



ЗАТВЕРДЖУЮ

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

Сергій ГОРДІЄНКО

«18» серпня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА»

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

Галузь знань: 13 Механічна інженерія / G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: 131 Прикладна механіка / G9 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: «Зварювальне виробництво»

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методологічне обґрунтування та епістемологічна роль курсу: Навчальна дисципліна «Технічна механіка» є ключовим, системо утворюючим нормативним (обов'язковим) компонентом циклу фундаментальної та професійно-орієнтованої підготовки здобувачів фахової передвищої освіти другого року навчання за спеціальністю 131 «Прикладна механіка». У контексті освітньо-професійної програми «Зварювальне виробництво» цей курс виконує роль базового інтелектуального фундаменту, що формує професійний інженерно-аналітичний світогляд майбутнього фахівця.

Дисципліна виступає критично важливою сполучною ланкою між абстрактно-аналітичним апаратом вищої математики та фізики з одного боку, і вузькоспеціалізованими прикладними науками (проектування та розрахунок зварних конструкцій, технологія металів, механіка руйнування, будова зварювального устаткування) — з іншого. Без глибокого, усвідомленого розуміння аксіоматики статичної, закономірностей кінематики, диференціальних рівнянь динаміки матеріальних об'єктів та дослідження їхнього напружено-деформованого стану, абсолютно неможливе коректне інженерне моделювання, забезпечення надійності та безпечна експлуатація сучасних промислових комплексів і зварних з'єднань.

Освітній процес чітко структурований та збалансований: він інтегрує масивний теоретичний базис із розширеним лабораторно-практичним інструментарієм. Це дозволяє здобувачам трансформувати складні математичні моделі та ідеалізовані умови (абсолютно тверде тіло, матеріальна точка) у конкретні розрахункові схеми реальних машинобудівних об'єктів, адекватно оцінювати міцність, жорсткість та стійкість елементів конструкцій в умовах статичних, динамічних та ударних навантажень.

Найменування показників	Детальна академічна та структурна характеристика дисципліни
Кількість кредитів ЄКТС	6 кредитів ЄКТС. Обов'язковий освітній компонент, що формує ключові аналітичні, загальноінженерні та спеціальні фахові компетентності (здатність до розрахунку механічних систем і металоконструкцій).
Загальна кількість годин	180 академічних годин. Повний обсяг навчального часу, виділений на всебічне засвоєння фундаментальних законів теоретичної механіки та опору матеріалів.
Рік підготовки (курс)	II курс. Базовий етап переходу від загальноосвітнього рівня до

	формування глибокого просторово-аналітичного та інженерного мислення фахівця.
Семестр викладання	3 та 4 семестри. Вивчення здійснюється безперервним інтенсивним фундаментоутворюючим блоком протягом повного навчального року.
Інтенсивність викладання	3 академічні години на тиждень. Забезпечує оптимальне та систематичне занурення в предмет, дозволяючи підтримувати безперервність когнітивного процесу розв'язання задач та виконання розрахунків.
Аудиторні (контактні) години та контрольні заходи	114 годин. Контактна робота з викладачем та проходження регламентованих перевірок, що становить 63,3% від загального обсягу курсу та зосереджена на формуванні прикладних навичок.
з них: Лекційні заняття	48 годин. Науково-теоретичний базис, що охоплює аксіоматику статички, кінематику, динаміку та основи опору матеріалів. Орієнтований на розуміння сутності силової взаємодії та законів деформування твердих тіл.
з них: Практичні заняття	36 годин. Розширений практико-орієнтований інженерний блок. Спрямований на розв'язання складних аналітичних задач: зведення просторових систем сил, розрахунок плоских рам і ферм, обчислення напружень при розтягу, стиску, згині та крутінні.
з них: Контрольні заходи	30 годин. Регламентовані години, виділені на проведення модульних тестувань, захист розрахунково-графічних робіт, поточні зрізи знань та підсумкові семестрові атестації.
Самостійна робота (СРС)	66 годин. Спрямована на автономне епістемологічне дослідження: виконання індивідуальних розрахунково-графічних робіт (РГР), глибоке опрацювання методів аналітичної механіки та розвиток навичок автономного інженерного проєктування.
Форма підсумкового контролю	3-й семестр — Диференційований залік. 4-й семестр — Екзамен.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Головна мета (Фундаментально-онтологічна): Фундаментальною метою вивчення нормативної навчальної дисципліни «Технічна механіка» є цілеспрямоване формування у здобувачів фахової передвищої освіти комплексної системи теоретичних знань про загальні та об'єктивні закони механічного руху, взаємодії та рівноваги матеріальних точок, абсолютно твердих тіл і механічних систем, а також глибоке розуміння фізико-механічних процесів деформування та руйнування матеріалів під дією зовнішніх навантажень. Курс покликаний закласти непорушний науковий фундамент для розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість елементів машин та зварних конструкцій. Мета передбачає розвиток високого рівня просторово-аналітичного мислення, здатності до математичного моделювання реальних фізичних об'єктів шляхом абстрагування та переходу до розрахункових схем.

Спеціальна (фахова) мета: Забезпечення здобувачів, що навчаються за освітньо-професійною програмою «Зварювальне виробництво», надійним математичним та експериментальним інструментарієм для проєктування, виготовлення, експлуатації та ремонту зварних конструкцій і технологічного устаткування. Вона передбачає розвиток здатності до раціонального підбору будівельних і машинобудівних матеріалів, а також геометричних параметрів перерізів з урахуванням концентрації напружень, залишкових деформацій у зварних швах та реальних умов навантаження.

Основні завдання дисципліни: Для досягнення поставленої мети навчальна дисципліна «Технічна механіка» вирішує комплекс взаємопов'язаних когнітивних, аналітичних та

праксеологічних завдань, які безпосередньо корелюють із вимогами Стандарту фахової передвищої освіти:

- **Фундаментально-теоретичне завдання (Когнітивний домен):** Глибоке опанування аксіоматики статички, кінематики, динаміки та основ опору матеріалів. Вивчення методів еквівалентного перетворення та зведення довільних просторових і плоских систем сил до найпростішого вигляду (головного вектора та головного моменту). Засвоєння гіпотез та допущень про властивості матеріалів (однорідність, суцільність, ізотропність, ідеальна пружність).
- **Інженерно-розрахункове завдання (Праксеологічний домен):** Формування міцних практичних навичок застосування методу перерізів для визначення внутрішніх силових факторів (поздовжніх та поперечних сил, згинальних та крутних моментів). Оволодіння алгоритмами розрахунків на міцність і жорсткість при розтяганні, стиску, зсуві (зминанні), крутінні та згині прямого бруса, а також розрахунками статично невизначуваних систем [cite: 3, 5]. Набуття досвіду експериментальної перевірки теоретичних висновків на випробувальних машинах [cite: 5].
- **Кінематично-аналітичне завдання (Домен моделювання руху):** Системне вивчення кінематичних характеристик (траєкторії, швидкості, прискорення) під час поступального, обертового та складного (плоскопаралельного) рухів твердого тіла [cite: 4]. Застосування цих знань для кінематичного аналізу роботи зварювальних автоматів, маніпуляторів та підйомально-транспортних механізмів.
- **Динамічне та превентивне завдання (Домен надійності та безпеки):** Дослідження закономірностей руху матеріальних тіл під дією прикладених сил на основі законів Ньютона та загальних теорем динаміки. Застосування принципу д'Аламбера (методу кінетостатики) для визначення сил інерції та динамічних реакцій [cite: 4]. Оцінка міцності конструкцій при динамічних та ударних навантаженнях, розрахунок критичної сили для стиснутих стрижнів [cite: 5].
- **Соціально-адаптаційне та інклюзивне завдання (Домен соціальної відповідальності):** Формування у здобувачів освіти стійких навичок етичної взаємодії та соціальної відповідальності під час командної роботи. Забезпечення психологічної безпеки в освітньому процесі та готовності до адаптації робочих місць під потреби осіб з інвалідністю внаслідок бойових дій, мінімізація професійних ризиків у травмонебезпечних галузях зварювального виробництва та активне залучення ветеранів до відбудови інфраструктури.

3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ

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

Робоча програма нормативної (обов'язкової) навчальної дисципліни «Технічна механіка» є засадничим академічним документом, розробленим із суворим дотриманням чинного законодавства України, оновлених нормативних актів, що стосуються освіти, професійної (професійно-технічної) та фахової передвищої освіти, а також сучасних європейських стандартів інженерної підготовки (ЕНЕА). Програма концептуально та структурно базується на таких фундаментальних документах:

- Закони України «Про освіту», «Про професійну (професійно-технічну) освіту» та «Про фахову передвищу освіту», які визначають правові, організаційні та фінансові засади функціонування системи підготовки кваліфікованих кадрів.
- Стандарт фахової передвищої освіти зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія» освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр» (затверджений наказом МОН України від 30.11.2021 р. № 1284).
- Освітньо-професійна програма (ОПП) – «Зварювальне виробництво» (Welding production) підготовки фахівців освітньо-професійного ступеня «Фаховий молодший

бакалавр» для спеціальності G9 «Прикладна механіка» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» (в редакції 2025 року).

- Національна рамка кваліфікацій (НРК) України (5 рівень, що відповідає короткому циклу вищої освіти — FQ-EHEA та рівню EQF-LLL).

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

- **Освітній ценз (Академічний бекграунд):** Наявність документа державного зразка про повну загальну середню освіту або документа про освітньо-кваліфікаційний рівень «кваліфікований робітник». Для успішного опанування курсу «Технічна механіка» кандидати повинні володіти міцним базовим математичним та фізичним фундаментом. Дисципліна вимагає вільного оперування векторною алгеброю, тригонометрією, основами диференціального та інтегрального числення, а також розуміння базових законів класичної фізики.
- **Категорія слухачів (Цільова аудиторія):** Здобувачі фахової передвищої освіти (другого курсу, 3-4 семестри), а також дорослі особи, які проходять процедуру перекваліфікації або здобувають другу освіту. Освітній процес та архітектура викладання організовані з глибоким усвідомленням необхідності роботи з ветеранами, військовослужбовцями, членами їхніх сімей та людьми, які постраждали від війни. Програма передбачає гнучкі графіки самостійної роботи, адаптацію практичних розрахункових завдань та інтеграцію принципів педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach). Це гарантує створення безбар'єрного, емпатичного та психологічно безпечного академічного середовища, де фокус зміщується на конструктивну інженерну безпеку та запобігання руйнуванням.
- **Спеціальні (особистісні) вимоги:** Здатність до абстрактного та просторового інженерного мислення, схильність до детермінованого логічного аналізу просторових стрижневих систем, високий рівень академічної доброчесності та акуратність у виконанні розрахунково-графічних робіт.

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

Згідно зі структурно-логічною схемою ОПП «Зварювальне виробництво», дисципліна вивчається протягом 3-го та 4-го семестрів і є концептуальним ядром, що пов'язує фундаментальну підготовку з прикладними технологічними науками зварювальної галузі.

- **Пререквізити (Попередні дисципліни):** Успішне вивчення технічної механіки неможливе без бездоганного засвоєння математичного апарату з «Вищої математики» (ОК 4), розуміння природи фізичних явищ з «Фізики» (ОК 6) та навичок просторового моделювання з «Інженерної та комп'ютерної графіки» (ОК 5).
- **Постреквізити (Наступні дисципліни):** Засвоєні алгоритми розв'язання задач статички, кінематики, динаміки та міцності є абсолютною, безальтернативною базою для подальшого вивчення ключових інженерних дисциплін фахового циклу: «Зварні конструкції» (ОК 18), «Технологія та устаткування зварювання тиском» (ОК 19), «Виготовлення зварних конструкцій» (ОК 20), а також для успішного виконання курсових і дипломних проєктів, де розраховуються на міцність реальні зварні вузли.

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

- **Етап 1 (Змістовий модуль 1): Статика абсолютно твердого тіла.** Охоплює вивчення аксіом статички, в'язей та їх реакцій, методів зведення просторових та плоских систем сил до заданого центра (теорема Пуансо). Формується навичка визначення зусиль у стрижнях плоских ферм (метод вирізання вузлів, метод Ріттера),

що є критично важливим для проектування зварних фермових конструкцій, мостів, кранових стріл.

- **Етап 2 (Змістовий модуль 2): Кінематика точки та твердого тіла.** Сфокусований на вивченні геометричних властивостей руху. Досліджуються способи завдання руху (векторний, координатний, натуральний), кінематичні характеристики поступального, обертального та плоскопаралельного рухів, а також складний рух точки з визначенням прискорення Коріоліса. Цей блок дає розуміння кінематики зварювальних маніпуляторів, обертачів та кантувачів.
- **Етап 3 (Змістовий модуль 3): Динаміка.** Присвячений вивченню руху матеріальних тіл під дією сил. Охоплює основне рівняння динаміки, диференціальні рівняння руху вільної та невільної матеріальної точки, загальні теореми динаміки механічної системи, теорію удару та основи теорії коливань (вільні, затухаючі, вимушені, резонанс).
- **Етап 4 (Змістовий модуль 4): Основи опору матеріалів.** Інтегрований блок, що переводить знання теоретичної механіки у площину розрахунків деформівних тіл. Включає вивчення центрального розтягу-стиску, зсуву, зминання, плоского згину та кручення. Окрема увага приділяється практичним розрахункам на міцність зварних та болтових з'єднань при зрізі та зминанні.

