



ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з навчально-методичної роботи
ЗНП «Дніпропетровський професійний технологічний
коледж»

Сергій ГОРДІЄНКО

«28» серпня 2026 р.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ (САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ) З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА ОК 9»

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. МЕТОДОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ІНКЛЮЗИВНИЙ ПІДХІД Самостійна робота (загальним обсягом 36 академічних годин) є системоутворюючою складовою формування інженерно-аналітичного світогляду майбутнього фахівця. Мета індивідуальних завдань — підготовка компетентних фахівців для роботи на провідних підприємствах машинобудівної галузі: ПП «Висотпромсервіс», ТОВ «Аксор індастрі», ТОВ «ДАЗ», ТОВ «Інтерпайп», ТОВ «НВП РІЧ», ТОВ «Альтстрім».

Освітній процес з індивідуальної роботи беззаперечно базується на принципах педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach). У всіх розрахунково-графічних проєктах враховано специфіку роботи з ветеранами, членами їхніх сімей та особами, які постраждали від наслідків війни. Аналіз аварійних режимів, динамічних ударів чи втрати стійкості конструкцій здійснюється виключно в академічному та детермінованому фізико-математичному ключі. Для мінімізації екзаменаційного стресу слухачам надається можливість виконувати та здавати розрахункові кейси в асинхронному форматі (цифрові PDF-звіти через LMS Moodle/Google Classroom). Формується культура толерантності до помилок: обчислювальна похибка розглядається як необхідний етап інженерного пошуку.

2. СТРУКТУРА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ Індивідуальна робота складається з двох комплексних розрахунково-графічних робіт (РГР), кожна з яких розрахована на 18 академічних годин.

РГР №1: «Визначення опорних реакцій, розрахунок ферм та комплексний кінематичний/динамічний аналіз механізму» (18 годин) Етап 1: Статика. Визначення опорних реакцій (4 год)

Завдання: Для заданої зварної Г-подібної рами, навантаженої розподіленим навантаженням q , зосередженими силами F та моментами M , визначити реакції опор.

о **Алгоритм виконання:**

1. Зобразити розрахункову схему в масштабі. PDF
2. Замінити розподілене навантаження рівнодійною $Q = q \cdot L$, прикладеною в центрі ваги епюри. PDF Ещё 1
3. Похилі сили розкласти на $F_x = F \cos(\alpha)$ та $F_y = F \sin(\alpha)$. PDF Ещё 1
4. Застосувати принцип звільнення від в'язей: відкинути опори (шарнірно-рухому, шарнірно-нерухому або защемлення) і замінити їх реакціями. PDF Ещё 1
5. Скласти три рівняння рівноваги плоскої системи сил: $\sum X = 0$, $\sum Y = 0$, $\sum M_A = 0$. PDF
6. **Верифікація:** Виконати обов'язкову перевірку за допомогою рівняння моментів відносно іншої точки (наприклад, $\sum M_B = 0$). Результат має дорівнювати нулю. PDF Ещё 1

Етап 2: Розрахунок зусиль у стрижнях зварних ферм (5 год)

PDF

- о **Завдання:** Знайти нульові стрижні, визначити зусилля у вузлах та перевірити найзавантаженіші панелі. PDF
- о **Алгоритм виконання:**
 1. Використати 3 леми про нульові стрижні для оптимізації розрахунку (наприклад, якщо у ненавантаженому вузлі сходяться два стрижні, зусилля в них дорівнюють нулю). PDF Ещё 1
 2. **Метод вирізання вузлів:** Послідовно «вирізати» вузли, де сходяться не більше двох невідомих стрижнів. Невідомі зусилля N_i завжди спрямовувати від вузла (припущення про розтяг). Скласти рівняння $\sum X = 0$, $\sum Y = 0$. PDF Ещё 1
 3. **Метод Ріттера (перерізів):** Розрізати ферму так, щоб перетнути не більше трьох стрижнів. Знайти «точку Ріттера» (точку перетину двох інших розрізаних стрижнів) та скласти рівняння моментів $\sum M_{Ritter} = 0$ для залишеної частини. PDF Ещё 1

Етап 3: Кінематичний аналіз механізму (5 год)

PDF

- **Завдання:** Побудувати плани швидкостей та прискорень для важільного механізму зварювального автомата. PDF
- **Алгоритм виконання:**
 1. Визначити лінійну швидкість ведучої ланки: $v_A = \omega \cdot l_{OA}$. PDF
 2. Знайти миттєвий центр швидкостей (МЦШ) шатуна: провести перпендикуляри до векторів швидкостей двох точок до їх перетину (точка P). PDF Ещё 1
 3. Обчислити кутову швидкість шатуна $\omega_{AB} = v_A / PA$ та швидкості ведених ланок $v_B = \omega_{AB} \cdot PB$. PDF
 4. Для прискорень скласти векторне рівняння: $a_B = a_A + a_{BA}^n + a_{BA}^t$. Спроектувати його на осі координат для знаходження кутового та лінійного прискорення. PDF Ещё 1

