



ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з навчально-методичної роботи
ЗНО Дніпровський професійний технологічний
коледж

Сергій ГОРДІЄНКО

28 серпня 2026 р.

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ (РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНІ РОБОТИ)

Методичні вказівки: Цей збірник містить 4 комплексні розрахунково-графічні роботи (РГР), які відповідають чотирьом модулям курсу. Завдання орієнтовані на реальні промислові кейси. Оформлення робіт здійснюється у форматі цифрового інженерного звіту (скан-копія у PDF) із завантаженням до системи дистанційного навчання (LMS). Документ включає деталізований матричний рубрикатор оцінювання.

РГР №1. СТАТИКА ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Мета: Застосувати метод перерізів та рівняння рівноваги для визначення опорних реакцій жорстких рам і зусиль у стрижнях плоских ферм.

Частина 1. Визначення реакцій зварної рами

Умова: Зварна сталева рама Г-подібної форми (висота стійки $h = 4$ м, довжина ригеля $L = 6$ м) жорстко защемлена лівим нижнім кінцем у фундамент. На горизонтальний ригель діє рівномірно розподілене навантаження (вага обладнання) інтенсивністю $q = 5$ кН/м (спрямоване вниз, діє по всій довжині ригеля). До правого вільного кінця ригеля під кутом 30° до горизонту (вниз і вліво) прикладена зосереджена сила натягу троса $F = 25$ кН. До середини вертикальної стійки прикладено зовнішній згинальний момент $M = 40$ кН·м (за годинниковою стрілкою).

Завдання: Накреслити розрахункову схему в масштабі, показати вектори зовнішніх сил та опорних реакцій. Скласти три рівняння рівноваги статички та обчислити реакції жорсткого защемлення (H_x , V_y , M_A). Виконати перевірку правильності розрахунку.

Частина 2. Розрахунок плоскої ферми

Умова: Двоопорна кроквяна ферма має прогін 12 м і складається з 6 однакових панелей по 2 м. Висота ферми 3 м. Опора А (ліва) — шарнірно-нерухома, опора В (права) — шарнірно-рухома. До вузлів верхнього пояса прикладені три однакові вертикальні сили $P_1 = P_2 = P_3 = 15$ кН (відповідно у вузлах 1, 2, 3 від лівого краю).

Завдання:

- Визначити опорні реакції.
- Знайти зусилля у трьох стрижнях другої панелі (верхній пояс, нижній пояс, розкіс) методом перерізів (способом Ріттера).
- Визначити, які стрижні є розтягнутими, а які стиснутими.

РГР №2. КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ

Мета: Дослідити кінематику кривошипно-повзункового механізму зварювального автомата методом планів швидкостей та МЦШ.

Комплексне завдання

Умова: Механізм подачі зварювальної голівки (кривошипно-повзунковий механізм) складається з кривошипа ОА довжиною $r = 0.15$ м і шатуна АВ довжиною $l = 0.45$ м. Кривошип обертається з постійною кутовою швидкістю $\omega_1 = 20$ рад/с. У розрахунковий момент часу кривошип ОА утворює кут 60° з прямою лінією руху повзуна В (пряма горизонтальна).

Завдання:

- Побудувати кінематичну схему механізму в масштабі.
- Визначити лінійну швидкість шарніра А.
- Знайти положення миттєвого центра швидкостей (МЦШ) шатуна АВ.
- Аналітично та графічно (побудувавши план швидкостей) визначити швидкість повзуна В та кутову швидкість шатуна АВ.
- Визначити нормальне прискорення точки А та нормальне відносне прискорення точки В навколо А.

РГР №3. ДИНАМІКА МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ

Мета: Застосувати загальні теореми динаміки (про зміну кінетичної енергії або принцип Даламбера) до розрахунку динамічних навантажень.

Комплексне завдання

Умова: Зварювальний портал масою $M = 1200$ кг переміщується по горизонтальних рейках під дією горизонтальної тягової сили каната $T = 4.5$ кН. Коефіцієнт тертя ковзання portalу по рейках становить $f = 0.15$. Портал розганяється зі стану спокою ($V_{-0} = 0$).

Завдання:

- Накреслити розрахункову схему, показавши всі активні сили (вагу, силу тяги, нормальну реакцію, силу тертя).
- Застосовуючи принцип Даламбера, показати вектор сили інерції portalу.
- Використовуючи метод кінетостатики (або теорему про кінетичну енергію), визначити лінійне прискорення portalу.
 - Обчислити лінійну швидкість portalу через $t = 3$ секунди після початку руху.
- Обчислити гальмівний шлях portalу до повної зупинки, якщо через 3 секунди тяговий канат обірветься (буде діяти лише сила тертя). Вважати $g = 10$ м/с².

РГР №4. РОЗРАХУНОК МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ НА МІЦНІСТЬ

Мета: Побудувати епюри внутрішніх силових факторів при поперечному вигині, знайти небезпечний переріз та підібрати раціональний профіль за ДСТУ. Розрахувати зварний шов.

