



ЗАТВЕРДЖУЮ

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

Сергій ГОРДІЄНКО

«26» серпня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ» (ОК8)

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 «Опір матеріалів» (ОК8) є фундаментальним нормативним (обов'язковим) компонентом циклу професійної підготовки. Курс є логічним продовженням «Теоретичної механіки» (ОК7) і формує перехід від вивчення абсолютно жорстких тіл до реальних деформівних елементів будівельних конструкцій. Дисципліна закладає інженерну базу для виконання розрахунків на міцність, жорсткість та стійкість, виступаючи сполучною ланкою між базовими науками та прикладними дисциплінами («Будівельні конструкції», «Основи розрахунку будівельних конструкцій», «Будівельна механіка»). Організація курсу передбачає глибоку інтеграцію теоретичного математичного апарату з інтенсивним лабораторно-практичним тренінгом, що дозволяє слухачам експериментально досліджувати фізико-механічні властивості реальних будівельних матеріалів.

Найменування показників	Детальна академічна та структурна характеристика дисципліни
Кількість кредитів ЄКТС	4 кредити ЄКТС (ОК8 – обов'язковий освітній компонент, що формує компетентності розрахунку конструкцій).
Загальна кількість годин	120 академічних годин (повний обсяг навчального часу на засвоєння методології розрахунків).
Рік підготовки (курс)	I курс (завершальний етап формування фундаментальної інженерної бази).
Семестр викладання	2 семестр.
Інтенсивність викладання	4 академічні години на тиждень (забезпечує систематичне занурення в предмет).
Аудиторні години (всього)	72 години (контактна робота з викладачем, що становить 60% від загального обсягу курсу).
з них: Лекції	32 години (16 лекційних пар). Науково-теоретичний базис: напружено-деформований стан, гіпотези міцності.
з них: Практичні	40 години (12 пар). Розв'язання задач, побудова епюр внутрішніх зусиль, підбір перерізів.
Самостійна робота (СРС)	48 годин. Виконання розрахунково-графічних робіт (РГР), опрацювання нормативної бази (ДСТУ).
Форма	Диференційований залік (комплексне оцінювання інженерних знань та

підсумкового контролю	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: Формування у слухачів системи знань і навичок, необхідних для інженерного аналізу напружено-деформованого стану (НДС) елементів будівельних конструкцій та механізмів, а також здатності виконувати розрахунки на міцність, жорсткість і стійкість із забезпеченням максимальної надійності та економічності.

Спеціальна мета: Надання слухачам надійного інструментарію для раціонального підбору будівельних матеріалів та геометричних параметрів перерізів з урахуванням реальних умов експлуатації будівель і споруд.

Основні завдання:

- Когнітивний домен: Засвоєння методів визначення внутрішніх зусиль (метод перерізів) та правил побудови епюр N, Q, M, T.
- Праксеологічний домен: Оволодіння алгоритмами розрахунку на міцність при розтягу-стиску, зсуві, крученні та згині; підбір перерізів зі стандартного металопрокату.
- Експериментально-дослідницький домен: Формування навичок роботи з випробувальним лабораторним обладнанням для визначення границі плинності, міцності та модулів пружності матеріалів.
- Домен безпеки: Оцінка надійності конструкцій, запобігання аваріям через втрату стійкості стиснутих стрижнів та втомне руйнування.

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 «Опір матеріалів» (ОК8) є засадничим нормативним документом, розробленим із суворим дотриманням чинного законодавства України, усіх оновлених нормативних актів, що стосуються фахової передвищої освіти, галузевих будівельних норм та сучасних європейських стандартів інженерної освіти. Програма концептуально та структурно базується на таких фундаментальних документах:

- Закони України «Про освіту» та «Про фахову передвищу освіту», які визначають правові, організаційні та фінансові засади функціонування системи фахової передвищої та професійної освіти.
- Стандарт фахової передвищої освіти зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр».
- Освітньо-професійна програма (ОПП) «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» підготовки фахівців освітньо-професійного ступеня «Фаховий молодший бакалавр» для спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» (в редакції 2026 року).
- Національна рамка кваліфікацій (НРК) України (5 рівень, що відповідає короткому циклу вищої освіти — FQ-EHEA та рівню EQF-LLL).
- Державні будівельні норми (ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів) та стандарти на металопрокат.

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 математичним та фізичним фундаментом, отриманим у першому семестрі, оскільки «Опір матеріалів» вимагає вільного оперування диференціальним та інтегральним численням, векторами, а також методами класичної механіки.
- **Категорія слухачів (Цільова аудиторія):** Здобувачі фахової передвищої освіти (першого курсу, 2 семестр), а також дорослі особи, які проходять процедуру перекваліфікації або здобувають другу освіту. Освітній процес організовано з урахуванням необхідності роботи з ветеранами, членами їхніх сімей та людьми, які постраждали від війни. Програма передбачає гнучкі графіки самостійної роботи, адаптацію практичних завдань і застосування принципів педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), для створення безбар'єрного та психологічно безпечного середовища для кожного слухача.
- **Спеціальні (особистісні) вимоги:** Високий рівень академічної доброчесності, здатність до абстрактного інженерного мислення, схильність до детермінованого логічного аналізу, акуратність у виконанні розрахунково-графічних робіт та дотриманні правил техніки безпеки під час роботи з лабораторним випробувальним обладнанням.

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

Згідно зі структурно-логічною схемою ОПП «Будівництво та експлуатація будівель і споруд», дисципліна ОК8 вивчається у 2-му семестрі і є ключовим елементом, що пов'язує фундаментальну підготовку з прикладними інженерними науками.

- **Пререквізити (Попередні дисципліни):** Успішне вивчення опору матеріалів неможливе без бездоганного засвоєння методології визначення опорних реакцій, центрів ваги та моментів інерції, що формуються дисципліною «Теоретична механіка» (ОК7). Також критично важливим є математичний апарат з «Вищої математики» (ОК4) та розуміння природи сил з «Фізики» (ОК10).
- **Постреквізити (Наступні дисципліни):** Засвоєні алгоритми розрахунку на міцність, стійкість та жорсткість, а також навички побудови епюр внутрішніх зусиль є абсолютною базою для подальшого вивчення ключових інженерних дисциплін: «Будівельні конструкції» (ОК22), «Основи розрахунку будівельних конструкцій» (ОК25), «Будівельна механіка» (ОК28) та фахових вибірових компонентів.

Освітній процес з дисципліни концептуально поділяється на три магістральні змістові етапи (модулі):

- **Етап 1 (Змістовий модуль 1):** Основи теорії напружено-деформованого стану. Розтяг, стиск та зсув. Охоплює методологію методу перерізів, вивчення закону Гука та проведення лабораторних випробувань реальних зразків матеріалів (сталі, чавуну, деревини) на розривних машинах для отримання діаграм деформування.
- **Етап 2 (Змістовий модуль 2):** Зсув, кручення та плоский згин. Сфокусований на інженерному аналізі балок і валів. Досліджуються диференціальні залежності між навантаженням, поперечною силою та згинальним моментом. Передбачає масивний практичний блок з підбору стандартних перерізів металопрокату.
- **Етап 3 (Змістовий модуль 3):** Складний опір, стійкість та динамічна міцність. Присвячений синтезу попередніх розділів для розрахунку конструкцій в умовах косого згину та позацентрового стиску. Окрема увага приділяється перевірці

стиснутих стрижнів (колон) на стійкість за формулою Ейлера та розрахункам на втому.

3.4. Кваліфікаційні вимоги до слухачів, які пройшли підготовку з дисципліни (Компетентнісний профіль)

Після успішного засвоєння повного курсу та складання диференційованого заліку, слухач трансформується у фахівця з чітко вираженим інженерно-аналітичним світоглядом, демонструючи сформованість наступних складових:

Слухач повинен ЗНАТИ (Когнітивний та епістемологічний домен):

- Фундаментальні поняття опору матеріалів: напруження (нормальні та дотичні), переміщення, деформації (пружні та пластичні).
- Сутність методу перерізів для визначення внутрішніх силових факторів.
- Фізичний зміст закону Гука та механічних характеристик матеріалів (модуль пружності, границя пропорційності, границя плинності, границя міцності).
- Класичні гіпотези міцності для оцінки напружено-деформованого стану в небезпечних точках.
- Диференціальні залежності Журавського при згині балок та правила побудови епюр поперечних сил і згинальних моментів.
- Явище втрати стійкості гнучких стиснутих стрижнів та межі застосовності формули Ейлера.

Слухач повинен ВМІТИ (Праксеологічний домен та навички моделювання):

- Аналізувати схему навантаження будівельної конструкції та коректно застосовувати метод перерізів для знаходження внутрішніх зусиль (N, Q, M, T).
- Будувати епюри поздовжніх і поперечних сил, крутних та згинальних моментів для статично визначуваних стрижневих систем.
- Виконувати практичні інженерні розрахунки на міцність і жорсткість (проектний та перевірочний розрахунки) при розтягу-стиску, зсуві, крученні та згині.
- Раціонально підбирати розміри і форму поперечних перерізів згідно з ДСТУ на сортамент металопрокату, забезпечуючи оптимальне співвідношення надійності та економії матеріалу.
- Проводити базові експериментальні дослідження властивостей матеріалів на випробувальних стендах і пресах, грамотно інтерпретувати отримані результати вимірювань.
- Виконувати розрахунок стиснутих колон на стійкість із застосуванням коефіцієнтів поздовжнього згину.

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

- Інженерно-математичним апаратом для самостійної підготовки та оформлення типових складових технічної та проектно-технологічної документації.
- Культурою технічної безпеки: здатністю критично оцінювати розрахункові ризики, правильно призначати коефіцієнти запасу міцності для запобігання аваріям та руйнуванням на об'єктах будівництва.
- Професійною етикою та відповідальністю за прийняті конструктивні рішення, усвідомлюючи, що коректність розрахунку на міцність безпосередньо впливає на життя та здоров'я людей під час експлуатації будівель і споруд.

4. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Методологічне обґрунтування компетентнісного підходу: Вивчення нормативної (обов'язкової) навчальної дисципліни «Опір матеріалів» (освітній компонент ОК8) фундаментально спирається на сучасну парадигму компетентнісно-орієнтованої освіти, регламентовану 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 чинником у формуванні професійної спроможності майбутнього фахівця. Специфіка курсу полягає в інтеграції математичних моделей з реальними фізичними властивостями будівельних матеріалів. Успішне засвоєння цього компонента є безальтернативною передумовою для здатності гарантувати надійність, довговічність та безпечну експлуатацію будівельних конструкцій, що є особливо важливим при проєктуванні об'єктів цивільної інфраструктури, зокрема з урахуванням потреб створення безбар'єрного простору та відновлення інфраструктури для ветеранів, членів їхніх сімей та людей, які постраждали від війни.

4.1. Загальні та спеціальні компетентності (ЗК та СК) Згідно з Матрицею відповідності компетентностей випускника компонентам освітньо-професійної програми, вивчення дисципліни ОК8 «Опір матеріалів» забезпечує формування 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, після всебічного теоретичного та практичного засвоєння курсу ОК8 «Опір матеріалів», слухач досягає наступних результатів:

■ **РН3.** Здійснювати організацію робіт та нагляд (управління) в контекстах професійної діяльності, у тому числі в умовах непередбачуваних змін.

■ **РН6.** Здійснювати пошук інформації, необхідної для знаходження творчих рішень або відповідей на чітко визначені конкретні та абстрактні проблеми, у тому числі за допомогою сучасних інформаційних технологій, ідентифікувати, аналізувати та оцінювати отримані дані.

■ **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 фізико-математичних, 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 ОК8 «Опір матеріалів» у 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, лабораторної та самостійної роботи слухачів.

