского важільного механізму».	7 год

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ДИНАМІКА

(Дослідження сил інерції, динамічних навантажень на конструкції та використання енергетичних теорем) **Загальний обсяг модуля: 38 годин** (Лекції — 10 год. / 5 пар; Практичні — 12 год. / 6 пар; СРС — 16 год.)

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції та Практичні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
3.1	Лекція 12 (2 год / 1 пара). Динаміка матеріальної точки. Закони Ньютона та диференціальні рівняння руху.	2 год
3.2	Практичне заняття 15 (2 год / 1 пара). Розв'язання прямої та оберненої задач динаміки. Інтегрування диференціальних рівнянь. Визначення натягу тросів при прискореному підйомі вантажів.	2 год
3.3	Лекція 13 (2 год / 1 пара). Вступ до динаміки механічної системи. Геометрія мас. Моменти інерції.	2 год
3.4	Практичне заняття 16 (2 год / 1 пара). Визначення осьових моментів інерції. Практичний розрахунок моментів інерції стандартних та складених будівельних перерізів відносно центральних осей.	2 год
	СРС 7. Виведення формул моментів інерції для базових геометричних фігур (прямокутник, коло, трикутник).	4 год

3.5	Лекція 14 (2 год / 1 пара). Загальні теореми динаміки (Векторні міри руху). Теореми про рух центру мас, зміну кількості руху та кінетичного моменту.	2 год
3.6	Лекція 15 (2 год / 1 пара). Робота сил і кінетична енергія. Теорема про зміну кінетичної енергії. Потужність.	2 год
3.7	Практичне заняття 17 (2 год / 1 пара). Застосування теореми про зміну кінетичної енергії. Визначення швидкостей елементів будівельної техніки (системи вантаж-блок-барабан).	2 год
	СРС 8. Виконання РГР №4: «Дослідження руху механічної системи за допомогою теореми про зміну кінетичної енергії».	8 год
3.8	Лекція 16 (2 год / 1 пара). Принцип д'Аламбера (Кінетостатика). Основи аналітичної механіки.	2 год
3.9	Практичне заняття 18 (2 год / 1 пара). Метод кінетостатики. Визначення динамічних навантажень на опори та конструкції під час їх прискореного руху.	2 год
3.10	Практичне заняття 19 (2 год / 1 пара). Застосування принципу можливих переміщень. Аналітичне визначення невідомих опорних реакцій багатопрольотних шарнірних балок.	2 год
3.11	Практичне заняття 20 (2 год / 1 пара). Модульний контроль №3 та підведення підсумків. Виконання підсумкового модульного тесту з розділу «Динаміка».	2 год
	СРС 9. Консолідація матеріалу за весь семестр. Підготовка до підсумкового Диференційованого заліку.	4 год

5.3. Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (СРС)

Методологічне обґрунтування організації СРС: Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (загальним обсягом **48 академічних годин**) є фундаментальною та невід'ємною складовою вивчення обов'язкової дисципліни «Теоретична механіка» (ОК7). У контексті інженерної підготовки теоретична механіка вимагає не лише пасивного засвоєння аксіоматики, але й безперервного, інтенсивного тренінгу з розв'язання задач. Самостійна робота виконує роль когнітивного мосту між абстрактною математичною теорією та прикладним розрахунком реальних будівельних конструкцій.

Враховуючи інклюзивний характер освітнього середовища, наявність у групах здобувачів-ветеранів, учасників бойових дій та осіб, які проходять перекваліфікацію, організація СРС базується на принципах педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach). Це означає максимальну гнучкість форм звітності: замість стресових публічних захистів біля дошки, здобувачам пропонується формування індивідуального цифрового портфоліо у системі управління навчанням (LMS Moodle або Google Classroom), асинхронна задача розрахунково-графічних робіт (РГР) у вигляді сканованих pdf-звітів та проходження тренувальних онлайн-тестів.

Навчальний матеріал для СРС чітко структурований за трьома змістовими модулями, що дозволяє поетапно формувати навички розрахунку конструкцій (РН 11) та здатності моделювати фізичні процеси (РН 20*).

Деталізований план самостійної роботи слухачів (СРС)

Напрями самостійної роботи (Зміст завдання)	Години	Форма звітності та контролю
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТІЛА (20 годин)		
1.1. Ідеалізація в'язей та складання розрахункових схем. Самостійне	4	Проходження

опрацювання нормативної літератури для співставлення реальних будівельних вузлів (зварних з'єднань, болтових шарнірів, опор мостів) з їхніми ідеалізованими моделями (жорстке заземлення, циліндричний шарнір, рухома опора).		тесту.
1.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №1: «Визначення опорних реакцій плоскої рами та багатопрольотної балки». Комплексне індивідуальне завдання за варіантами. Здобувач повинен: розчленувати систему, скласти рівняння абсолютної рівноваги для кожної частини з урахуванням зосереджених сил, пар сил та розподілених навантажень (вітрових/снігових), розв'язати систему алгебраїчних рівнянь та виконати обов'язкову математичну перевірку.		Проходження 7 тесту.
1.3. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №2: «Визначення координат центру ваги складеного плоского перерізу». Робота з державними стандартами (ДСТУ/ГОСТ) на металопрокат. Здобувач отримує завдання у вигляді перерізу, складеного з кількох профілів (швелер, двотавр, кутник). Необхідно за довідниками виписати їхні геометричні характеристики та за методом розбиття знайти загальний центр ваги конструкції.		Проходження 6 тесту.
1.4. Підготовка до модульного контролю №1. Систематизація знань з теорії моментів, пар сил та просторових систем сил.		Проходження 3 тесту.
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КІНЕМАТИКА (12 годин)		
2.1. Кінематичний розрахунок обертальних механізмів. Аналіз передачі обертального руху в будівельній техніці. Самостійний розрахунок кутових швидкостей та прискорень багатоступінчастих зубчастих або пасових передач (редукторів).		Проходження 4 тесту.
2.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №3: «Кінематичний аналіз плоского важільного механізму». Дослідження плоскопаралельного руху. Здобувач має визначити швидкості заданих точок механізму (наприклад, стріли екскаватора або куліси бетононасоса) для заданого положення механізму, використовуючи метод миттєвого центру швидкостей (МЦШ) та теорему про проєкції швидкостей.		Проходження 6 тесту.
2.3. Підготовка до модульного контролю №2. Повторення диференціального апарату кінематики, теореми Коріоліса.		Проходження 2 тесту.
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ДИНАМІКА (16 годин)		
3.1. Геометрія мас. Розрахунок моментів інерції. Самостійне виведення формул осевих моментів інерції для найпростіших однорідних тіл та плоских фігур (прямокутник, коло). Опрацювання застосування теореми Гюйгенса-Штейнера.		Проходження 4 тесту.
3.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №4: «Дослідження руху механічної системи за допомогою теореми про зміну кінетичної енергії». Найскладніша інтегрована задача курсу. Моделювання руху підйимального механізму. Здобувач повинен скласти вираз для кінетичної енергії системи (що складається з вантажів, блоків, барабанів), обчислити суму робіт усіх активних сил (включно із силами тертя та опору) і знайти швидкість або прискорення системи у функції від переміщення.		Проходження 8 тесту.
3.3. Основи аналітичної механіки та підготовка до підсумкового контролю. Самостійне опрацювання застосування принципу		Проходження 4 тесту.

д'Аламбера (сил інерції) для розрахунку динамічних реакцій підшипників роторів. Глобальна систематизація матеріалу за семестр.		
РАЗОМ ГОДИН НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ (СРС):	48	Оцінювання здійснюється за рубрикаторм як складова поточної успішності.

6. ПРОГРАМА КУРСУ

Навчальна програма нормативної обов'язкової дисципліни «Теоретична механіка» (ОК7) побудована за модульним принципом і складається з трьох фундаментальних змістових модулів, які логічно та послідовно вивчаються протягом першого навчального семестру. Програма охоплює 16 лекцій (32 години) та 20 практичних занять (40 годин), забезпечуючи комплексний розвиток інженерно-аналітичного мислення здобувачів фахової передвищої освіти за спеціальністю G19 / 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Розроблена академічна структура курсу інтегрує глибоке засвоєння фундаментальних теоретичних (фізико-математичних) знань із практичним моделюванням інженерних розрахункових ситуацій, характерних для галузі проєктування, зведення та експлуатації об'єктів будівництва.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

(34 аудиторні години: Лекції № 1–7, Практичні заняття № 1–10)

Цей модуль закладає епістемологічний та методологічний базис для виконання інженерних розрахунків будівельних конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість. Основна мета — вивчення методів зведення систем сил до найпростішого вигляду та встановлення строгих математичних умов абсолютної рівноваги тіл.

Тема 1.1. Вступ. Основні поняття та аксіоматика статички. Теорія в'язей.

Предмет і завдання теоретичної механіки в контексті цивільної інженерії. Простір, час, маса, сила. Механічна взаємодія матеріальних тіл. Наукова абстракція та ідеалізація: матеріальна точка, абсолютно тверде тіло, механічна система, суцільне середовище. Фундаментальні аксіоми статички (інерції, взаємодії, приєднання/вилучення зрівноваженої системи сил, паралелограма сил, рівноваги двох сил). Поняття про вільні та невільні тіла. Класифікація в'язей у будівельній механіці (ідеальна гнучка нитка, ідеально гладка поверхня, циліндричний та сферичний шарніри, ковзна шарнірна опора, жорстке защемлення, стрижневі в'язі). Принцип звільнення від в'язей.

Практичний аспект: Ідентифікація типів опор за будівельними кресленнями, перехід від реальної конструкції до ідеалізованої розрахункової схеми, побудова векторів реакцій в'язей.

Тема 1.2. Система збіжних сил.

Визначення системи збіжних сил. Геометричний метод додавання сил (побудова силового багатокутника). Рівнодіюча збіжної системи. Аналітичний метод: проєкція вектора сили на декартові координатні осі та площини. Напрявні косинуси. Зведення системи збіжних сил аналітичним методом. Геометричні та аналітичні умови рівноваги системи збіжних сил. Теорема про рівновагу трьох непаралельних сил, що лежать в одній площині.

Практичний аспект: Розрахунок вузлів плоских та просторових шарнірно-стрижневих ферм. Аналітичне визначення розтягуючих та стискаючих зусиль у стрижнях кроквяних ферм і щогл.

Тема 1.3. Плоска система довільно розташованих сил. Теорія моментів та пар сил.

Алгебраїчний момент сили відносно точки (центру). Знак моменту. Пара сил, плече пари, момент пари. Властивості пар сил: теорема про суму проєкцій сил пари на будь-яку вісь, теорема про еквівалентність пар, що лежать в одній площині. Додавання пар. Умови рівноваги системи пар. Теорема Пуансо про паралельне перенесення сили. Основна теорема статyki: зведення плоскої системи довільно розташованих сил до заданого центру (головний вектор і головний момент). Теорема Варіньйона про момент рівнодіючої. Інваріанти плоскої системи сил. Математичні умови рівноваги плоскої системи довільно розташованих сил (основна, друга та третя форми рівнянь рівноваги). Рівновага системи зв'язаних тіл. Типи розподілених навантажень (рівномірне, трикутне, трапецієподібне) та правила їх заміни зосередженими силами.

Практичний аспект: Розрахунок опорних реакцій жорстко защемлених балок (консоль), двохшарнірних однопрольотних балок з консолями та ламаних стрижневих систем (плоских рам) під дією комбінованих навантажень (зосереджених сил, згинальних моментів та рівномірно розподілених вітрових/снігових навантажень).

Тема 1.4. Просторова система довільно розташованих сил.

Момент сили відносно точки як векторний добуток. Момент сили відносно осі (скалярна величина). Залежність між моментом сили відносно точки і відносно осі, що проходить через цю точку. Аналітичні вирази моментів сили відносно координатних осей. Зведення просторової системи сил до центру. Головний вектор та головний вектор-момент. Шість аналітичних умов (рівнянь) рівноваги просторової системи сил. Випадки зведення до динамічного гвинта.

Практичний аспект: Складання просторових рівнянь рівноваги для розрахунку реакцій у складних тривимірних конструкціях (баштові крани, просторові покриття, фундаментні плити).

Тема 1.5. Центр паралельних сил та центр ваги твердого тіла.

Система паралельних сил, її зведення та рівновага. Формули для визначення радіус-вектора та декартових координат центру паралельних сил. Центр ваги твердого тіла, об'єму, площі, лінії. Методи визначення координат центру ваги: метод симетрії, метод розбиття на елементарні фігури, метод доповнення (від'ємних площ), метод інтегрування. Центри ваги найпростіших фігур (прямокутник, трикутник, півколо, дуга).

Практичний аспект: Робота з державними стандартами (ГОСТ/ДСТУ) на металопрокат. Розрахунок положення центру ваги (головних центральних осей) для складних перерізів, скомпонованих із профілів стандартизованого прокату (швелер, двотавр, кутник).

Тема 1.6. Тертя в інженерних конструкціях.

Закони Кулона-Амонтона для тертя ковзання (тертя спокою та кінематичне тертя). Коефіцієнт тертя ковзання. Кут і конус тертя. Аналітичні умови рівноваги тіла на шорсткій поверхні. Тертя гнучкої нитки об циліндричну поверхню (формула Ейлера). Поняття про тертя кочення, коефіцієнт тертя кочення.

