

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ЗПО «ДІТК»

Олександр СТРИЛЕЦЬ

31.08.2025 р.

ПОГОДЖЕНО

Заступник директора з навчально-методичної роботи ЗПО «ДІТК»

Сергій ГОРДІЄНКО

31.08.2025 р.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС: МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ (СРС) З ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА «ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКУВАННЯ»

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

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: «Зварювальне виробництво»

Загальний обсяг самостійної роботи: 34 години

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ (СРС)

1.1. Сутність та мета самостійної роботи

Самостійна робота здобувача (СРС) є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільний від обов'язкових аудиторних навчальних занять час. У межах дисципліни «Технологічне устаткування» на самостійну роботу відведено **34 години**, що становить майже 38% від загального обсягу курсу (90 годин).

Головна мета СРС — формування у майбутнього фахівця-механіка здатності до саморозвитку, автономного пошуку технічних рішень, вміння працювати з інженерними каталогами, державними стандартами (ДСТУ, ISO) та технічними паспортами зварювального обладнання. Самостійна робота перетворює студента з пасивного слухача на активного інженера-дослідника, готового до реальних викликів на підприємствах-партнерах (ТОВ "Інтерпайп", ПП "Висотпромсервіс", ТОВ "НВП РІЧ").

1.2. Принципи організації СРС та екологія навчання (Trauma-Informed Approach)

Враховуючи інтеграцію в освітній процес ветеранів та осіб, які постраждали від наслідків воєнних дій (у рамках програми Skills4Recovery), організація самостійної роботи базується на принципах Педагогіки, обізнаної з травмою:

- **Гнучкість та асинхронність:** Здобувачі мають змогу виконувати індивідуальні завдання у власному темпі. Жорсткі дедлайни замінені на "рекомендовані часові вікна" здачі робіт. У разі погіршення психоемоційного стану або проходження реабілітації, терміни здачі розрахункових завдань пролонгуються індивідуально без зниження підсумкового бала.
- **Чіткість та передбачуваність:** Усі завдання, формули, методики розрахунку та вимоги до оформлення викладені максимально детально та прозоро. Це знижує рівень тривожності студента перед невідомим результатом.
- **Доступність матеріалів:** Усі каталоги, прайс-листи та технічні паспорти на інвертори й механізми подачі дроту розміщуються в електронному вигляді у хмарному середовищі коледжу з цілодобовим доступом.

1.3. Академічна доброчесність Самостійна робота передбачає індивідуальний підхід. Виконання Індивідуального розрахунково-графічного завдання (ІРГЗ) є виключно авторським продуктом. Категорично забороняється використання неадаптованих генерацій систем штучного інтелекту для написання технічних висновків. Будь-які текстові запозичення з підручників чи інтернет-ресурсів повинні супроводжуватися правильними бібліографічними

посиланнями у квадратних дужках згідно з вимогами ДСТУ 8302:2015. У разі виявлення плагіату під час захисту ІРГЗ (студент не може пояснити власні розрахунки), робота анулюється, і здобувач зобов'язаний виконати новий варіант.

РОЗДІЛ 2. СТРУКТУРА ТА ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ (34 ГОДИНИ)

Для забезпечення системності навчання загальний обсяг самостійної роботи розподілено на три магістральні блоки. Студент повинен раціонально планувати свій час протягом 15-тижневого семестру.

Таблиця 2.1. Розподіл годин самостійної роботи

№	Напрямок самостійної роботи здобувача	Обсяг (год)	Форма звітності
1.	Поточна підготовка до аудиторних занять		

- Опрацювання конспектів лекцій та базової літератури.
- Розв'язування типових інженерних задач (тепловий баланс, кінематика).
- Оформлення протоколів практичних робіт. | **14** | Перевірка протоколів на кожному практичному занятті. Усне опитування. |
| **2.** | **Опрацювання тем, винесених на самостійне вивчення**

- Устаткування для плазово-порошкового наплавлення.
- Блоки автономного охолодження пальників (Чилери).
- Портативні зварювальні каретки на магнітних шасі.
- Системи місцевої витяжної вентиляції зварювальних постів. | **6** | Усна співбесіда під час модульного контролю. Написання короткого конспекту-реферату. |
| **3.** | **Виконання Індивідуального розрахунково-графічного завдання (ІРГЗ)**

- Аналіз креслення та вибір технології.
- Підбір комплексу зварювального обладнання за каталогами.
- Розрахунок кінематики або зусилля затиску кондуктора.