Програмні результати навчання (РН / ПРН)	ЗК3	ЗК4	СК4	СК15*
РН3. Здійснювати організацію робіт та нагляд (управління) в контекстах професійної діяльності, у тому числі в умовах непередбачуваних змін.	+			
РН6. Здійснювати пошук інформації, необхідної для знаходження творчих рішень або відповідей на чітко визначені конкретні та абстрактні проблеми, у тому числі за допомогою сучасних інформаційних технологій, ідентифікувати, аналізувати та оцінювати отримані дані.		+		
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 фізико-математичних, природничих, технічних та гуманітарних наук для комплексного розв'язання типових спеціалізованих задач та вирішувати практичні проблеми в галузі будівництва та цивільної інженерії.	+	+		+

Примітка: Знак «+» означає, що відповідна компетентність цілеспрямовано і повноцінно формується за рахунок освітнього компонента ОК8 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 нормативної обов'язкової дисципліни «Опір матеріалів» (ОК8) 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, розрахункових практичних занять та експериментального лабораторного тренінгу) і самостійної дослідницької роботи здобувачів.

Згідно зі структурно-логічною схемою освітньо-професійної програми «Будівництво та експлуатація будівель і споруд», програма вивчення дисципліни охоплює 2 семестр першого курсу навчання. Загальний обсяг дисципліни становить 4 кредити ЄКТС. Інтенсивність викладання становить 4 академічні години на тиждень, що створює оптимальні умови для безперервного когнітивного процесу. Вагомою особливістю плану є значна частка практично-лабораторного блоку (40 годин аудиторного часу), оскільки формування спеціальної компетентності розрахунку конструкцій та підбору будівельних матеріалів (РН

10, РН 11, РН 12) вимагає не лише складання рівнянь, але й експериментального підтвердження руйнівних процесів на випробувальних машинах.

5.1. Зведений розрахунок навчального часу Загальний обсяг дисципліни жорстко регламентований Освітньо-професійною програмою і становить 120 академічних годин. Підсумковим контролем, що завершує вивчення курсу в 2-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 (12 пар)	24	33,30%
Самостійна робота здобувача (СРС)	48	40,00%
Форма підсумкового контролю:	-	Диференційований залік

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

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ТЕОРІЇ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ. РОЗТЯГ, СТИСК ТА ЗСУВ. (Загальний обсяг модуля: 38 годин. Лекції — 10 год; Практичні — 12 год; СРС — 16 год)

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
1.1	Лекція 1 (2 год). Вступ до опору матеріалів. Гіпотези та допущення. Метод перерізів. Поняття про напруження (нормальні та дотичні).	2 год
1.2	Лекція 2 (2 год). Центральний розтяг і стиск. Поздовжні сили та нормальні напруження. Закон Гука, коефіцієнт Пуассона.	2 год
1.3	Лекція 3 (2 год). Механічні властивості матеріалів. Діаграма розтягу пластичних та крихких матеріалів. Границя плинності та міцності.	2 год
1.4	Лекція 4 (2 год). Розрахунки на міцність. Коефіцієнт запасу міцності. Допустимі напруження.	2 год
1.5	Лекція 5 (2 год). Зсув (зріз) і зминання. Розрахунок з'єднань будівельних конструкцій (болтових, зварних).	2 год
1.6	Практичне заняття 1 (2 год). Застосування методу перерізів. Побудова епюр поздовжніх сил (N) та нормальних напружень.	4 год
1.7	Практичне заняття 2 (2 год). Розрахунки на міцність при розтягу-стиску (проектний та перевірочний).	4 год
1.8	Практичне заняття 3 (2 год). Розрахунок статично невизначуваних стрижневих систем при розтягу-стиску (метод сил).	2 год
1.9	Практичне заняття 4 (2 год). Розрахунок на міцність болтових, заклепкових та зварних з'єднань (зріз та зминання).	2 год
	СРС 1. Виконання РГР №1 «Аналіз напружено-деформованого стану ступінчастого бруса при центральному розтягу-стиску». Опрацювання нормативної бази щодо коефіцієнтів надійності.	16 год

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КРУЧЕННЯ ТА ПЛОСКИЙ ЗГИН. (Загальний обсяг модуля: 46 годин. Лекції — 12 год; Практичні — 18 год; СРС — 16 год)

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
2.1	Лекція 6 (2 год). Кручення стрижнів круглого поперечного перерізу. Епюри крутних моментів. Дотичні напруження при крученні.	2 год
2.2	Лекція 7 (2 год). Розрахунок валів на міцність та жорсткість. Полярний момент опору.	2 год
2.3	Лекція 8 (2 год). Плоский прямий згин. Класифікація балок та навантажень. Внутрішні силові фактори: поперечна сила (Q) та згинальний момент (M).	2 год
2.4	Лекція 9 (2 год). Диференціальні залежності Журавського при згині. Правила контролю епюр Q та M.	2 год
2.5	Лекція 10 (2 год). Напруження при прямому згині. Формула Нав'є. Момент опору перерізу при згині. Раціональні форми перерізів.	2 год
2.6	Лекція 11 (2 год). Дотичні напруження при згині. Формула Журавського. Переміщення при згині (прогини та кути повороту).	2 год
2.7	Практичне заняття 5 (2 год). Побудова епюр крутних моментів та розрахунок валів на міцність.	4 год
2.8	Практичне заняття 6 (2 год). Побудова епюр поперечних сил і згинальних моментів для однопрольотних шарнірних балок.	4 год
2.9	Практичне заняття 7 (2 год). Побудова епюр Q та M для консольних та складених балок під дією розподілених навантажень.	4 год
2.10	Практичне заняття 8 (2 год). Підбір стандартних перерізів сталевих балок (двотаври, швелери) за умовою міцності. Робота з ДСТУ.	4 год
2.11	Практичне заняття 9 (2 год). Розрахунок балок на жорсткість. Визначення максимальних прогинів.	2 год
	СРС 2. Виконання РГР №2 «Проектування сталевої балки». (Визначення реакцій, побудова епюр, підбір номера двотавра за ДСТУ, перевірка за дотичними напруженнями).	16 год

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. СКЛАДНИЙ ОПІР, СТІЙКІСТЬ ТА ДИНАМІЧНА

МІЦНІСТЬ. (Загальний обсяг модуля: 36 годин. Лекції — 14 год; Практичні — 6 год; СРС — 16 год)

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
3.1	Лекція 12 (2 год). Напружений стан у точці. Головні площадки та головні напруження. Гіпотези міцності (теорії границь текучості).	2 год
3.2	Лекція 13 (2 год). Складний опір. Косий згин та його особливості. Позацентровий розтяг і стиск.	2 год
3.3	Лекція 14 (2 год). Спільна дія згину та кручення (розрахунок просторових ламаних стрижнів).	2 год
3.4	Лекція 15 (2 год). Стійкість стиснутих стрижнів. Поняття про критичну силу. Формула Ейлера. Гнучкість стрижня. Практичний метод розрахунку (за коефіцієнтом ϕ).	2 год
3.5	Лекція 16 (2 год). Динамічне навантаження на конструкції. Втома матеріалів. Поняття про ударні напруження.	2 год
3.6	Практичне заняття 10 (2 год). Розрахунок конструкцій при косому згині та позацентровому стиску. Знаходження нейтральної лінії.	4 год
3.7	Практичне заняття 11 (2 год). Розрахунок гнучких стиснутих колон на стійкість (підбір перерізу методом послідовних наближень).	4 год

3.8	Практичне заняття 12 (2 год). Модульний контроль №3. Комплексне розв'язання інженерної задачі.	2 год
	СРС 3. Виконання РГР №3 «Розрахунок стиснутої сталеві колони на стійкість». Підготовка до підсумкового Диференційованого заліку.	16 год

5.3. Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (СРС) Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (загальним обсягом 48 академічних годин) є невід'ємною практичною складовою вивчення обов'язкової дисципліни «Опір матеріалів» (ОК8). У контексті інженерної підготовки самостійна робота виконує роль каталізатора у формуванні навичок розрахунку конструкцій (РН 11).

Враховуючи інклюзивний характер освітнього середовища, наявність у групах дорослих здобувачів та ветеранів, організація СРС базується на принципах педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach). Це передбачає абсолютну гнучкість форм звітності: замість стресових публічних захистів біля дошки, здобувачам надається пріоритет у формуванні індивідуального цифрового портфоліо у системі управління навчанням (LMS Moodle або Google Classroom), асинхронній здачі розрахунково-графічних робіт (РГР) у вигляді сканованих pdf-звітів, а також проходженні тренувальних онлайн-тестів у комфортному для слухача темпі. Усі завдання для самостійної роботи жорстко прив'язані до практичних реалій (наприклад, використання державних стандартів для підбору двотаврів замість абстрактних геометричних фігур).

Напрями самостійної роботи (Зміст завдання)	Години	Форма звітності та контролю
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ТЕОРІЇ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ. РОЗТЯГ, СТИСК ТА ЗСУВ (16 годин)		
1.1. Опрацювання нормативної бази щодо коефіцієнтів надійності. Самостійне вивчення ДБН та ДСТУ щодо вибору допустимих напружень та коефіцієнтів запасу міцності для різних умов експлуатації будівельних матеріалів (сталь, бетон, деревина).		Конспект + 4 проходження тесту.
1.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №1: «Аналіз напружено-деформованого стану ступінчастого бруса при центральному розтягу-стиску». Індивідуальне завдання за варіантами. Слухач повинен: розбити брус на вантажні ділянки, застосувати метод перерізів, скласти рівняння та побудувати епюри поздовжніх сил і нормальних напружень, а також аналітично визначити абсолютне видовження (вкорочення) бруса.		Цифровий звіт у системі LMS + 8 проходження тесту.
1.3. Підготовка до модульного контролю №1. Систематизація знань з розрахунків будівельних з'єднань (болтових, заклепкових, зварних) на зріз і зминання.		Конспект + 4 проходження тесту.
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КРУЧЕННЯ ТА ПЛОСКИЙ ЗГИН (16 годин)		
2.1. Аналітичний розрахунок валів. Самостійне опрацювання розрахунку круглих валів та стрижнів на міцність і жорсткість при крученні. Визначення полярних моментів інерції та опору для порожнистих перерізів.		Конспект + 4 проходження тесту.
2.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №2: «Проектування сталеві балки». Комплексне інженерне завдання. Здобувач має визначити опорні реакції балки,		Цифровий звіт у системі LMS + 8 проходження тесту.

скласти аналітичні вирази та побудувати епюри поперечних сил і згинальних моментів. За умовою міцності при згині необхідно підібрати оптимальний номер стандартного металопрокату (двотавра чи швелера) за ДСТУ та виконати повну перевірку надійності за дотичними напруженнями (використовуючи формулу Журавського).		
2.3. Підготовка до модульного контролю №2. Повторення диференціальних залежностей між навантаженням та внутрішніми силовими факторами, а також алгоритмів визначення лінійних переміщень балки.		Конспект + 4 проходження тесту.
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. СКЛАДНИЙ ОПІР, СТІЙКІСТЬ ТА ДИНАМІЧНА МІЦНІСТЬ (16 годин)		
3.1. Теорії міцності. Самостійне вивчення та порівняльний аналіз чотирьох класичних гіпотез міцності (найбільших нормальних напружень, найбільших лінійних деформацій, найбільших дотичних напружень, енергетичної). Встановлення меж їх застосування для крихких і пластичних будівельних матеріалів.		Конспект + 4 проходження тесту.
3.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №3: «Розрахунок стиснутої сталеві колони на стійкість». Слухач отримує розрахункову схему колони із заданими умовами закріплення кінців (защемлення, шарніри). Необхідно визначити розрахункову довжину, застосувати метод послідовних наближень для підбору площі перерізу колони за допомогою таблиць коефіцієнтів поздовжнього згину та перевірити її на стійкість за формулою Ейлера.		Цифровий звіт у системі LMS + 8 проходження тесту.
3.3. Динамічна міцність та підготовка до підсумкового контролю. Самостійне опрацювання явища втоми матеріалів, границь витривалості та специфіки розрахунків на ударне навантаження. Глобальна систематизація та консолідація теоретичного і практичного матеріалу за семестр для підготовки до диференційованого заліку.		Конспект + 4 проходження тесту.
РАЗОМ ГОДИН НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ (СРС):		Оцінювання здійснюється за рубрикатором як складова поточної 48 успішності.