Практичний аспект: Розрахунок рівноваги тіл на шорсткій похилій площині. Визначення умов самогальмування клинових механізмів. Врахування сил тертя під час перевірки підпирних стінок на зсув та розрахунку будівельних лебідок.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КІНЕМАТИКА

(16 аудиторних годин: Лекції № 8–11, Практичні заняття № 11–14)

Модуль присвячений просторово-часовому дослідженню геометричних властивостей механічного руху без урахування мас тіл і діючих на них сил. Цей розділ є критично необхідним для аналізу швидкостей і прискорень робочих органів будівельних машин та механізмів.

Тема 2.1. Кінематика точки.

Предмет кінематики. Простір і час у класичній механіці. Системи відліку. Траєкторія, швидкість, прискорення. Способи задання руху точки: векторний (радіус-вектором), координатний (у декартовій системі) та природний (по траєкторії). Перехід від одного способу задання руху до іншого. Визначення швидкості та прискорення точки у декартових координатах. Природні осі координат (дотична, головна нормаль, бінормаль). Проекції прискорення на природні осі: дотичне (тангенціальне) та нормальне (доцентрове) прискорення. Радіус кривизни траєкторії. Кінематичні графіки руху.

Практичний аспект: Диференціювання рівнянь руху. Визначення повного прискорення матеріальної точки, характеристика її руху (рівномірний, прискорений, сповільнений).

Тема 2.2. Найпростіші рухи твердого тіла.

Поступальний рух твердого тіла. Теорема про траєкторії, швидкості та прискорення точок тіла при поступальному русі. Обертальний рух твердого тіла навколо нерухомої осі. Рівняння обертального руху. Кутова швидкість і кутове прискорення (векторні та скалярні форми). Формули Ейлера для визначення швидкості та прискорення (дотичного і нормального) будь-якої точки обертового тіла. Рівномірне та рівнозмінне обертання.

Практичний аспект: Кінематичний розрахунок кутових швидкостей і прискорень ланок багатоступінчастих передач (зубчастих, пасових, ланцюгових), що використовуються у приводах підймальних кранів, бетономішалок та конвеєрів.

Тема 2.3. Плоскопаралельний (складний) рух твердого тіла.

Визначення плоскопаралельного (плоского) руху. Зведення дослідження плоского руху тіла до вивчення руху плоскої фігури у її площині. Рівняння руху. Розкладання руху на поступальний (разом з обраним полюсом) та обертальний (навколо полюса). Визначення швидкостей точок фігури: теорема про швидкість будь-якої точки. Теорема про проекції швидкостей двох точок на пряму, що їх з'єднує. Поняття про миттєвий центр швидкостей (МЦШ). Методи знаходження МЦШ для різних типових кінематичних ситуацій. Визначення прискорень точок фігури: теорема про прискорення (метод полюса).

Практичний аспект: Знаходження швидкостей шарнірів у плоских важільних механізмах (кривошипно-повзунковий, кулісний механізми).

Тема 2.4. Складний рух точки.

Поняття про відносний, переносний та абсолютний рухи точки. Абсолютна, відносна та переносна швидкості й прискорення. Теорема про додавання швидкостей (паралелограм швидкостей). Теорема про додавання прискорень (Теорема Коріоліса). Прискорення Коріоліса, його модуль та напрямок (правило Жуковського). Фізичний зміст прискорення Коріоліса.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ДИНАМІКА ТА ЕЛЕМЕНТИ АНАЛІТИЧНОЇ МЕХАНІКИ

(22 аудиторні години: Лекції № 12–16, Практичні заняття № 15–20) Модуль інтегрує методи статички та кінематики для вивчення причинно-наслідкового зв'язку між силами та характеристиками руху. Розділ формує навички визначення інерційних та динамічних навантажень, що є основою розрахунку конструкцій на міцність та стійкість в екстремальних умовах.

Тема 3.1. Динаміка матеріальної точки.

Основні поняття динаміки: маса, матеріальна точка, сила. Закони класичної механіки (аксіоми Ньютона-Галілея). Інерціальна система відліку. Диференціальні рівняння руху вільної матеріальної точки у декартових координатах та на осі природного тригранного кута. Дві основні задачі динаміки (пряма та обернена). Диференціальні рівняння руху невільної матеріальної точки.

Практичний аспект: Інтегрування диференціальних рівнянь руху під дією постійних і змінних сил (включаючи сили опору середовища, що залежать від швидкості).

Тема 3.2. Геометрія мас та динаміка механічної системи.

Механічна система. Маса системи, координати центру мас. Радіус-вектор центру мас. Внутрішні та зовнішні сили. Властивості внутрішніх сил. Моменти інерції твердого тіла (осьові, відцентрові, полярні). Радіус інерції. Моменти інерції найпростіших однорідних тіл (стрижня, диска, циліндра, паралелепіпеда). Теорема Гюйгенса-Штейнера про моменти інерції відносно паралельних осей. Головні осі інерції та головні моменти інерції.

Практичний аспект: Аналітичний розрахунок моментів інерції маси для збірних та складних роторних механізмів і маховиків.

Тема 3.3. Загальні теореми динаміки механічної системи.

Теорема про рух центру мас системи. Наслідки (закон збереження руху центру мас). Кількість руху матеріальної точки та механічної системи. Елементарний і повний імпульс сили. Теорема про зміну кількості руху системи (у диференціальній та інтегральній формах). Головний момент кількостей руху (кінетичний момент) системи відносно центру та осі. Теорема про зміну кінетичного моменту. Закон збереження кінетичного моменту (застосування до обертання твердого тіла).

Практичний аспект: Дослідження реактивного руху, аналіз віддачі при ударі та розрахунок зусиль, що виникають в елементах конструкцій під час гідравлічних ударів у трубопроводах.

Тема 3.4. Робота сили та кінетична енергія. Динаміка твердого тіла.

Поняття елементарної та повної роботи сили (аналітичний вираз). Робота постійної сили на прямолінійному переміщенні, робота сил тяжіння, пружності та тертя. Робота моменту сили при обертанні. Потужність, коефіцієнт корисної дії (ККД) механізмів. Кінетична енергія матеріальної точки, механічної системи. Кінетична енергія твердого тіла при поступальному, обертальному (навколо нерухомої осі) та плоскопаралельному рухах. Теорема про зміну

кінетичної енергії системи (у диференціальній та кінцевій формах). Диференціальне рівняння обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі.

Практичний аспект: Застосування теореми про зміну кінетичної енергії для визначення швидкостей і прискорень системи тіл, з'єднаних невагомими нерозтяжними нитками (аналіз кінематики та силових факторів будівельних підймальних кранів).

Тема 3.5. Принцип д'Аламбера (Кінетостатика). Основи аналітичної механіки.

Сили інерції матеріальної точки. Принцип д'Аламбера для матеріальної точки та для механічної системи. Зведення сил інерції точок твердого тіла до заданого центру: головний вектор і головний момент сил інерції. Метод кінетостатики: умовне переведення динамічної задачі у статичну шляхом додавання сил інерції до заданих активних сил і реакцій в'язей. Динамічні реакції підшипників при обертанні роторів, статичне та динамічне балансування. Вступ до аналітичної механіки: зв'язки (голономні, неголономні, ідеальні), можливі (віртуальні) переміщення, число ступенів свободи системи. Принцип можливих переміщень (принцип віртуальних робіт) як загальний метод розв'язання задач статyki.

Практичний аспект: Визначення динамічних навантажень на опори та троти під час прискореного руху ліфтів або підймання/гальмування вантажів. Аналітичне знаходження опорних реакцій для багатопрольотних шарнірних балок (без використання класичних рівнянь статyki) за допомогою принципу можливих переміщень.

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Висока якість фахової підготовки здобувачів освіти зі спеціальності 192 / G19 «Будівництво та цивільна інженерія» за фундаментальною нормативною дисципліною ОК7 «Теоретична механіка» гарантується наявністю потужної, сучасної та диверсифікованої навчально-методичної бази. Забезпечення курсу розроблено з урахуванням європейських стандартів інженерної освіти (ESG), вимог до інклюзивності освітнього процесу, принципів студентоцентрованого навчання, а також необхідності тісної інтеграції теоретичного математичного моделювання з реальними будівельними конструкціями.

Організація навчального процесу спирається на розгалужену систему методичної, нормативної та цифрової документації, що повністю відповідає Ліцензійним умовам провадження освітньої діяльності на рівні фахової передвищої освіти.

7.1. Навчально-методичний комплекс (НМК) дисципліни

Комплекс є основним дидактичним інструментом організації аудиторної та асинхронної самостійної роботи здобувачів і включає наступні обов'язкові компоненти:

- **Робоча програма та Силабус (Syllabus):** Документи, що регламентують зміст, обсяг, політику (зокрема, академічну доброчесність) та критерії оцінювання курсу. Силабус додатково містить правила інклюзивної комунікації, алгоритми академічної підтримки та умови асинхронного відпрацювання матеріалу для здобувачів (особливо актуально для дорослих слухачів та осіб, які проходять реабілітацію).
- **Опорні конспекти лекцій (Теоретичний базис):** Структуровані академічні тексти з глибокою візуалізацією (2D та 3D схеми просторових систем сил, епюри швидкостей, вектори прискорень Коріоліса). Конспекти мінімізують когнітивне перевантаження при сприйнятті диференціального та інтегрального числення.
- **Методичні вказівки до виконання практичних робіт:** Деталізовані покрокові алгоритми (Guidelines) для:

- ідентифікації типів будівельних в'язей та складання рівнянь абсолютної рівноваги;
- розрахунку зусиль у плоских шарнірно-стрижневих фермах;
- кінематичного аналізу багатоланкових механізмів (метод МЦШ);
- застосування принципу д'Аламбера (методу кінетостатики) для визначення динамічних реакцій.
- **Методичні рекомендації щодо організації самостійної роботи (СРС):** Структуровані інструкції та банки багатоваріантних індивідуальних завдань для виконання чотирьох комплексних розрахунково-графічних робіт (РГР). Документ містить жорсткі вимоги до оформлення інженерних розрахунків та креслень згідно з діючими стандартами.
- **Банк контрольно-вимірювальних матеріалів (Assessment Tools):** Рецензована база тестових завдань для комп'ютерного модульного контролю (LMS), екзаменаційні/залікові білети з теоретичними питаннями та комплексними практичними інженерними кейсами, а також строгі матриці (рубрикатори) оцінювання.

7.2. Рекомендована література та нормативно-технічна документація

Перелік літератури базується на фундаментальних академічних виданнях, адаптованих для будівельних спеціальностей, та перевірених часом збірниках інженерних задач.

Базова (основна) література:

1. Павловський В.М. Теоретична механіка: Підручник. – Київ: Техніка, 2007. – 400 с. *(Фундаментальний підручник, що містить велику кількість прикладів розрахунку будівельних конструкцій).*
2. Батечко Н.Г., Царенко О.М. Теоретична механіка: Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 2008. – 327 с.
3. Тарг С.М. Короткий курс теоретичної механіки: Підручник. – Будь-яке видання. *(Класичний лаконічний підручник з еталонним рівнем методичного опрацювання законів динаміки).*

Допоміжна література та збірники задач:

1. Збірник задач з теоретичної механіки / За ред. І.В. Мещерського. – Будь-яке видання. *(Золотий стандарт світової інженерної освіти: містить понад 1000 класичних задач статички, кінематики та динаміки з відповідями).*
2. Кепе О.Є. Збірник коротких задач з теоретичної механіки. – Київ: Вища школа. *(Оптимальний інструмент для підготовки до модульних комп'ютерних тестувань).*
3. Теоретична механіка: Практикум / За ред. проф. В.Г. Цноти. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017.

Нормативно-технічна документація (Стандарти):

1. Актуальні ДСТУ, ГОСТ та європейські EN стандарти на сортамент гарячекатаного металопрокату (двотаври, швелери, кутники) — *документація є обов'язковою для виконання розрахунково-графічних робіт із визначення координат центрів ваги складених перерізів.*
2. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. *(Використовується для розуміння природи активних сил, що діють на розрахункові схеми).*

7.3. Цифрове, інформаційне та візуальне забезпечення (Digital & E-learning Support)

Враховуючи високу складність фізико-математичних моделей та необхідність візуально-орієнтованого викладання, курс інтенсивно використовує сучасні цифрові інструменти та інформаційні системи:

- **Системи управління навчанням (LMS):** Використання цифрових освітніх платформ (Moodle, Google Classroom) як єдиного хмарного середовища для адміністрування освітнього процесу. Платформа забезпечує безперебійне асинхронне навчання (доступ до лекцій, баз задач, завантаження звітів РГР), що є критично важливим для забезпечення гнучкості навчального графіку.
- **Інтерактивне візуальне моделювання (Kinematic Animations):** Застосування спеціалізованих мультимедійних аплетів та GIF-анімацій для демонстрації складного (плоскопаралельного) руху твердого тіла. Візуалізація миттєвих центрів швидкостей (МЦШ), траєкторій точок механізмів екскаваторів та векторів прискорень Коріоліса дозволяє подолати когнітивний бар'єр абстрактності математичних формул.
- **Системи комп'ютерної алгебри та інженерного розрахунку (CAE Tools):** Ознайомче використання (в межах CPC) програмних комплексів типу MathCAD або MATLAB для автоматизації розв'язання систем із шести лінійних алгебраїчних рівнянь під час зведення просторових систем сил. Використання навчальних версій сучасних будівельних САПР (Lira-SAPR, SCAD Office) для верифікації аналітичних розрахунків — здобувачі порівнюють власноруч знайдені опорні реакції рами з результатами машинного обчислення.