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

Після успішного засвоєння повного курсу та складання підсумкових контрольних заходів, слухач трансформується у фахівця з чітко вираженим інженерно-аналітичним світоглядом, готового до розв'язання технологічних задач зварювального виробництва, демонструючи сформованість наступних складових:

Слухач повинен ЗНАТИ (Когнітивний та епістемологічний домен):

- Основні поняття й аксіоми статички, класифікацію в'язей та правила визначення їх реакцій.
- Методи еквівалентних перетворень систем сил, теорему Пуансо (основну теорему статички) про зведення довільної просторової системи сил до головного вектора та головного моменту.
- Аналітичні та геометричні умови рівноваги довільної плоскої та просторової систем сил.
- Алгоритми розрахунку плоских ферм (спосіб вирізання вузлів та спосіб Ріттера).
- Кінематичні характеристики (швидкість, дотичне та нормальне прискорення) при різних видах руху твердого тіла (поступальному, обертальному, плоскопаралельному, сферичному).
- Закони динаміки Галілея-Ньютона, диференціальні рівняння руху матеріальної точки та загальні теореми динаміки механічної системи.
- Фундаментальні поняття опору матеріалів: напруження, деформація, закон Гука, механічні характеристики матеріалів (границя плинності, границя міцності) та методики розрахунку зварних з'єднань на зріз.

Слухач повинен ВМІТИ (Праксеологічний домен та навички моделювання):

- Ідеалізувати реальні зварні конструкції, перетворюючи їх у розрахункові схеми, та коректно застосовувати принцип звільнення від в'язей.
- Складати та розв'язувати рівняння рівноваги для знаходження реакцій опор балок, рам та зусиль у стрижнях ферм, що є основою проектування металоконструкцій.
- Визначати кінематичні параметри (швидкості, прискорення, траєкторії) ланок механізмів, знаходити миттєвий центр швидкостей (МЦШ) при плоскому русі.

- Складати диференціальні рівняння руху точки, інтегрувати їх для розв'язання прямої та оберненої задач динаміки.
- Застосовувати метод перерізів для визначення внутрішніх силових факторів (поздовжніх, поперечних сил, згинальних та крутних моментів) та будувати їх епюри.
- Виконувати перевірочні та проєктувальні розрахунки на міцність при прямому вигині, розтягу-стиску та чистому зсуві (зрізі) елементів зварних конструкцій.

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

- Математико-аналітичним інструментарієм для самостійної підготовки, читання та оформлення інженерних розрахунків у складі проєктно-технологічної документації.
- Культурою технічної безпеки: здатністю критично оцінювати динамічні навантаження, сили інерції та вібрації (явище резонансу) як фактори ризику втомного руйнування зварних швів.
- Професійною етикою та високою відповідальністю за прийняті конструктивні рішення, усвідомлюючи, що помилка в розрахунку напружено-деформованого стану металоконструкції безпосередньо загрожує безпеці експлуатації промислових об'єктів.

4. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Методологічне обґрунтування компетентнісного підходу: Вивчення нормативної (обов'язкової) навчальної дисципліни «Технічна механіка» (освітній компонент ОК 16) фундаментально спирається на сучасну парадигму компетентнісно-орієнтованої освіти. Відповідно до концептуальної матриці Освітньо-професійної програми «Зварювальне виробництво» (спеціальність G9 / 131 «Прикладна механіка»), ця дисципліна виступає критичним чинником у формуванні професійної спроможності майбутнього фахівця.

Специфіка курсу полягає в інтеграції математичних та фізичних законів із реальними умовами експлуатації зварних конструкцій та обладнання на сучасних машинобудівних підприємствах. Успішне засвоєння цього компонента є безальтернативною передумовою для здатності гарантувати надійність, довговічність та безпечну експлуатацію технологічних комплексів. Набуті компетентності закладають базу для успішної інтеграції здобувачів освіти у програми дуального навчання на базі провідних промислових партнерів (таких як ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "ДАЗ", ТОВ "Аксор індастрі", ПП "Висотпромсервіс" та ін.), а також для роботи на модернізованому обладнанні, що впроваджується в рамках оновлення навчально-практичних центрів.

4.1. Загальні та спеціальні компетентності (ЗК та СК) Згідно з Матрицею відповідності компетентностей випускника компонентам освітньо-професійної програми (ОПП «Зварювальне виробництво»), вивчення дисципліни Технічна механіка забезпечує формування наступних компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. *(Реалізація в межах дисципліни):* Перенесення теоретичних теорем (наприклад, теореми Пуансо чи рівнянь рівноваги) у площину реального інженерного розрахунку зусиль у стрижнях зварних ферм.
- ЗК 8. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. *(Реалізація в межах дисципліни):* Усвідомлення взаємозв'язку між законами класичної механіки та технологічними процесами зварювального виробництва.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

- СК 1. Здатність до аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки. *(Реалізація в межах дисципліни)*: Формування навичок абстрагування від другорядних властивостей зварних вузлів для створення ідеалізованих розрахункових схем (балок, стійок, ферм) та визначення їх напружено-деформованого стану.
- СК 6. Здатність описувати та класифікувати технічні об'єкти та процеси, що ґрунтуються на знаннях та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук. *(Реалізація в межах дисципліни)*: Класифікація видів деформацій (розтяг, стиск, зсув, згин, кручення) та видів руху ланок зварювальних автоматів.
- СК 7. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових професійних завдань прикладної механіки. *(Реалізація в межах дисципліни)*: Інтегрування та диференціювання рівнянь кінематики, використання математичного апарату для розрахунків на міцність.
- СК 9. Здатність використовувати базові знання, необхідні для освоєння загально-професійних дисциплін. *(Реалізація в межах дисципліни)*: Формування базису для успішного опанування профільних курсів: «Опір матеріалів», «Зварні конструкції».
- СК 10. Здатність вирішувати завдання з теоретичних основ прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність і жорсткість. *(Реалізація в межах дисципліни)*: Головна стрижнева компетентність курсу; побудова епюр внутрішніх зусиль (N , Q , M , T) та застосування закону Гука і гіпотез міцності.

4.2. Програмні результати навчання (РН) Відповідно до Матриці відповідності результатів навчання освітнім компонентам, після всебічного теоретичного та практичного засвоєння курсу «Технічна механіка», слухач досягає наступних результатів:

- РН 14. Виконувати моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді технічних і робочих креслень, корегувати технологічні процеси і режими виробництва шляхом внесення зміни до технічної, проєктної і конструкторської документації.
 - *Індикатори досягнення*: Коректне створення ідеалізованих розрахункових схем (відкидання несуттєвих конструктивних особливостей для виділення головної силової схеми).
- РН 15. Застосовувати методи технічних розрахунків під час комп'ютерного проєктування технологічних процесів виготовлення, монтажу та ремонту виробів у галузі прикладної механіки.
 - *Індикатори досягнення*: Виконання повного циклу перевірочних та проєктувальних розрахунків елементів металоконструкцій на міцність при розтягу, зсуві (зрізі) та плоскому згині.
- РН 19. Застосовувати теорії та методи фізико-математичних, природничих, технічних та гуманітарних наук для комплексного розв'язання типових спеціалізованих задач та вирішувати практичні проблеми в галузі прикладної механіки.*
 - *Індикатори досягнення*: Синтез кінематичного та динамічного аналізу (метод кінетостатики) для визначення зусиль, що виникають в рухомих ланках зварювального обладнання під дією сил інерції.

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

(Для освітнього компонента «Технічна механіка» у межах ОПП «Зварювальне виробництво»)

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

Програмні результати навчання (РН)	ЗК7	ЗК8	СК1	СК6	СК7	СК9	СК10
РН 14. Виконувати моделювання деталей, механізмів і конструкцій...	+						
РН 15. Застосовувати методи технічних розрахунків під час комп'ютерного проєктування...	+				+		+
РН 19. Застосовувати теорії та методи фізико-математичних, природничих, технічних та гуманітарних наук для...	+		+	+	+	+	

(Примітка: Знак «+» означає, що відповідна компетентність цілеспрямовано і повноцінно формується за рахунок освітнього компонента ОК 16 «Технічна механіка» для забезпечення досягнення вказаного програмного результату навчання згідно зі Стандартом та ОПП).

5. НАВЧАЛЬНИЙ ПЛАН КУРСУ ТА РОЗПОДІЛ ЧАСУ

Методологічне обґрунтування структури навчального плану: Навчальна програма нормативної обов'язкової дисципліни «Технічна механіка» 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, експериментального лабораторного тренінгу та контрольних заходів) і самостійної дослідницької роботи здобувачів.

Згідно зі структурно-логічною схемою освітньо-професійної програми «Зварювальне виробництво» (спеціальність G9 / 131 «Прикладна механіка»), програма вивчення дисципліни охоплює 3 та 4 семестри (II курс навчання). Загальний обсяг дисципліни становить 6 кредитів ЄКТС (180 годин). Інтенсивність викладання становить 3 академічні години на тиждень, що створює оптимальні умови для безперервного когнітивного процесу. Підсумковим контролем, що завершує вивчення першої частини курсу в 3-му семестрі, є диференційований залік; повний курс завершується складанням екзамену в 4-му семестрі.

5.1. Зведений розрахунок навчального часу

Загальний обсяг дисципліни жорстко регламентований і становить 180 академічних годин. Контактна робота становить 63,3% від загального обсягу курсу, що зумовлено необхідністю безпосереднього контролю викладача за формуванням навичок розв'язання складних механіко-математичних задач.

Вид навчальної та аналітичної роботи	Кількість годин	% від загального обсягу
УСЬОГО ЗА КУРСОМ (6 кредитів ЄКТС)	180	100%
Аудиторні заняття (Контактна робота, всього)	114	63,30%
з них: Лекційні заняття (24 пари)	48	26,70%
з них: Практичні заняття (18 пар)	36	20,00%

з них: Проходження контрольних заходів (15 пар)	30	16,60%
Самостійна робота здобувача (СРС)	66	36,70%
Форма підсумкового контролю:	-	3 семестр – Диференційований залік. 4 семестр – Екзамен

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

СЕМЕСТР 3. (Форма контролю: Диференційований залік)

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. СТАТИКА АБСОЛЮТНО ТВЕРДОГО ТІЛА

(Загальний обсяг модуля: **42 години**. Лекції — 12 год; Практичні — 8 год; Контрольні заходи — 6 год; СРС — 16 год)

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні, Лабораторні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
1.1	Лекція 1 (2 год). Основні поняття й аксіоми статички. Поняття сили та абсолютно твердого тіла. В'язі та їх реакції.	2 год
1.2	Лекція 2 (2 год). Система збіжних сил. Приведення до рівнодійної. Геометричні та аналітичні умови рівноваги.	2 год
1.3	Практичне заняття 1 (2 год). Застосування аксіоми звільнення від в'язей. Визначення реакцій в'язей для систем збіжних сил.	2 год
1.4	Лекція 3 (2 год). Момент сили відносно точки та осі. Теорія пар сил. Властивості та умови рівноваги пар сил.	2 год
1.5	Лекція 4 (2 год). Довільна плоска система сил. Основна теорема статички (Теорема Пуансо) про зведення системи до заданого центра.	2 год
1.6	Практичне заняття 2 (2 год). Визначення опорних реакцій жорстких зварних балок і рам при дії плоскої системи довільно розташованих сил.	2 год
1.7	Лекція 5 (2 год). Умови рівноваги довільної плоскої системи сил. Теорема Варіньона про момент рівнодійної.	2 год
1.8	Лекція 6 (2 год). Розрахунок плоских ферм. Центр паралельних сил і центр ваги твердого тіла.	2 год
1.9	Практичне заняття 3 (2 год). Визначення зусиль у стрижнях плоских зварних ферм (спосіб вирізання вузлів та спосіб Ріттера).	2 год
1.10	Практичне заняття 4 (2 год). Експериментальне визначення положення центра ваги плоских фігур складних зварних перерізів.	2 год

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні, Лабораторні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
1.11	Контрольні заходи (6 год). Модульний контроль №1. Комплексне розв'язання інженерних задач статички.	6 год
СРС 1	Виконання РГР №1: «Визначення опорних реакцій жорсткої зварної рами та зусиль у стрижнях ферми». Опрацювання нормативної бази.	16 год

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КІНЕМАТИКА ТОЧКИ ТА ТВЕРДОГО ТІЛА

(Загальний обсяг модуля: **44 години**. Лекції — 10 год; Практичні — 10 год; Контрольні заходи — 8 год; СРС — 16 год)

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні, Лабораторні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
2.1	Лекція 7 (2 год). Вступ до кінематики. Способи завдання руху точки. Визначення швидкості та прискорення точки.	2 год
2.2	Практичне заняття 5 (2 год). Визначення кінематичних характеристик руху точки в декартовій та натуральній системах координат.	2 год
2.3	Лекція 8 (2 год). Поступальний рух твердого тіла. Обертальний рух твердого тіла навколо нерухомої осі.	2 год
2.4	Практичне заняття 6 (2 год). Експериментальне дослідження кінематики обертального руху. Визначення лінійних та кутових швидкостей.	2 год
2.5	Лекція 9 (2 год). Швидкості та прискорення точок твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі.	2 год
2.6	Практичне заняття 7 (2 год). Визначення швидкостей та прискорень точок обертових механізмів (зварювальних обертачів та кантувачів).	2 год
2.7	Лекція 10 (2 год). Плоскопаралельний рух твердого тіла. Теорема про швидкості точок. Миттєвий центр швидкостей (МЦШ).	2 год
2.8	Практичне заняття 8 (2 год). Побудова планів швидкостей плоских механізмів з використанням МЦШ.	2 год

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні, Лабораторні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
2.9	Лекція 11 (2 год). Складний рух точки. Відносний, переносний та абсолютний рухи. Теорема Коріоліса про додавання прискорень.	2 год
2.10	Практичне заняття 9 (2 год). Експериментальне дослідження складного руху точки та визначення прискорення Коріоліса.	2 год
2.11	Контрольні заходи (8 год). Модульний контроль №2. Підсумковий контроль (Диференційований залік) за 3-й семестр.	8 год
СРС 2	Виконання РГР №2: «Кінематичний аналіз кулісного механізму зварювального автомата».	16 год