6. ПРОГРАМА КУРСУ

Навчальна програма нормативної обов'язкової дисципліни «Опір матеріалів» (ОК8) побудована за модульним принципом і складається з трьох фундаментальних змістових модулів, які логічно та послідовно вивчаються протягом другого навчального семестру першого курсу. Програма охоплює 16 лекцій (32 години), 12 практичних занять (40 години), забезпечуючи комплексний розвиток інженерно-аналітичного та експериментального мислення здобувачів фахової передвищої освіти за спеціальністю G19 / 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Розроблена академічна структура курсу глибоко інтегрує фундаментальні теоретичні знання з механіки деформівного твердого тіла із практичним проектуванням та лабораторними випробуваннями будівельних матеріалів. Це формує у майбутніх інженерів здатність

гарантувати міцність та надійність реальних об'єктів будівництва під дією експлуатаційних навантажень.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ТЕОРІЇ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ. РОЗТЯГ, СТИСК ТА ЗСУВ.

(22 аудиторні години: Лекції № 1–5 (10 год), Практичні заняття № 1–4 (12 год))

Цей модуль закладає термінологічний та методологічний базис опору матеріалів. Основна мета — вивчення внутрішніх силових факторів, механічних властивостей будівельних матеріалів та розв'язання базових задач на центральний розтяг-стиск і зсув.

- **Тема 1.1. Вступ. Основні поняття та метод перерізів.**

Завдання опору матеріалів у контексті цивільної інженерії. Поняття про міцність, жорсткість та стійкість конструкцій. Реальний об'єкт та його розрахункова схема (стрижень, пластина, масив). Основні гіпотези та допущення опору матеріалів (суцільність, однорідність, ізотропність, ідеальна пружність, гіпотеза плоских перерізів Бернуллі, принцип Сен-Венана). Зовнішні сили та їх класифікація. Внутрішні сили. Універсальний метод перерізів для визначення внутрішніх силових факторів (ВСФ). Поняття про напруження (повне, нормальне σ та дотичне τ).

- **Тема 1.2. Центральний розтяг і стиск. Напруження та деформації.**

Визначення деформації розтягу-стиску. Поздовжня сила (N) та правила побудови її епюри. Нормальні напруження в поперечних перерізах та їх розподіл. Поздовжні та поперечні деформації. Абсолютне та відносне видовження. Закон Гука при розтягу-стиску. Модуль поздовжньої пружності (модуль Юнга). Коефіцієнт поперечної деформації (коефіцієнт Пуассона). Температурні напруження.

- **Тема 1.3. Механічні властивості будівельних матеріалів.**

Експериментальне вивчення властивостей матеріалів. Машинна та дійсна діаграми розтягу пластичних матеріалів (низьковуглецевої сталі). Характерні точки діаграми: границя пропорційності, границя пружності, границя плинності, границя міцності (тимчасовий опір). Явище наклепу (нагартовки). Діаграми розтягу та стиску крихких матеріалів (чавун, бетон, цегла). Допустимі напруження. Нормативний та розрахунковий коефіцієнти запасу міцності. Три види розрахунків на міцність: перевірочний, проєктний, визначення вантажопідйомності.

- **Тема 1.4. Зсув (зріз) і зминання.**

Поняття про деформацію зсуву. Дотичні напруження при зсуві. Закон Гука при зсуві. Модуль зсуву. Чистий зсув. Поняття про зминання поверхонь. Розрахунок на міцність з'єднань будівельних конструкцій: болтових, заклепкових, зварних (кутовими та стиковими швами), врубок у дерев'яних конструкціях.

- **Практичний та лабораторний аспект Модуля 1:** Ідентифікація навантажень, розбиття стрижня на вантажні ділянки та побудова епюр N і σ . Розрахунок статично невизначуваних систем (розкриття статичної невизначуваності за допомогою рівнянь сумісності деформацій). На лабораторних заняттях слухачі самостійно працюють з розривними випробувальними машинами, проводять випробування сталевих зразків на розрив, фіксують утворення "шийки" та емпірично

будують діаграму розтягу. Також проводяться випробування дерев'яних і бетонних кубиків на пресі для вивчення характеру крихкого руйнування при стиску.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ЗСУВ, КРУЧЕННЯ ТА ПЛОСКИЙ ЗГИН.

(30 аудиторних годин: Лекції № 6–11 (12 год), Практичні заняття № 5–9 (18 год))

Модуль присвячений найбільш поширеним видам деформацій елементів будівельних конструкцій — згину балок перекриттів та крученню валів будівельної техніки.

- **Тема 2.1. Кручення стрижнів та валів.**

Деформація кручення. Крутний момент (T) та його епюра. Напруження в поперечному перерізі круглого суцільного та порожнистого стрижнів. Полярний момент інерції та полярний момент опору перерізу. Кут закручування (абсолютний та відносний). Умови міцності та жорсткості при крученні. Рациональне конструювання валів і стрижнів, що працюють на кручення.

- **Тема 2.2. Плоский прямий згин. Внутрішні силові фактори.**

Основні поняття: чистий, поперечний, плоский та прямий згин. Класифікація балок, типів опор (шарнірно-рухома, шарнірно-нерухома, жорстке защемлення) та видів навантажень. Внутрішні силові фактори при згині: поперечна сила (Q) та згинальний момент (M). Диференціальні залежності Журавського між інтенсивністю розподіленого навантаження, поперечною силою та згинальним моментом. Правила побудови та контролю епюр Q і M .

- **Тема 2.3. Напруження при прямому згині.**

Нормальні напруження при чистому згині. Формула Нав'є. Нейтральна лінія та нейтральний шар. Осьовий момент інерції та осьовий момент опору перерізу. Умова міцності балки за нормальними напруженнями. Рациональні форми поперечних перерізів балок із пластичних та крихких матеріалів. Дотичні напруження при поперечному згині. Формула Журавського. Розподіл дотичних напружень у прямокутному, круглому та двотавровому перерізах.

- **Тема 2.4. Переміщення при згині (Розрахунок на жорсткість).**

Деформований стан балки: прогин (вертикальне переміщення) та кут повороту перерізу. Наближене диференціальне рівняння пружної лінії балки. Метод безпосереднього інтегрування (метод Клебша) для визначення переміщень. Метод початкових параметрів. Умова жорсткості балки.

- **Практичний та лабораторний аспект Модуля 2:** Масивний блок практичних занять присвячений побудові епюр поперечних сил і згинальних моментів для однопрольотних балок та консолей під дією складних навантажень. Слухачі виконують проектування перерізів, працюючи з актуальними таблицями сортamentу металопрокату (ДСТУ на двотаври, швелери). Лабораторний практикум включає роботу з торсіонними машинами (випробування на кручення), а також установками для дослідження прямого згину балки, де за допомогою тензометрів та прогиномірів (індикаторів годинникового типу) експериментально підтверджується закон Гука та валідуються теоретично розраховані значення прогинів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. СКЛАДНИЙ ОПІР, СТІЙКІСТЬ ТА ДИНАМІЧНА МІЦНІСТЬ.

(20 аудиторних годин: Лекції № 12–16 (10 год), Практичні заняття № 10–12 (10 год))

Модуль інтегрує знання з попередніх розділів для дослідження випадків одночасної дії кількох силових факторів (складний опір), а також вивчає критично важливе для будівництва явище втрати стійкості гнучких елементів.

- **Тема 3.1. Напружений стан у точці та гіпотези міцності.**

Поняття про напружений стан. Головні площадки та головні напруження. Види напруженого стану (лінійний, плоский, об'ємний). Закон Гука для узагальненого напруженого стану. Поняття про еквівалентне напруження. Класичні теорії (гіпотези) міцності: перша (теорія найбільших нормальних напружень), друга (теорія найбільших лінійних деформацій), третя (теорія найбільших дотичних напружень), четверта (енергетична теорія Губера-Мізеса). Межі їх застосування для різних будівельних матеріалів.

- **Тема 3.2. Складний опір конструкцій.**

Косий згин: розкладання навантаження на головні осі інерції, визначення напружень, положення нейтральної лінії. Позацентровий розтяг і стиск: зведення сили до центру ваги, визначення сумарних нормальних напружень. Ядро перерізу та його практичне значення для матеріалів, що погано чинять опір розтягу (цегляна кладка, бетон). Спільна дія згину та кручення. Еквівалентний момент за третьою та четвертою гіпотезами міцності.

- **Тема 3.3. Стійкість стиснутих стрижнів (колон).**

Поняття про стійкість та втрату стійкості рівноваги. Критична сила та критичне напруження. Формула Ейлера для визначення критичної сили ідеального прямолінійного стрижня. Вплив способів закріплення кінців стрижня на величину критичної сили (коефіцієнт зведеної довжини). Гнучкість стрижня. Межі застосовності формули Ейлера. Формула Ясинського. Практичний метод розрахунку стиснутих стрижнів на стійкість за допомогою коефіцієнта поздовжнього згину.

- **Тема 3.4. Динамічне навантаження та втома матеріалів.**

Поняття про динамічні навантаження в будівництві. Розрахунок на міцність при силах інерції (метод кінетостатики). Напруження при прямому ударі. Поняття про втому матеріалів під дією циклічних (змінних) напружень. Границя витривалості. Фактори, що впливають на втомну міцність (концентрація напружень, масштабний фактор, стан поверхні).

- **Практичний та лабораторний аспект Модуля 3:** Розрахунки стиснутих сталевих або дерев'яних колон (стійок) на стійкість методом послідовних наближень. Заняття передбачають модельні випробування гнучких стрижнів на втрату стійкості (перевірка формули Ейлера для різних умов закріплення кінців), а також випробування зразків на ударну в'язкість за допомогою маятникового копра (для аналізу динамічної міцності та впливу концентраторів напружень).

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Висока якість фахової підготовки здобувачів освіти зі спеціальності G19 (192) «Будівництво та цивільна інженерія» за фундаментальною нормативною дисципліною ОК8 «Опір матеріалів» 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 математичного моделювання з реальними фізичними експериментами.

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, лабораторної 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 техніки безпеки при роботі з випробувальним обладнанням, алгоритми академічної підтримки та умови асинхронного відпрацювання матеріалу для здобувачів.
- **Опорні конспекти лекцій (Теоретичний базис):** Структуровані академічні тексти з глибокою візуалізацією (епюри внутрішніх силових факторів, діаграми деформування матеріалів, схеми напруженого стану). Конспекти фокусуються на роз'ясненні фізичного змісту формул та диференціальних залежностей.
- **Методичні вказівки до виконання практичних робіт:** Деталізовані покрокові алгоритми (Guidelines) для застосування методу перерізів, побудови епюр поперечних сил і згинальних моментів, використання формул Нав'є та Журавського, а також розрахунку гнучких стрижнів на стійкість.
- **Методичні рекомендації до лабораторного практикуму:** Посібники, що містять інструкції з експлуатації розривних машин і пресів, бланки протоколів випробувань, алгоритми обробки експериментальних даних та побудови дійсних діаграм розтягу/стиску.
- **Методичні рекомендації щодо організації самостійної роботи (СРС):** Структуровані інструкції та банки багатоваріантних індивідуальних завдань для виконання трьох комплексних розрахунково-графічних робіт (РГР).
- **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 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:

- Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів: Підручник. – Київ: Вища школа. (Фундаментальний підручник, що містить вичерпний теоретичний матеріал з базових та складних розділів дисципліни).

- Баженов В.А., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Опір матеріалів та основи теорії пружності: Підручник. – Київ: Каравела. (Сучасне видання з акцентом на будівельні конструкції).
- Шваб'юк В.І. Опір матеріалів: Навчальний посібник. – Київ: Знання.

Допоміжна література та збірники задач:

- Збірник задач з опору матеріалів / За ред. В.К. Качуріна. (Класичний збірник, що містить сотні задач різного рівня складності на розтяг, згин, кручення та стійкість).
- Миролюбов І.М. та ін. Посібник до розв'язання задач з опору матеріалів. (Оптимальний інструмент для підготовки до практичних занять та виконання РГР).

Нормативно-технічна документація (Стандарти):

- Актуальні ДСТУ, ГОСТ та європейські EN стандарти на сортамент гарячекатаного металопрокату (двотаври, швелери, рівнополічні та нерівнополічні кутники) — документація є обов'язковою для виконання розрахунково-графічних робіт із підбору перерізів балок і колон.
- ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. (Використовується для визначення розрахункових навантажень та розуміння принципів призначення коефіцієнтів запасу міцності).
- ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.