7.4. Матеріально-технічне забезпечення аудиторної та практичної роботи

Для повноцінної реалізації практично-орієнтованого підходу та подолання розриву між математичною теорією і реальною будівельною практикою, освітній процес супроводжується застосуванням фізичних об'єктів та моделей:

- **Натурні макети будівельних в'язей (опор):** Колекція фізичних моделей шарнірно-рухомих (коткових), шарнірно-нерухомих опор та жорстких защемлень. Робота з макетами дозволяє здобувачам тактильно та візуально зрозуміти, які саме ступені свободи (лінійні переміщення чи повороти) обмежує конкретна опора, і, як наслідок, скільки компонентів реакцій вона генерує.
- **Кінематичні макети будівельних механізмів:** Плоскі та просторові моделі кривошипно-повзункових, кулісних механізмів, зубчастих та пасових передач (імітатори лебідок, стріл підймальних кранів). Використовуються для безпосереднього спостереження за траєкторіями руху ланок під час розв'язання задач кінематики.
- **Лабораторні установки:** Прилади для емпіричної демонстрації аксіом статки та динаміки (трибометри для визначення коефіцієнтів тертя ковзання, установки для визначення центрів ваги плоских фігур складної форми методом підвішування, маятники Максвелла).
- **Мультимедійне обладнання лекційних аудиторій:** Наявність інтерактивних панелей або проекторів є обов'язковою вимогою для якісного викладу дисципліни, оскільки це дозволяє викладачу поетапно, в динаміці демонструвати алгоритми розкладання просторових векторів сил та побудову складних кінематичних ланцюгів.

8. ВІДОМОСТІ ПРО ВИКЛАДАЦЬКИЙ СКЛАД (Вимоги до кадрового забезпечення)

Методологічне обґрунтування кадрової політики: Фундаментальна навчальна дисципліна «Теоретична механіка» (ОК7) відрізняється надзвичайно високим рівнем математичної абстракції та когнітивної складності. Вона формує базовий інженерний світогляд майбутнього фахівця-будівельника, трансформуючи шкільне сприйняття фізики у професійний апарат просторового та аналітичного розрахунку конструкцій. Зважаючи на цю

специфіку, якість викладання дисципліни та ефективність формування компетентностей здобувачів фахової передвищої освіти гарантується жорсткими критеріями добору науково-педагогічних та педагогічних працівників.

Кадрове забезпечення освітнього процесу зі спеціальності 192 / G19 «Будівництво та цивільна інженерія» повністю відповідає вимогам Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності на рівні фахової передвищої освіти (затверджених постановою КМУ від 30.12.2015 № 1187 зі змінами від 24.03.2021 р. № 365) та європейським стандартам внутрішнього забезпечення якості (ESG). До реалізації програми залучаються фахівці, які відповідають наступним кваліфікаційним, професійним та психолого-педагогічним параметрам:

8.1. Освітній та кваліфікаційний ценз (Educational and Qualification Standards)

- **Базова академічна освіта:** Викладання дисципліни здійснюється виключно спеціалістами, які мають повну вищу освіту (освітній ступінь «Магістр» або освітньо-кваліфікаційний рівень «Спеціаліст») за профільним напрямом. Допускається наявність дипломів за спеціальностями: «Будівництво та цивільна інженерія», «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування», «Механіка» або «Фізико-математичні науки» за умови наявності інженерного досвіду.
- **Кваліфікаційна категорія:** Для забезпечення високого науково-методичного рівня викладання, до проведення лекційних та практичних занять допускаються викладачі, яким присвоєно кваліфікаційну категорію не нижче ніж «спеціаліст першої категорії» (наполегливо рекомендується залучення викладачів категорії «спеціаліст вищої категорії», викладачів-методистів або осіб, які мають науковий ступінь кандидата технічних/фізико-математичних наук чи доктора філософії PhD).

8.2. Практичний, науково-дослідний та інженерний досвід (Practical and Analytical Experience)

Теоретична механіка не повинна викладатися як суто абстрактна математична дисципліна. Викладач зобов'язаний демонструвати зв'язок кожної теореми з реальними будівельними об'єктами:

- **Інженерна експертиза:** Викладачі повинні мати підтверджений практичний або проєктно-аналітичний досвід роботи з розрахунками надійності, міцності та стійкості реального будівельного або підйально-транспортного обладнання. Здатність трансформувати реальні креслення конструкцій у спрощені математичні розрахункові схеми є критично важливою.
- **Володіння нормативною базою:** Глибоке знання державних будівельних норм (зокрема ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи), що регламентують збір навантажень (вітрових, снігових, сейсмічних) на конструкції.
- **Науково-методична активність:** Систематичне проходження стажування або підвищення кваліфікації (не рідше одного разу на 5 років) на базі передових будівельних підприємств, проєктних інститутів або технічних університетів, участь у наукових конференціях з питань механіки деформівного твердого тіла чи інноваційних методик викладання технічних дисциплін.

8.3. Цифрова та дидактична компетентність (Digital and Methodological Competence)

- **Візуально-орієнтована дидактика:** Здатність викладача ефективно долати когнітивний бар'єр здобувачів при вивченні складного диференціального апарату. Це вимагає вільного володіння методами візуалізації: створення динамічних

мультимедійних презентацій, анімацій руху складних механізмів, побудови 3D-моделей просторових систем сил.

- **Володіння інформаційними системами (САПР):** Хоча розрахунки в теоретичній механіці виконуються аналітично, викладач повинен володіти базовими навичками роботи у спеціалізованих обчислювальних комплексах (SCAD, Lira-SAPR, AutoCAD, MathCAD), щоб демонструвати здобувачам, як алгоритми, що вивчаються вручну, реалізовані у сучасному програмному забезпеченні.
- **Адміністрування електронного навчання (E-learning):** Бездоганне володіння системами управління навчанням (LMS Moodle, Google Workspace for Education) для організації безперебійного змішаного (blended learning) та асинхронного навчання, оперативної перевірки цифрових звітів розрахунково-графічних робіт та фасилітації освітнього процесу.

8.4. Психолого-педагогічні вимоги та інклюзивна етика (Trauma-Informed Approach & Andragogy)

Враховуючи сучасний соціально-демографічний профіль здобувачів фахової передвищої освіти, який включає ветеранів, військовослужбовців, учасників бойових дій, дорослих осіб на етапі перекваліфікації та осіб, які постраждали від наслідків війни, до педагогічного персоналу висуваються посилені вимоги щодо емоційного інтелекту:

- **Принципи Андрагогіки:** Здатність викладача відмовитися від авторитарної директивної педагогіки на користь партнерської суб'єкт-суб'єктної взаємодії. Викладач має вміти інтегрувати наявний життєвий та практичний досвід дорослих слухачів у процес розв'язання прикладних задач механіки.
- **Педагогіка, обізнана з травмою (Trauma-Informed Care):** Курс механіки передбачає вивчення динамічних навантажень, розрахунків на міцність, стійкість до руйнувань, ударів та аварійних ситуацій. Викладач зобов'язаний подавати цей матеріал виключно в сухому, інженерно-технічному та аналітичному ключі. Необхідно професійно запобігати виникненню психологічних тригерів, уникаючи надмірної драматизації при аналізі реальних промислових чи будівельних катастроф.
- **Модерація безпечного середовища:** Викладач повинен створювати в аудиторії (та у віртуальному просторі) атмосферу абсолютної психологічної безпеки та академічної толерантності. Це включає гнучке управління дедлайнами для вразливих категорій здобувачів, здатність адаптувати форми контролю (наприклад, заміна стресового усного захисту РГР біля дошки на асинхронну перевірку письмового чи цифрового звіту), а також заохочення культури, де помилка в розрахунку сприймається не як провал, а як невід'ємна частина когнітивного процесу інженерного пошуку.

9. ФОРМИ ДОКУМЕНТІВ

Методологічне обґрунтування організації документообігу: Організація, системний контроль, облік та безперервний моніторинг якості освітнього процесу з фундаментальної нормативної дисципліни «Теоретична механіка» (ОК7) супроводжуються розгалуженою, строго регламентованою системою навчально-методичної та академічної звітної документації. Згідно з вимогами внутрішньої системи забезпечення якості освітньої діяльності закладу фахової передвищої освіти, ця документація покликана гарантувати абсолютну прозорість критеріїв оцінювання, стандартизацію академічних вимог, дотримання принципів академічної доброчесності та валідацію сформованості інженерних компетентностей здобувачів.

Перелік обов'язкових та рекомендованих форм документів для супроводу курсу «Теоретична механіка» розроблено з урахуванням специфіки фізико-математичного спрямування дисципліни та включає наступні позиції:

1. Силабус навчальної дисципліни (Syllabus)

Головний орієнтир для здобувача, що надається йому в електронному та/або роздрукованому вигляді на першому вступному занятті. Силабус виступає своєрідним освітнім «контрактом» між викладачем та слухачем, деталізуючи маршрут вивчення класичної механіки. Документ обов'язково містить:

- Детальний опис цілей, завдань та очікуваних програмних результатів навчання (зокрема РН 11 та РН 20*), сформульованих через компетентнісний підхід.
- Структурований тематичний план лекційних та практичних занять із зазначенням конкретних тем для самостійної роботи.
- Жорсткий графік (дедлайни) видачі та здачі чотирьох розрахунково-графічних робіт (РГР) з розділів статики, кінематики та динаміки.
- Політику курсу: правила використання допоміжних матеріалів (калькуляторів, довідників ДСТУ з металопрокату), умови асинхронного відпрацювання пропущених практичних занять, правила комунікації (зокрема інклюзивної).
- Політику академічної доброчесності: чітку регламентацію щодо недопущення списування під час розв'язання індивідуальних розрахункових завдань (відкидання чужих розрахункових схем), заборону використання несанкціонованих математичних розв'язувачів без розуміння фізичної суті процесів.
- Детальну шкалу та критерії нарахування балів за поточні та підсумкові види робіт (максимум 100 балів за семестр).

2. Журнал обліку навчальних занять (в електронній та/або паперовій формі)

Базовий інваріантний документ поточного контролю, який ведеться викладачем для систематичної фіксації освітнього поступу здобувачів. Журнал забезпечує суворий облік:

- Відвідуваності аудиторних занять (32 години лекцій та 40 годин практик).
- Поточних балів за роботу на 20 практичних заняттях (оцінюється здатність здобувача будувати силові багатокутники, складати рівняння моментів, знаходити МЦШ та інтегрувати диференціальні рівняння).
- Результатів виконання завдань модульного контролю (тестування та розв'язання комплексних задач) після завершення кожного з трьох змістових модулів.
- Електронний формат журналу (в системі LMS) гарантує постійний, відкритий та прозорий доступ слухачів до своїх поточних академічних результатів, дозволяючи їм коригувати траєкторію навчання.

3. Індивідуальний навчальний план здобувача освіти (Individual Study Plan) Офіційний документ, що розробляється для осіб, які навчаються за гнучким або індивідуальним графіком. Цей документ є критично важливим інструментом інклюзії та педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), зокрема для ветеранів, військовослужбовців, осіб, які проходять медичну чи психологічну реабілітацію. Він містить:

- Адаптований та узгоджений індивідуальний графік здачі розрахунково-графічних робіт.
- Визначені форми асинхронної звітності (наприклад, дозвіл на подання деталізованих письмових звітів з розв'язанням задач статики у вигляді сканованих копій (pdf) через платформу дистанційного навчання замість обов'язкового очного захисту біля дошки, що сприяє зниженню стресового навантаження).

4. Портфоліо самостійної роботи. Звітна навчальна документація здобувача, що акумулює результати його самостійної аналітичної роботи (обсягом 48 годин) протягом усього 1-го

семестру. Портфоліо підлягає ретельній перевірці викладачем і включає обов'язкові інженерні звіти у вигляді тестів.

5. Відомість обліку поточної та підсумкової успішності (Залікова відомість)

Документ суворой фінансово-академічної звітності, який підтверджує факт проходження слухачем курсу теоретичної механіки та офіційно засвідчує рівень його успішності.

Відомість містить:

- Сумарну кількість балів, набраних за поточну навчальну діяльність (робота на 20 практичних заняттях, успішний захист 4-х РГР, результати трьох модульних контролів).
- Бали, здобуті безпосередньо під час складання підсумкового контролю — диференційованого заліку.
- Підсумкову комплексну оцінку за 100-бальною шкалою з її обов'язковою конвертацією у національну шкалу оцінювання («Відмінно», «Добре», «Задовільно», «Незадовільно») та буквену шкалу ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

10. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Методологічне обґрунтування системи оцінювання: Оцінювання навчальних досягнень здобувачів фаховой передвищої освіти з нормативної обов'язкової дисципліни «Теоретична механіка» (ОК7) є багатовимірним, валідним, системним та безперервним кваліметричним процесом. Відповідно до вимог освітньо-професійної програми «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» та принципів внутрішньої системи забезпечення якості освіти, оцінювання здійснюється за наскрізною, накопичувальною 100-бальною шкалою.