СЕМЕСТР 4. (Форма контролю: Екзамен)

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ДИНАМІКА

(Загальний обсяг модуля: **44 години**. Лекції — 12 год; Практичні — 8 год; Контрольні заходи — 8 год; СРС — 16 год)

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні, Лабораторні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
3.1	Лекція 12 (2 год). Вступ до динаміки. Закони динаміки (Ньютона). Диференціальні рівняння руху вільної та невільної матеріальної точки.	2 год
3.2	Практичне заняття 10 (2 год). Розв'язання прямої та оберненої задач динаміки матеріальної точки. Інтегрування диференціальних рівнянь.	2 год
3.3	Лекція 13 (2 год). Коливальний рух матеріальної точки. Вільні та затухаючі коливання. Вплив сил опору.	2 год
3.4	Практичне заняття 11 (2 год). Дослідження коливань пружної системи з одним ступенем вільності. Визначення явища резонансу.	2 год
3.5	Лекція 14 (2 год). Вимушені коливання. Кінематичне та силове збудження. Динамічні характеристики коливальних систем.	2 год
3.6	Практичне заняття 12 (2 год). Розрахунок параметрів коливального руху механізмів та визначення коефіцієнтів динамічності.	2 год

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні, Лабораторні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
3.7	Лекція 15 (2 год). Динаміка механічної системи. Маса, центр мас, моменти інерції твердого тіла. Теорема про рух центра мас.	2 год
3.8	Лекція 16 (2 год). Теореми про зміну кількості руху та кінетичного моменту матеріальної точки і механічної системи.	2 год
3.9	Практичне заняття 13 (2 год). Застосування загальних теорем динаміки до розв'язання інженерних задач та розрахунків зварювальних робототехнічних систем.	2 год
3.10	Лекція 17 (2 год). Робота сил. Теорема про зміну кінетичної енергії. Основи теорії удару. Принцип Германа-Ейлера-Даламбера.	2 год
3.11	Контрольні заходи (8 год). Модульний контроль №3 (тестування та динамічний розрахунок механічної системи).	8 год
СРС 3	Виконання РГР №3: «Застосування загальних теорем динаміки до дослідження руху механічної системи».	16 год

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ОСНОВИ ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ

(Загальний обсяг модуля: **50 годин**. Лекції — 14 год; Практичні — 10 год; Контрольні заходи — 8 год; СРС — 18 год)

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні, Лабораторні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
4.1	Лекція 18 (2 год). Вступ до опору матеріалів. Основні гіпотези та допущення. Метод перерізів. Види навантажень.	2 год
4.2	Лекція 19 (2 год). Центральний розтяг і стиск. Напруження, переміщення та деформації. Закон Гука.	2 год
4.3	Практичне заняття 14 (2 год). Застосування методу перерізів. Побудова епюр поздовжніх сил та нормальних напружень.	2 год
4.4	Практичне заняття 15 (2 год). Випробування зразків конструкційних сталей на розтяг. Побудова діаграми розтягу матеріалів.	2 год
4.5	Лекція 20 (2 год). Механічні властивості матеріалів. Границі плинності та міцності. Розрахунки на міцність. Коефіцієнт запасу	2 год

№ з/п	Тематика аудиторних занять (Лекції, Практичні, Лабораторні) та Самостійної роботи (СРС)	Обсяг
	міцності.	
4.6	Лекція 21 (2 год). Практичні розрахунки на зсув (зріз) і зминання. Специфіка розрахунку зварних та болтових з'єднань металоконструкцій.	2 год
4.7	Практичне заняття 16 (2 год). Проектувальні та перевірочні розрахунки зварних швів на зріз та зминання згідно з нормативною документацією.	2 год
4.8	Лекція 22 (2 год). Крутіння прямого бруса круглого перерізу. Епюри крутних моментів. Максимальне дотичне напруження.	2 год
4.9	Лекція 23 (2 год). Плоский прямий згин. Внутрішні силові фактори: поперечна сила та згинальний момент. Диференціальні залежності Журавського.	2 год
4.10	Практичне заняття 17 (2 год). Побудова епюр поперечних сил і згинальних моментів. Підбір перерізів стандартного металопрокату за ДСТУ.	2 год
4.11	Практичне заняття 18 (2 год). Експериментальне дослідження деформацій при прямому згині балки (визначення прогинів).	2 год
4.12	Лекція 24 (2 год). Нормальні та дотичні напруження при вигині. Розрахунки балок на міцність за нормальними напруженнями.	2 год
4.13	Контрольні заходи (8 год). Модульний контроль №4. Підсумковий контроль (Екзамен) за 4-й семестр.	8 год
СРС 4	Виконання РГР №4: «Проектування сталеві балки та розрахунок зварного з'єднання». Підготовка до підсумкового екзамену.	18 год

5.3. Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (СРС)

Методологічне та епістемологічне обґрунтування організації СРС: Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти, загальним детермінованим обсягом **66 академічних годин**, є фундаментальною, системоутворюючою та невід'ємною магістральною складовою вивчення обов'язкової нормативної дисципліни «Технічна механіка». У контексті підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Зварювальне виробництво»), самостійна робота виконує критично важливу функцію епістемологічного мосту між абстрактною математичною теорією (лекційним матеріалом) та прикладним розрахунком міцності й кінематики реальних металоконструкцій та зварювального обладнання.

Оволодіння інженерно-аналітичним інструментарієм неможливе виключно через пасивне аудиторне прослуховування. Здобувач повинен пройти власний шлях когнітивних проб і помилок під час розв'язання багаторівневих систем рівнянь статички, побудови планів швидкостей та проєктування стандартних профілів металопрокату.

Інклюзивність та Trauma-Informed Approach (Педагогіка, обізнана з травмою):

Враховуючи інклюзивний характер освітнього екосистеми, наявність у групах слухачів-ветеранів, учасників бойових дій, дорослих осіб, що проходять перекваліфікацію, та здобувачів, які постраждали від наслідків війни, форми звітності за СРС є максимально адаптивними та гнучкими. Застосування принципів педагогіки, обізнаної з травмою, передбачає абсолютну відмову від директивної педагогіки та стресових публічних захистів розрахунків біля дошки. Здобувачам надається пріоритет у формуванні індивідуального цифрового портфоліо в 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.

Навчальний матеріал для самостійного опрацювання чітко та логічно структурований за чотирма магістральними напрямками (модулями), що забезпечують системний професійний розвиток майбутнього фахівця зварювального виробництва.

Напрями самостійної роботи (Зміст завдання)	Години	Форма звітності та контролю
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. СТАТИКА АБСОЛЮТНО ТВЕРДОГО ТІЛА	16	
1.1. Опрацювання нормативної бази та алгоритмів зведення систем сил. Самостійне вивчення методів еквівалентних перетворень плоских та просторових систем сил. Ознайомлення з принципами визначення центрів ваги складених зварних перерізів.	4	Опорний конспект + проходження тренувального тесту в LMS.
1.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №1: <i>«Визначення опорних реакцій жорсткої зварної рами та зусиль у стрижнях ферми»</i> . Індивідуальне завдання за багатоваріантною матрицею. Слухач повинен: ідеалізувати реальну конструкцію, застосувати метод перерізів, скласти рівняння рівноваги, визначити реакції шарнірних та жорстких опор, а також аналітично (методом вирізання вузлів або Ріттера) обчислити зусилля в заданих стрижнях ферми.	10	Індивідуальний цифровий звіт (pdf) у системі LMS. Асинхронна перевірка етапів розрахунку.
1.3. Підготовка до модульного контролю №1. Систематизація знань з аксіоматики статички та умов рівноваги.	2	Самоконтроль.

Напрями самостійної роботи (Зміст завдання)	Години	Форма звітності та контролю
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КІНЕМАТИКА ТОЧКИ ТА ТВЕРДОГО ТІЛА	16	
2.1. Аналіз кінематичних характеристик складного руху. Самостійне опрацювання теореми Коріоліса, методів визначення абсолютного, відносного та переносного прискорень точок механізмів.	4	Опорний конспект + розв'язання типових міні-задач.
2.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №2: <i>«Кінематичний аналіз кулісного механізму зварювального автомата»</i> . Слухач отримує кінематичну схему механізму. Задано закон руху ведучої ланки. Необхідно: визначити швидкості та прискорення вказаних точок механізму для заданого моменту часу, використовуючи метод миттєвого центра швидкостей (МЦШ) та теореми про додавання швидкостей і прискорень.	10	Структурована розрахунково-пояснювальна записка в LMS із побудованими в масштабі планами швидкостей та прискорень.
2.3. Підготовка до модульного контролю №2 та заліку. Консолідація теоретичного матеріалу за 3-й семестр.	2	Тренувальне онлайн-тестування.
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ДИНАМІКА	16	
3.1. Загальні теореми динаміки. Самостійне вивчення та порівняльний аналіз теорем про зміну кількості руху, кінетичного моменту та кінетичної енергії. Опрацювання явища резонансу при коливаннях пружних систем.	4	Опорний конспект + проходження тесту в LMS.
3.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №3: <i>«Застосування загальних теорем динаміки до дослідження руху механічної системи зварювального маніпулятора»</i> . Задано механічну систему, що складається з кількох тіл (вантаж, блоки, барабани), та діючі сили. Потрібно застосувати метод кінетостатики (принцип Даламбера) або теорему про зміну кінетичної енергії для знаходження прискорень тіл та натягів тросів.	10	Цифровий звіт у системі LMS + асинхронне консультування з викладачем.
3.3. Підготовка до модульного контролю №3. Систематизація знань з диференціальних рівнянь руху та теорії удару.	2	Самоконтроль.

Напрями самостійної роботи (Зміст завдання)	Години	Форма звітності та контролю
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ОСНОВИ ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ	18	
4.1. Геометричні характеристики перерізів та теорії міцності. Самостійне опрацювання нормативної бази (ДСТУ, ГОСТ, EN) на сортимент гарячекатаного металопрокату. Визначення осьових та полярних моментів інерції та опору для складених зварних профілів.	4	Конспект + виконання розрахункової картки (Task Card).
4.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) №4: <i>«Проектування сталеві балки та розрахунок міцності зварного з'єднання»</i> . Комплексне інженерне завдання. Здобувач має визначити опорні реакції балки, скласти аналітичні вирази та побудувати епюри поперечних сил (Q) і згинальних моментів (M). За умовою міцності при згині необхідно підібрати оптимальний номер стандартного металопрокату (двотавра чи швелера) за ДСТУ. Друга частина РГР полягає у перевірочному розрахунку кутового або стикового зварного шва на зріз.	10	Розгорнутий цифровий звіт у LMS із графічними побудовами епюр строго під розрахунковими схемами.
4.3. Підготовка до підсумкового екзамену. Глобальна систематизація та консолідація теоретичного і розрахункового матеріалу за весь курс навчання.	4	Проходження фінального симуляційного комп'ютерного тестування (Mock Exam).
РАЗОМ ГОДИН НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ (СРС):	66	Оцінювання здійснюється за рубрикатором як складова поточної успішності.

6. ПРОГРАМА КУРСУ

Навчальна програма нормативної обов'язкової дисципліни «Технічна механіка» побудована за модульним принципом і складається з чотирьох фундаментальних змістових модулів, які логічно та послідовно вивчаються протягом 3-го та 4-го семестрів (другий курс навчання). Програма охоплює 48 годин лекцій, 36 години практичних занять, забезпечуючи комплексний розвиток інженерно-аналітичного та експериментального мислення здобувачів фахової передвищої освіти за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Зварювальне виробництво»).

Розроблена академічна структура курсу глибоко інтегрує фундаментальні теоретичні знання з класичної механіки (статики, кінематики, динаміки) та механіки деформівного твердого тіла із практичним проектуванням зварних металоконструкцій та аналізом зварювального

обладнання. Це формує у майбутніх фахівців здатність гарантувати міцність та надійність реальних об'єктів будівництва і машинобудування під дією експлуатаційних навантажень.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. СТАТИКА АБСОЛЮТНО ТВЕРДОГО ТІЛА

(20 аудиторних годин: Лекції — 12 год, Практичні — 8 год)

Цей модуль закладає термінологічний та методологічний базис механіки. Основна мета — вивчення методів еквівалентних перетворень систем сил та визначення умов рівноваги конструкцій, що є базою для розрахунку опорних вузлів зварних рам та ферм.

Тема 1.1. Вступ. Основні поняття й аксіоми статички. Предмет статички та її зв'язок зі зварювальним виробництвом. Поняття абсолютно твердого тіла, сили, системи сил. Еквівалентні та зрівноважені системи. Аксіоми статички. В'язі та їх класифікація (ідеально гладка поверхня, нитка, циліндричний та сферичний шарніри, жорстке защемлення). Принцип звільнення від в'язей.

Тема 1.2. Система збіжних сил. Приведення системи збіжних сил до рівнодійної (геометричний та аналітичний способи). Проекція сили на вісь. Геометричні та аналітичні умови рівноваги системи збіжних сил у площині та просторі: $\sum F_{ix} = 0, \sum F_{iy} = 0, \sum F_{iz} = 0$

Тема 1.3. Момент сили та теорія пар сил. Момент сили відносно точки як векторний добуток: $M_O(F) = r_A \times F$. Алгебраїчний момент сили. Момент сили відносно осі. Пара сил та її момент. Теореми про еквівалентність і додавання пар сил. Умови рівноваги системи пар сил.

Тема 1.4. Довільна плоска та просторова системи сил. Лема про паралельне перенесення сили. Основна теорема статички (Теорема Пуансо) про зведення довільної просторової системи сил до головного вектора та головного моменту. Теорема Варіньона про момент рівнодійної. Три форми умов рівноваги довільної плоскої системи сил. Поняття про статично визначувані та статично невизначувані задачі.