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

Враховуючи необхідність візуалізації внутрішніх напружень та деформацій, 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 та доступ до всіх нормативних матеріалів (ДСТУ).
- **Інтерактивне візуальне моделювання (Deformation Animations):** Застосування спеціалізованих мультимедійних аплетів для демонстрації процесів втрати стійкості (випинання) стрижнів, розподілу дотичних напружень у перерізах при крученні, а також динаміки утворення пластичного шарніра.
- **Системи комп'ютерної алгебри та інженерного розрахунку (CAE Tools):** Ознайомче використання (в межах CPC) розрахункових комплексів (Lira-SAPR, SCAD Office, MathCAD) для автоматизації побудови епюр і верифікації ручних аналітичних розрахунків, виконаних у розрахунково-графічних роботах.

7.4. Матеріально-технічне забезпечення лабораторної та практичної роботи

Дисципліна «Опір матеріалів» є глибоко експериментальною. Для повноцінної реалізації праксеологічного підходу та валідації теоретичних формул освітній процес супроводжується застосуванням промислового та навчального лабораторного обладнання:

- **Універсальні розривні випробувальні машини:** Застосовуються для проведення натурних експериментів із визначення границі плинності, границі міцності та модуля пружності зразків із пластичних металів.
- **Гідравлічні преси:** Використовуються для випробування на стиск зразків із крихких матеріалів (бетону, цегли, чавуну) та деревини вздовж/впоперек волокон.

- **Машини для випробування на кручення (Торсіонні машини):** Обладнання для дослідження зсувних деформацій, визначення модуля зсуву та вивчення характеру руйнування валів.
- **Маятникові копри:** Установки для визначення ударної в'язкості матеріалів та дослідження впливу концентраторів напружень при динамічному навантаженні.
- **Тензометричне обладнання та прогиноміри:** Механічні (індикатори годинникового типу) та електричні прилади (тензорезистори) для надточного вимірювання мікродеформацій при експериментальному підтвердженні закону Гука та вимірюванні прогинів балок.
- **Мультимедійне обладнання аудиторій:** Наявність інтерактивних панелей або проекторів є обов'язковою для візуального конструювання епюр внутрішніх силових факторів та розбору алгоритмів проектування.

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

Методологічне обґрунтування кадрової політики: Фундаментальна нормативна дисципліна «Опір матеріалів» (ОК8) є критично важливою для формування професійного світогляду майбутнього інженера-будівельника, оскільки саме вона закладає базу для безпечного проектування об'єктів будівництва. Зважаючи на безпосередній зв'язок між правильністю розрахунків на міцність та безпекою життя людей, якість викладання дисципліни гарантується жорсткими критеріями добору педагогічних працівників.

Кадрове забезпечення освітнього процесу зі спеціальності G19 (192) «Будівництво та цивільна інженерія» у ДПТНЗ «Дніпровський центр професійно-технічної освіти» повністю відповідає вимогам Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності на рівні фахової передвищої освіти та європейським стандартам внутрішнього забезпечення якості (ESG). До викладання курсу залучаються фахівці, які відповідають наступним кваліфікаційним, професійним та психолого-педагогічним вимогам:

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

- **Базова академічна освіта:** Викладання дисципліни здійснюється фахівцями, 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», «Галузеве машинобудування», «Прикладна механіка» або «Фізико-математичні науки» за умови наявності підтвердженого інженерного досвіду в будівельній галузі.
- **Кваліфікаційна категорія:** До проведення лекційних, практичних та лабораторних занять допускаються викладачі, яким за результатами атестації присвоєно кваліфікаційну категорію не нижче ніж «спеціаліст першої категорії». Заохочується залучення викладачів категорії «спеціаліст вищої категорії», викладачів-методистів або осіб з науковим ступенем. Апробація та розгляд навчально-методичних матеріалів здійснюється відповідною методичною комісією закладу.

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

- **Інженерна експертиза:** Викладачі повинні мати практичний або проєктно-аналітичний досвід роботи з розрахунками на міцність, жорсткість та стійкість реальних будівельних конструкцій чи машинобудівних механізмів. Критично важливою є здатність викладача пов'язувати абстрактні диференціальні залежності з реальною поведінкою металопродукту, бетону чи деревини під навантаженням.
- **Володіння нормативною базою:** Глибоке знання чинних державних будівельних норм (ДБН В.1.2-2:2006, ДБН В.1.2-14:2009) та ДСТУ на сортамент матеріалів, що

регламентують принципи призначення коефіцієнтів запасу міцності та надійності будівельних об'єктів.

- **Досвід експериментальної роботи:** Викладач повинен досконало володіти навичками експлуатації випробувального лабораторного обладнання (розривних машин, гідравлічних пресів, маятникових копрів, тензометрів) та неухильно дотримуватися правил техніки безпеки під час проведення лабораторних робіт.

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

- **Володіння інформаційними системами (CAE/CAD):** Хоча базові розрахунки в опорі матеріалів виконуються аналітично, викладач повинен володіти навичками роботи у спеціалізованих обчислювальних комплексах (Lira-SAPR, SCAD Office, MathCAD) для демонстрації слухачам сучасних інструментів автоматизованого проектування та верифікації ручних розрахунків.
- **Адміністрування електронного навчання (E-learning):** Бездоганне володіння системами управління навчанням (LMS Moodle, Google Classroom) для організації безперебійного змішаного (blended learning) та асинхронного навчання, що забезпечує гнучкість освітнього процесу.
- **Візуально-орієнтована дидактика:** Здатність створювати динамічні мультимедійні матеріали, що наочно демонструють процеси деформування, розподіл напружень у перерізах та механізми втрати стійкості, полегшуючи сприйняття складного математичного апарату.

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

Враховуючи соціально-демографічний профіль слухачів, який включає ветеранів, військовослужбовців, учасників бойових дій та дорослих осіб, що проходять перекваліфікацію або постраждали від наслідків війни, до педагогічного персоналу висуваються посилені вимоги щодо емоційного інтелекту та етичної взаємодії:

- **Принципи Андрагогіки:** Викладач будує освітній процес на засадах партнерської взаємодії, відмовляючись від директивної педагогіки. Життєвий та практичний досвід дорослих слухачів інтегрується у процес обговорення інженерних задач, підсилюючи їх практичну значущість. Термінологічно по відношенню до тих, хто навчається, застосовується статус «слухач».
- **Педагогіка, обізнана з травмою (Trauma-Informed Care):** Дисципліна «Опір матеріалів» безпосередньо вивчає процеси руйнування конструкцій, удари, втому матеріалів та аварійні стани. Викладач зобов'язаний подавати цей контент виключно у сухому, інженерно-аналітичному ключі. Категорично забороняється використання надміру натуралістичних відеоматеріалів або емоційна драматизація реальних катастроф чи руйнувань, які можуть стати психологічними тригерами для слухачів, що мають травматичний досвід. Акцент має завжди зміщуватися на концепцію безпеки, розрахунок коефіцієнтів запасу та запобігання руйнуванням.
- **Модерація безпечного середовища:** Викладач створює атмосферу абсолютної психологічної безпеки, що передбачає гнучке управління дедлайнами для вразливих категорій слухачів, надання можливості асинхронних форм звітності та формування культури, де помилка в навчальному розрахунку сприймається як природний етап набуття професійних компетентностей.

9. ФОРМИ ДОКУМЕНТІВ

Методологічне обґрунтування організації документообігу: Організація, системний контроль, облік та безперервний моніторинг якості освітнього процесу з фундаментальної

нормативної дисципліни «Опір матеріалів» (ОК8) супроводжуються розгалуженою, строго регламентованою системою навчально-методичної та академічної звітної документації. Відповідно до вимог 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 об'єктивну валідацію сформованості інженерних компетентностей слухачів.

Перелік обов'язкових та рекомендованих форм документів для супроводу курсу «Опір матеріалів» розроблено з урахуванням специфіки експериментально-розрахункового спрямування дисципліни та включає наступні позиції:

- **1. Силабус навчальної дисципліни (Syllabus)**

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

- Детальний опис цілей, завдань та очікуваних програмних результатів навчання (зокрема РН 3, РН 6, РН 11, РН 20*), сформульованих через компетентнісний підхід.
- Структурований тематичний план лекційних, практичних та лабораторних занять із зазначенням конкретних тем для самостійної роботи.
- Жорсткий графік (дедлайни) видачі та здачі трьох розрахунково-графічних робіт (РГР) та протоколів лабораторних випробувань.
- Політику курсу: правила техніки безпеки під час роботи з розривними машинами та пресами, умови асинхронного відпрацювання матеріалу, правила інклюзивної комунікації.
- Політику академічної доброчесності: регламентацію щодо недопущення списування розрахункових схем, заборону несанкціонованого генерування висновків до лабораторних робіт без реального опрацювання експериментальних даних.
- 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 слухачів. Журнал забезпечує суворий облік:

- Відвідуваності аудиторних занять (32 години лекцій, 40 години практичних).
- Поточних балів за роботу на заняттях (оцінюється здатність слухача застосовувати метод перерізів, будувати епюри, проводити випробування зразків матеріалів).
- Результатів виконання завдань модульного контролю після завершення кожного з трьох змістових модулів.

Електронний формат журналу (в системі LMS) гарантує прозорий доступ слухачів до своїх поточних академічних результатів.

- **3. Індивідуальний навчальний план слухача (Individual Study Plan)**

Офіційний документ, що розробляється для осіб, які навчаються за гнучким графіком. Цей документ є критично важливим інструментом інклюзії та педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), зокрема для ветеранів, військовослужбовців та осіб, які проходять медичну чи психологічну реабілітацію. Він містить:

- Адаптований та узгоджений індивідуальний графік здачі розрахунково-графічних робіт та протоколів лабораторних випробувань.
 - Визначені форми асинхронної звітності (наприклад, дозвіл на подання деталізованих письмових звітів із розв'язанням задач на міцність у вигляді сканованих копій через платформу дистанційного навчання замість обов'язкового очного захисту, що сприяє зниженню стресового навантаження).
- **4. Портфоліо самостійних робіт**

Звітна навчальна документація слухача, що акумулює результати його практичної, експериментальної та аналітичної роботи протягом 2-го семестру. Портфоліо підлягає ретельній перевірці викладачем і включає:

- Три оформлені за стандартами розрахунково-графічні роботи (РГР) з підбору перерізів балок, аналізу напружено-деформованого стану та розрахунку стійок на стійкість.
- **5. Відомість обліку поточної та підсумкової успішності (Залікова відомість)**

Документ суворой фінансово-академічної звітності, який підтверджує факт проходження слухачем курсу опору матеріалів та офіційно засвідчує рівень його успішності. Відомість містить:

- Сумарну кількість балів, набраних за поточну навчальну діяльність (робота на лабораторних і практичних заняттях, успішний захист портфоліо РГР та протоколів, результати 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 та буквену шкалу ЄКТС.

- **10. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ НАРАХУВАННЯ БАЛІВ**
- **Методологічне обґрунтування системи оцінювання:** Оцінювання навчальних досягнень слухачів із нормативної обов'язкової дисципліни «Опір матеріалів» (ОК8) 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 опору матеріалів як точної інженерної науки вимагає абсолютної об'єктивності контролю: правильність інженерного розв'язку (наприклад, підбраного перерізу балки) 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 дорослим особам на етапі перекваліфікації, ветеранам та тим, хто проходить етапи реабілітації. Для таких категорій передбачено гнучкі терміни та альтернативні (асинхронні) форми звітності.
- Підсумкова оцінка за семестр формується як сума балів, накопичених здобувачем за поточну роботу на 12 практичних заняттях (максимум 24 бали), виконання завдань самостійної роботи (максимум 22 балів), результати модульного тестування (максимум

54 балів). Згодом 100-бальна оцінка конвертується у національну шкалу та шкалу ЄКТС.