Специфіка теоретичної механіки як точної фізико-математичної науки вимагає абсолютної об'єктивності контролю: правильність інженерного розв'язку має чіткі, детерміновані математичні критерії. Водночас система оцінювання розроблена з обов'язковим застосуванням принципів інклюзивності та педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach). Це гарантує психологічний комфорт, зниження академічного стресу та надання рівних можливостей для демонстрації знань усім слухачам, зокрема ветеранам, учасникам бойових дій та особам, які проходять етапи фізичної чи психологічної реабілітації, шляхом надання альтернативних (асинхронних) форм звітності.

Згідно з нормативними вимогами до диференційованого заліку, підсумкова оцінка за семестр формується з двох складових: частка поточного та модульного контролю становить 70% (максимум 70 балів), а частка підсумкового контрольного заходу — 30% (максимум 30 балів). Згодом здобута 100-бальна оцінка обов'язково конвертується у національну шкалу та літерну шкалу ЄКТС.

10.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Форма контролю	Період / Види навчальної аналітичної роботи	Макс. бал
	Робота на практичних заняттях (20 занять): Оцінюється здатність будувати розрахункові схеми, складати рівняння рівноваги, знаходити МЦШ та інтегрувати диференціальні рівняння руху. Нараховується до 2.5 балів за кожне успішно відпрацьоване заняття.	50
	Самостійна робота слухача (СРС): Виконання тестів по 4 у кожній роботі (до 2 балів за кожен СРС)	20
	Модульний контроль (Тестування): Проведення трьох контрольних	30

	зрізів знань. Змістовий модуль 1 «Статика» (10 балів), Змістовий модуль 2 «Кінематика» (10 балів), Змістовий модуль 3 «Динаміка» (10 балів).	
РАЗОМ	(Підсумкова рейтингова оцінка, що вноситься в Додаток до диплома)	100

10.2. РУБРИКАТОР (МАТРИЦЯ) ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЛУХАЧІВ

Рубрикатор є стандартизованим інструментом, що регламентує релевантність, надійність та прозорість оцінювання, повністю виключаючи суб'єктивний фактор.

10.2.1. Оцінювання роботи на практичних заняттях

Максимальна кількість балів за семестр: 20 (20 занять по 2.5 балу). Оцінюванню підлягає правильність алгоритмізації задачі, точність математичних обчислень та коректність побудови векторних діаграм.

Кількість балів	Дескриптор (критерії досягнення інженерних результатів)
2.5 бал	Здобувач демонструє відмінні аналітичні навички. Самостійно та безпомилково ідеалізує конструкцію, правильно розставляє вектори реакцій в'язей, обирає раціональну систему координат та складає коректні рівняння. Обчислення доведені до кінця без арифметичних помилок. Застосовано математичну перевірку (наприклад, сума моментів відносно додаткової точки дорівнює нулю).
2-1 бала	Завдання виконано в цілому правильно. Побудовано коректну розрахункову схему та складено правильні фізичні рівняння. Проте наявні незначні неточності у тригонометричних перетвореннях, алгебраїчних знаках моментів або арифметичні помилки, що вплинули на кінцевий числовий результат.
0 балів	Абсолютне нерозуміння фізичної суті задачі. Неправильно ідентифіковано тип опори (наприклад, замість двох реакцій шарніра поставлена одна), некоректно складено рівняння рівноваги. Відмова від виконання завдання або пропуск заняття без поважної причини.
Trauma-Informed підхід (Особлива умова)	Якщо здобувач відчуває психологічний дискомфорт під час колективного розв'язання задачі біля дошки, відмова від публічного виступу не карається зниженням балів. Викладач забезпечує можливість перевірки розв'язку задачі індивідуально в зошиті здобувача на його робочому місці або через електронну систему (LMS)

10.2.2. Оцінювання самостійної роботи слухача (CPC - тестування) *Максимальна кількість балів за семестр: 20 (10 CPC по 2 балів).* Оцінюється здатність до автономного

епістемологічного пошуку, дотримання державних стандартів оформлення технічної документації та правильність розрахунків.

Бали за 1 РГР (макс. 2)	Рівень	Дескриптор (критерії досягнення результатів)
2 балів	Відмінно	100% правильність проходження тесту.
1 бали	Добре	80% правильність проходження тесту.
0.5 бали	Задовільно	Перевірка не сходиться. Робота потребує значних пояснень під час захисту.
0 бал	Незадовільно	Робота не виконана, не відповідає виданому варіанту.

10.2.3. Оцінювання модульного контролю (Комп'ютерне тестування та задачі)

Максимальна кількість балів: 29 (Три змістові модулі (два по 10 балів та один 9 балів).

Проводиться для формативного оцінювання теоретичних знань та базових розрахункових навичок.

Кількість балів	Відсоток правильності	Критерії досягнення
9-10 балів	90% - 100%	Бездоганне знання аксіом, теорем і наслідків з них. Швидке та точне розв'язання комплексних тестових інженерних задач (наприклад, зведення системи сил, знаходження координат центру ваги, обчислення кінетичної енергії системи).
7-8 балів	75% - 89%	Добре розуміння теоретичного матеріалу. Допущені одиничні помилки у найбільш складних питаннях (наприклад, щодо напрямку прискорення Коріоліса чи визначення динамічних реакцій).
5-6 балів	60% - 74%	Базовий (пороговий) рівень. Знання фрагментарні, проте достатні для ідентифікації правильних математичних моделей у більшості стандартних ситуацій статички і кінематики.
0-4 бали	Менше 60%	Матеріал модулю не засвоєно. Здобувач плутає вектори сил і моментів, не здатен сформулювати закони Ньютона або розпізнати тип руху твердого тіла. Потребує обов'язкового перескладання.

11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методологічне та епістемологічне обґрунтування вибору дидактичного інструментарію:

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка» (ОК7) є концептуальним ядром, що формує детермінований інженерно-математичний світогляд майбутнього фахівця за спеціальністю 192 (G19) «Будівництво та цивільна інженерія». Враховуючи високий рівень абстракції, строгу аксіоматичність та інтенсивне використання апарату диференціального й інтегрального числення, методологія курсу базується на синергії класичної університетської інженерної дидактики та інноваційних студентоцентризованих технологій.

Пріоритетом є реалізація діяльнісного підходу: трансформація здобувача з пасивного реципієнта інформації в активного суб'єкта епістемологічного пошуку та інженерного моделювання. Окрім того, враховуючи наявність в аудиторіях здобувачів-ветеранів, учасників бойових дій та осіб, які проходять соціально-психологічну реабілітацію, архітектура методів навчання суворо підпорядкована принципам педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), що гарантує безбар'єрність, емпатичність та абсолютну психологічну безпеку освітнього простору.

11.1. Аналітико-дедуктивні та математико-моделюючі методи (Analytical & Deductive Modeling) Цей кластер методів є стрижневим для засвоєння механіки як точної науки, забезпечуючи розвиток здатності до глибокого абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 3).

- **Метод наукової абстракції та ідеалізації:** Фундаментальний прийом, під час якого викладач навчає здобувачів свідомо нехтувати другорядними фізичними властивостями реальних будівельних об'єктів (внутрішніми мікродеформаціями, флуктуаціями температур, кольором) задля створення строгих математичних моделей: матеріальної точки, абсолютно твердого тіла, невагомої нитки чи ідеального шарніра. Це дозволяє перевести задачу з площини емпіричного спостереження у площину точного математичного аналізу.
- **Дедуктивно-номологічний метод:** Вивчення курсу здійснюється шляхом дедуктивного виводу — від універсальних законів (аксіом статички, законів Ньютона) до часткових інженерних випадків (розрахунків конкретної ферми або балки). Це формує розуміння того, що всі будівельні конструкції підпорядковуються єдиним універсальним законам природи.
- **Метод математичної формалізації інженерної задачі:** Здобувачі тренуються трансформувати фізико-механічну взаємодію (наприклад, тиск вітру на стіну або вагу перекриття) у вектори зосереджених та розподілених сил, а фізичні обмеження руху (фундаменти, анкери) — у системи алгебраїчних або диференціальних рівнянь зв'язку.

11.2. Проблемно-орієнтовані та праксеологічні методи (Engineering Problem-Based Learning) Формування спеціальної компетентності СК 4 (здатність виконувати розрахунок конструкцій) неможливе без безперервного інтенсивного розрахункового тренінгу.

- **Алгоритмізація розумової діяльності:** Впровадження жорстких покрокових евристичних алгоритмів (Guidelines). Наприклад, алгоритм розв'язання будь-якої задачі статички безальтернативно включає: 1) сепарацію об'єкта рівноваги; 2) геометричну візуалізацію активних сил; 3) застосування аксіом звільнення від в'язей та побудову векторів реакцій; 4) вибір раціональної декартової системи координат та центрів моментів (для занулення максимальної кількості невідомих); 5) складання системи рівнянь; 6) аналітичне розв'язання; 7) обов'язкову математичну верифікацію.
- **Метод інженерних кейсів (Case Study):** Відмова від абстрактних завдань на користь реалістичних будівельних ситуацій. Здобувачі аналізують кінематичні характеристики стріли баштового крана, розраховують умови перекидання підпірної стінки під тиском ґрунту (з урахуванням кута тертя), або визначають динамічні реакції в опорах роторів будівельних міксерів.
- **Графіко-аналітичний метод:** Синхронне застосування методів нарисної геометрії (побудова замкнених силових багатокутників, планів швидкостей та МЦШ у масштабі) та строгих аналітичних обчислень. Графічна побудова слугує візуальним маркером достовірності математичного розв'язку.

11.3. Візуально-когнітивні та мультимедійні технології (Visually-Oriented Teaching)

З метою подолання когнітивного перевантаження (Cognitive Load), пов'язаного зі сприйняттям багатовимірних просторових систем і складних диференціальних залежностей.

- **Динамічна мультимедійна репрезентація:** Використання на лекціях насичених 2D/3D презентацій, інтерактивних аплетів та GIF-анімацій. Викладач візуалізує в реальному часі траєкторії руху, еволюцію векторів швидкості, нормального і тангенціального прискорень, миттєвих центрів швидкостей (МЦШ). Це критично для розвитку здатності аналізувати просторові структурні схеми (СК 2).

- **Метод натурної демонстрації:** Інтеграція теоретичного лекторію з лабораторним фондом. Демонстрація реальних фізичних макетів (шарнірів, котків, защемлень), кінематичних моделей кулісних та зубчастих механізмів. Це забезпечує тактильне та візуальне підтвердження того, які саме ступені свободи ліквідує конкретна будівельна в'язь.

11.4. Інклюзивний та Trauma-Informed підхід (Створення безпечного академічного екосистеми) Усвідомлюючи соціально-психологічний бекграунд здобувачів, методична парадигма курсу адаптована для гарантування психоемоційної стабільності.

- **Андрагогічна валідація життєвого досвіду:** Інтеграція практичного, виробничого та бойового досвіду ветеранів у дидактичний процес. Розуміння здобувачами законів балістики, надійності техніки в екстремальних умовах або механіки руйнувань застосовується як емпірична база для пояснення законів динаміки Ньютона та принципу д'Аламбера. Суб'єкт-суб'єктна взаємодія виключає авторитарний тиск.
- **Модерація тригерного контенту (Екологічність викладання):** Дисципліна, що вивчає динаміку, зіткнення, міцність та стійкість, неминуче торкається аналізу інженерних катастроф (обвалення мостів, резонансне руйнування конструкцій). Викладач зобов'язаний розкривати ці теми виключно через сухий фізико-математичний аналіз, категорично уникаючи емоційної драматизації, аудіовізуальних ефектів або натуралістичних відео, що можуть виступати каталізаторами ПТСР.
- **Адаптивна та диверсифікована валідація знань:** Нівелювання академічного стресу через варіативність звітності. Замість обов'язкового публічного захисту задач біля дошки, здобувачам надається право індивідуального захисту «один на один», подання розгорнутих аналітичних звітів у цифровому форматі або проходження асинхронного комп'ютерного тестування.

12. ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (АКАДЕМІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ)

Методологічне обґрунтування інституційної політики: Політика вивчення фундаментальної нормативної дисципліни «Теоретична механіка» (ОК7) є інваріантною та невід'ємною складовою внутрішньої системи забезпечення якості освітньої діяльності закладу фахової передвищої освіти. Вона формує не просто звід адміністративних правил, а єдиний епістемологічний та етичний простір, що моделює корпоративну культуру сучасних інжинірингових та проєктних компаній будівельної галузі.

Враховуючи високий рівень складності фізико-математичного апарату курсу, а також соціально-демографічну диверсифікацію навчальних груп (наявність дорослих здобувачів освіти, осіб, які проходять перекваліфікацію, ветеранів, військовослужбовців та осіб, які постраждали від наслідків війни), політика курсу ґрунтується на парадигмі студентоцентрованого навчання, безкомпромісній академічній доброчесності та принципах інклюзивності. Усі учасники освітнього процесу (як здобувачі, так і викладачі) беруть на себе консолідовану відповідальність за неухильне дотримання цих положень для створення максимально сприятливого, прозорого та ефективного академічного середовища.