Тема 1.5. Тертя та рівновага з урахуванням тертя. Зчеплення і тертя ковзання. Кут і конус тертя. Тертя кочення та його коефіцієнт.

Тема 1.6. Центр ваги та розрахунок плоских ферм. Центр паралельних сил. Центр ваги твердого тіла, плоскої фігури та лінії. Статичний момент площі. Способи визначення координат центра ваги (симетрія, розбиття, доповнення). Основи розрахунку плоских зварних ферм: метод вирізання вузлів та спосіб Ріттера.

Практичний та лабораторний аспект Модуля 1: Ідентифікація навантажень на зварні рами, складання рівнянь рівноваги та визначення опорних реакцій жорстких і шарнірних опор. Розрахунок зусиль у стрижнях ферм. Лабораторне експериментальне визначення координат центрів ваги деталей складного контуру.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КІНЕМАТИКА ТОЧКИ ТА ТВЕРДОГО ТІЛА

(20 аудиторних годин: Лекції — 10 год, Практичні — 10 год)

Модуль сфокусований на аналізі геометричних властивостей механічного руху без урахування мас і діючих сил. Знання кінематики є основою для розуміння роботи механізмів зварювальних автоматів, позиціонерів та роботизованих комплексів.

Тема 2.1. Кінематика точки. Векторний, координатний та натуральний способи завдання руху точки. Траєкторія, швидкість і прискорення. Дотичне (a_t) та нормальне (a_n) прискорення точки при криволінійному русі. Класифікація рухів точки за прискореннями.

Тема 2.2. Поступальний і обертальний рухи твердого тіла. Властивості поступального руху. Обертання навколо нерухомої осі: рівняння руху, кутова швидкість (ω) та кутове прискорення (ϵ). Швидкості та прискорення точок тіла (обертальне та доцентрове прискорення). Векторні вирази кінематичних характеристик. Перетворення обертальних рухів (передавальне число).

Тема 2.3. Плоскопаралельний рух твердого тіла. Розкладання плоского руху на поступальний разом з полюсом та обертальний навколо полюса. Теорема про швидкості точок плоскої фігури. Поняття про миттєвий центр швидкостей (МЦШ) та способи його знаходження. Теорема про прискорення точок плоскої фігури.

Тема 2.4. Складний рух точки. Відносний, переносний та абсолютний рухи точки. Теорема про додавання швидкостей. Теорема Коріоліса про додавання прискорень: $a_a = a_r + a_e + a_c$. Визначення модуля та напрямку прискорення Коріоліса за правилом Жуковського.

Практичний та лабораторний аспект Модуля 2: Диференціювання рівнянь руху для знаходження швидкостей. Побудова планів швидкостей для плоских (кулісних, кривошипно-повзункових) механізмів з використанням МЦШ. Експериментальне дослідження передавальних відношень та моделювання явища коріолісового прискорення на лабораторних стендах.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ДИНАМІКА

(20 аудиторних годин: Лекції — 12 год, Практичні — 8 год)

Модуль інтегрує знання статички та кінематики для дослідження руху матеріальних тіл під дією зовнішніх та внутрішніх сил. Вивчаються критично важливі для машинобудування процеси коливаль, удару та динамічних перевантажень.

Тема 3.1. Основні поняття та закони динаміки. Предмет динаміки. Закони інерції, пропорційності сили і прискорення $ma=F$, рівності дії та протидії, незалежності дії сил.

Тема 3.2. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Пряма та обернена (інтегрування рівнянь руху) задачі динаміки. Диференціальні рівняння відносного руху матеріальної точки. Переносна та коріолісова сили інерції. Принцип відносності класичної механіки.

Тема 3.3. Коливальний рух. Вільні незатухаючі коливання матеріальної точки: диференціальне рівняння $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$, амплітуда, частота, фаза. Затухаючі коливання під дією сил в'язкого опору. Вимушені коливання (силове та кінематичне збудження). Явище резонансу та коефіцієнт динамічності.

- **Тема 3.4. Динаміка механічної системи.** Центр мас та його координати. Моменти інерції твердого тіла (осьові, полярні, відцентрові). Теорема Гюйгенса-Штейнера про моменти інерції відносно паралельних осей.
- **Тема 3.5. Загальні теореми динаміки.** Теорема про рух центра мас. Імпульс сили. Теореми про зміну кількості руху, зміну моменту кількості руху (кінетичного моменту) та зміну кінетичної енергії системи (теорема Кеніга). Робота постійної та змінної сили. Потужність та механічний ККД.

- **Тема 3.6. Принцип Даламбера та теорія удару.** Сили інерції. Принцип Германа-Ейлера-Даламбера (метод кінетостатики) для точки та невільної механічної системи. Прямий центральний удар двох тіл. Коефіцієнт відновлення при ударі. Теорема Карно.
- **Практичний та лабораторний аспект Модуля 3:** Застосування теореми про зміну кінетичної енергії для розв'язання задач на рух механічних систем зварювального обладнання. Лабораторне експериментальне дослідження вільних та вимушених коливань пружної системи з одним ступенем вільності (моделювання резонансу), а також вивчення явища удару за допомогою маятникового копра. *(Усі демонстрації аварійних і резонансних станів подаються виключно через сухий фізико-математичний аналіз для дотримання інклюзивної етики та психологічної безпеки).*

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ОСНОВИ ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ

(24 аудиторні години: Лекції — 14 год, Практичні — 10 год)

Модуль трансформує теоретичні знання механіки у прикладну площину проектування. Вивчається деформівне тверде тіло, його опір навантаженням та методи розрахунку зварних і суцільних конструкцій на міцність і жорсткість.

Тема 4.1. Вступ до опору матеріалів. Метод перерізів. Допущення про властивості матеріалів (однорідність, ізотропність, ідеальна пружність) та характер деформацій. Метод перерізів для виявлення внутрішніх силових факторів (N, Q, M, T). Види навантажень. Поняття про напруження (повне, нормальне σ , дотичне τ).

Тема 4.2. Розтягання і стиск. Поздовжні сили та їх епюри. Нормальні напруження: $\sigma = \frac{A}{N}$

Абсолютні та відносні деформації. Закон Гука: $\sigma = E\varepsilon$. Статичні випробування на розрив, дійсна та машинна діаграми розтягу пластичних і крихких матеріалів (границя плинності, границя міцності). Розрахунки на міцність. Коефіцієнт запасу міцності. Температурні напруження та статично невизначувані системи.

Тема 4.3. Практичні розрахунки на зріз і зминання. Особливості напруженого стану. Формули для перевірки міцності на зріз ($\tau = \frac{Q}{A_{\text{ср}}}$) та зминання ($\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{F_{\text{ср}}}$). Специфіка розрахунку болтових і заклепкових з'єднань, а також зварних кутових і стикових швів.

- **Тема 4.4. Крутіння.** Чисте зрушення, закон Гука при зрушенні. Модуль зсуву (G). Крутіння круглого прямого бруса. Епюри крутних моментів. Розподіл дотичних напружень, полярний момент інерції (J_p) та полярний момент опору (W_p). Формула максимальних дотичних напружень: $\tau_{\text{max}} = \frac{W_p}{M_k}$. Розрахунки валів на міцність та жорсткість.
- **Тема 4.5. Вигин прямого бруса.** Прямий чистий і поперечний вигин. Правила контролю та побудови епюр поперечних сил (Q) і згинальних моментів (M) з використанням диференціальних залежностей Журавського. Нормальні напруження при вигині (формула Нав'є). Осьовий момент опору (W_x). Раціональні профілі балок та робота з ГОСТ/ДСТУ на прокат сталевий гарячекатаний. Дотичні напруження при поперечному вигині (формула Журавського).
- **Практичний та лабораторний аспект Модуля 4:** Інтенсивна розрахункова практика з побудови епюр N, Q, M, T для статично визначуваних стрижнів і балок. Проектування та підбір перерізів стандартного металопрокату (швелер, двотавр) за умовою міцності. Лабораторний практикум включає роботу з розривними випробувальними машинами (дослідження деформації сталевих зразків на розрив) та

установками для дослідження лінійних переміщень при прямому згині балки (робота з індикаторами годинникового типу).

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Методологічне обґрунтування інформаційного забезпечення: Висока якість фахової підготовки здобувачів освіти зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Зварювальне виробництво») за фундаментальною нормативною дисципліною «Технічна механіка» гарантується наявністю потужної, сучасної та диверсифікованої навчально-методичної бази. Забезпечення курсу розроблено з урахуванням європейських стандартів інженерної освіти (ESG), принципів студентоцентрованого навчання, а також вимог до абсолютної інклюзивності освітнього простору.

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. Він розроблений із застосуванням принципів педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach), що виключає жорстку директивність і сприяє психологічному комфорту. Комплекс включає:

- **Робоча програма та Силабус (Syllabus):** Документи, що регламентують зміст, обсяг, політику академічної доброчесності та критерії оцінювання курсу. Силабус додатково містить правила техніки безпеки при роботі з лабораторним обладнанням, алгоритми академічної підтримки та адаптивні умови асинхронного відпрацювання матеріалу для здобувачів.
- **Опорні конспекти лекцій (Теоретичний базис):** Структуровані академічні тексти з глибокою візуалізацією кінематичних схем, епюр внутрішніх силових факторів та діаграм деформування. Акцент робиться на фізичному змісті формул класичної механіки та їх застосуванні у зварювальному виробництві.
- **Методичні вказівки до виконання практичних робіт (Guidelines):** Деталізовані покрокові алгоритми розв'язання інженерних задач: зведення довільної просторової системи сил, побудова планів швидкостей та прискорень механізмів, алгоритми методу перерізів та побудови епюр.
- **Методичні рекомендації до лабораторного практикуму:** Посібники з інструкціями щодо експлуатації випробувальних установок (розривних машин, копрів, стендів для вивчення коливань), бланки протоколів, алгоритми статистичної обробки експериментальних даних.
- **Методичні рекомендації щодо організації самостійної роботи (CPC):** Банки багатоваріантних індивідуальних завдань (технічних кейсів) для виконання чотирьох комплексних розрахунково-графічних робіт (РГР).
- **Банк контрольно-вимірювальних матеріалів (Assessment Tools):** Рецензована база тестових завдань для системи управління навчанням (LMS), екзаменаційні/залікові білети з комплексними інженерними кейсами та строгі рубрики об'єктивного оцінювання.

7.2. Рекомендована література та нормативно-технічна документація

Перелік літератури базується на фундаментальних академічних виданнях, перевірених часом збірниках інженерних задач та актуальній нормативній базі.

Базова (основна) література:

1. Шпачук В. П., Золотов М. С., Склярів В. О. Технічна механіка: Навчальний посібник. – Харків : ХНУМГ, 2015. – 277 с. *(Фундаментальне видання, що охоплює питання статички твердого тіла, кінематики, динаміки, теорії коливань та основ опору матеріалів).*
2. Сивак Р. І., Деревенько І. А. Короткий курс теоретичної механіки. – Вінниця : ВНАУ, 2014. – 155 с. *(Адаптований курс, що містить основні розділи статички, кінематики та динаміки, оптимальний для базової інженерної підготовки).*
3. Огородніков В. А., Побережний М. І., Грушко О. В. Опір матеріалів. Частина 2 : Лабораторний практикум. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 85 с. *(Містить теоретичні положення та методику проведення експериментів з визначення прогинів, критичної сили, ударних навантажень та коливань).*

Нормативно-технічна документація (Стандарти):

- Актуальні державні стандарти (ДСТУ, ГОСТ) та європейські норми (EN) на сортамент гарячекатаного металопрокату (двотаври, швелери, кутники) — використання документації є обов'язковою умовою для виконання розрахунково-графічних робіт із підбору перерізів конструкцій.

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

Специфіка дисципліни вимагає інтенсивного використання сучасних цифрових інструментів для візуалізації векторних величин, траєкторій руху та розподілу напружень.

- **Системи управління навчанням (LMS):** Повноцінна інтеграція курсу в цифрові освітні платформи (Moodle, Google Classroom), що створює єдине хмарне середовище для адміністрування освітнього процесу. Платформа забезпечує безперебійне асинхронне навчання, що є критично важливим для здобувачів-ветеранів, дорослих осіб, які поєднують навчання з роботою, та тих, хто перебуває на реабілітації.
- **Інтерактивне візуальне моделювання:** Застосування мультимедійних аплетів та симуляторів для демонстрації просторового зведення систем сил, анімації планів швидкостей та прискорень (включаючи коріолісове прискорення), процесів втрати стійкості стрижнів та динаміки коливальних систем.
- **Системи інженерного розрахунку (CAE/CAD Tools):** Ознайомче використання обчислювальних комплексів у межах самостійної роботи для автоматизації побудови епюр N , Q , M і математичної верифікації ручних розрахунків на міцність та жорсткість.

7.4. Матеріально-технічне забезпечення та бази практик

Освітній процес з «Технічної механіки» супроводжується реалізацією праксеологічного підходу через залучення сучасного лабораторного обладнання та інтеграцію з реальним промисловим сектором.

- **Лабораторна база навчального закладу:** Спеціалізовані аудиторії, оснащені універсальними розривними машинами, гідравлічними пресами, маятниковими копрами (для дослідження динамічної міцності та удару), торсіонними машинами та тензOMETричним обладнанням для надточного вимірювання деформацій балок при згині. Установки для дослідження явища резонансу та визначення критичної швидкості обертання валів. Мультимедійне обладнання аудиторій є обов'язковим для конструювання епюр і планів швидкостей.