Етап 4: Динамічний аналіз (Кінетостатика) та оформлення (4 год)

PDF

- **Завдання:** Застосувати принцип Даламбера для розрахунку механічної системи під час розгону/гальмування. PDF
- **Алгоритм виконання:**
 1. До всіх рухомих мас умовно прикласти фіктивні сили інерції $\Phi = -ma$ (для поступального руху) та моменти інерції $M_\Phi = -J_C \epsilon$ (для обертального). PDF Ещё 1
 2. Скласти рівняння статичної рівноваги $\sum F = 0, \sum M = 0$ з урахуванням сил інерції. PDF Ещё 1
 3. Згенерувати PDF-звіт із накресленими в масштабі кінематичними планами. PDF

РГР №2: «Побудова епюр Q і M, підбір раціонального перерізу балки з металопрокату та розрахунок зварного з'єднання» (18 годин)

Ця робота формує ключову компетенцію проєктувальника: здатність перевіряти міцність зварних конструкцій за актуальними нормативними актами ДСТУ/ГОСТ.

Етап 1: Аналітичний розрахунок внутрішніх зусиль (5 год)

PDF

- **Завдання:** Побудувати епюри поперечних сил (Q) і згинальних моментів (M) для двоопорної балки. PDF
- **Алгоритм виконання:**
 1. Знайти реакції опор та перевірити їх правильності ($\sum Y = 0$). PDF
 2. Методом перерізів розбити балку на вантажні ділянки та скласти аналітичні рівняння $Q(z)$ і $M(z)$. PDF
 3. Обчислити екстремуми: у перерізі, де епюра Q перетинає нульову вісь ($Q = 0$), момент M набуває максимального значення M_{max} . PDF Ещё 1
 4. Побудувати епюри в масштабі під розрахунковою схемою, строго дотримуючись диференціальних залежностей Журавського ($dQ/dz = q$; $dM/dz = Q$). PDF Ещё 1

Етап 2: Проектувальний розрахунок та підбір перерізу (5 год)

PDF

- **Завдання:** Забезпечити економічність конструкції, підібравши двотавр та швелер за умовами міцності. PDF
- **Алгоритм виконання:**
 1. Задати допустиме нормальне напруження $[\sigma] = \sigma_T / [n]$ (де σ_T — межа плинності сталі Ст3, $[n] = 1.5$ — коефіцієнт запасу). PDF Ещё 1
 2. Обчислити необхідний момент опору: $W_x^{\text{необх}} \geq |M_{max}| / [\sigma]$. PDF
 3. У довідниках ДСТУ 8768 (ГОСТ 8239-89) для двотаврів та ДСТУ 3436 (ГОСТ 8240-97) для швелерів знайти профілі з найближчим більшим значенням W_x . PDF
 4. Виписати всі геометричні характеристики: J_x , S_x , товщину стінки d та масу погонного метра. Обрати найлегший профіль для оптимізації ваги металоконструкції. PDF Ещё 1

Етап 3: Розрахунок зварного з'єднання балки (4 год)

PDF

- **Завдання:** Розрахувати кутовий фланговий зварний шов, що передає опорну реакцію на колону. PDF
- **Алгоритм виконання:**
 1. Зрізуюче зусилля дорівнює максимальній опорній реакції R_{max} . PDF
 2. Прийняти катет шва k , що дорівнює товщині стінки балки d . PDF
 3. З умови міцності кутового шва на зріз $\tau_w = R_{max} / (2 \cdot 0.7 \cdot k \cdot l_w) \leq [\tau']$ визначити необхідну розрахункову довжину швів l_w . PDF
 4. Додати 10 мм на непровар кратерів та перевірити, чи поміститься шов на висоті балки. PDF

Етап 4: Перевірка на дотичні напруження та оформлення (4 год)

PDF

- **Завдання:** Перевірити стінку балки на зріз та згенерувати пояснювальну записку. PDF
- **Алгоритм виконання:**
 1. Застосувати формулу Журавського для нейтральної осі: $\tau_{max} = (|Q_{max}| \cdot S_x) / (J_x \cdot d) \leq [\tau]$. PDF
 2. Оформити звіт у форматі PDF (аркуші А4 з рамками ЄСКД), включаючи аналітичні обчислення, епюри Q та M , ескіз опорного зварного вузла та загальний висновок щодо працездатності спроектованої конструкції. PDF

3. ВИМОГИ ДО АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ ТА ОЦІНЮВАННЯ Усі розрахунки повинні виконуватись самостійно за індивідуальними шифрами. Плагіат креслень або епюр веде до анулювання роботи з вимогою її перекладання.

Використання програмних комплексів (САПР, MathCAD) або AI допускається виключно як допоміжний засіб для самоперевірки побудованих епюр та знайдених реакцій, але не замінює розгорнутого рукописного/цифрового аналітичного обчислення.

Максимальний бал за кожну РГР становить 15 балів (загалом 30 балів за самостійну роботу в межах семестрового рейтингу). Оцінюється математична точність, масштабність графіки та інженерна аргументація при підборі прокату за ДСТУ.