- **10.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності**

10.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Форма контролю	Період / Види навчальної аналітичної роботи	Макс. бал
Поточний та модульний контроль	Змістові модулі 1, 2 та 3 (Протягом 2-го семестру)	46
	Робота на практичних заняттях (12 занять): Оцінюється здатність застосовувати метод перерізів, будувати епюри, розв'язувати задачі на міцність. Нараховується до 2 бала за кожне успішно відпрацьоване заняття.	24
	Самостійна робота слухача (СРС): Виконання, захист та проходження тестів.	22
	Модульний контроль (Тестування та інженерні кейси): Проведення трьох контрольних зрізів знань. Модулі оцінюються по 18 балів кожен.	54
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 лабораторних та практичних заняттях

Оцінюванню підлягає правильність алгоритмізації задачі, точність математичних обчислень, коректність побудови епюр внутрішніх силових факторів та дотримання правил техніки безпеки при роботі з обладнанням.

Кількість балів (Практ.)	Дескриптор (критерії досягнення інженерних результатів)
1 бал / 2 бали	Слухач демонструє відмінні аналітичні та експериментальні навички. Самостійно та безпомилково розбиває конструкцію на ділянки, правильно складає рівняння рівноваги

	відрізаної частини, буде точні епюри з дотриманням масштабу та диференціальних залежностей. Протокол лабораторної роботи містить дійсні діаграми деформування та вичерпні висновки.
0.5 бала / 1 бал	Завдання виконано в цілому правильно. Побудовано коректну розрахункову схему, проте наявні арифметичні неточності в обчисленні величини згинальних моментів чи площ перерізів. Лабораторний протокол має недоліки в оформленні або потребує додаткових пояснень фізичної суті явища (наприклад, визначення границі плинності).
0 балів	Абсолютне нерозуміння фізичної суті задачі. Неправильно ідентифіковано небезпечний переріз, порушено диференціальні залежності

	Журавського при побудові епюр. Порушення правил безпеки в лабораторії або відсутність протоколу. Відмова від виконання завдання без поважної причини.
Trauma-Informed підхід	Якщо публічний захист роботи або відповідь біля дошки викликає психологічний дискомфорт, відмова від публічного виступу не карається. Викладач забезпечує можливість перевірки розв'язку задачі індивідуально в зошиті на робочому місці слухача або перевіряє завантажений скан-копію протоколу через електронну систему (LMS).

10.2.2. Оцінювання самостійної роботи слухача (Захист СРС) Оцінюється здатність до автономного інженерного розрахунку, дотримання державних стандартів оформлення технічної документації (ДСТУ на металопрокат) та математична правильність проектування.

Бали за 1 СРС (макс. 2)	Рівень	Дескриптор (критерії досягнення результатів)
2 балів	Відмінно	100% правильних тестів.
1-1.5 бали	Добре	80-60% правильних тестів.
0.5 бали	Задовільно	Робота містить серйозні помилки.
0 балів	Незадовільно	Робота не виконана, не відповідає виданому варіанту або містить ознаки академічного плагіату (скопійовані розрахункові схеми іншого варіанту).

10.2.3. Оцінювання модульного контролю Спрямоване на формативне оцінювання теоретичних знань (гіпотези міцності, закон Гука, диференціальні залежності) та базових розрахункових навичок.

Кількість балів	Відсоток правильності	Критерії досягнення
18-16 балів	90% - 100%	Бездоганне знання теоретичного матеріалу. Швидке та точне розв'язання комплексних тестових інженерних задач (наприклад, визначення напружень за формулою Нав'є, обчислення критичної сили за формулою Ейлера).
15-10 балів	75% - 89%	Добре розуміння матеріалу. Допущені одиничні помилки у найбільш складних питаннях (наприклад, щодо напрямку головних площадок або розрахунку складених перерізів).
9-5 балів	60% - 74%	Базовий (пороговий) рівень. Знання фрагментарні, проте достатні для ідентифікації правильних математичних моделей розтягу чи згину.
0-4 бали	Менше 60%	Матеріал модуля не засвоєно. Слухач плутає нормальні та дотичні напруження, не здатен застосувати метод перерізів. Потребує обов'язкового перескладання з метою недопущення прогалин перед вивченням наступних спецдисциплін.

10.2. РУБРИКАТОР (МАТРИЦЯ) ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЛУХАЧІВ

Рубрикатор є стандартизованим інструментом, що регламентує релевантність, надійність та прозорість оцінювання, повністю виключаючи суб'єктивний фактор. Оцінюванню підлягає правильність алгоритмізації задачі, точність математичних обчислень, коректність побудови епюр внутрішніх силових факторів та дотримання правил техніки безпеки при роботі з випробувальним обладнанням.

10.2.1. Оцінювання роботи на лабораторних та практичних заняттях Максимальна кількість балів за семестр: 24 (12 практичних занять по 2 балу).

Кількість балів	Дескриптор (критерії досягнення інженерних результатів)
Максимальний бал (1 / 2)	Слухач демонструє відмінні аналітичні та експериментальні навички. Самостійно розбиває конструкцію на ділянки, правильно складає рівняння рівноваги, будує точні епюри з дотриманням диференціальних залежностей. Протокол лабораторної роботи містить дійсні діаграми деформування та вичерпні висновки.
Половинний бал (0.5 / 1)	Завдання виконано в цілому правильно. Побудовано коректну розрахункову схему, проте наявні арифметичні неточності в обчисленні величини згинальних моментів. Лабораторний протокол має недоліки в оформленні або потребує додаткових пояснень фізичної суті явища (наприклад, визначення границі плинності).
0 балів	Абсолютне нерозуміння фізичної суті задачі. Порушено диференціальні залежності Журавського при побудові епюр. Порушення правил безпеки в лабораторії або відсутність протоколу. Відмова від виконання завдання без поважної причини.
Trauma-Informed підхід (Особлива)	Якщо публічний захист роботи або відповідь біля дошки викликає психологічний дискомфорт, відмова від публічного виступу не

умова)	карається зниженням балів. Викладач забезпечує можливість перевірки розв'язку індивідуально в зошиті на робочому місці слухача або перевіряє завантажену скан-копію протоколу через електронну систему (LMS).
--------	---

10.2.2. Оцінювання самостійної роботи слухача (Захист СРС) Максимальна кількість балів за семестр: 22 (9 СРС по 2 балів). Оцінюється здатність до автономного інженерного розрахунку та дотримання державних стандартів оформлення технічної документації.

Кількість балів	Відсоток правильності	Критерії досягнення
22-16 балів	90% - 100%	Бездоганне знання теоретичного матеріалу. Швидке та точне розв'язання комплексних тестових інженерних задач (наприклад, визначення напружень за формулою Нав'є, обчислення критичної сили за формулою Ейлера).
15-10 балів	75% - 89%	Добре розуміння матеріалу. Допущені одиничні помилки у найбільш складних питаннях (наприклад, щодо напрямку головних площадок або розрахунку складених перерізів).
9-5 балів	60% - 74%	Базовий (пороговий) рівень. Знання фрагментарні, проте достатні для ідентифікації правильних математичних моделей розтягу чи згину.
0-4 бали	Менше 60%	Матеріал модуля не засвоєно. Слухач плутає нормальні та дотичні напруження, не здатен застосувати метод перерізів. Потребує обов'язкового перескладання з метою недопущення прогалин перед вивченням наступних спецдисциплін.

10.2.3. Оцінювання модульного контролю Максимальна кількість балів: 54 (Три змістові модулі по 18 балів).

Кількість балів	Відсоток правильності	Критерії досягнення
18-16 балів	90% - 100%	Бездоганне знання теоретичного матеріалу. Швидке та точне розв'язання комплексних тестових інженерних задач (визначення напружень за формулою Нав'є, обчислення критичної сили).
15-10 балів	75% - 89%	Добре розуміння матеріалу. Допущені одиничні помилки у найбільш складних питаннях (наприклад, розрахунок складених перерізів).
9-5 балів	60% - 74%	Базовий (пороговий) рівень. Знання фрагментарні, проте достатні для ідентифікації правильних математичних моделей розтягу чи згину.
0-4 бали	Менше 60%	Матеріал модуля не засвоєно. Слухач плутає нормальні та дотичні напруження, не здатен застосувати метод перерізів. Потребує перескладання.

11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методологічне та епістемологічне обґрунтування вибору дидактичного інструментарію: Навчальна дисципліна «Опір матеріалів» (ОК8) є концептуальним ядром, що формує детермінований інженерно-аналітичний та експериментальний світогляд майбутнього фахівця за спеціальністю G19 (192) «Будівництво та цивільна інженерія».

Враховуючи високий рівень абстракції, інтенсивне використання апарату диференціального числення та необхідність підтвердження теоретичних розрахунків реальними лабораторними випробуваннями, методологія курсу базується на синергії класичної інженерної дидактики та інноваційних студентоцентризованих технологій.

Пріоритетом є реалізація діяльнісного підходу: трансформація слухача з пасивного реципієнта інформації в активного суб'єкта епістемологічного пошуку та інженерного моделювання. Враховуючи наявність в аудиторіях 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 деформівного твердого тіла, забезпечуючи розвиток здатності до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 3).

- **Метод наукової абстракції та ідеалізації:** Викладач навчає слухачів свідомо абстрагуватися від несуттєвих властивостей реальних будівельних об'єктів для створення строгих розрахункових схем (стрижень, балка, ферма). Вводяться фундаментальні гіпотези суцільності, однорідності та ізотропності, що дозволяє перевести задачу з площини емпіричного спостереження у площину точного математичного аналізу.
- **Дедуктивно-номологічний метод:** Вивчення курсу здійснюється шляхом дедуктивного виводу — від універсальних диференціальних залежностей (наприклад, теореми Журавського) до часткових інженерних випадків (розрахунок конкретної балки перекриття).
- **Метод математичної формалізації інженерної задачі:** Слухачі тренуються трансформувати фізичне навантаження у математичні вирази, знаходити внутрішні силові фактори методом перерізів та складати умови міцності у вигляді нерівностей ($\sigma_{\max} \leq [\sigma]$).

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 розрахунку балки на згин безальтернативно включає: 1) визначення опорних реакцій; 2) розбиття на вантажні ділянки; 3) застосування методу перерізів та складання рівнянь для Q і M ; 4) побудову епюр; 5) ідентифікацію небезпечного перерізу; 6) підбір геометричних розмірів перерізу за умовою міцності.
- **Метод інженерних кейсів (Case Study):** Відмова від абстрактних завдань на користь реалістичних будівельних ситуацій. Слухачі аналізують напружено-деформований стан кроквяних систем, розраховують стійкість опорних сталевих колон та підбирають профілі перерізів, працюючи з реальними державними стандартами (ДСТУ) на металопрокат.
- **Графіко-аналітичний метод:** Синхронне поєднання аналітичних обчислень із графічною побудовою епюр внутрішніх силових факторів. Характер обрисів епюр (пряма, парабола) слугує візуальним маркером достовірності математичного інтегрування чи диференціювання.

11.3. Експериментально-дослідницькі та візуально-когнітивні технології (Experimental & Visually-Oriented Teaching) Методи спрямовані на подолання когнітивного перевантаження та емпіричне підтвердження теоретичних викладок.

- **Лабораторно-експериментальний метод:** Безпосередня робота слухачів із випробувальними розривними машинами, гідравлічними пресами та маятниковими копрами. Метод дозволяє тактильно та візуально спостерігати процеси пружної/пластичної деформації, утворення шийки, крихкого руйнування та втрати стійкості гнучких стрижнів, що формує глибоке розуміння фізичних процесів.
- **Динамічна мультимедійна репрезентація:** Використання інтерактивних аплетів та візуалізацій для демонстрації розподілу напружень у поперечних перерізах (епюри Нав'є та Журавського), динаміки деформування та випинання стрижнів. Це критично для розвитку здатності аналізувати просторові структурні зміни під навантаженням.