- **Індустріальне партнерство та дуальне середовище:** Валідація теоретичних розрахунків та закріплення навичок проєктування і аналізу зварних механізмів забезпечується тісною інтеграцією з провідними машинобудівними та виробничими підприємствами регіону. До базових партнерів, чиї виробничі потужності та експлуатаційні кейси використовуються як практичне підґрунтя для курсу, належать **ТОВ "Інтерпайп", ТОВ "ДАЗ", ПП "Висотпромсервіс", ТОВ "Аксор індастрі", ТОВ "НВП РІЧ" та ТОВ "Альтстрім"**. Це дозволяє слухачам безпосередньо застосовувати закони механіки до розв'язання реальних технологічних завдань сучасної інженерії.

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

Методологічне обґрунтування кадрової політики: Фундаментальна нормативна дисципліна «Технічна механіка» є концептуальним ядром у підготовці фахівців за освітньо-професійною програмою «Зварювальне виробництво». Оскільки правильність розрахунків на міцність, жорсткість та стійкість, а також розуміння кінематики й динаміки зварювального обладнання безпосередньо корелюють із безпекою промислових об'єктів та життям людей, якість викладання цієї дисципліни гарантується жорсткими критеріями відбору педагогічних працівників.

Кадрове забезпечення освітнього процесу у Закладі професійної освіти «Дніпровський професійний технологічний коледж» повністю відповідає вимогам Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності на рівні фахової передвищої освіти, оновленим нормативно-правовим актам та європейським стандартам внутрішнього забезпечення якості (ESG). До викладання курсу залучаються виключно фахівці, які відповідають наступному комплексу кваліфікаційних, професійних та психолого-педагогічних вимог.

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 інженерним напрямом. Допускається наявність дипломів за спеціальностями: «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування», «Зварювальне виробництво» або «Фізико-математичні науки» (за обов'язкової умови наявності підтвердженого інженерного чи конструкторського досвіду).
- **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 регулярний розгляд оновлених навчально-методичних матеріалів здійснюється відповідною методичною комісією закладу освіти.

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

- **Інженерно-виробнича експертиза:** Критично важливою є здатність викладача пов'язувати абстрактні математичні моделі та диференціальні залежності з реальною поведінкою металоконструкцій та зварювального обладнання під навантаженням. Високо цінується та заохочується наявність у викладача реального виробничого бекграунду (наприклад, підтверджених кваліфікацій майстра виробничного навчання, техніка-електромеханіка або інженера-конструктора), що дозволяє наповнити теоретичний курс живими промисловими кейсами.

- **Володіння нормативною базою:** Глибоке знання чинних державних стандартів (ДСТУ, ГОСТ, EN) на сортамент металопрокату, а також норм проектування, що регламентують принципи призначення коефіцієнтів запасу міцності зварних з'єднань.
- **Досвід експериментальної роботи:** Викладач повинен досконало володіти навичками експлуатації випробувального лабораторного обладнання (розривних машин, гідравлічних пресів, маятникових копрів, установок для вивчення коливань) та неухильно дотримуватися протоколів техніки безпеки під час роботи зі слухачами.

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

- **Інтеграція штучного інтелекту та інноваційних інструментів:** Викладач повинен демонструвати високий рівень цифрової грамотності, активно впроваджуючи інструменти штучного інтелекту в педагогічну практику (для генерації багатоваріантних інженерних задач, автоматизації перевірки розрахунків та створення інтерактивних навчальних матеріалів).
- **Володіння інформаційними системами (CAE/CAD):** Навички роботи у спеціалізованих обчислювальних комплексах для демонстрації слухачам сучасних інструментів автоматизованого проектування, кінематичного аналізу та верифікації ручних розрахунків на міцність.
- **Адміністрування електронного навчання (E-learning):** Бездоганне володіння системами управління навчанням (LMS Moodle, Google Classroom) для організації безперебійного змішаного (blended learning) та асинхронного навчання, що гарантує доступність освіти для всіх категорій здобувачів.

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

Зважаючи на реалії сьогодення та глибоку соціально-демографічну диверсифікацію навчальних груп (наявність ветеранів, військовослужбовців, учасників бойових дій, членів їхніх сімей та осіб, які постраждали від наслідків війни), до педагогічного персоналу висуваються безкомпромісні вимоги щодо емоційного інтелекту та етичної взаємодії:

- **Принципи Андрагогіки:** Викладач зобов'язаний будувати освітній процес на засадах партнерської взаємодії, повністю відмовляючись від авторитарної директивної педагогіки. Життєвий, виробничий та бойовий досвід дорослих слухачів інтегрується у процес обговорення інженерних задач (наприклад, аналіз міцності броні чи балістичних траєкторій), підсилюючи їх практичну значущість та виказуючи глибоку повагу до здобувачів.
- **Педагогіка, обізнана з травмою (Trauma-Informed Care):** Дисципліна «Технічна механіка» безпосередньо вивчає динамічні удари, руйнування конструкцій, колапс опор, аварійні вібрації. Викладач зобов'язаний подавати цей контент виключно у суворому, інженерно-аналітичному ключі. Категорично забороняється використання емоційної драматизації реальних промислових чи військових катастроф, надміру натуралістичних відеоматеріалів або звукових ефектів (сирени, гуркіт руйнувань), які можуть стати психологічними тригерами для слухачів із травматичним досвідом або ПТСР. Педагогічний акцент завжди, за будь-яких умов, має зміщуватися на концепцію безпеки, розрахунок коефіцієнтів запасу та запобігання руйнуванням.
- **Модерація безпечного середовища:** Викладач створює атмосферу абсолютної психологічної безпеки, що передбачає емпатичне, гнучке управління дедлайнами для вразливих категорій слухачів, надання можливості асинхронних форм звітності та формування культури «Error Tolerance», де помилка в навчальному розрахунку сприймається як природний крок до набуття професійної інженерної майстерності.

9. ФОРМИ ДОКУМЕНТІВ

Методологічне обґрунтування організації документообігу: Системний контроль, облік та безперервний моніторинг якості освітнього процесу з нормативною фундаментальною дисципліни «Технічна механіка» 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 ОПП «Зварювальне виробництво».

Перелік обов'язкових та рекомендованих форм документів для супроводу курсу розроблено з урахуванням специфіки розрахунково-аналітичного та експериментального спрямування дисципліни, а також принципів безбар'єрності:

- **1. Силабус навчальної дисципліни (Syllabus)** Головний академічний орієнтир для здобувача освіти, що надається йому в електронному та/або роздрукованому вигляді на першому вступному занятті. Силабус виступає освітнім «контрактом» між викладачем та слухачем, деталізуючи маршрут вивчення технічної механіки. Документ обов'язково містить:
 - Детальний опис цілей, завдань та очікуваних програмних результатів навчання (зокрема РН 14, РН 15, РН 19*), сформульованих через компетентнісний підхід.
 - Структурований тематичний план 48 годин лекційних, 24 годин практичних та 12 годин лабораторних занять із зазначенням конкретних тем для самостійної роботи (СРС).
 - Жорсткий графік (дедлайни) видачі та здачі чотирьох розрахунково-графічних робіт (РГР) та протоколів лабораторних випробувань.
 - Політику курсу: правила техніки безпеки під час роботи з випробувальним обладнанням (маятниковими копрами, розривними машинами), умови асинхронного відпрацювання матеріалу, правила інклюзивної комунікації.
 - Політику академічної доброчесності: сувору регламентацію щодо недопущення списування розрахункових схем (епюр, планів швидкостей), заборону несанкціонованого генерування висновків без реального опрацювання експериментальних даних.
 - Детальну шкалу та критерії нарахування балів за поточні та підсумкові види робіт (окремо для диференційований заліку у 3-му семестрі та екзамену у 4-му семестрі).
- **2. Журнал обліку навчальних занять (в електронній та/або паперовій формі)**

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

- Відвідуваності аудиторних занять.
- Поточних балів за роботу на практичних та лабораторних заняттях (оцінюється здатність слухача застосовувати метод перерізів, скласти рівняння рівноваги, будувати кінематичні плани та епюри внутрішніх зусиль).
- Результатів виконання завдань модульного контролю після завершення кожного з чотирьох змістових модулів.
- *Електронний формат журналу (в системі LMS)* гарантує прозорий та безперервний 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). Він розробляється для інтеграції в освітній процес ветеранів, військовослужбовців, осіб, які проходять медичну чи психологічну реабілітацію, а також для дорослих здобувачів, що поєднують навчання з роботою. План містить:
 - Адаптований та персонально узгоджений графік здачі розрахунково-графічних робіт (РГР) та протоколів лабораторних досліджень.
 - Визначені альтернативні форми асинхронної звітності (наприклад, подання деталізованих письмових інженерних звітів із розв'язанням задач статички чи динаміки у вигляді сканованих копій через LMS Moodle/Google Classroom замість стресового очного захисту біля дошки).
- **4. Цифрове портфоліо лабораторних та розрахунково-графічних робіт** Звітна навчальна документація слухача, що акумулює результати його практичної, експериментальної та аналітичної роботи протягом 3-го та 4-го семестрів. Портфоліо завантажується у хмарне середовище, підлягає ретельній перевірці викладачем і включає:
 - Офіційні протоколи лабораторних робіт, що містять схеми випробувальних установок, таблиці емпіричних даних, графіки кінематичних та динамічних залежностей, а також аналітичні висновки щодо механічних властивостей матеріалів.
 - Чотири оформлені за стандартами розрахунково-графічні роботи (РГР): визначення опорних реакцій, кінематичний аналіз механізмів зварювальних автоматів, застосування загальних теорем динаміки, проектування сталевий балки та розрахунок зварних з'єднань.
- **5. Відомість обліку поточної та підсумкової успішності (Заліково-екзаменаційна відомість)** Документ суворой фінансово-академічної звітності, який підтверджує факт проходження слухачем курсу «Технічна механіка» та офіційно засвідчує рівень сформованості його фахових компетентностей. Відомість містить:
 - Сумарну кількість балів, набраних за поточну навчальну діяльність (робота на практичних і лабораторних заняттях, успішний захист портфоліо РГР, результати модульних контролів).
 - Бали, здобуті безпосередньо під час складання підсумкового контролю (Диференційований заліку у 3-му семестрі та екзамену у 4-му семестрі).
 - Підсумкову комплексну оцінку за 100-бальною шкалою з її обов'язковою конвертацією у національну шкалу оцінювання («Відмінно», «Добре», «Задовільно», «Незадовільно») та буквену шкалу ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

10. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Методологічне обґрунтування системи оцінювання: Оцінювання навчальних досягнень здобувачів фаховой передвищої освіти з нормативной фундаментальної дисципліни «Технічна механіка» є багатовимірним, системним, прозорим та безперервним кваліметричним процесом. Відповідно до вимог освітньо-професійної програми «Зварювальне виробництво» та стандартів внутрішньої системи забезпечення якості освіти, оцінювання здійснюється за наскрізною 100-бальною накопичувальною шкалою.

Специфіка технічної механіки як точної інженерної науки вимагає абсолютної об'єктивності: правильність аналітичного розв'язку (наприклад, визначення зусиль у стрижнях зварної ферми, розрахунок прискорень чи підбір перерізу балки) має чіткі, детерміновані математичні критерії.

Водночас, система оцінювання розроблена з обов'язковою імплементацією принципів інклюзивності та педагогіки, обізнаної з травмою (**Trauma-Informed Approach**). Це гарантує зниження академічного стресу, створення психологічно безпечного середовища та надання рівних можливостей для демонстрації знань усім слухачам, зокрема ветеранам, військовослужбовцям, особам на етапі медичної/соціальної реабілітації та дорослим слухачам. Для цих категорій передбачено гнучкі дедлайни та можливість використання альтернативних (асинхронних цифрових) форм захисту розрахунково-графічних робіт.

Оскільки курс вивчається протягом двох семестрів (3 та 4 семестри), система накопичення балів адаптована під відповідні форми підсумкового контролю: залік та екзамен. Здобута 100-бальна оцінка підлягає обов'язковій конвертації у національну шкалу («Відмінно», «Добре», «Задовільно», «Незадовільно») та буквену шкалу ЄКТС.

10.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Форма контролю	Види навчальної та аналітичної роботи	Макс. бал
СЕМЕСТР 3	Підсумковий контроль: Диференційований ЗАЛІК (Накопичувальна система)	100
Практична робота	Робота на практичних заняттях: Оцінюється здатність визначати опорні реакції, застосовувати методи кінематики, проводити експерименти. (по 4 бали кожен)	36
Самостійна робота	Захист СРС (РГР №1, РГР №2): Оцінюється здатність до автономного інженерного розрахунку просторових/плоских систем сил та механізмів зварювальних автоматів. (по 12 балів кожен)	24
Модульний контроль	Тестування та інженерні кейси (Модулі 1 та 2): Два контрольні зрізи знань (по 20 балів кожен).	40
СЕМЕСТР 4	Підсумковий контроль: ЕКЗАМЕН (Поточна успішність + Іспит)	100
Практична робота	Робота на практичних заняттях: Аналіз динаміки систем, побудова епюр N, Q, M, T, випробування матеріалів на міцність. (по 4 бали кожен)	36
Самостійна робота	Захист СРС (РГР №3, РГР №4): Динамічний розрахунок та проектування елементів металоконструкцій за ДСТУ. (по 7 балів кожен)	14
Модульний контроль	Тестування та інженерні кейси (Модулі 3 та 4): Два контрольні зрізи (по 10 балів).	20
ЕКЗАМЕН	Комплексний екзаменаційний білет: Включає теоретичні питання (статика, кінематика, динаміка, опір матеріалів) та комплексний практичний кейс із розрахунку зварного вузла.	30

10.2. РУБРИКАТОР (МАТРИЦЯ) ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЛУХАЧІВ

Рубрикатор є стандартизованим інструментом, що регламентує надійність та прозорість оцінювання, максимально виключаючи суб'єктивний фактор викладача. Оцінюванню підлягає правильність алгоритмізації задачі, точність інтегрально-диференціальних обчислень, коректність побудови кінематичних планів та епюр внутрішніх силових факторів, а також суворе дотримання правил безпеки у лабораторії.