12.1. Політика академічної доброчесності (Academic Integrity Policy) Забезпечення дотримання академічної доброчесності є критичною, фундаментальною вимогою під час підготовки інженерних кадрів за спеціальністю 192 (G19) «Будівництво та цивільна інженерія». Оскільки помилки в розрахунках механіки призводять до реальних руйнувань будівель, будь-які прояви академічної недоброчесності (плагіат, фабрикація даних, списування) суворо переслідуються та є несумісними зі статусом майбутнього інженера:

- **Імператив абсолютної самостійності:** Здобувачі зобов'язані виключно самостійно виконувати аудиторні практичні роботи та всі індивідуальні розрахунково-графічні

роботи (РГР) за своїм унікальним варіантом. Копіювання чужих розрахункових схем, силових багатокутників або послідовності інтегрування рівнянь руху класифікується як грубий академічний плагіат.

- **Регламентация використання штучного інтелекту (AI Tools) та математичних розв'язувачів (Solvers):** Інтеграція сучасних технологій вітається, але жорстко регламентується. Використання систем генеративного штучного інтелекту, а також програмних комплексів (MathCAD, Wolfram Alpha, розв'язувачів систем лінійних рівнянь) дозволяється виключно як допоміжного інструменту — для кінцевої верифікації (перевірки правильності знайдених опорних реакцій) або фактчекінгу. Використання ШІ для повної генерації фінального звіту РГР без самостійного складання рівнянь рівноваги на основі законів фізики суворо заборонено. Здобувач повинен вміти вербально пояснити походження кожного доданка у рівнянні моментів.
- **Санкції за порушення:** У разі виявлення факту плагіату або списування під час модульного комп'ютерного тестування, робота негайно анулюється (здобувач отримує 0 балів) з обов'язковою вимогою перескладання завдання за новим, суттєво ускладненим індивідуальним варіантом під особистим контролем викладача.

12.2. Trauma-Informed підхід та психологічна безпека (Trauma-Informed Approach)

Враховуючи наявність в аудиторіях слухачів із різним життєвим та бойовим досвідом, викладання дисципліни здійснюється з обов'язковим та беззаперечним дотриманням принципів педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Care).

- **Правило «Екологічності контенту» (Стоп-сигнал):** Вивчення розділів «Динаміка» та «Кінематика» неминує супроводжується аналізом динамічних навантажень, сил інерції, зіткнень, резонансних явищ та реальних промислових аварій (наприклад, розрахунок зусиль при обриві троса крана, руйнування перекриттів або мостів). Якщо візуальний чи текстовий аналіз таких інженерних катастроф викликає у здобувача психологічний дискомфорт, тригерну реакцію або флешбеки, він має беззаперечне право зупинити обговорення або тимчасово покинути лекційну аудиторію (чи відключитися від онлайн-сесії). Це не потребує жодних пояснень, не фіксується як прогул і жодним чином не впливає на академічну успішність.
- **Адаптивність форм контролю та зниження стресу:** Якщо традиційний публічний захист розрахунково-графічної роботи (виступ біля дошки перед групою) або усна відповідь на диференційованому заліку викликають надмірний екзаменаційний стрес (особливо у здобувачів, які проходять реабілітацію), викладач зобов'язаний забезпечити можливість альтернативної звітності. Це може бути письмовий захист «один на один», подання деталізованого аналітичного звіту в електронному вигляді через систему LMS (Moodle / Google Classroom) або асинхронна відеопрезентація розв'язку задачі.
- **Толерантність до помилок (Error Tolerance Culture):** Формується академічна культура, де математична чи алгоритмічна помилка в розв'язанні задачі статистики розглядається не як привід для зниження самооцінки, а як нормальний, необхідний і цінний етап когнітивного процесу інженерного пошуку.

12.3. Етика комунікації та інклюзивність (Communication Ethics and Inclusivity) Освітнє середовище на заняттях з теоретичної механіки базується на принципах абсолютної рівності, колегіальності та взаємоповаги, що є стандартом для сучасних будівельних корпорацій.

- **Андрагогічна валідація практичного досвіду:** Викладач ставиться з глибокою повагою до виробничого, життєвого та бойового досвіду дорослих здобувачів. Залучення практичного досвіду ветеранів до обговорення характеристик руху техніки, тертя в реальних механізмах або впливу інерційних сил в екстремальних умовах всебічно заохочується і стає органічною частиною академічної дискусії (за умови їхньої власної ініціативи).

- **Культура академічного діалогу:** Будь-які дискусії щодо вибору раціонального методу розв'язання задачі (наприклад, вибір між координатним методом чи використанням теореми про проєкції швидкостей) повинні вестися виключно аргументовано, з використанням професійної інженерної термінології. Прояви дискримінації, ейджизму (дискримінації за віком), зверхності чи знецінювання знань колег по групі є категорично неприпустимими.

12.4. Політика щодо відвідування та асинхронного навчання (Attendance and Asynchronous Learning Policy) Присутність на заняттях (особливо на практичних, де відбувається формування навичок складання рівнянь) є критично важливою для оволодіння інженерним мисленням. Проте, реагуючи на виклики сьогодення, політика курсу є максимально адаптивною:

- **Відпрацювання практичних занять:** Пропуск практичного заняття вимагає обов'язкового відпрацювання. Здобувач повинен самостійно розв'язати задачі свого варіанту, побудувати відповідні схеми та захистити роботу викладачу під час запланованих консультацій.
- **Компенсація лекційного матеріалу:** Пропуски лекційних занять компенсуються самостійним опрацюванням теоретичного матеріалу. Усі опорні конспекти, презентації, відеозаписи розв'язання задач та інтерактивні моделі розміщені в електронній системі дистанційного навчання (LMS).
- **Поважні причини та форс-мажори:** Пропуски занять, зумовлені виконанням військового обов'язку, перебуванням на бойових чергуваннях, медичним лікуванням, проходженням реабілітації, участю у волонтерських місіях, а також через оголошення повітряних тривог чи перебоїв з електропостачанням, вважаються абсолютно поважними. Вони не тягнуть за собою жодних штрафних санкцій (зниження рейтингових балів), а здобувачу надається максимальне сприяння у надолуженні матеріалу в асинхронному режимі.

12.5. Політика дедлайнів та перескладання (Deadline and Retake Policy) Для забезпечення ефективного тайм-менеджменту та рівномірного когнітивного навантаження впроваджено наступні алгоритми:

- **Дедлайни:** Завдання для самостійної роботи (СРС) та 4 розрахунково-графічні роботи (РГР) здаються за чітко встановленим у Силабусі графіком.
- **Пролонгація термінів (Гнучкість):** Для здобувачів, які перебувають у кризових життєвих ситуаціях, проходять медичну комісію або лікування, терміни подачі аналітичних звітів та РГР пролонгуються в індивідуальному порядку на необхідний термін без будь-якої втрати рейтингових балів.
- **Необґрунтоване порушення термінів:** Систематична затримка здачі практичних робіт без поважної причини та без попереднього інформування викладача може призвести до пропорційного зниження максимального бала за відповідне завдання, оскільки вміння дотримуватись графіку здачі проєктів є важливою фаховою компетентністю будівельника.
- **Право на перескладання (Покращення результату):** Здобувач освіти має право на перескладання будь-якого модульного комп'ютерного тестування (одна спроба для кожного модуля) для підвищення свого рейтингового бала у спеціально відведений час (до початку екзаменаційної/залікової сесії).

12.6. Корпоративна цифрова культура та використання гаджетів (Digital & Corporate Culture) Атмосфера на лекціях та практичних заняттях з теоретичної механіки максимально наближена до професійного високотехнологічного середовища сучасних інжинірингових бюро та проєктних інститутів:

- **Цільове використання гаджетів (BYOD - Bring Your Own Device):** Використання смартфонів, планшетів чи ноутбуків під час аудиторних занять всебічно вітається і заохочується, якщо вони застосовуються як інструменти освітнього процесу та інженерного пошуку. Дозволяється вільний доступ до цифрових баз ДСТУ (для виконання РГР із центрів ваги), використання наукових інженерних калькуляторів, додатків для розв'язання систем лінійних рівнянь, САД-систем для побудови креслень або доступ до платформи LMS Moodle.
- **Цифровий етикет:** Використання електронних пристроїв для геймінгу, перегляду розважального контенту, скролінгу соціальних мереж чи неакадемічного спілкування під час роботи над розрахунковими схемами або під час викладу викладачем складного математичного матеріалу розцінюється як грубе порушення корпоративної академічної етики та вияв неповаги до колег.

13. КОМПЛЕКСНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ТЕМ ТА ПРАКТИЧНИХ КЕЙСІВ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ (РОЗШИРЕНА АКАДЕМІЧНА ВЕРСІЯ)

Методологічне обґрунтування процедури підсумкового контролю: Диференційований залік з нормативної фундаментальної дисципліни ОК7 «Теоретична механіка» є фінальним, вирішальним етапом комплексної валідації набутих здобувачами освіти загальних (ЗК 3, ЗК 4) та спеціальних інженерних компетентностей (СК 2, СК 4, СК 15*). Контроль спрямований на глибоку епістемологічну перевірку програмних результатів навчання (РН 11, РН 20*), що вимагають здатності застосовувати фізико-математичний апарат для розв'язання спеціалізованих задач проектування та оцінки надійності будівельних об'єктів.

Архітектура екзаменаційного (залікового) білета виключає суто репродуктивний (механічний) підхід до перевірки пам'яті. Білет скомпонований за принципами Problem-Based Learning і містить два нерівноцінні за вагою блоки: теоретичний (орієнтований на розуміння аксіоматики та меж застосування законів) та практично-аналітичний (інженерний кейс), який є домінуючим. Процедура підсумкового контролю суворо дотримується принципів інклюзивності та Trauma-Informed підходу: для здобувачів-ветеранів, учасників бойових дій або осіб, які проходять лікування, передбачена можливість заміни класичного усного захисту білета на виконання розширеного письмового чи цифрового розрахункового кейса в асинхронному режимі без жорстких часових обмежень.

БЛОК 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ ТА АНАЛІТИЧНИЙ ДОМЕН (Фундаментальна аксіоматика та теореми)

Цей блок вимагає від здобувача глибокого розуміння фізико-математичної природи матеріальних об'єктів, сутності силової взаємодії та законів руху в просторі і часі.

Розділ І. Статика твердого тіла (Аналіз рівноваги систем сил)

1. **Наукова абстракція в механіці:** Дайте визначення понять: матеріальна точка, абсолютно тверде тіло, механічна система, суцільне середовище. Наведіть приклади, коли реальну будівельну конструкцію (балку, колону, міст) можна моделювати цими поняттями.
2. **Аксіоматика статички:** Сформулюйте та поясніть фізичний зміст п'яти основних аксіом статички. Як аксіома паралелограма сил використовується для векторного розрахунку просторових ферм?
3. **Теорія в'язей та їх реакцій:** Сформулюйте аксіому звільнення від в'язей. Наведіть детальну класифікацію будівельних опор (гнучка нитка, гладка поверхня, циліндричний та сферичний шарніри, коткова опора, жорстке защемлення). Поясніть правила вибору напрямків векторів їх реакцій залежно від обмежених ступенів свободи.

4. **Збіжна система сил:** Дайте визначення. Опишіть геометричний (силовий багатокутник) та аналітичний (проекція на осі) методи додавання сил. Виведіть геометричні та аналітичні (математичні) умови абсолютної рівноваги збіжної системи сил. Сформулюйте теорему про рівновагу трьох непаралельних сил.
5. **Теорія моментів:** Дайте визначення алгебраїчного моменту сили відносно точки та векторного моменту. Поясніть правило знаків. Виведіть залежність між моментом сили відносно точки і моментом відносно осі, що проходить через цю точку. Назвіть дві умови, за яких момент сили відносно осі дорівнює нулю.
6. **Теорія пар сил:** Що таке пара сил? Плече та момент пари. Сформулюйте та доведіть теорему про суму проекцій сил пари на будь-яку вісь. Опишіть властивості пар сил (теорема про еквівалентність, можливість перенесення в площині). Умови рівноваги системи пар.
7. **Основна теорема статички (Зведення плоскої системи):** Доведіть теорему Пуансо про паралельне перенесення сили. Поясніть процес зведення плоскої системи довільно розташованих сил до заданого центру. Що таке головний вектор і головний момент системи? Сформулюйте теорему Варінійона про момент рівнодіючої.
8. **Рівновага плоскої системи довільних сил:** Виведіть та проаналізуйте три аналітичні форми рівнянь рівноваги плоскої системи. Які існують математичні обмеження для вибору центрів моментів у кожній із форм?
9. **Просторова система сил:** Опишіть аналітичні вирази моментів сили відносно координатних осей X , Y , Z . Поясніть процес зведення просторової системи сил до центру. Запишіть шість аналітичних рівнянь рівноваги просторової системи.
10. **Геометрія мас (Статика):** Центр паралельних сил. Центр ваги твердого тіла, площі, лінії. Запишіть формули для визначення координат центру ваги. Назвіть та детально поясніть основні методи визначення координат центрів ваги (симетрії, розбиття, доповнення/від'ємних мас).
11. **Тертя в інженерних конструкціях:** Сформулюйте закони Кулона-Амонтона для тертя ковзання (тертя спокою та кінематичне). Коефіцієнт тертя, кут тертя, конус тертя. Поясніть явище самогальмування. В чому полягає фізична відмінність між тертям ковзання та тертям кочення?