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

- **Андрагогічна валідація життєвого досвіду:** Інтеграція практичного, виробничого та бойового досвіду дорослих слухачів та ветеранів у дидактичний процес. Розуміння властивостей матеріалів в екстремальних умовах (наприклад, ударні навантаження, втома металу) застосовується як емпірична база для пояснення динамічної міцності.
- **Модерація тригерного контенту (Екологічність викладання):** Дисципліна «Опір матеріалів» вивчає міцність, стійкість до руйнувань, удари та втому конструкцій, що неминуче торкається аналізу інженерних катастроф (обвалення будівель, розриви тротуарів). 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. Акцент завжди робиться на розрахунок коефіцієнтів запасу міцності та технології запобігання аваріям.
- **Адаптивна та диверсифікована валідація знань:** Нівелювання академічного стресу через варіативність звітності. Замість обов'язкового публічного захисту розрахунків біля дошки, слухачам надається право індивідуального захисту «один на один», подання розгорнутих аналітичних звітів і протоколів у цифровому форматі через LMS (Moodle / Google Classroom) або проходження асинхронного комп'ютерного тестування.

12. ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (АКАДЕМІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ)

Методологічне обґрунтування інституційної політики: Політика вивчення фундаментальної нормативної дисципліни «Опір матеріалів» (ОК8) 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, дослідницьких та проєктних компаній будівельної галузі.

Враховуючи високу відповідальність інженера за розрахунки на міцність, а також соціально-демографічну диверсифікацію навчальних груп (наявність дорослих слухачів, 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 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 кадрів за спеціальністю G19 (192) «Будівництво та цивільна інженерія». Оскільки помилки або фальсифікації в розрахунках напружено-деформованого стану безпосередньо призводять до реальних руйнувань будівель, будь-які прояви академічної недоброчесності суворо переслідуються:

- **Імператив абсолютної самостійності:** Слухачі зобов'язані виключно самостійно виконувати розрахунково-графічні роботи (РГР) за своїм унікальним варіантом та оформлювати протоколи лабораторних випробувань на основі реально отриманих експериментальних даних. Копіювання чужих епюр, фабрикація значень границі плинності чи міцності у звітах класифікується як грубий академічний плагіат.
- **Регламентація використання штучного інтелекту (AI Tools) та САПР:** Інтеграція сучасних технологій вітається, але жорстко регламентується. Використання систем генеративного штучного інтелекту, а також програмних комплексів (Lira-SAPR, SCAD, MathCAD) дозволяється виключно як допоміжного інструменту — для кінцевої верифікації (перевірки правильності знайдених прогинів чи напружень). Використання ШІ для повної генерації фінального звіту без самостійного розуміння фізичної суті процесів суворо заборонено.
- **Санкції за порушення:** У разі виявлення факту плагіату або фабрикації даних робота анулюється (слухач отримує 0 балів) з обов'язковою вимогою перескладання завдання за новим індивідуальним варіантом.

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 опору матеріалів неминуче супроводжується аналізом динамічних навантажень, механізмів руйнування, втрати металу, втрати стійкості (колапсу) колон та реальних промислових аварій. Якщо візуальний чи текстовий аналіз інженерних катастроф викликає у слухача психологічний дискомфорт, тригерну реакцію або флешбеки, він має беззаперечне право зупинити обговорення або тимчасово покинути лекційну чи лабораторну аудиторію. Це не потребує жодних пояснень і не впливає на успішність.
- **Адаптивність форм контролю та зниження стресу:** Якщо традиційний публічний захист РГР або протоколу біля дошки викликає надмірний екзаменаційний стрес (особливо у слухачів, які проходять реабілітацію), викладач зобов'язаний забезпечити можливість альтернативної звітності. Це може бути письмовий захист «один на один» або подання аналітичного звіту в електронному вигляді через систему LMS (Moodle / Google Classroom).
- **Толерантність до помилок (Error Tolerance Culture):** Формується академічна культура, де обчислювальна помилка в розв'язанні навчальної задачі розглядається не як привід для зниження самооцінки, а як нормальний і необхідний етап інженерного пошуку.

12.3. Етика комунікації та інклюзивність (Communication Ethics and Inclusivity) Освітнє середовище на заняттях базується на принципах абсолютної рівності, колегіальності та взаємоповаги.

- **Андрагогічна валідація практичного досвіду:** Викладач ставиться з глибокою повагою до виробничого, життєвого та бойового досвіду дорослих слухачів. Залучення практичного досвіду ветеранів до обговорення характеристик руйнування

матеріалів або надійності техніки в екстремальних умовах всебічно заохочується і стає органічною частиною дискусії.

- **Культура академічного діалогу:** Будь-які дискусії щодо вибору раціонального перерізу або методу розрахунку повинні вестися аргументовано, з використанням інженерної термінології. Прояви дискримінації, ейджизму, 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 лабораторних, де відбувається робота з випробувальним обладнанням) є критично важливою. Проте політика курсу є максимально адаптивною:

- **Відпрацювання практичних і лабораторних занять:** Пропуск вимагає обов'язкового відпрацювання. Слухач повинен самостійно виконати розрахунки, опрацювати результати експерименту (за даними, наданими викладачем) та захистити роботу під час консультацій.
- **Компенсація лекційного матеріалу:** Усі опорні конспекти, презентації, відеозаписи лабораторних випробувань та інтерактивні моделі розміщені в електронній системі LMS для зручного асинхронного доступу.
- **Поважні причини та форс-мажори:** Пропуски занять, зумовлені виконанням військового обов'язку, перебуванням на бойових чергуваннях, медичним лікуванням, проходженням реабілітації, а також через оголошення повітряних тривог, вважаються абсолютно поважними. Вони не тягнуть за собою штрафних санкцій (зниження балів), а слухачу надається максимальне сприяння у надолуженні матеріалу в асинхронному режимі.

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

- **Дедлайни:** Завдання для самостійної роботи (СРС) та РГР здаються за чітко встановленим у Силабусі графіком.
- **Пролонгація термінів (Гнучкість):** Для слухачів, які перебувають у кризових життєвих ситуаціях, проходять медичну комісію або лікування, терміни подачі аналітичних звітів та РГР пролонгуються в індивідуальному порядку без втрати рейтингових балів.
- **Право на перескладання:** Слухач 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 залікової сесії.

12.6. Корпоративна цифрова культура та використання гаджетів (Digital & Corporate Culture) Атмосфера на заняттях з опору матеріалів максимально наближена до професійного високотехнологічного середовища:

- **Цільове використання гаджетів (BYOD - Bring Your Own Device):** Використання смартфонів чи ноутбуків під час аудиторних занять вітається, якщо вони застосовуються як інструменти освітнього процесу. Дозволяється вільний доступ до цифрових баз ДСТУ (для підбору двотаврів чи швелерів), використання наукових калькуляторів, додатків для побудови епюр або до платформи LMS.
- **Цифровий етикет:** Використання електронних пристроїв для геймінгу чи перегляду розважального контенту під час роботи з лабораторним обладнанням або лекцій розцінюється як порушення корпоративної академічної етики та правил техніки безпеки.

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 ОК8 «Опір матеріалів» є фінальним, вирішальним етапом комплексної валідації набутих слухачами загальних та спеціальних інженерних компетентностей. Контроль спрямований на глибоку епістемологічну перевірку програмних результатів навчання (зокрема РН 10, РН 11, РН 12, РН 20*), що вимагають здатності застосовувати фізико-математичний апарат для розв'язання спеціалізованих задач проєктування, вибору матеріалів 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 гіпотез, диференціальних залежностей та фізичних властивостей) та практично-аналітичний (інженерний кейс), який є домінуючим. Процедура підсумкового контролю суворо дотримується принципів інклюзивності та Trauma-Informed підходу: для 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 слухача глибокого розуміння фізико-математичної природи деформівних тіл, сутності силової взаємодії та законів руйнування матеріалів.

Розділ I. Основи теорії напружено-деформованого стану. Розтяг і стиск

1. **Гіпотези та допущення:** Сформулюйте основні гіпотези опору матеріалів (про суцільність, однорідність, ізотропність, ідеальну пружність, гіпотезу плоских перерізів Бернуллі). Поясніть принцип Сен-Венана та його значення для будівельних розрахунків.
2. **Метод перерізів:** Розкрийте суть універсального методу перерізів. Назвіть шість внутрішніх силових факторів (N , Q_y , Q_z , T , M_y , M_z) у просторовому випадку та поясніть правила знаків для них. Поняття про повне, нормальне (σ) та дотичне (τ) напруження.
3. **Закон Гука при розтягу-стиску:** Запишіть формулу закону Гука ($\sigma = E \cdot \epsilon$). Розкрийте фізичний зміст модуля поздовжньої пружності (модуля Юнга) E та коефіцієнта поперечної деформації (коефіцієнта Пуассона) ν .
4. **Механічні властивості пластичних матеріалів:** Намалюйте машинну та дійсну діаграми розтягу низьковуглецевої сталі. Детально охарактеризуйте ключові точки: границю пропорційності, границю плинності, границю міцності та напруження в момент розриву. Поясніть явище наклепу (нагартівки).
5. **Механічні властивості крихких матеріалів:** Порівняйте діаграми стиску та розтягу для крихких матеріалів (бетон, чавун). Чому крихкі матеріали раціонально використовувати саме в стиснутих елементах будівельних конструкцій (фундаменти, колони)?
6. **Розрахунки на міцність:** Поясніть різницю між розрахунковим та нормативним опором. Як обирається коефіцієнт запасу міцності? Назвіть три типи розрахунків на міцність (перевірочний, проєктний, визначення вантажопідйомності).

Розділ II. Зсув, кручення та плоский згин

7. **Зсув та зминання:** Поясніть деформацію чистого зсуву. Запишіть закон Гука при зсуві ($\tau = G * \gamma$). Розкрийте фізичний зміст модуля зсуву G . Опишіть алгоритми розрахунку на міцність болтових і зварних з'єднань будівельних конструкцій на зріз і зминання.

8. **Кручення:** Опишіть характер розподілу дотичних напружень (τ) у круглому суцільному та порожнистому поперечних перерізах при крученні. Запишіть формули для полярного моменту інерції I_p та полярного моменту опору W_p . Умови міцності та жорсткості валів.

9. **Внутрішні зусилля при згині:** Класифікуйте види згину. Запишіть та поясніть диференціальні залежності Журавського між розподіленим навантаженням q , поперечною силою Q та згинальним моментом M ($dQ/dx = q$, $dM/dx = Q$). Сформулюйте правила контролю правильності побудови епюр.

10. **Нормальні напруження при згині:** Виведіть та поясніть формулу Нав'є ($\sigma = M * y / I$). Що таке нейтральна лінія? Розкрийте фізичний зміст осьового моменту опору W_x . Чому двотавр або швелер є більш раціональними формами перерізу для балок, ніж суцільний прямокутник або круг?

11. **Дотичні напруження при згині:** Запишіть формулу Журавського для визначення дотичних напружень при поперечному згині. Опишіть епюру розподілу τ по висоті прямокутного та двотаврового перерізу.

12. **Переміщення при згині:** Поясніть поняття прогину (v) та кута повороту перерізу (Θ). Запишіть наближене диференціальне рівняння пружної лінії балки.

Розділ III. Складний опір, стійкість та динамічна міцність

13. **Напружений стан у точці:** Визначте поняття головних площадок та головних напружень ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$). Назвіть види напруженого стану.

14. **Гіпотези (теорії) міцності:** Поясніть суть еквівалентного напруження (σ_{eqv}). Охарактеризуйте третю (теорія найбільших дотичних напружень) та четверту (енергетичну теорію Губера-Мізеса) гіпотези міцності. Для яких матеріалів вони застосовуються?

15. **Косий згин та позацентровий стиск:** Як знайти положення нейтральної лінії при косому згині? Опишіть напружений стан колони при позацентровому стиску. Що таке ядро перерізу і яка його роль при проектуванні фундаментів чи цегляних стовпів?

16. **Стійкість стиснутих стрижнів:** Сформулюйте поняття критичної сили. Запишіть формулу Ейлера ($P_{cr} = \pi^2 * E * I_{min} / (\mu * l)^2$). Поясніть вплив умов закріплення кінців стрижня (коефіцієнт зведеної довжини μ). Що таке гнучкість стрижня λ і які межі застосовності формули Ейлера?

17. **Динамічна міцність:** Поясніть метод кінетостатики (принцип д'Аламбера) для розрахунку конструкцій, що рухаються з прискоренням. Що таке границя витривалості при циклічних напруженнях (втомі матеріалів)?