10.2.1. Оцінювання роботи на практичних та лабораторних заняттях

Рівень досягнення	Дескриптор (критерії досягнення інженерних результатів)
Максимальний бал (100%)	Слухач демонструє відмінні аналітичні та експериментальні навички. Самостійно та безпомилково складає рівняння рівноваги, ідеалізує конструкцію, будує точні плани швидкостей/прискорень та епюри з дотриманням диференціальних залежностей Журавського. Протокол лабораторної роботи містить вичерпні висновки та вірно оброблені емпіричні дані.
Половинний бал (50-70%)	Завдання виконано в цілому правильно. Побудовано коректну розрахункову чи кінематичну схему, складено вірні диференціальні рівняння, проте наявні арифметичні неточності в обчисленні величини моментів чи реакцій. Лабораторний протокол має недоліки в оформленні або потребує додаткових пояснень фізичної суті явища.
0 балів	Абсолютне нерозуміння фізичної суті задачі. Неправильно ідентифіковано характер руху, порушено умови рівноваги, хибно побудовано епюри напружень. Порушення правил безпеки в лабораторії або відсутність протоколу.
Trauma-Informed підхід (Особлива умова)	Якщо публічний захист роботи або відповідь біля дошки викликає психологічний дискомфорт (тригерну реакцію), відмова від публічного виступу не 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 Moodle/Google Classroom).

10.2.2. Оцінювання самостійної роботи слухача (Захист РГР) Оцінюється здатність до автономного інженерного розрахунку механічних систем, знання законів динаміки та міцності, а також дотримання державних стандартів оформлення проектно-технологічної документації.

Відсоток виконання	Критерії досягнення
90% - 100%	Бездоганне виконання всіх етапів РГР. Алгоритм розрахунку ферми, механізму або балки логічно обґрунтований. Правильно застосовані теореми механіки (Коріоліса, Гюйгенса-Штейнера, Пуансо) та формули опору матеріалів (Нав'є, Журавського). Вибір перерізу металопрокату точно відповідає ДСТУ. Робота оформлена еталонно.
75% - 89%	Добре розуміння матеріалу. Алгоритм в цілому вірний, проте допущені одиничні помилки у складних розрахунках (наприклад, неточно

Відсоток виконання	Критерії досягнення
	визначено положення МЦШ або допущена помилка при розрахунку головних моментів інерції складеного перерізу).
60% - 74%	Базовий (пороговий) рівень. Знання фрагментарні. Розрахункова схема побудована правильно, але є суттєві помилки у складанні рівнянь статички чи динаміки, що призвело до неточних кінцевих результатів.
0 балів (Менше 60%)	Робота не виконана, розв'язок принципово хибний або містить ознаки академічного плагіату (скопійовані розрахункові схеми, епюри чи висновки іншого варіанту). Робота підлягає анулюванню з вимогою перескладання за новим варіантом.

10.2.3. Оцінювання модульного контролю та Підсумкового Екзамену Спрямоване на сумативне оцінювання теоретичних знань (аксіоми, закони Галілея-Ньютона, диференціальні залежності) та здатності вирішувати комплексні практичні проблеми в галузі прикладної механіки (РН 19*).

Відсоток правильних відповідей / балів	Рівень	Дескриптор досягнення програмних результатів навчання
90% - 100%	Високий (A)	Глибоке, системне знання теорії механіки. Швидке та точне розв'язання комплексних інженерних кейсів (зведення систем сил, кінематичний аналіз, розрахунок надійності зварної конструкції). Вільне володіння фаховою термінологією.
75% - 89%	Достатній (B, C)	Міцні знання теоретичного базису. Здатність розв'язувати типові задачі прикладної механіки з незначними обчислювальними похибками, які слухач здатен самостійно виявити та скоригувати під час перевірки.
60% - 74%	Середній (D, E)	Розуміння основних понять статички, кінематики та динаміки на пороговому рівні. Здатність розв'язувати лише найпростіші шаблонні задачі. Відчуває труднощі при аналізі складного руху чи розрахунках статично невизначуваних систем.
Менше 60%	Низький (FX, F)	Компетентності не сформовані. Слухач плутає кінематичні та динамічні характеристики, не здатен застосувати метод перерізів або аксіоми статички. Потребує обов'язкового повторного вивчення або

Відсоток правильних відповідей / балів	Рівень	Дескриптор досягнення програмних результатів навчання
		перескладання з метою недопущення прогалин перед вивченням фахових дисциплін зварювального циклу.

11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методологічне та епістемологічне обґрунтування вибору дидактичного інструментарію:

Навчальна дисципліна «Технічна механіка» є концептуальним ядром, що формує детермінований інженерно-аналітичний та експериментальний світогляд майбутнього фахівця зі зварювального виробництва за спеціальністю 131 «Прикладна механіка». Враховуючи високий рівень абстракції, інтенсивне використання математичного апарату (векторної алгебри, 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 компетентнісного та діяльнісного підходів: трансформація слухача з пасивного реципієнта інформації в активного суб'єкта епістемологічного пошуку та інженерного моделювання. Враховуючи соціальну специфіку аудиторії (наявність ветеранів, учасників бойових дій, 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 (статики, кінематики, динаміки та опору матеріалів), забезпечуючи розвиток здатності до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

- **Метод наукової абстракції та ідеалізації:** Викладач навчає слухачів свідомо абстрагуватися від несуттєвих властивостей реальних зварних конструкцій для створення строгих розрахункових схем (матеріальна точка, ідеальний шарнір, 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 законів (аксіоми статички, закони Ньютона, диференціальні залежності Журавського) до часткових інженерних випадків (розрахунок конкретної зварної рами чи кінематичного ланцюга зварювального робота).
- **Метод математичної формалізації інженерної задачі:** Слухачі тренуються трансформувати фізичне навантаження у математичні вирази, знаходити внутрішні силові фактори методом перерізів, складати диференціальні рівняння руху та умови міцності у вигляді нерівностей.

11.2. Проблемно-орієнтовані та праксеологічні методи (Engineering Problem-Based Learning) Формування спеціальних фахових компетентностей неможливе без безперервного інтенсивного розрахункового тренінгу та навчання через практику.

- **Алгоритмізація розумової діяльності:** Впровадження жорстких покрокових евристичних алгоритмів (Guidelines). Наприклад, алгоритм кінематичного аналізу механізму безальтернативно включає: 1) визначення швидкості ведучої ланки; 2) знаходження миттєвого центра швидкостей (МЦШ); 3) розрахунок швидкостей ведених точок; 4) побудову планів прискорень з урахуванням нормальної, дотичної та коріолісової складових.
- **Метод інженерних кейсів (Case Study):** Відмова від абстрактних завдань на користь реалістичних виробничих ситуацій. Слухачі аналізують напружено-деформований стан зварних ферм, розраховують стійкість сталевих колон зварювальних цехів та підбирають профілі перерізів, працюючи з реальними державними стандартами (ДСТУ) на металопрокат.
- **Графіко-аналітичний метод:** Синхронне поєднання аналітичних обчислень із графічною побудовою багатокутників сил, кінематичних планів та епюр внутрішніх силових факторів (N, Q, M, T). Характер обрисів епюр 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 (практичне) підтвердження теоретичних викладок.

- **Лабораторно-експериментальний метод:** Безпосередня робота слухачів із випробувальними машинами, маятниковими копрами та стендами для вивчення вібрацій. Метод дозволяє тактильно та візуально спостерігати процеси тертя, явища резонансу, пружної/пластичної деформації та крихкого руйнування, що формує глибоке фізичне розуміння процесів, які відбуваються у зварних швах та деталях машин.
- **Динамічна мультимедійна репрезентація (ІКТ):** Застосування інформаційно-комунікаційних технологій та інтерактивних аплетів для демонстрації просторового розподілу напружень, динаміки утворення деформацій, траєкторій складного руху точки та виникнення прискорення Коріоліса. Це критично важливо для розвитку здатності аналізувати просторові структурні зміни під навантаженням.

11.4. Інклюзивний та Trauma-Informed підхід (Створення безпечної академічної екосистеми) Усвідомлюючи соціально-психологічний бекграунд слухачів, методична парадигма курсу адаптована для гарантування психоемоційної стабільності, безбар'єрності та поваги до особистості.

- **Андрагогічна валідація життєвого досвіду:** Інтеграція практичного, виробничого та бойового досвіду дорослих слухачів та ветеранів у дидактичний процес. Розуміння властивостей матеріалів, динаміки польоту тіл, законів балістики чи поведінки металоконструкцій в екстремальних умовах (наприклад, ударні навантаження, вибухи) застосовується як емпірична база для пояснення динамічної міцності та теорії удару.
- **Модерація тригерного контенту (Екологічність викладання):** Дисципліна «Технічна механіка» безпосередньо вивчає міцність, втому матеріалів, ударні процеси, стійкість до руйнувань та аварійні стани. Викладач зобов'язаний розкривати ці теми виключно через сухий, детермінований фізико-математичний аналіз, категорично уникаючи емоційної драматизації, аудіовізуальних ефектів або натуралістичних ілюстрацій реальних катастроф, що можуть виступати каталізаторами ПТСР. Дидактичний акцент завжди зміщується на розрахунок коефіцієнтів запасу міцності та інженерні технології запобігання руйнуванням.
- **Адаптивна та диверсифікована валідація знань:** Нівелювання академічного стресу через варіативність форм звітності. Замість обов'язкового публічного захисту розрахунків біля дошки, слухачам надається право індивідуального захисту «один на

один», подання розгорнутих аналітичних звітів 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 «Технічна механіка» (ОК 16) 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 виробничих компаній машинобудівної та зварювальної галузей.

Враховуючи високу відповідальність інженера-механіка за розрахунки на міцність і кінематику обладнання, а також глибоку 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.

12.1. Політика академічної доброчесності (Academic Integrity Policy) Забезпечення дотримання академічної доброчесності є критичною, фундаментальною вимогою під час підготовки фахівців зі спеціальності 131 «Прикладна механіка». Оскільки помилки або фальсифікації в розрахунках стійкості, динамічних навантажень чи міцності зварних з'єднань безпосередньо призводять до реальних руйнувань та аварій на виробництві, 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 внутрішніх зусиль, планів швидкостей/прискорень, або фабрикація розрахункових схем класифікується як грубий академічний плагіат.
- **Регламентация використання штучного інтелекту (AI Tools) та САПР:** Інтеграція сучасних технологій вітається, але жорстко регламентується. Використання систем генеративного штучного інтелекту, а також програмних комплексів (MathCAD, Lira-SAPR) дозволяється виключно як допоміжного інструменту — для кінцевої верифікації (перевірки правильності знайдених опорних реакцій, прискорень чи напружень). Використання ШІ для повної генерації фінального звіту без самостійного розуміння фізичної суті законів механіки 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 технічної механіки неминуче супроводжується аналізом теорії удару, динамічних навантажень, сил інерції, механізмів руйнування, втоми металу та втрати стійкості конструкцій. Якщо

візуальний чи текстовий аналіз інженерних катастроф або ударних процесів 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 (наприклад, невірно визначений напрямок реакції в'язі) розглядається не як привід для зниження самооцінки, а як нормальний і необхідний етап інженерного пошуку та аналізу.

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 емпіричного досвіду ветеранів до обговорення характеристик руху транспортних засобів, балістики, надійності техніки в екстремальних умовах або динамічних ударів всебічно заохочується і стає органічною частиною технічної дискусії.
- **Культура академічного діалогу:** Будь-які дискусії щодо вибору раціонального методу зведення системи сил або кінематичного аналізу повинні вестися аргументовано, з використанням професійної 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: маятниковими копрами, розривними машинами) 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 емпіричними даними, наданими викладачем) та захистити роботу під час консультацій.
- **Компенсація лекційного матеріалу:** Усі опорні конспекти, презентації, відеозаписи лабораторних випробувань та інтерактивні кінематичні 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 фізичної/психологічної реабілітації, а також через оголошення повітряних тривог або відключення електроенергії, вважаються абсолютно поважними. Вони не тягнуть за собою штрафних санкцій (зниження балів), а слухачу надається максимальне методичне 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 розрахункових робіт пролонгуються в індивідуальному порядку без втрати рейтингових балів.
- **Право на перескладання:** Слухач має безумовне право на перескладання будь-якого модульного комп'ютерного тестування (одна спроба для кожного модуля) для підвищення свого рейтингового бала у спеціально відведений час до початку екзаменаційної/залікової сесії.

12.6. Корпоративна цифрова культура та використання гаджетів (Digital & Corporate Culture)

Атмосфера на заняттях з технічної механіки максимально наближена до професійного високотехнологічного середовища конструкторських бюро:

- **Цільове використання гаджетів (BYOD - Bring Your Own Device):** Використання смартфонів, планшетів чи ноутбуків під час аудиторних занять цілком вітається, якщо вони застосовуються як інструменти освітнього процесу. Дозволяється вільний доступ до цифрових баз ДСТУ (для підбору профілів металопрокату), використання інженерних 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 грубе 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: Підсумковий контроль (екзамен у 4-му семестрі та залік у 3-му семестрі) з фундаментальної нормативної дисципліни «Технічна механіка» є вирішальним етапом комплексної валідації набутих слухачами загальних та спеціальних інженерних компетентностей. Контроль спрямований на глибоку епістемологічну перевірку програмних результатів навчання (РН 14, РН 15, РН 19*), що вимагають здатності застосовувати фізико-математичний апарат для розв'язання спеціалізованих задач проєктування зварних конструкцій та аналізу кінематики зварювального обладнання.