Розділ II. Кінематика (Геометрія механічного руху)

12. **Кінематика точки:** Системи відліку. Траєкторія. Опишіть три способи задання руху матеріальної точки (векторний, координатний у декартовій системі, природний). Як здійснюється перехід від одного способу до іншого?
13. **Швидкість та прискорення точки:** Дайте визначення вектора швидкості та повного прискорення. Як визначити їх модулі при координатному способі задання руху?
14. **Проекції прискорення на природні осі:** Що таке дотичне (тангенціальне) та нормальне (доцентрове) прискорення? Запишіть формули для їх обчислення. Який фізичний зміст несе кожна складова (зміна швидкості за модулем чи за напрямком)? Радіус кривизни траєкторії.
15. **Поступальний рух твердого тіла:** Визначення. Сформулюйте та доведіть теорему про кінематичні характеристики (траєкторії, швидкості та прискорення) точок тіла при поступальному русі.
16. **Обертальний рух твердого тіла:** Визначення. Рівняння обертального руху. Дайте визначення кутової швидкості та кутового прискорення (векторна та скалярна форми).
17. **Векторні формули Ейлера:** Запишіть та поясніть формули для обчислення лінійної швидкості, дотичного та нормального прискорень будь-якої точки обертового тіла залежно від її відстані до осі обертання.

18. Плоскопаралельний (складний) рух твердого тіла: Визначення. Рівняння руху плоского перерізу. Поясніть розкладання складного руху на поступальний (разом з обраним полюсом) та обертальний (навколо полюса).

19. Швидкості при плоскому русі: Сформулюйте теорему про швидкість будь-якої точки фігури. Доведіть теорему про проєкції швидкостей двох точок тіла на вісь, що проходить через ці точки.

20. Миттєвий центр швидкостей (МЦШ): Дайте дефініцію МЦШ. Опишіть алгоритми знаходження положення МЦШ для різних кінематичних ситуацій (відомі лінії дії двох швидкостей, кочення колеса без ковзання). Як за допомогою МЦШ знайти швидкості всіх точок тіла?

21. Складний рух точки: Відносний, переносний та абсолютний рухи. Визначення відповідних швидкостей та прискорень. Сформулюйте теорему про додавання швидкостей.

22. Теорема Коріоліса: Сформулюйте теорему про додавання прискорень при складному русі. Запишіть векторну формулу прискорення Коріоліса. За допомогою правила Жуковського поясніть, як визначити напрямок вектора коріолісового прискорення. В яких випадках воно дорівнює нулю?

Розділ III. Динаміка та елементи аналітичної механіки

23. Аксиоматика динаміки: Сформулюйте закони (аксіоми) класичної механіки Ньютона-Галілея. Що таке інерціальна система відліку? Поясніть фізичну суть маси як міри інертності.

24. Диференціальні рівняння руху: Запишіть диференціальні рівняння руху матеріальної точки у декартових координатах та на осі природного тригранника. Опишіть суть прямої та оберненої задач динаміки.

25. Геометрія мас системи: Механічна система. Маса системи. Формули для визначення координат центру мас. Момент інерції твердого тіла відносно осі. Сформулюйте теорему Гюйгенса-Штейнера про моменти інерції відносно паралельних осей.

26. Векторні міри механічного руху: Дайте визначення кількості руху матеріальної точки та механічної системи. Що таке елементарний та повний імпульс сили?

27. Теорема динаміки (Векторні): Сформулюйте теорему про рух центру мас системи. Сформулюйте теорему про зміну кількості руху системи (у диференціальній та інтегральній формах). Головний момент кількостей руху (кінетичний момент). Теорема про зміну кінетичного моменту та закон його збереження.

28. Енергетичні міри руху: Аналітичний вираз елементарної та повної роботи сили. Робота сили тяжіння, сили пружності, сили тертя. Потужність та ККД. Кінетична енергія матеріальної точки та системи.

29. Теорема про зміну кінетичної енергії: Запишіть формули для обчислення кінетичної енергії твердого тіла при поступальному, обертальному та плоскому рухах. Сформулюйте теорему про зміну кінетичної енергії системи в кінцевій (інтегральній) формі.

30. Принцип д'Аламбера (Кінетостатика): Дайте визначення сили інерції матеріальної точки (тангенціальна та нормальна складові). Сформулюйте принцип д'Аламбера для точки та механічної системи. Головний вектор та головний момент сил інерції твердого тіла.

Поясніть суть методу кінетостатики та його застосування для визначення динамічних навантажень.

31. Основи аналітичної механіки: Поняття про ідеальні в'язі. Можливі (віртуальні) переміщення. Сформулюйте принцип можливих переміщень як загальний метод розв'язання задач статки. Число ступенів свободи системи.

БЛОК 2. ПРАКТИЧНО-АНАЛІТИЧНИЙ ДОМЕН (Professional Engineering Case Studies) Цей практичний блок вимагає від здобувача здатності до синтезу набутих математичних та інженерних знань (PH 11, PH 20*) для комплексного розв'язання багаторівневих реалістичних виробничих проблем машинобудівної та будівельної галузей. Оцінюється не лише правильність числової відповіді, але й коректність алгоритму, якість побудови розрахункової схеми та здатність аргументувати обраний метод.

Кейс 1. «Розрахунок опорних реакцій просторової конструкції» (Статика)

Опис ситуації: Під час проектування покриття промислового цеху виникла необхідність розрахувати опорні вузли просторової металевої плити (розмірами $a \times b$), яка має форму прямокутного трикутника або прямокутника. Плита шарнірно закріплена в трьох точках простору за допомогою сферичного шарніра, циліндричного шарніра та невагомго стрижня (або ідеальної нитки). На плиту діє власна вага G , зосереджена сила P під кутом до площини та пара сил з моментом M , що лежить у площині плити.

Завдання здобувачу:

1. Ідеалізувати об'єкт, зобразити просторову розрахункову схему в ізометрії.
2. Застосувати аксіому звільнення від в'язей: замінити сферичний шарнір трьома складовими реакції (R_x, R_y, R_z), циліндричний — двома, стрижень — однією реакцією по його осі.
3. Обрати раціональну декартову систему координат (початок координат сумістити зі сферичним шарніром для занулення моментів від його реакцій).
4. Скласти шість аналітичних рівнянь рівноваги просторової системи сил ($\sum F_x=0, \sum F_y=0, \sum F_z=0, \sum M_x=0, \sum M_y=0, \sum M_z=0$).
5. Аналітично розв'язати систему лінійних рівнянь, знайти 6 невідомих опорних реакцій. Проаналізувати знаки отриманих результатів (підтвердити або спростувати початково обраний напрямок реакції). Здійснити перевірку.

Кейс 2. «Визначення опорних реакцій складеної будівельної рами» (Статика)

Опис ситуації: Проектується багатопрольотна естакада. Несуча конструкція являє собою плоску ламану раму, що складається з двох жорстких дисків (тіл), з'єднаних між собою проміжним циліндричним шарніром C . Конструкція спирається на землю за допомогою шарнірно-нерухомої опори A та коткової опори B . На раму діє розподілене вітрове навантаження інтенсивністю q , зосереджена сила F на консолі та зосереджений момент M .

Завдання здобувачу:

1. Визначити ступінь статичної визначуваності системи.
2. Розчленувати складену систему по внутрішньому шарніру C на два окремі тіла. Врахувати принцип рівності дії та протидії для внутрішніх сил шарніра.
3. Для кожного тіла побудувати власну розрахункову схему, замінивши опорні зв'язки та внутрішній шарнір відповідними векторами невідомих реакцій (загалом 4 зовнішні реакції та 2 внутрішні).

4. Замінити розподілене навантаження q рівнодіючою силою.
5. Скласти дві незалежні системи рівнянь рівноваги (по три рівняння для кожного тіла). Обрати раціональні центри моментів.
6. Розв'язати систему 6-ти рівнянь. Виконати обов'язкову математичну перевірку, склавши рівняння моментів для всієї нерозчленованої системи відносно додаткової точки.

Кейс 3. «Кінематичний аналіз робочого обладнання бетононасоса» (Кінематика плоского руху)

Опис ситуації: Робочий орган будівельного обладнання являє собою плоский багатоланковий шарнірний механізм (наприклад, кривошипно-кулісний або важільний механізм маніпулятора). Задано лінійні розміри всіх ланок. Ведучий кривошип OA обертається з постійною кутовою швидкістю ω_0 .

Завдання здобувачу:

1. Побудувати схему (план) механізму в строгому масштабі для заданого кута повороту кривошипа (наприклад, $\phi = 45^\circ$).
2. Обчислити модуль і вказати напрямок лінійної швидкості точки A (шарніра кривошипа).
3. Для ланки, що здійснює плоскопаралельний рух (наприклад, шатуна AB), знайти положення миттєвого центру швидкостей (МЦШ). Продемонструвати графічну побудову перетину перпендикулярів до ліній дії відомих швидкостей.
4. Використовуючи властивості МЦШ, розрахувати кутову швидкість шатуна ω_{AB} та лінійну швидкість шарніра B (повзуна).
5. Здійснити верифікацію знайденого результату (швидкості точки B) за допомогою альтернативного методу — теореми про проєкції швидкостей двох точок (A і B) на пряму AB .

Кейс 4. «Кінематика складного руху матеріальної точки (Теорема Коріоліса)»

Опис ситуації: Будівельний кран повертається навколо вертикальної осі з постійною кутовою швидкістю ω (переносний рух). Одночасно по горизонтальній стрілі крана (або по похилій під кутом α) рухається вантажна каретка за заданим законом відносного руху $s=f(t)$ (відносний рух).

Завдання здобувачу:

1. Визначити для заданого моменту часу t_1 абсолютну швидкість каретки за допомогою теореми про додавання швидкостей. Побудувати векторний паралелограм.
2. Визначити відносне та переносне прискорення каретки в цей момент часу.
3. Обчислити модуль прискорення Коріоліса ($a_c = 2 \omega v_{rel} \sin(\alpha)$).
4. Використовуючи правило Жуковського, визначити напрямок вектора прискорення Коріоліса. Зобразити вектори всіх прискорень на схемі та обчислити модуль абсолютного прискорення каретки. Зробити висновок про те, як коріолісове прискорення впливає на згинальні моменти у стрілі крана.

Кейс 5. «Енергетичний розрахунок підйимальної системи» (Динаміка / Геометрія мас)

Опис ситуації: Підйимальний механізм будівельної лебідки складається з електродвигуна, зубчастого редуктора, циліндричного барабана радіусом R і масою m_2 (вважати суцільним однорідним диском) та вантажу масою m_1 , що підіймається на тросі по похилій площині (кут нахилу α). Задано коефіцієнт тертя ковзання вантажу по

площині S_f . На валу барабана діє постійний обертальний момент двигуна M . Система починає рух зі стану спокою.

Завдання здобувачу:

1. Скласти кінематичну схему установки. Виразити кутову швидкість барабана ω через лінійну швидкість вантажу v .
2. Обчислити осьовий момент інерції барабана J_z .
3. Скласти вираз для повної кінетичної енергії системи T у функції від швидкості вантажу v . (Урахувати енергію поступального руху вантажу та обертового руху барабана).
4. Визначити алгебраїчну суму робіт усіх активних сил на заданому переміщенні вантажу S . (Урахувати роботу рушійного моменту M , негативну роботу складової сили тяжіння вантажу та негативну роботу сили тертя ковзання).
5. Застосувати теорему про зміну кінетичної енергії системи в кінцевій формі ($T - T_0 = \sum A$).
6. Скласти енергетичний баланс та аналітично виразити швидкість вантажу v наприкінці переміщення S .

Кейс 6. «Оцінка динамічних навантажень методом кінетостатики» (Принцип д'Аламбера)

Опис ситуації: Колонна будівлі (або підвіс ліфта) утримує масивну конструкцію масою M . Система зазнає вертикального прискорення (наприклад, під час різкого гальмування вантажної платформи, що опускається з прискоренням a , або під час сейсмічного поштовху).

Завдання здобувачу:

1. Сформулювати принцип д'Аламбера для визначення динамічних реакцій.
2. Обчислити модуль сили інерції $F_{in} = M \cdot a$.
3. Правильно визначити напрямки вектора сили інерції (протилежно напрямку вектора прискорення). Прикласти силу інерції до розрахункової схеми як умовно активну зовнішню силу.
4. Скласти рівняння рівноваги (кінетостатики) для системи, що включає власну вагу конструкції G та силу інерції F_{in} .
5. Визначити динамічне зусилля (натяг або стиск) в несучому елементі. Розрахувати коефіцієнт динамічності $K_d = N_{dyn} / N_{stat}$ та зробити обґрунтований інженерний висновок про те, у скільки разів динамічне навантаження перевищує розрахункове статичне, що є критично важливим для забезпечення безпеки (РН 7, РН 18).

14. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ, МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Методологічне обґрунтування процедур діагностики та оцінювання: Діагностика успішності навчання та академічного поступу здобувачів фахової передвищої освіти з обов'язкової фундаментальної дисципліни «Теоретична механіка» (ОК7) є багатовимірним, валідним, системним та безперервним кваліметричним процесом. Вона спрямована не на формальну констатацію наявності знань, а на об'єктивну епістемологічну валідацію набутих загальноінженерних (ЗК 3, ЗК 4) та спеціальних компетентностей (СК 2, СК 4, СК 15*). Головною метою діагностики є підтвердження здатності майбутнього фахівця застосовувати математичний апарат класичної механіки для розв'язання реальних проблем проектування, зведення та експлуатації об'єктів будівництва (РН 11, РН 20*).

Організація контролю, метрики оцінювання та навчально-методичне забезпечення курсу цілком імплементовані у внутрішню систему забезпечення якості освітньої діяльності закладу фахової передвищої освіти. Процедура оцінювання суворо дотримується принципів студентоцентрованості, академічної доброчесності, прозорості та педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), що гарантує рівні академічні можливості та психологічну безпеку для всіх слухачів, зокрема дорослих осіб, ветеранів та тих, хто проходить етапи соціально-психологічної реабілітації.

14.1. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ (Diagnostic Tools & Assessment Methods)

Для забезпечення максимальної об'єктивності, академічної транспарентності та всебічного безперервного моніторингу навчальної діяльності застосовується комплексний, багаторівневий підхід, що охоплює формативне (поточне), модульне та сумативне (підсумкове) оцінювання.

14.1.1. Засоби поточного та формативного контролю (Continuous & Formative Assessment)

Цей рівень діагностики здійснюється на кожному аудиторному занятті. Його мета — надання оперативного зворотного зв'язку (Feedback) здобувачу та викладачу для своєчасного коригування освітньої траєкторії.

- **Інженерно-технічні квізи (Micro-Quizzes):** Короткі (5-10 хвилин) блиц-опитування на початку лекційних або практичних занять (можуть проводитися за допомогою смартфонів у системі LMS). Діагностують рівень засвоєння аксіоматики, розуміння різниці між скалярними та векторними величинами, знання класифікації будівельних в'язей.
- **Діагностика праксеологічних навичок (Practical Skills Assessment):** Безперервне спостереження та оцінювання викладачем процесу розв'язання задач на практичних заняттях. Оцінюється здатність здобувача коректно застосовувати аксіому звільнення від в'язей, будувати силові багатокутники, вибирати раціональні центри моментів (для спрощення систем алгебраїчних рівнянь) та інтегрувати диференціальні рівняння руху.
- **Метод взаємооцінювання (Peer Review / Cross-Check):** Здобувачі (в мікрогрупах або парах) обмінюються розв'язками складених систем рівнянь рівноваги. Завдання — знайти математичну, тригонометричну або логічну помилку в розрахунковій схемі колеги. Це розвиває критичне мислення та відповідальність за перевірку проєктної документації.

14.1.2. Засоби модульного контролю (Modular Assessment)

Спрямовані на комплексну верифікацію знань після завершення вивчення великих смислових блоків (Змістовий модуль 1 «Статика», Змістовий модуль 2 «Кінематика», Змістовий модуль 3 «Динаміка»).

- **Комп'ютерне тестування (CBT - Computer-Based Testing):** Здійснюється у хмарному середовищі системи управління навчанням (LMS Moodle або Google Classroom). Тести мають багаторівневу структуру: включають питання закритого типу (вибір однієї/кількох відповідей), завдання на встановлення відповідності (наприклад, співвіднести тип будівельної опори з кількістю її невідомих реакцій) та розрахункові міні-задачі, що вимагають введення числової відповіді.
- **Захист індивідуального портфолію (РГР):** Оцінювання здатності до автономної інженерної роботи. Здобувач захищає чотири розрахунково-графічні роботи.

Діагностика проводиться у форматі професійної співбесіди: викладач вимагає аргументувати обраний метод розрахунку (наприклад, чому для визначення швидкості використано метод МЦШ, а не теорему про проєкції), пояснити хід математичних перетворень та результати верифікації. Оцінюється також якість графічного оформлення схем згідно з ЄСКД.

14.1.3. Засоби підсумкового контролю (Summative Assessment)

- **Диференційований залік:** Проводиться наприкінці 1-го семестру у формі комплексного контрольного заходу, що оцінюється у 30 балів з 100 можливих за курс. Діагностичний інструмент (екзаменаційний білет) інтегрує теоретичний блок (усна чи письмова відповідь на фундаментальні питання механіки) та практичний блок (розв'язання об'ємного інженерного кейса — наприклад, аналіз рівноваги складеної просторової рами або складання енергетичного балансу підйомальної системи). Диференційований залік комплексно діагностує готовність здобувача до вивчення наступних дисциплін («Опір матеріалів», «Будівельна механіка»).

14.2. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Висока якість математичної та загальноінженерної підготовки гарантується наявністю потужної, сучасної навчально-методичної бази, що відповідає технологічним вимогам Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності на рівні фахової передвищої освіти.

14.2.1. Нормативно-методичний комплекс (НМК):

- **Робоча програма та Силабус (Syllabus):** Базові документи, що прозоро регламентують зміст курсу, графік вивчення тем, дедлайни здачі РГР та політику академічної доброчесності.
- **Навчально-методичні посібники та конспекти лекцій:** Розроблені викладачами адаптовані теоретичні матеріали, що містять розширену візуалізацію (2D та 3D просторові схеми) векторного числення, кінематичних графіків та епюр.
- **Методичні вказівки до організації самостійної роботи (СРС):** Структуровані інструкції, банки багатоваріантних індивідуальних завдань для виконання чотирьох РГР, довідкові таблиці геометричних характеристик плоских фігур та алгоритми розв'язання типових задач.
- **Банк контрольно-вимірювальних матеріалів:** Валідована цикловою комісією база тестових завдань, білетів для диференційованого заліку та жорсткі матриці (рубрикатори) оцінювання.

14.2.2. Література та нормативно-технічна документація:

- **Фундаментальні підручники:** Павловський В.М. «Теоретична механіка»; Батечко Н.Г. «Теоретична механіка»; Тарг С.М. «Короткий курс теоретичної механіки».
- **Збірники задач:** Класичний збірник під редакцією І.В. Мещерського (як золотий стандарт інженерної бази); збірник коротких задач О.Є. Кеппе.
- **Стандарти (Нормативна база):** Актуальні ДСТУ та європейські EN стандарти на асортимент металопродукції (швелери, двотаври, кутники) — обов'язкові для розрахунків центрів ваги (РГР №2); ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи.

14.2.3. Цифрове, інформаційне та матеріально-технічне забезпечення:

- **Системи управління навчанням (LMS):** Електронні платформи Moodle або Google Classroom, що діють як цифровий хаб. Забезпечують цілодобовий асинхронний доступ до навчальних матеріалів, що критично важливо для працюючих здобувачів та осіб на етапі реабілітації.
- **Комп'ютерні математичні пакети (CAE/CAD):** Інтеграція елементів перевірки розв'язків за допомогою програм MathCAD або навчальних версій САПР (Lira-SAPR, SCAD Office). Здобувачі використовують ІТ-технології для верифікації знайдених аналітичним шляхом реакцій опор.
- **Матеріально-технічна база:** Лекційні аудиторії з мультимедійними проєкторами для демонстрації анімацій кінематичних механізмів; натурні фізичні макети будівельних в'язей (шарнірів, котків, защемлень) для тактильного дослідження їхніх властивостей.

14.3. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТА ШКАЛА ПЕРЕВЕДЕННЯ БАЛІВ (Assessment Criteria & Grading Scale)

Оцінювання результатів навчання базується на компетентнісному підході та здійснюється за прозорою, накопичувальною 100-бальною системою з обов'язковим переведенням у національну шкалу та шкалу ЄКТС.

Оцінювання знань з теоретичної механіки здійснюється за трьома критичними інженерними критеріями:

1. **Когнітивний критерій (Теорія):** Точність розуміння аксіом, фізичного змісту законів Ньютона, теорем статички та динаміки. Здатність вербалізувати та обґрунтувати математичні моделі.
2. **Праксеологічний критерій (Алгоритмізація):** Правильність переходу від реальної конструкції до розрахункової схеми, коректність розставлення векторів сил, безпомилковість складання систем диференціальних або алгебраїчних рівнянь.
3. **Аналітико-обчислювальний критерій (Результат):** Математична точність розв'язання систем рівнянь, знаходження правильної числової відповіді з відповідною розмірністю фізичних величин та наявність математичної перевірки.

Інтегрована шкала оцінювання здобувачів фахової передвищої освіти (Національна та ЄКТС)

Сума балів за всі види робіт (Поточний + Модулі + Залік)	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою (для диференційованого заліку) PDF	Комплексний дескриптор рівня компетентності з теоретичної механіки
90-100	A	Відмінно	Високий рівень (Excellent): Здобувач демонструє видатні здібності до абстрактно-логічного мислення та математичного аналізу. Безпомилково ідеалізує будівельні конструкції, складає та розв'язує просторові системи рівнянь рівноваги. Вільно оперує векторним та диференціальним численням при аналізі кінематики і динаміки. Звіти з РГР виконані

			ідеально. Здобувач повністю та всебічно готовий до розрахунків міцності в «Опорі матеріалів» та «Будівельній механіці».
82-89	B	Добре	Достатній рівень (Very Good): Здобувач має міцні, ґрунтовні знання теоретичного базису. Правильно класифікує в'язі, будує силові багатокутники та епюри швидкостей. Можливі одиничні, некритичні обчислювальні (арифметичні) похибки під час інтегрування або складання енергетичних балансів, які здобувач здатен самостійно виявити і виправити під час математичної перевірки.
74-81	C	Добре	Середній рівень (Good): Здобувач впевнено оперує базовими поняттями (здатний визначити опорні реакції плоских балок, знайти центр ваги). Проте відчуває певні когнітивні труднощі під час аналізу складних просторових систем, багатоланкових механізмів (застосування теореми Коріоліса) або при розв'язанні оберненої задачі динаміки. Потребує незначного консультування.
64-73	D	Задовільно	Задовільний рівень (Satisfactory): Володіння необхідним мінімальним обсягом теоретичних знань. Здатність розв'язувати лише найпростіші, стандартні (шаблонні) задачі на рівновагу плоских збіжних систем або рівноприскорений рух. Практичні інженерні задачі розв'язуються репродуктивно (за конспектом), без глибокого розуміння фізичної суті векторних величин.
60-63	E	Задовільно	Мінімальний рівень (Sufficient): Критично низький, пороговий рівень допуску. Знання ледь відповідають вимогам програми. Здобувач насилу формулює основні теореми. Аналітичний апарат (вміння розв'язувати рівняння) розвинений слабо. Допускаються серйозні концептуальні помилки (наприклад, неправильний напрямок реакцій жорсткого защемлення), що ставить під загрозу успішність вивчення наступних фахових дисциплін.

35-59	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)	Низький рівень (Fail): Компетентності (ЗК 3, СК 4) не сформовані. Здобувач не володіє необхідним математичним апаратом, не здатен розкласти вектор сили на осі або скласти рівняння моментів. Недопуск до роботи зі складними інженерними розрахунками. Потребує суттєвого індивідуального доопрацювання матеріалу з викладачем та обов'язкового повторного складання диференційованого заліку.
0-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням)	Абсолютно незадовільний рівень (Fail): Повне ігнорування освітнього процесу. Систематичне невиконання самостійної роботи (РГР не здані). Абсолютна нездатність до просторового аналізу. Обов'язкове повторне вивчення навчальної дисципліни у повному обсязі в наступному навчальному семестрі.

15. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ (CPC)

Методологічне та епістемологічне обґрунтування організації CPC: Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (CPC), загальним детермінованим обсягом 48 академічних годин, є фундаментальною, системоутворюючою та невід'ємною магістральною складовою вивчення обов'язкової нормативної дисципліни «Теоретична механіка» (ОК7). У контексті підготовки висококваліфікованих кадрів за спеціальністю 192 (G19) «Будівництво та цивільна інженерія», самостійна робота виконує критично важливу функцію епістемологічного мосту між абстрактною математичною аксіоматикою (лекційним матеріалом) та прикладним інженерним розрахунком реальних просторових будівельних об'єктів.

Оскільки теоретична механіка вимагає формування стійких алгоритмічних навичок і здатності до абстрактного мислення (ЗК 3), оволодіння цим інструментарієм неможливе виключно через пасивне аудиторне прослуховування. Здобувач повинен пройти власний шлях когнітивних проб і помилок під час розв'язання багаторівневих систем рівнянь та побудови векторних діаграм.