БЛОК 2. ПРАКТИЧНО-АНАЛІТИЧНИЙ ДОМЕН (Professional Engineering Case Studies)

Цей практичний блок вимагає від слухача здатності до синтезу набутих математичних та інженерних знань для розв'язання реалістичних виробничих проблем машинобудівної та будівельної галузей. Оцінюється не лише правильність числової відповіді, але й коректність алгоритму, якість побудови розрахункової схеми, посилення на ДСТУ та здатність

аргументувати обраний метод.

Кейс 1. «Аналіз напружено-деформованого стану при центральному розтягу-стиску» (Статика і міцність)

- **Опис ситуації:** Сталевий ступінчастий брус, жорстко защемлений верхнім кінцем і вільний на нижньому, навантажений кількома осьовими зосередженими силами (наприклад, вагою підвішених конструкцій). Брус складається з двох ділянок з різними площами поперечних перерізів (A_1, A_2). Задано модуль пружності матеріалу E та допустиме напруження σ .
- **Завдання слухачу:**
 1. Розбити брус на вантажні ділянки, починаючи від вільного кінця.
 2. Застосовуючи метод перерізів, скласти аналітичні вирази і побудувати епюру поздовжніх сил (N).
 3. Обчислити нормальні напруження на кожній ділянці ($\sigma = N/A$) і побудувати епюру напружень.
 4. Перевірити виконання умови міцності ($\sigma_{\max} \leq [\sigma]$). Якщо умова не виконується, запропонувати нові, безпечні площі перерізів.
 5. За допомогою закону Гука обчислити абсолютне видовження (або вкорочення) кожної ділянки ($\Delta l_i = N_i \cdot l_i / (E \cdot A_i)$) та визначити загальне переміщення вільного кінця бруса.

Кейс 2. «Проектування сталеві балки перекриття» (Плоский прямий згин)

- **Опис ситуації:** Проектується сталева міжповерхова балка перекриття. Розрахункова схема — шарнірно-оперта однопрольотна балка з консоллю. На балку діє рівномірно розподілене навантаження q (вага перекриття) та зосереджена сила F (вага спирання додаткової стійки). Задано допустиме нормальне напруження $[\sigma] = 160$ МПа.
- **Завдання слухачу:**
 1. Скласти рівняння статички та визначити опорні реакції. Виконати їх обов'язкову математичну перевірку.
 2. Використовуючи метод перерізів, записати функції зміни поперечної сили $Q(x)$ та згинального моменту $M(x)$ для кожної ділянки.
 3. Побудувати епюри Q та M , дотримуючись диференціальних залежностей Журавського (перевірити екстремуми моменту в точках, де $Q=0$).
 4. Визначити положення небезпечного перерізу ($M_{\max}$).
 5. З умови міцності за нормальними напруженнями ($\sigma_{\max} = M_{\max} / W_x \leq [\sigma]$) знайти необхідний осьовий момент опору W_x .
 6. Користуючись таблицями сортаменту (ДСТУ на прокат сталевий гарячекатаний), підібрати оптимальний номер профілю (двотавра та швелера). Зробити економічне порівняння — обґрунтувати, чому двотавр є більш раціональним рішенням за масою на 1 погонний метр.

Кейс 3. «Розрахунок вала привода будівельної техніки» (Кручення)

- **Опис ситуації:** Сталевий суцільний вал передає потужність від двигуна до робочого органу будівельного міксера. На вал насаджено три шків, які створюють зовнішні зосереджені обертальні моменти (M_1, M_2, M_3). Вал обертається рівномірно (сума всіх зовнішніх моментів дорівнює нулю). Задано допустиме дотичне напруження τ та допустимий відносний кут закручування Θ .
- **Завдання слухачу:**
 1. Застосувати метод перерізів і побудувати епюру внутрішніх крутних моментів (T).
 2. Визначити небезпечну ділянку вала, де діє $T_{\max}$.

3. Розрахувати необхідний діаметр вала d_1 з умови міцності ($T_{\max} = T_{\max} / W_p \leq [\tau]$).
4. Розрахувати необхідний діаметр вала d_2 з умови жорсткості ($\Theta_{\max} = T_{\max} / (G * I_p) \leq [\Theta]$).
5. Прийняти остаточний стандартний діаметр вала, який би задовольняв обидві умови надійності, та заокруглити його до найближчого нормативного значення.

Кейс 4. «Оцінка стійкості гнучкої стиснутої колони» (Поздовжній згин)

- **Опис ситуації:** Сталева стійка трубчастого (або двотаврового) перерізу довжиною l працює як елемент кроквяної ферми. Нижня опора жорстко заземлена, верхня — шарнірно-рухома. Стійка навантажена центральною стискаючою силою F . Задано марку сталі (відомі модуль пружності E , границя пропорційності σ_{pr} , границя плинності σ_y).
- **Завдання слухачу:**
 1. За таблицями сортаменту виписати геометричні характеристики перерізу (площу A , мінімальний радіус інерції $i_{\min}$).
 2. Визначити коефіцієнт зведеної довжини μ залежно від способу закріплення кінців.
 3. Обчислити гнучкість стрижня ($\lambda = \mu * l / i_{\min}$).
 4. Порівняти отриману гнучкість λ з граничною гнучкістю $\lambda_{\lim}$ для заданого матеріалу. Зробити висновок щодо застосовності формули Ейлера.
 5. Якщо формула Ейлера застосовна, обчислити критичну силу P_{cr} та фактичний коефіцієнт запасу стійкості ($n = P_{cr} / F$). Зробити висновок про безпеку експлуатації конструкції.

Кейс 5. «Складний опір: Позацентровий стиск колони» (Суперпозиція напружень)

- **Опис ситуації:** Цегляна колона або бетонний фундаментний стовп прямокутного перерізу ($b \times h$) навантажений вертикальною стискаючою силою F , лінія дії якої не збігається з центром ваги перерізу (прикладена з ексцентриситетами e_x, e_y).
- **Завдання слухачу:**
 1. Звести позацентрово прикладену силу до центру ваги перерізу. Показати, що на переріз діє центральна стискаюча сила $N = -F$ та два згинальні моменти $M_x = F * e_y, M_y = F * e_x$.
 2. Записати загальне рівняння нормальних напружень при позацентровому стиску, що базується на принципі суперпозиції.
 3. Визначити положення нейтральної лінії. Побудувати її в масштабі на площині поперечного перерізу.
 4. Ідентифікувати найбільш напружені точки перерізу (найбільш віддалені від нейтральної лінії) та обчислити максимальні стискаючі і розтягуючі напруження.
 5. Зробити інженерний висновок щодо безпеки: враховуючи, що бетон/цегла майже не чинять опір розтягу, визначити, чи не виникають у перерізі небезпечні розтягуючі напруження (чи знаходиться точка прикладання сили в межах ядра перерізу).

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 «Опір матеріалів» (ОК8) 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 3, СК 4, СК 5). Головною метою діагностики є підтвердження здатності майбутнього фахівця застосовувати математичний апарат і дані експериментальних випробувань для розв'язання реальних проблем проектування, вибору матеріалів та забезпечення надійності об'єктів будівництва (РН 10, РН 11, РН 12, 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 на етапі перекваліфікації, ветеранів, військовослужбовців та тих, хто проходить етапи соціально-психологічної чи фізичної 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 та лабораторному занятті. Його мета — надання оперативного зворотного зв'язку (Feedback) слухачу та викладачу для своєчасного коригування освітньої траєкторії.

- **Інженерно-технічні квізи (Micro-Quizzes):** Короткі (5-10 хвилин) блиц-опитування на початку занять (можуть проводитися за допомогою смартфонів у системі LMS). Діагностують рівень засвоєння термінології, розуміння диференціальних залежностей Журавського та класичних гіпотез міцності.
- **Діагностика праксеологічних навичок (Practical Skills Assessment):** Безперервне спостереження та оцінювання викладачем процесу розв'язання задач на практичних заняттях. Оцінюється здатність слухача коректно застосовувати метод перерізів, розбивати балки на вантажні ділянки, будувати епюри ($\$N$, Q , M , $T\$$) та знаходити небезпечні перерізи.
- **Експериментально-дослідницька діагностика (Laboratory Skills Assessment):** Специфічний для даної дисципліни вид контролю. Викладач оцінює здатність слухача підготувати зразок, безпечно налаштувати розривну машину чи прес, правильно зняти показання з тензометрів (динамометрів) та коректно зафіксувати момент плинності й руйнування в лабораторному журналі.
- **Метод взаємооцінювання (Peer Review / Cross-Check):** Слухачі (в парах) обмінюються побудованими епюрами згинальних моментів. Завдання — провести математичну перевірку розрахункової схеми колеги. Це розвиває критичне мислення та відповідальність за перевірку проектної документації.

14.1.2. Засоби модульного контролю (Modular Assessment) Спрямовані на комплексну верифікацію знань після завершення вивчення великих смислових блоків (Модуль 1 «Розтяг-стиск», Модуль 2 «Згин та кручення», Модуль 3 «Складний опір та стійкість»).

- **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, завдання на встановлення відповідності (співвіднести епюру з розрахунковою схемою) та розрахункові міні-задачі на визначення напружень.
- **Захист індивідуального портфоліо (РГР):** Оцінювання здатності до автономної інженерної роботи. Слухач захищає три комплексні розрахунково-графічні роботи та 8 експериментальних протоколів. Діагностика проводиться у форматі професійної інженерної співбесіди: викладач вимагає обґрунтувати вибір профілю за ДСТУ, пояснити характер руйнування зразка на діаграмі та пояснити розбіжності між теоретичними й експериментальними даними.

14.1.3. Засоби підсумкового контролю (Summative Assessment)

- **Диференційований залік:** Проводиться наприкінці 2-го семестру у формі комплексного контрольного заходу, що оцінюється у 30 балів з 100 можливих за курс. Діагностичний інструмент (білет) інтегрує теоретичний блок та практичний інженерний кейс (наприклад, проєктування сталеві балки перекриття). Диференційований залік комплексно діагностує готовність слухача до вивчення наступних фахових дисциплін («Будівельні конструкції», «Основи розрахунку будівельних конструкцій»).

14.2. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Висока якість математичної та експериментальної 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 прозора регламентують зміст курсу, графік вивчення тем, вимоги техніки безпеки, дедлайни здачі РГР та політику академічної доброчесності.
- **Навчально-методичні посібники та конспекти лекцій:** Адаптовані теоретичні матеріали, що містять розширену візуалізацію диференціальних залежностей, епюр та діаграм деформування.
- **Методичні вказівки до організації самостійної роботи (СРС) та лабораторного практикуму:** Інструкції з експлуатації машин, банки багатоваріантних індивідуальних завдань, довідкові таблиці геометричних характеристик перерізів та алгоритми розв'язання задач на міцність.
- **Банк контрольних-вимірювальних матеріалів:** Валідована методичною комісією база тестових завдань, залікових білетів та жорсткі матриці (рубрикатори) оцінювання.

14.2.2. Література та нормативно-технічна документація:

- **Фундаментальні підручники:** Писаренко Г.С., Квітка О.Л. «Опір матеріалів»; Баженов В.А. «Опір матеріалів та основи теорії пружності».
- **Збірники задач:** Класичний збірник під редакцією В.К. Качуріна; посібник І.М. Миролюбова.
- **Стандарти (Нормативна база):** Актуальні ДСТУ, ГОСТ, EN на сортимент металопрокату (швелери, двотаври); ДБН В.1.2-2:2006 (Навантаження і впливи), ДБН В.1.2-14:2009.

14.2.3. Цифрове, інформаційне та матеріально-технічне забезпечення:

- **Системи управління навчанням (LMS):** Електронні платформи Moodle або Google Classroom. Забезпечують цілодобовий асинхронний доступ до навчальних матеріалів, що критично важливо для працюючих слухачів 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). Слухачі використовують ІТ-технології для верифікації знайдених вручну переміщень чи напружень.