Архітектура екзаменаційного білета або комплексного диференційований залікового завдання виключає суто репродуктивний (механічний) підхід. Завдання скомпоновані за принципами Problem-Based Learning і містять два нерівноцінні за вагою блоки: теоретичний (орієнтований на розуміння аксіом, теорем 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 чи психологічну реабілітацію, передбачена можливість заміни класичного усного захисту білета перед комісією на виконання розширеного письмового чи цифрового розрахункового кейса в асинхронному режимі без жорстких часових обмежень (через систему LMS).

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

Цей блок вимагає від слухача глибокого розуміння фізико-математичної природи механічного руху, силової взаємодії та законів деформування матеріалів.

Розділ I. Статика абсолютно твердого тіла

1. **Основні поняття та аксіоми:** Сформулюйте аксіоми статички (інерції, рівноваги двох сил, паралелограма сил, дії та протидії, затвердіння). Поясніть принцип звільнення від в'язей.
2. **Реакції в'язей:** Охарактеризуйте основні типи в'язей (ідеально гладка поверхня, нитка, нерухомий та рухомий шарніри, жорстке защемлення) та правила визначення напрямків їх реакцій.
3. **Збіжна система сил:** Запишіть геометричні та аналітичні умови рівноваги просторової та плоскої систем збіжних сил.
4. **Теорія пар сил:** Дайте визначення моменту сили відносно точки: $M_0(F) = r_A \times F$ та відносно осі. Сформулюйте теореми про еквівалентність та додавання пар сил.
5. **Довільна система сил:** Розкрийте суть основної теореми статички (теореми Пуансо) про зведення довільної системи сил до заданого центра. Що таке головний вектор і головний момент?
6. **Умови рівноваги:** Запишіть три форми умов рівноваги довільної плоскої системи сил. Сформулюйте теорему Варіньона про момент рівнодійної.
7. **Тертя:** Поясніть поняття зчеплення та тертя ковзання. Що таке кут тертя та конус тертя?
8. **Центр ваги:** Запишіть формули для визначення координат центра ваги твердого тіла та плоских фігур. Перелічіть основні способи знаходження центра ваги (симетрія, розбиття, доповнення).

Розділ II. Кінематика точки та твердого тіла

9. **Кінематика точки:** Охарактеризуйте векторний, координатний та натуральний способи завдання руху точки. Запишіть формули для визначення швидкості $v = \frac{dr}{dt}$ та прискорення $a = \frac{dv}{dt}$.
10. Прискорення при криволінійному русі: Поясніть фізичний зміст дотичного (a_τ) та нормального (a_n) прискорень точки. Як вони пов'язані з радіусом кривини траєкторії?
11. Поступальний та обертальний рух: Сформулюйте теорему про кінематичні характеристики точок тіла при поступальному русі. Дайте визначення кутової швидкості (ω) та кутового прискорення (ϵ).
12. Плоскопаралельний рух: Поясніть теорему про швидкості точок плоскої фігури: $v_B = v_A + v_{BA}$. Що таке миттєвий центр швидкостей (МЦШ) і які існують способи його знаходження?
13. Складний рух точки: Дайте визначення абсолютного, відносного та переносного рухів. Сформулюйте теорему Коріоліса про додавання прискорень: $a_a = a_r + a_e + a_c$. Як визначається напрямок прискорення Коріоліса (правило Жуковського)?

Розділ III. Динаміка

14. Основні закони динаміки: Сформулюйте закони Ньютона (інерції, основний закон динаміки $ma=F$, рівності дії та протидії).

15. Рівняння руху: Запишіть диференціальні рівняння руху вільної та невільної матеріальної точки в декартових координатах. У чому полягають пряма та обернена задачі динаміки?
16. Теорія коливань: Запишіть диференціальне рівняння вільних незатухаючих коливань: $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$. Поясніть вплив сил в'язкого опору на коливальний процес. Що таке коефіцієнт динамічності та явище резонансу?
17. Динаміка системи: Сформулюйте теорему про рух центра мас механічної системи.
18. Загальні теореми: Поясніть суть теореми про зміну кількості руху та теореми про зміну кінетичного моменту механічної системи.
19. Кінетична енергія та робота: Сформулюйте теорему про зміну кінетичної енергії системи (теорема Кеніга). Запишіть формули для обчислення роботи сили ваги та сили пружності.
20. Принцип Даламбера та удар: Розкрийте суть принципу Германа-Ейлера-Даламбера (метод кінетостатики). Що таке сили інерції? Дайте визначення прямого центрального удару та коефіцієнта відновлення при ударі.

Розділ IV. Основи опору матеріалів

21. **Розтяг і стиск:** Запишіть закон Гука: $\sigma = E \epsilon$. Поясніть фізичний зміст модуля поздовжньої пружності. Охарактеризуйте діаграму розтягу низьковуглецевої сталі (границя пропорційності, плинності, міцності).
22. **Зріз та зминання:** Запишіть умови міцності при зрізі ($\tau \leq [\tau]$) та зминанні ($\sigma_{cm} \leq [\sigma_{cm}]$). Як ці розрахунки застосовуються для зварних кутових швів та заклепкових з'єднань?
23. **Крутіння:** Запишіть умову міцності при крученні вала: $\tau_{max} = \frac{W_p}{M_k} \leq [\tau]$. Розкрийте фізичний зміст полярного моменту інерції та полярного моменту опору.
24. **Згин балок:** Запишіть диференціальні залежності Журавського при згині: $\frac{dQ}{dz} = q$, $\frac{dM}{dz} = Q$. Виведіть та поясніть формулу Нав'є: $\sigma = \frac{M}{J_x} y$. Що таке нейтральна лінія?

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 зварювальної галузей. Оцінюється коректність алгоритму, якість побудови розрахункової/кінематичної схеми, посилання на ДСТУ та здатність аргументувати обраний метод.

Кейс 1. «Аналіз рівноваги зварної ферми кранової естакади» (Статика)

- **Опис ситуації:** Сталева зварна ферма, що підтримує монорейку цехового крана, спирається на нерухомий шарнір зліва та рухому каткову опору справа. До вузлів верхнього пояса прикладені вертикальні зосереджені сили (вага снігового покриву), а до вузлів нижнього пояса — горизонтальна та вертикальна сили від візка крана.
- **Завдання слухачу:**
 1. Ідеалізувати конструкцію: відкинути опори та замінити їх відповідними векторами реакцій.
 2. Скласти три аналітичні рівняння рівноваги плоскої довільної системи сил ($\sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \sum M_A = 0$) та обчислити величини реакцій опор. Виконати математичну перевірку (через суму моментів відносно іншої точки).

3. Виявити нульові стрижні ферми, користуючись відповідними лемами (ненавантажені вузли з двома або трьома стрижнями).
4. Методом вирізання вузлів визначити зусилля у двох крайніх стрижнях, будуючи замкнені силові трикутники.
5. Способом Ріттера (методом перерізів) визначити зусилля у трьох стрижнях середньої панелі ферми, склавши рівняння моментів відносно точок Ріттера. Вказати, які стрижні розтягнуті, а які — стиснуті.

Кейс 2. «Кінематичний аналіз механізму зварювального маніпулятора» (Кінематика)

Опис ситуації: Кривошипно-кулісний механізм позиціонера здійснює подачу зварювального пальника. Кривошип OA обертається з постійною кутовою швидкістю ω_1 . Кулісний камінь A ковзає вздовж куліси O_1B , змушуючи її обертатися.

• Завдання слухачу:

1. Визначити лінійну швидкість шарніра A ($v_A = \omega_1 \cdot OA$) її напрямок.
2. Розглянути складний рух точки A , що належить кривошипу, відносно рухомої куліси. Записати теорему про додавання швидкостей ($v_a = v_r + v_e$) та побудувати паралелограм швидкостей.
3. Визначити кутову швидкість куліси ω_2 для заданого положення механізму.
4. Застосувати теорему Коріоліса: $a_a = a_r + a_e + a_c$. Визначити модуль коріолісового прискорення $a_c = 2\omega_2 \cdot v_r \cdot \sin(\omega_2, v_r)$
5. Використовуючи правило Жуковського, показати на кінематичній схемі напрямок вектора коріолісового прискорення.

Кейс 3. «Динаміка підйому зварної металоконструкції» (Динаміка)

Опис ситуації: Зварна балка масою m піднімається мостовим краном за допомогою сталевго троса. Барабан лебідки крана починає обертатися з постійним кутовим прискоренням ϵ .

• Завдання слухачу:

1. Скласти диференціальне рівняння поступального руху балки у вертикальному напрямку: $m\ddot{y} = T - mg$, де T — натяг троса.
2. Визначити лінійне прискорення балки $a = \epsilon \cdot R$ (де R — радіус барабана).
3. Застосувати принцип Даламбера: прикласти до балки фіктивну силу інерції $\Phi = -ma$ (спрямовану вниз) та скласти рівняння кінетостатики.
4. Розрахувати динамічний натяг троса $T_{dyn} = m(g+a)$ і порівняти його зі статичним натягом ($T_{stat} = mg$).
5. Зробити інженерний висновок щодо впливу динамічних перевантажень на безпеку підйомних операцій та обґрунтувати вибір коефіцієнта динамічності.

Кейс 4. «Проектування сталевго балки під зварне обладнання» (Опір матеріалів)

- **Опис ситуації:** Проектується сталева консольна балка, на вільний кінець якої встановлюється важкий зварювальний трансформатор (зосереджена сила F). Крім того, на балку діє рівномірно розподілене навантаження q від ваги комунікаційних кабелів.
- **Завдання слухачу:**
 1. Записати рівняння статки та визначити опорні реакції в жорсткому заземленні (реактивну силу та реактивний момент).
 2. Використовуючи метод перерізів, скласти функції поперечної сили $Q(z)$ та згинального моменту $M(z)$.
 3. Побудувати епюри Q та M , дотримуючись диференціальних залежностей Журавського (перевірити зміну кута нахилу та наявність екстремумів).
 4. Визначити небезпечний переріз (де $M_{\max}$).
 5. З умови міцності при згині $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$ знайти необхідний осьовий момент опору перерізу W_x .
 6. За таблицями сортаменту (ДСТУ 8239-89 або ДСТУ 8240-89) підібрати раціональний профіль (двотавр або швелер), який задовольняє умову міцності. Зробити висновок щодо економічної доцільності обраного профілю.

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 нормативної фундаментальної дисципліни «Технічна механіка» (ОК 16) є багатовимірним, валідним, системним та безперервним кваліметричним процесом. Вона спрямована не на формальну констатацію наявності теоретичних знань, а на об'єктивну епістемологічну валідацію набутих загальних (ЗК 3, ЗК 5, ЗК 7) та спеціальних інженерних компетентностей (СК 1, СК 2, СК 10, СК 14).

Головною метою діагностики є підтвердження здатності майбутнього фахівця зі зварювального виробництва застосовувати фізико-математичний апарат і закони статки, кінематики та динаміки для розв'язання реальних проблем проектування, вибору профілів металопрокату та забезпечення надійності об'єктів машинобудування (РН 1, РН 3, РН 14, РН 15, РН 19*).

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

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

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

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

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

- **Інженерно-технічні квізи (Micro-Quizzes):** Короткі (5-10 хвилин) бліц-опитування на початку занять (можуть проводитися через LMS за допомогою смартфонів). Діагностують рівень засвоєння аксіоматики, розуміння диференціальних залежностей та гіпотез міцності.
- **Діагностика праксеологічних навичок (Practical Skills Assessment):** Безперервне спостереження викладачем за процесом розв'язання задач на практичних заняттях. Оцінюється здатність слухача коректно ідеалізувати зварну конструкцію, застосовувати метод перерізів, розбивати балки на ділянки, будувати епюри ($\$N$, Q , $M\$$) та знаходити миттєві центри швидкостей.
- **Експериментально-дослідницька діагностика (Laboratory Skills Assessment):** Оцінка здатності слухача безпечно налаштувати розривну машину чи маятниковий копер, правильно зняти показання з індикаторів (тензометрів) та коректно зафіксувати результати (наприклад, границю плинності) у лабораторному журналі.
- **Метод взаємооцінювання (Peer Review / Cross-Check):** Слухачі обмінюються побудованими кінематичними планами або епюрами згинальних моментів. Завдання — провести математичну перевірку розрахункової схеми колеги. Це розвиває відповідальність за верифікацію проектної документації.

14.1.2. Засоби модульного контролю (Modular Assessment)

Спрямовані на комплексну верифікацію знань після завершення вивчення магістральних блоків (Модуль 1 «Статика», Модуль 2 «Кінематика», Модуль 3 «Динаміка», Модуль 4 «Основи опору матеріалів»).

- **Комп'ютерне тестування (CBT - Computer-Based Testing):** Здійснюється у хмарному середовищі системи управління навчанням (LMS Moodle або Google Classroom). Тести включають багаторівневі завдання: закриті питання, встановлення відповідності (співвіднести епюру з розрахунковою схемою балки) та розрахункові міні-задачі.
- **Захист індивідуального портфолію (РГР + Лабораторні протоколи):** Оцінювання здатності до автономної інженерної роботи. Слухач захищає 4 комплексні розрахунково-графічні роботи. Діагностика проводиться у форматі професійної інженерної дискусії (очно або асинхронно): викладач вимагає обґрунтувати вибір профілю за ДСТУ, пояснити характер руху механізму або прокоментувати результати динамічного розрахунку.

14.1.3. Засоби підсумкового контролю (Summative Assessment)

- **Диференційований залік (3 семестр):** Підсумовує результати вивчення статички та кінематики. Проводиться за накопичувальною системою балів.
- **Екзамен (4 семестр):** Фінальний комплексний контрольний захід, що діагностує готовність слухача до вивчення фахових спецдисциплін («Зварні конструкції», «Виготовлення зварних конструкцій»). Екзаменаційний білет інтегрує теоретичний блок та практичний інженерний кейс (проектування та розрахунок надійності).

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.