Методологія виконання індивідуальних завдань CPC концептуально базується на принципах проектно-орієнтованого навчання (Project-Based Learning) та вимагає створення індивідуального цифрового або паперового розрахункового портфоліо. Враховуючи сучасний інклюзивний характер академічного середовища, наявність у групах здобувачів-ветеранів, учасників бойових дій, осіб з інвалідністю внаслідок війни та здобувачів, які проходять соціально-психологічну реабілітацію, форми звітності за CPC є максимально адаптивними та гнучкими. Застосування принципів педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), дозволяє здобувачам презентувати результати своїх глибоких інженерних досліджень в асинхронному форматі через системи управління навчанням (LMS Moodle, Google Classroom), що кардинально знижує фактор екзаменаційного стресу та сприяє

комфортному, але безкомпромісно якісному засвоєнню складного диференціально-інтегрального апарату.

Навчальний матеріал для самостійного опрацювання чітко та логічно структурований за трьома магістральними напрямками (Статика, Кінематика, Динаміка), що забезпечують системний професійний розвиток майбутнього інженера-будівельника та досягнення ключових програмних результатів навчання (РН 11, РН 20*).

НАПРЯМ 1: СТАТИКА ТВЕРДОГО ТІЛА ТА АНАЛІЗ РІВНОВАГИ КОНСТРУКЦІЙ (20 годин) Цей блок завдань орієнтований на бездоганне формування спеціальної компетентності СК 4 (здатність визначати навантаження та виконувати розрахунок конструкцій). Фахівець повинен вміти вільно ідеалізувати будівельні вузли та безпомилково знаходити опорні реакції, що є відправною точкою для будь-якого проєктування.

Завдання 1.1. Ідеалізація в'язей та складання розрахункових схем (4 години).

- **Зміст завдання:** Аналітичне зіставлення реальних будівельних вузлів (зварних з'єднань колон з фундаментами, болтових шарнірів кроквяних ферм, вантових відтяжок мостів, коткових опор мостових прольотів) з їхніми ідеалізованими теоретико-механічними моделями (жорстке защемлення, циліндричний шарнір, рухома опора, невагомий стрижень).
- **Деталізація:** Здобувач повинен самостійно проаналізувати креслення реальних будівельних об'єктів, виокремити несучі елементи та створити для них ідеалізовані розрахункові схеми. Головна мета — навчитися застосовувати аксіому звільнення від в'язей, правильно визначаючи кількість обмежених ступенів свободи та, відповідно, кількість невідомих компонентів вектора реакції.
- **Форма звітності:** Створення візуального довідника-класифікатора (Digital Guide). Документ повинен містити фотографію/ескіз реального вузла, його схематичне умовне позначення за стандартами та вектори реакцій із вказанням невідомих модулів. Оцінюється асинхронно через LMS-платформу.

Завдання 1.2. Розрахунково-графічна робота (РГР) № 1: «Аналітичне визначення опорних реакцій плоскої ламаної рами та багатопрольотної шарнірної балки» (7 годин).

- **Зміст завдання:** Комплексне, математично ємне індивідуальне завдання, що видається за багатоваріантною матрицею. Робота складається з двох ізольованих задач: 1) розрахунок цільної жорсткої рами; 2) розрахунок складеної конструкції, що містить проміжні (внутрішні) шарніри.
- **Деталізація (Алгоритм виконання):** Для першої задачі здобувач повинен звести довільну плоску систему сил, яка включає зосереджені сили (під різними кутами), зосереджені моменти (пари сил) та розподілені навантаження (вітровий або сніговий тиск заданої інтенсивності), до заданих осей. Необхідно скласти три рівняння абсолютної рівноваги, раціонально обравши центр моментів так, щоб лінійна алгебраїчна система розв'язувалась найпростішим шляхом. Для другої задачі (складена балка) необхідно розчленувати систему по внутрішніх шарнірах на поверхи, застосувати принцип рівності дії та протидії для внутрішніх реакцій, і розв'язати послідовно системи рівнянь для кожного тіла, починаючи з найвищого «поверху».
- **Форма звітності:** Строго структурований інженерний звіт (розрахунково-пояснювальна записка), оформлений відповідно до вимог Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД). Звіт повинен містити чіткі розрахункові схеми, виконані за допомогою креслярських інструментів у масштабі, розгорнутий хід розв'язання та обов'язковий розділ «Математична перевірка» (сума моментів відносно додаткової, контрольної точки повинна тотожно дорівнювати нулю). Очний захист або деталізована перевірка файлу викладачем.

Завдання 1.3. Розрахунково-графічна робота (РГР) № 2: «Визначення координат центру ваги складеного плоского перерізу із застосуванням нормативних баз» (6 годин).

- **Зміст завдання:** Практичне завдання, що інтегрує знання з механіки та вміння працювати з державними стандартами (РН 11). Об'єктом розрахунку є складений переріз будівельної конструкції (наприклад, зварна колона або підкранова балка), скомпонований зі стандартних профілів металопрокату (швелер, двотавр, кутник рівнополічний та нерівнополічний) та простих геометричних фігур (листова сталь).
- **Деталізація:** Здобувач здійснює пошук необхідної нормативно-технічної документації (ДСТУ, ГОСТ, EN) на вказані у варіанті профілі. За довідковими таблицями виписуються геометричні характеристики: площа перерізу, координати власних центрів ваги. Наступний крок — побудова загальної системи координат, застосування теореми про статичні моменти площ (метод розбиття) та аналітичне обчислення координат глобального центру ваги всієї фігури (X_c , Y_c).
- **Форма звітності:** Розрахунковий звіт, доповнений якісним кресленням складеного перерізу в строгому масштабі. На кресленні обов'язково наносяться власні центральні осі кожного профілю та головні центральні осі всієї фігури, визначені за результатами розрахунку. Це завдання є прямим, безальтернативним пререквізитом для успішного старту вивчення дисципліни «Опір матеріалів».

Завдання 1.4. Систематизація знань зі Статики та підготовка до модульного контролю (3 години).

- **Зміст завдання:** Консолідація теоретичного матеріалу щодо аксіоматики просторових систем сил, законів тертя ковзання (Кулона-Амонтона) та тертя кочення.
- **Форма звітності:** Проходження серії тренувальних лексико-технічних та розрахункових квізів (Mock Exams) у системі управління навчанням (LMS) для самоперевірки та виявлення когнітивних прогалин перед офіційним зрізом знань.

НАПРЯМ 2: КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ (12 годин) Цей блок вимагає від здобувача освіти синтезу геометричних уявлень та диференціального числення для дослідження швидкостей і прискорень робочих органів будівельних машин, що відповідає спеціальній компетентності СК 2.

Завдання 2.1. Кінематичний розрахунок обертальних багатоступінчастих механізмів (4 години).

- **Зміст завдання:** Аналіз передачі обертального руху в редукторах будівельної техніки (наприклад, у механізмах підйому баштових кранів або бетонозмішувачів).
- **Деталізація:** Здобувачу надається кінематична схема багатоступінчастої зубчастої або пасової передачі. Відомі радіуси (або кількість зубців) усіх коліс та закон обертання ведучого валу (наприклад, заданий рівнянням $\phi = f(t)$). Необхідно за допомогою методів диференціювання знайти кутову швидкість і кутове прискорення ведучого валу, а потім, використовуючи кінематичні інваріанти зачеплення, послідовно розрахувати кутові швидкості та прискорення всіх інших валів, а також лінійні, дотичні та нормальні прискорення точок, що лежать на ободах коліс.
- **Форма звітності:** Розрахункова картка-звіт (Task Card) із послідовним виведенням формул передаточних відношень та числовим розв'язком для заданого моменту часу.

Завдання 2.2. Розрахунково-графічна робота (РГР) № 3: «Комплексний кінематичний аналіз плоского важільного механізму» (6 годин).

- **Зміст завдання:** Глибоке дослідження плоскопаралельного (складного) руху твердого тіла. Об'єктом виступає кінематичний ланцюг багатоланкового шарнірного механізму

(кривошипно-повзунковий, кулісний або кривошипно-коромисловий механізм), що моделює роботу стріли екскаватора або приводу будівельного компресора.

- **Деталізація:** Завдання виконується для чітко заданого положення механізму (визначеного кутом повороту ведучого кривошипа α). Здобувач повинен спочатку графічно побудувати план механізму у суворому масштабі. Далі, використовуючи теорему про швидкості точок плоского фігури, необхідно визначити миттєві центри швидкостей (МЦШ) для всіх ланок, що здійснюють плоскопаралельний рух. За допомогою геометричних властивостей МЦШ розраховуються лінійні швидкості всіх вузлових шарнірів та кутові швидкості ланок. Отримані результати обов'язково верифікуються за допомогою альтернативного аналітичного методу — теореми про проєкції швидкостей двох точок на пряму, що їх з'єднує.
- **Форма звітності:** Розгорнутий звіт, який містить масштабне креслення (план) механізму, геометричну побудову перпендикулярів для знаходження МЦШ, векторні епюри швидкостей, супроводжувані вичерпним аналітичним розрахунком модулів і напрямків. Захист РГР передбачає усне або письмове обґрунтування напрямку вектора швидкості будь-якої додаткової точки механізму.

Завдання 2.3. Поглиблене вивчення складного руху точки (2 години).

- **Зміст завдання:** Самостійне опрацювання теореми Коріоліса.
- **Форма звітності:** Складання структурно-логічної схеми або матриці, яка класифікує випадки виникнення прискорення Коріоліса, з графічною ілюстрацією визначення його напрямку за допомогою правила Жуковського. Підготовка до модульного контролю № 2.

НАПРЯМ 3: ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ МЕТОДИ (16 годин) Цей завершальний етап самостійної роботи має на меті загальну консолідацію вивченого математичного матеріалу. Він спрямований на розвиток здатності виявляти причинно-наслідкові зв'язки між прикладеними силами та прискореним рухом об'єктів будівництва (РН 20*).

Завдання 3.1. Геометрія мас та аналітичний розрахунок моментів інерції (4 години).

- **Зміст завдання:** Самостійне математичне виведення формул осевих моментів інерції для базових геометричних тіл.
- **Деталізація:** Здобувач повинен, використовуючи апарат подвійних та потрійних інтегралів, вивести стандартні табличні формули моментів інерції для однорідного тонкого стрижня, суцільного круглого диска, прямокутної пластини та циліндра. Крім того, необхідно самостійно розібрати доведення теореми Гюйгенса-Штейнера та розв'язати серію задач на визначення моментів інерції складених механічних систем (наприклад, маховика зі спицями).
- **Форма звітності:** Аналітичний рукописний або набраний у редакторі формул конспект із детальним розписом границь інтегрування. Матеріал перевіряється під час допуску до виконання наступної РГР.

Завдання 3.2. Розрахунково-графічна робота (РГР) № 4: «Дослідження руху механічної системи за допомогою теореми про зміну кінетичної енергії» (8 годин).

- **Зміст завдання:** Найскладніший, комплексний інженерно-аналітичний кейс усього курсу. Моделювання перехідних процесів (пуску або гальмування) у підйомально-транспортних машинах. Здобувачу задається багатокомпонентна кінематична схема підйомальної установки (двигун з маховиком, редуктор, барабан лебідки, система рухомих і нерухомих блоків, вантаж).

- **Деталізація:** Система починає рух під дією рушійного моменту двигуна, долаючи сили тяжіння, сили пружності та неконсервативні сили опору (тертя ковзання, тертя кочення в підшипниках).

Крок 1: Кінематичний аналіз. Здобувач має виразити кутові та лінійні швидкості всіх рухомих ланок через швидкість одного базового елемента (наприклад, вантажу).

Крок 2: Енергетичний стан. Розрахунок моментів інерції мас усіх тіл і складання загального алгебраїчного виразу для кінетичної енергії механічної системи (T).

Крок 3: Робота сил. Скрупульозне обчислення сум робіт ($\sum A$) усіх активних зовнішніх та внутрішніх сил системи на заданому переміщенні SS .

Крок 4: Синтез. Застосування теореми про зміну кінетичної енергії в кінцевій (інтегральній) формі: $T - T_0 = \sum A_{ex} + \sum A_{in}$. Розв'язання отриманого енергетичного балансу відносно шуканої величини (швидкості вантажу або потрібного крутного моменту).

- **Форма звітності:** Розгорнутий, високопрофесійний інженерний звіт (Feasibility Study рівня теоретичної підготовки). Оцінюється здатність здобувача безпомилково ідентифікувати всі сили, що виконують роботу, правильно визначати знаки робіт та коректно зводити енергетичний баланс. Обов'язковий захист у форматі професійної інженерної дискусії (очно або через відеозв'язок).

Завдання 3.3. Основи кінетостатики та підготовка до підсумкових контрольних заходів (4 години).

- **Зміст завдання:** Самостійне опрацювання застосування принципу д'Аламбера (методу кінетостатики).
- **Деталізація:** Розв'язання практичних задач на визначення динамічних навантажень (сил інерції), що виникають в елементах конструкцій під час їх прискореного руху (наприклад, визначення натягу тросів ліфта під час аварійного гальмування або розрахунок динамічних реакцій підшипників при обертанні незбалансованого ротора). Систематизація знань за весь навчальний семестр.
- **Форма звітності:** Успішне проходження фінального симуляційного комп'ютерного тестування (Mock Exam) у системі дистанційного навчання та успішне складання диференційованого заліку із захистом обґрунтування інженерних рішень. Оцінювання СРС здійснюється згідно з прозорим рубрикаторм (максимум 20 балів за семестр).