Частина 1. Проектування сталеві балки

Умова: Сталева двоопорна балка (прогін між опорами $L = 5 \text{ м}$) навантажена рівномірно розподіленим навантаженням інтенсивністю $q = 12 \text{ кН/м}$, яке діє на ділянці від лівої опори А до середини балки (довжина навантаженої ділянки 2.5 м). На відстані 1 м від правої опори В діє вертикальна зосереджена сила $F = 30 \text{ кН}$ (спрямована вниз). Матеріал балки — сталь, допустиме напруження $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

Завдання:

- Визначити опорні реакції балки та перевірити їх.
- Застосовуючи метод перерізів, скласти рівняння для поперечної сили Q та згинального моменту M .
- Побудувати епюри Q та M з дотриманням диференціальних залежностей Журавського.
 - Визначити максимальний згинальний момент (M_{max}) та його координату.
 - З умови міцності при вигині визначити необхідний осьовий момент опору W_x .
 - За таблицями сортаменту ДСТУ 8239-89 підібрати номер сталевих двотавра.

Частина 2. Розрахунок кутових зварних швів на зріз

Умова: Кронштейн (сталева пластина товщиною $t = 12 \text{ мм}$) приварений до сталеві колони двома вертикальними фланговими кутовими швами. Кронштейн несе розтягуюче навантаження $P = 250 \text{ кН}$. Катет шва прийняти рівним товщині пластини ($k = 12 \text{ мм}$). Зварювання ручне дугове ($\beta = 0.7$). Допустиме напруження шва на зріз $[\tau'] = 150 \text{ МПа}$.

Завдання: Визначити розрахункову та повну (конструктивну) довжину зварних швів. Перевірити конструктивне обмеження максимальної довжини шва ($l_w \leq 60k$).

МАТРИЦЯ КРИТЕРІЇВ ОЦІНЮВАННЯ РОЗРАХУНКОВО- ГРАФІЧНИХ РОБІТ (РГР)

Оцінювання кожної РГР здійснюється за 12-бальною шкалою (що конвертується у загальну 100-бальну систему дисципліни). Критерії розроблені з урахуванням об'єктивності математичних обчислень та дотримання принципів інженерного проектування металоконструкцій.

Рівень досягнення	Дескриптор (Критерії оцінювання інженерних компетентностей)	Бали (з 12)
Високий (А) <i>Еталонне виконання</i>	- Бездоганно та в повному обсязі виконані всі етапи РГР. - Алгоритм розрахунку ферми, механізму або балки логічно обґрунтований та супроводжується необхідними поясненнями. - Правильно застосовані теореми механіки (Коріоліса, Даламбера, Пуансо) та формули опору матеріалів (Нав'є, Журавського). - Розрахункові схеми, кінематичні плани та епюри (N, Q, M) побудовані акуратно, з дотриманням масштабу та диференціальних залежностей. - Вибір перерізу металопрокату або довжини зварного шва точно відповідає актуальним ДСТУ та нормам проектування.	11 - 12
Достатній (В, С) <i>Добре розуміння з некритичними недоліками</i>	- Алгоритм розв'язання в цілому вірний, здобувач демонструє розуміння фізичної суті процесів. - Присутні одиничні некритичні арифметичні помилки або незначні неточності у складних обчисленнях (наприклад, неточно визначено положення МЦШ або допущена помилка при розрахунку головних моментів інерції). - Графічна частина (епюри, плани швидкостей) виконана правильно, але має незначні огріхи в оформленні чи масштабуванні. - Умови міцності перевірені правильно, профіль підібрано адекватно.	9 - 10
Середній (D, E) <i>Базовий (пороговий) рівень</i>	- Знання носять фрагментарний характер. - Розрахункова схема побудована правильно, але є суттєві помилки у складанні рівнянь статичної чи динамічної системи. - Помилки у знаках при методі перерізів, що призвели до викривлення епюр внутрішніх силових факторів.	6 - 8
Рівень досягнення	Дескриптор (Критерії оцінювання інженерних компетентностей)	Бали (з 12)

	- Неповне виконання завдання (наприклад, не виконана перевірка міцності зварного шва або не підібрано профіль за ДСТУ). - Здобувач розуміє базові формули, але відчуває труднощі з їх практичним застосуванням у комплексному кейсі.	
Низький (FX, F) Компетентності не сформовані	- Робота виконана менш ніж на 40% або розв'язок принципово хибний. - Абсолютне нерозуміння фізичної суті задачі: неправильно ідентифіковано характер руху, порушено базові умови рівноваги, хибно побудовано епюри напружень. Академічний плагіат: робота містить скопійовані розрахункові схеми, епюри чи висновки іншого варіанту. Робота підлягає анулюванню (0 балів) з обов'язковою вимогою перескладання за новим варіантом.	0 - 5