- **Нормативно-методичний комплекс (НМК):** Робоча програма, Силабус (із зазначенням дедлайнів, політики доброчесності та інклюзивних умов), опорні конспекти лекцій, методичні вказівки до організації самостійної роботи та лабораторного практикуму (інструкції до випробувальних машин, таблиці геометричних характеристик перерізів).
- **Література та нормативно-технічна документація:** Базові підручники (наприклад, Шпачук В. П. «Технічна механіка», Сивак Р. І. «Короткий курс теоретичної механіки»). Обов'язкове використання актуальних стандартів ДСТУ, ГОСТ, EN на сортимент металопрокату (швелери, двотаври) та норми проектування металоконструкцій.
- **Цифрове забезпечення (E-learning & CAE):** Електронні платформи (LMS) для цілодобового асинхронного доступу до матеріалів. Інтеграція комп'ютерних математичних пакетів (MathCAD) та навчальних версій САПР для верифікації ручних аналітичних розрахунків епюр і переміщень.
- **Матеріально-технічна база:** Лабораторні аудиторії з розривними машинами, торсіонними машинами, стендами для дослідження коливань пружних систем та маятниковими копрами для фізичного моделювання процесів руйнування зварних матеріалів.

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 інженерних знань здійснюється за трьома критичними критеріями:

1. **Когнітивний критерій (Теорія):** Точність розуміння аксіом статички, законів динаміки, теорем Коріоліса та Журавського. Здатність інтерпретувати діаграми деформування.
2. **Праксеологічний критерій (Алгоритмізація):** Правильність переходу від реальної зварної конструкції до розрахункової схеми, безпомилковість складання функцій внутрішніх зусиль, точність побудови кінематичних планів.
3. **Аналітико-обчислювальний критерій (Результат):** Математична точність знаходження небезпечного перерізу, правильний підбір профілю згідно з ДСТУ та обґрунтований інженерний висновок щодо кінематики чи міцності.

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

Сума балів (Поточний + Модулі + Екзамен/Залік)	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Комплексний дескриптор рівня компетентності з Технічної механіки
90-100	A	Відмінно	Високий рівень (Excellent): Слухач демонструє видатні здібності до математичного аналізу систем сил та

Сума балів (Поточний + Модулі + Екзамен/Залік)	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Комплексний дескриптор рівня компетентності з Технічної механіки
			кінематики. Безпомилково ідеалізує конструкції, будує точні епюри N, Q, M, бездоганно оперує диференціальними залежностями. Віртуозно працює з сортаментами прокату за ДСТУ. Повна готовність до вивчення будівельних і зварних конструкцій.
82-89	B	Добре	Достатній рівень (Very Good): Слухач має міцні, ґрунтовні знання теоретичного базису. Правильно застосовує метод перерізів, алгоритмізує розв'язання прямої/оберненої задач динаміки. Можливі одиничні некритичні арифметичні похибки під час визначення моментів інерції або прискорень, які слухач здатен самостійно виявити під час перевірки.
74-81	C	Добре	Середній рівень (Good): Впевнено оперує базовими поняттями (здатен знайти реакції опор простої балки, підібрати двотавр, знайти МЦШ). Проте відчуває когнітивні труднощі під час аналізу складного руху (теорема Коріоліса) або при розрахунках статично невизначуваних систем. Потребує незначного консультування викладача.
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 задачі динаміки розв'язуються репродуктивно (за конспектом), без глибокого розуміння фізичної суті явища.
60-63	E	Задовільно	Мінімальний рівень (Sufficient): Критично низький, пороговий рівень допуску. Знання ледь відповідають

Сума балів (Поточний + Модулі + Екзамен/Залік)	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Комплексний дескриптор рівня компетентності з Технічної механіки
			вимогам програми. Слухач насилу формулює закони Ньютона та плутає нормальні і дотичні напруження. Допускаються серйозні концептуальні помилки.
35-59	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)	Низький рівень (Fail): Компетентності не сформовані. Слухач не володіє методом перерізів, не здатен знайти рівнодійну, порушує диференціальні залежності при побудові епюр. Недопуск до роботи з інженерними розрахунками зварних конструкцій. Потребує суттєвого доопрацювання матеріалу та обов'язкового повторного складання екзамену/заліку.
0-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням)	Абсолютно незадовільний рівень (Fail): Повне ігнорування освітнього процесу. Систематичне невиконання самостійної роботи, відсутність РГР та 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 **66 академічних годин**, є фундаментальною, системоутворюючою та невід'ємною магістральною складовою вивчення обов'язкової нормативної дисципліни «Технічна механіка». У контексті підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Зварювальне виробництво»), самостійна робота виконує критично важливу функцію епістемологічного мосту між абстрактною математичною теорією класичної механіки та прикладним розрахунком кінематики, динаміки й міцності реальних зварних металоконструкцій та зварювального обладнання.

Оскільки технічна механіка вимагає формування стійких алгоритмічних навичок і здатності до просторового 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 рівнянь статички, побудови планів швидкостей та проєктування стандартних профілів металопрокату.

Методологія виконання індивідуальних завдань СРС концептуально базується на принципах проєктно-орієнтованого навчання (Project-Based Learning) та вимагає створення індивідуального цифрового розрахункового портфоліо.

Інклюзивність та Trauma-Informed Approach (Педагогіка, обізнана з травмою):

Враховуючи інклюзивний характер академічного екосистеми, наявність у групах слухачів-ветеранів, учасників бойових дій, осіб з інвалідністю внаслідок війни та слухачів, які проходять соціально-психологічну реабілітацію, форми звітності за СРС є максимально адаптивними та гнучкими. Застосування принципів педагогіки, обізнаної з травмою, дозволяє слухачам презентувати результати своїх інженерних досліджень в асинхронному форматі через системи управління навчанням (LMS Moodle, Google Classroom). Подання деталізованих PDF-звітів замість обов'язкового стресового очного захисту біля дошки кардинально знижує фактор екзаменаційного стресу та сприяє комфортному засвоєнню складного розрахункового апарату.

Навчальний матеріал для самостійного опрацювання чітко та логічно структурований за чотирма магістральними напрямками (відповідно до модулів курсу).

НАПРЯМ 1: СТАТИКА АБСОЛЮТНО ТВЕРДОГО ТІЛА (16 годин) Цей блок завдань орієнтований на формування компетентності щодо зведення систем сил, визначення навантажень та виконання базових статичних розрахунків зварних конструкцій. Фахівець повинен вміти аналізувати умови рівноваги та знаходити реакції опор, що є відправною точкою для проєктування стрижневих систем.

- **Завдання 1.1. Опрацювання нормативної бази та алгоритмів зведення систем сил (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Самостійне вивчення методів еквівалентних перетворень плоских та просторових систем сил. Аналіз теореми Пуансо про приведення довільної системи сил до головного вектора та головного моменту. Самостійне вивчення способів визначення центрів ваги складених перерізів із прокату.
 - *Форма звітності:* Складання візуального довідника-конспекту. Оцінюється асинхронно через LMS-платформу.
- **Завдання 1.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) № 1: «Визначення опорних реакцій жорсткої зварної рами та зусиль у стрижнях ферми» (8 годин).**
 - *Зміст завдання:* Комплексне індивідуальне завдання за багатоваріантною матрицею. Слухач повинен: ідеалізувати реальну металоконструкцію, розбити її на розрахункові елементи, застосувати метод перерізів, скласти рівняння рівноваги та аналітично визначити опорні реакції. Для зварної ферми необхідно виявити нульові стрижні та визначити зусилля в заданих панелях, комбінуючи спосіб вирізання вузлів та метод Ріттера.
 - *Форма звітності:* Цифровий інженерний звіт у системі LMS із виконаними в масштабі розрахунковими схемами + проходження верифікаційного тесту.
- **Завдання 1.3. Підготовка до модульного контролю №1 (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Систематизація знань з аксіоматики статички, тертя (кочення та ковзання) та просторової системи сил.
 - *Форма звітності:* Проходження серії тренувальних розрахункових квізів (Mock Exams) у системі управління навчанням для самоперевірки.

НАПРЯМ 2: КІНЕМАТИКА ТОЧКИ ТА ТВЕРДОГО ТІЛА (16 годин) Цей блок вимагає від слухача здатності застосовувати векторний і диференціальний апарат для дослідження траєкторій, швидкостей та прискорень, що виникають у рухомих ланках зварювальних автоматів, маніпуляторів та позиціонерів.

- **Завдання 2.1. Аналітичний розрахунок кінематичних характеристик складного руху (4 години).**

- *Зміст завдання:* Самостійне опрацювання теореми Коріоліса про додавання прискорень: $a_a = a_r + a_e + a_c$. Визначення модуля коріолісового прискорення та його напрямку за правилом Жуковського при русі точки по обертовому тілу.
- *Форма звітності:* Розрахункова картка-звіт (Task Card) із послідовним виведенням векторних формул.
- **Завдання 2.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) № 2: «Кінематичний аналіз кулісного механізму зварювального автомата» (8 годин).**
 - *Зміст завдання:* Слухач отримує кінематичну схему плоского механізму із заданим законом руху ведучого кривошипа. Необхідно визначити лінійні та кутові швидкості і прискорення вказаних ланок для заданого моменту часу. Розрахунок виконується з обов'язковою ідентифікацією миттєвого центра швидкостей (МЦШ) та побудовою багатокутників (планів) швидкостей і прискорень.
 - *Форма звітності:* Розгорнутий цифровий звіт у LMS. Захист передбачає обґрунтування правильності побудови кінематичних планів на основі теореми про швидкості точок плоскої фігури.
- **Завдання 2.3. Підготовка до модульного контролю № 2 та заліку (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Консолідація знань про поступальний, обертальний та плоскопаралельний рухи твердого тіла. Глобальна систематизація матеріалу за 3-й семестр для підготовки до заліку.
 - *Форма звітності:* Конспект + проходження симуляційного тесту.

НАПРЯМ 3: ДИНАМІКА (16 годин) Етап має на меті загальну консолідацію знань про рух механічних систем під дією сил. Він спрямований на розвиток здатності розраховувати машини в умовах динамічних перевантажень, вібрацій та ударів, що є критичним для забезпечення довговічності зварних швів.

- **Завдання 3.1. Загальні теореми динаміки та теорія удару (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Самостійне вивчення та порівняльний аналіз теорем про зміну кількості руху, моменту кількості руху (кінетичного моменту) та кінетичної енергії системи. Опрацювання теорії прямого центрального удару, поняття імпульсу сили та коефіцієнта відновлення при ударі.
 - *Форма звітності:* Аналітичний конспект із формулами. Матеріал перевіряється під час допуску до виконання РГР.
- **Завдання 3.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) № 3: «Застосування загальних теорем динаміки до дослідження руху механічної системи зварювального маніпулятора» (8 годин).**
 - *Зміст завдання:* Комплексний інженерно-аналітичний кейс. Задано механічну систему, що складається з вантажу, барабанів та блоків, які здійснюють поступальний і обертальний рухи. Слухачу необхідно застосувати метод кінетостатики (принцип Германа-Ейлера-Даламбера), приклавши фіктивні сили інерції, або використати теорему про зміну кінетичної енергії для знаходження прискорень тіл та натягів тросів (динамічних реакцій).
 - *Форма звітності:* Високопрофесійний інженерний звіт у цифровій формі. Обов'язковий захист у форматі професійної інженерної дискусії (очно або через асинхронні канали зв'язку LMS).
- **Завдання 3.3. Коливальні процеси та підготовка до модульного контролю № 3 (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Самостійне опрацювання диференціальних рівнянь вільних та вимушених коливань матеріальної точки. Вивчення впливу сил в'язкого опору, явища резонансу та визначення коефіцієнта динамічності.
 - *Форма звітності:* Конспект + успішне проходження тренувального тестування.

НАПРЯМ 4: ОСНОВИ ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ (18 годин) Завершальний блок СРС, що переводить знання теоретичної механіки у практичну площину розрахунків на міцність та жорсткість деформівних тіл — базову навичку для проєктувальника металоконструкцій.

- **Завдання 4.1. Геометричні характеристики перерізів та нормативна база (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Самостійне опрацювання алгоритмів визначення осьових та полярних моментів інерції і моментів опору для складених зварних перерізів. Робота з актуальними державними стандартами (ДСТУ, ГОСТ) на сортамент гарячекатаного металопрокату (швелери, двотаври, кутники).
 - *Форма звітності:* Складання візуального довідника-таблиці з геометричними характеристиками типових профілів.
- **Завдання 4.2. Виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) № 4: «Проектування сталеві балки та розрахунок міцності зварного з'єднання» (10 годин).**
 - *Зміст завдання:* Глибоке дослідження прямого поперечного згину та зсуву. Здобувач має визначити опорні реакції балки, скласти аналітичні вирази та побудувати в масштабі епюри поперечних сил (Q) і згинальних моментів (M). За умовою міцності при згині (за нормальними напруженнями $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$) необхідно підібрати оптимальний номер стандартного металопрокату. Друга частина роботи передбачає виконання перевірного розрахунку кутового або стикового зварного шва на зріз чи зминання.
 - *Форма звітності:* Розгорнутий цифровий інженерний звіт. Епюри мають бути розташовані строго під розрахунковою схемою з дотриманням диференціальних залежностей Журавського.
- **Завдання 4.3. Підготовка до підсумкового екзамену (4 години).**
 - *Зміст завдання:* Глобальна систематизація та консолідація теоретичного і практичного матеріалу за всі 4 модулі (за 3-й та 4-й семестри) для підготовки до фінального комплексного екзамену.
 - *Форма звітності:* Проходження фінального симуляційного комп'ютерного тестування (Mock Exam) у системі дистанційного навчання.

РАЗОМ ГОДИН НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ (СРС): 66 годин.

Оцінювання всіх завдань здійснюється строго за встановленим рубрикаторм як вагома складова поточної та підсумкової успішності слухача.