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 опору матеріалів здійснюється за трьома критичними інженерними критеріями:

1. **Когнітивний критерій (Теорія):** Точність розуміння гіпотез міцності, фізичного змісту закону Гука, теорем Ейлера та Журавського. Здатність інтерпретувати діаграми деформування.
2. **Праксеологічний критерій (Алгоритмізація):** Правильність переходу від конструкції до розрахункової схеми, безпомилковість складання функцій внутрішніх зусиль, точність побудови епюр і дотримання правил роботи з лабораторним обладнанням.
3. **Аналітико-обчислювальний критерій (Результат):** Математична точність знаходження небезпечного перерізу, правильний підбір профілю згідно з ДСТУ та обґрунтований інженерний висновок щодо безпеки конструкції.

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 опору матеріалів
90-100	A	Відмінно	Високий рівень (Excellent): Слухач демонструє видатні здібності до математичного аналізу напруженого стану. Безпомилково ідеалізує конструкції, будує точні епюри, бездоганно оперує диференціальними залежностями Журавського. Віртуозно працює з сортаментами прокату за ДСТУ. Звіти з РГР виконані ідеально. Повна готовність до вивчення будівельних конструкцій.
82-89	B	Добре	Достатній рівень (Very Good): Слухач має міцні, ґрунтовні знання теоретичного базису. Правильно

			застосовує метод перерізів, алгоритмізує розрахунок на стійкість. Можливі одиничні, некритичні обчислювальні (арифметичні) похибки під час визначення геометричних характеристик (моментів інерції), які слухач здатен самостійно виявити під час математичної перевірки.
74-81	C	Добре	Середній рівень (Good): Впевнено оперує базовими поняттями (здатен побудувати епюри для простих балок, підібрати двотавр). Проте відчуває когнітивні труднощі під час аналізу складного опору (косий згин, позацентровий стиск) або при розкритті статичної невизначуваності. 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 розтяг чи прямий згин. Практичні інженерні задачі розв'язуються репродуктивно (за конспектом), без глибокого розуміння фізичної суті запасу міцності.
60-63	E	Задовільно	Мінімальний рівень (Sufficient): Критично низький, пороговий рівень допуску. Знання ледь відповідають вимогам програми. Слухач насилу формулює закон Гука та плутає нормальні і дотичні напруження. Допускаються серйозні концептуальні помилки, що ставить під загрозу здатність гарантувати надійність об'єктів будівництва.
35-59	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)	Низький рівень (Fail): Компетентності (ЗК 3, СК 4) не сформовані. Слухач не володіє методом перерізів, порушує диференціальні залежності при побудові епюр. Недопуск до роботи з інженерними розрахунками. Потребує суттєвого доопрацювання матеріалу з викладачем та обов'язкового повторного складання заліку.
0-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням)	Абсолютно незадовільний рівень (Fail): Повне ігнорування освітнього процесу. Систематичне невиконання самостійної роботи, відсутність лабораторних протоколів. Обов'язкове повторне вивчення навчальної дисципліни у повному обсязі.

15. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СЛУХАЧІВ (СРС)

Методологічне та епістемологічне обґрунтування організації СРС: Самостійна робота слухачів (СРС), загальним детермінованим обсягом 48 академічних годин, є

фундаментальною, системоутворюючою та невід'ємною магістральною складовою вивчення обов'язкової нормативної дисципліни «Опір матеріалів» (ОК8). У контексті підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів за спеціальністю G19 (192) «Будівництво та цивільна інженерія», самостійна робота виконує критично важливу функцію епістемологічного мосту між абстрактною математичною теорією (лекційним матеріалом) та прикладним інженерним розрахунком на міцність реальних просторових будівельних об'єктів.

Оскільки опір матеріалів вимагає формування стійких алгоритмічних навичок і здатності до абстрактного мислення, оволодіння цим інструментарієм неможливе виключно через пасивне аудиторне прослуховування. Слухач повинен пройти власний шлях когнітивних проб і помилок під час розв'язання багаторівневих систем, підбору стандартних профілів та побудови епюр внутрішніх силових факторів.

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

Навчальний матеріал для самостійного опрацювання чітко та логічно структурований за трьома магістральними напрямками, що забезпечують системний професійний розвиток майбутнього інженера-будівельника.

НАПРЯМ 1: ОСНОВИ ТЕОРІЇ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ. РОЗТЯГ, СТИСК ТА ЗСУВ (16 годин)

Цей блок завдань орієнтований на формування компетентності щодо визначення навантажень та виконання базових розрахунків конструкцій на центральний розтяг-стиск. Фахівець повинен вміти аналізувати напружений стан та раціонально підбирати площі перерізів, що є відправною точкою для проєктування стрижневих систем.

- **Завдання 1.1. Опрацювання нормативної бази щодо коефіцієнтів надійності (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Самостійне вивчення державних будівельних норм (ДБН) та ДСТУ щодо вибору допустимих напружень $[\sigma]$ та розрахункових опорів. Аналіз впливу умов експлуатації будівельних матеріалів (сталь, бетон, деревина) на призначення коефіцієнтів запасу міцності.
 - *Форма звітності:* Складання візуального довідника-конспекту. Документ повинен містити таблиці нормативних та розрахункових опорів для базових марок будівельних сталей. Оцінюється асинхронно через LMS-платформу.
- **Завдання 1.2. Розрахунково-графічна робота (РГР) № 1: «Аналіз напружено-деформованого стану ступінчастого бруса при центральному розтягу-стиску» (8 годин).**
 - *Зміст завдання:* Комплексне індивідуальне завдання, що видається за багатоваріантною матрицею. Слухач повинен: розбити сталевий ступінчастий брус, жорстково закріплений з одного кінця, на вантажні ділянки; застосувати метод перерізів та скласти аналітичні вирази для поздовжньої сили N ;

побудувати епюри поздовжніх сил і нормальних напружень σ ; виконати перевірку на міцність. Додатково, спираючись на закон Гука, необхідно обчислити абсолютне переміщення вільного кінця бруса (Δl).

- *Форма звітності:* Строго структурований інженерний звіт (розрахунково-пояснювальна записка), оформлений відповідно до вимог стандартів. Звіт повинен містити чіткі розрахункові схеми та епюри, виконані в масштабі під схемою бруса. Очний захист або деталізована перевірка PDF-файлу викладачем.
- **Завдання 1.3. Систематизація знань з теорії напружено-деформованого стану та підготовка до модульного контролю (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Консолідація теоретичного матеріалу щодо фізичних властивостей матеріалів, аналіз машинних та дійсних діаграм розтягу. Розв'язання тренувальних задач на зріз і зминання (розрахунок болтових і зварних з'єднань).
 - *Форма звітності:* Проходження серії тренувальних розрахункових квізів (Mock Exams) у системі управління навчанням (LMS) для самоперевірки та виявлення прогалин перед офіційним зрізом знань.

НАПРЯМ 2: ЗСУВ, КРУЧЕННЯ ТА ПЛОСКИЙ ЗГИН (16 годин)

Цей блок вимагає від слухача здатності застосовувати диференціальні залежності для дослідження внутрішніх силових факторів та напружень, що виникають у валах будівельної техніки та балках перекриттів будівель.

- **Завдання 2.1. Аналітичний розрахунок валів на міцність і жорсткість (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Самостійне опрацювання розрахунку круглих суцільних та порожнистих валів при крученні.
 - *Деталізація:* Слухачу необхідно визначити геометричні характеристики (полярні моменти інерції та опору) для трубчастого перерізу, побудувати епюру крутних моментів T та здійснити підбір оптимального зовнішнього і внутрішнього діаметрів за умовами міцності та жорсткості (за допустимим кутом закручування).
 - *Форма звітності:* Розрахункова картка-звіт (Task Card) із послідовним виведенням формул та числовим розв'язком.
- **Завдання 2.2. Розрахунково-графічна робота (РГР) № 2: «Проектування сталевій балки» (8 годин).**
 - *Зміст завдання:* Глибоке дослідження прямого поперечного згину. Об'єктом виступає статично визначувана балка (на двох опорах із консолями або жорстко защемлена), що піддається дії комбінованого навантаження (зосереджені сили, пари сил, рівномірно розподілене навантаження).
 - *Деталізація:* Слухач повинен визначити опорні реакції та виконати математичну перевірку. Застосовуючи метод перерізів, скласти рівняння та побудувати епюри поперечних сил Q і згинальних моментів M . Далі, з умови міцності при згині, необхідно підібрати найекономічніший номер стандартизованого металопрокату (двотавр або швелер), використовуючи таблиці ДСТУ. Завершальним етапом є перевірка підбраного перерізу за дотичними напруженнями (за формулою Журавського).
 - *Форма звітності:* Розгорнутий інженерний звіт, який містить масштабні епюри Q та M , розташовані строго під розрахунковою схемою, та витяг з ДСТУ щодо геометричних характеристик обраного профілю. Захист РГР передбачає усне або письмове обґрунтування правильності побудови епюр на основі диференціальних залежностей.
- **Завдання 2.3. Підготовка до модульного контролю № 2 (4 години).**

- *Зміст завдання:* Повторення диференціального апарату при згині, методів визначення лінійних переміщень (прогинів) балки.
- *Форма звітності:* Складання матриці формул для типових випадків розрахунку переміщень балок (метод Клебша, метод початкових параметрів). Підготовка до модульного тестування.

НАПРЯМ 3: СКЛАДНИЙ ОПР, СТІЙКІСТЬ ТА ДИНАМІЧНА МІЦНІСТЬ (16 годин)

Цей завершальний етап самостійної роботи має на меті загальну консолідацію вивченого інженерного матеріалу. Він спрямований на розвиток здатності розраховувати конструкції в умовах просторового навантаження та гарантувати їх безпеку від втрати стійкості.

- **Завдання 3.1. Теорії міцності та еквівалентні напруження (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Самостійне вивчення та порівняльний аналіз класичних гіпотез міцності (найбільших нормальних напружень, найбільших лінійних деформацій, найбільших дотичних напружень, енергетичної теорії Губера-Мізеса).
 - *Деталізація:* Встановлення меж застосування кожної теорії для крихких (бетон, цегла) і пластичних (сталь, алюміній) будівельних матеріалів в умовах плоского та об'ємного напруженого стану.
 - *Форма звітності:* Аналітичний конспект із формулами для еквівалентних напружень σ_{eqv} . Матеріал перевіряється під час допуску до виконання наступної РГР.
- **Завдання 3.2. Розрахунково-графічна робота (РГР) № 3: «Розрахунок стиснутої сталеві колони на стійкість» (8 годин).**
 - *Зміст завдання:* Комплексний інженерно-аналітичний кейс. Проектування гнучкого стрижня, що працює на центральний стиск, із запобіганням його поздовжньому згину.
 - *Деталізація:* Слухачу задається розрахункова схема колони з певними умовами закріплення кінців (наприклад, жорстке защемлення знизу, шарнір зверху) та осьове стискаюче навантаження. Необхідно визначити коефіцієнт зведеної довжини μ . Оскільки для підбору перерізу необхідно знати гнучкість, а гнучкість залежить від перерізу, слухач повинен застосувати метод послідовних наближень. За допомогою таблиць коефіцієнтів поздовжнього згину ϕ підбирається номер профілю (наприклад, двотавр). Остаточним кроком є перевірка фактичної гнучкості та критичної сили за формулою Ейлера або емпіричними формулами.
 - *Форма звітності:* Високопрофесійний інженерний звіт. Оцінюється здатність слухача безпомилково застосовувати ітераційний метод розрахунку та аргументувати вибір перерізу. Обов'язковий захист у форматі професійної інженерної дискусії (очно або через асинхронні канали зв'язку).
- **Завдання 3.3. Динамічна міцність, втома матеріалів та підготовка до підсумкових контрольних заходів (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Самостійне опрацювання розрахунків на міцність при ударному навантаженні (з використанням коефіцієнта динамічності) та явища втоми матеріалів при циклічних навантаженнях (поняття про границю витривалості). Глобальна систематизація матеріалу за семестр.
 - *Форма звітності:* Успішне проходження фінального симуляційного комп'ютерного тестування (Mock Exam) у системі дистанційного навчання та складання диференційованого заліку із захистом обґрунтування інженерних рішень. Оцінювання СРС здійснюється згідно з прозорим рубрикаторм (максимум 15 балів за РГР та додаткові бали за поточні завдання протягом семестру).