- Оформлення розрахунково-пояснювальної записки та креслення. | **14** | Захист пояснювальної записки та креслення (наприкінці семестру). Оцінка до 20 балів. |
|| **РАЗОМ:** | 34 год | Допуск до заліку |

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ОПРАЦЮВАННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ТЕМ (6 ГОДИН)

Здобувач повинен самостійно за допомогою рекомендованої літератури та інтернет-каталогів виробників обладнання опрацювати 4 специфічні теми, які розширюють професійний інженерний кругозір.

Тема 3.1. Устаткування для плазмово-порошкового наплавлення (РТА)

- *Сутність процесу:* Plasma Transferred Arc (РТА) — це процес наплавлення зносостійких шарів металу (наприклад, карбіду вольфраму або стеліту) на робочі органи машин (шнеки, клапани, бурові долота). Присадний матеріал подається не у вигляді дроту, а у вигляді дрібнодисперсного порошку, який вдувається в плазмовий струмінь.
- *Завдання для СРС:* Здобувач повинен накреслити принципову схему плазмотрона для порошкового наплавлення. Розібратися, чим відрізняється транспортуючий газ (який несе порошок з дозатора) від плазмоутворюючого та захисного газів. Зрозуміти принцип роботи барабанного або тарілчастого порошкового дозатора.

Тема 3.2. Блоки автономного охолодження зварювальних пальників (Чилери)

- *Сутність процесу:* При зварюванні струмами понад 300 А або при зварюванні алюмінію на змінному струмі TIG-АС пальники з повітряним охолодженням швидко перегріваються і виходять з ладу. Для їх охолодження використовують блоки циркуляції рідини (Water Coolers).
- *Завдання для СРС:* Студент має вивчити будову чилера (резервуар, водяна помпа, радіатор, вентилятор, реле протоку рідини).
- *Розрахунковий аспект:* Запам'ятати, що теплова потужність охолодження чилера повинна перевищувати тепловиділення в пальнику. Реле протоку (Flow Switch) є критичним елементом безпеки — воно миттєво відключає зварювальний струм, якщо рівень рідини впав або шланг перетиснуто, щоб кабель пальника не розплавився за лічені секунди.

Тема 3.3. Портативні зварювальні каретки (Mechanized Welding Carriages)

- *Сутність процесу:* Для зварювання довгих прямолінійних швів (наприклад, бортів вагонів або балок мостів) замість величезних стаціонарних порталів застосовують портативні каретки (вагою 5-10 кг). Вони кріпляться до металу за допомогою потужних постійних магнітів і самостійно їдуть уздовж шва, тримаючи стандартний пальник MIG/MAG.
- *Завдання для СРС:* Здобувач повинен вивчити принципи програмування таких кареток (наприклад, серії ESAB Miggytrac або Promotech). Розібрати функцію "переривчастого шва" (Stitch welding), коли каретка сама відміряє довжину звареної ділянки та довжину пропуску. Зрозуміти будову вбудованого осцилятора (механізму коливання пальника поперек шва для заповнення широких розділок).

Тема 3.4. Системи місцевої витяжної вентиляції зварювальних постів

- *Сутність процесу:* Зварювальний аерозоль містить високотоксичні оксиди хрому, нікелю, марганцю. Загальнообмінна вентиляція не здатна захистити зону дихання зварювальника. Необхідні місцеві відсмоктувачі.
- *Завдання для СРС:* Вивчити конструкцію підйимально-поворотних витяжних пристроїв (типу «Хобот» або консолей Черnobерезького) та пальників із вбудованим відсмоктуванням (Fume Extraction Torches).
- *Формула для самостійного розрахунку об'єму повітря (L, м3/год):*

$$L = 3600 * F * v$$

де F — площа вхідного перерізу витяжного зонта (m^2); v — швидкість всмоктування повітря в перерізі (для зварювання приймається не менше 0.5 - 1.0 м/с). Здобувач повинен вміти розрахувати необхідну потужність вентилятора.

РОЗДІЛ 4. ІНДИВІДУАЛЬНЕ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНЕ ЗАВДАННЯ (ІРГЗ): АЛГОРИТМ ВИКОНАННЯ

Індивідуальне розрахунково-графічне завдання (ІРГЗ) — це стрижневий елемент самостійної роботи, на який виділено 14 годин. Це повноцінний міні-проект, який повністю моделює створення технологічної та конструкторської частини майбутньої дипломної роботи магістра чи молодшого бакалавра.

4.1. Структура ІРГЗ

ІРГЗ складається з Розрахунково-пояснювальної записки (7–10 сторінок друкованого тексту у форматі А4) та Графічної частини (одне креслення формату А3 або А4).

Зміст пояснювальної записки:

1. Титульний аркуш.
2. Технічне завдання (ескіз деталі, вказівка марки сталі, товщини та типу виробництва).
3. Технологічне обґрунтування вибору способу зварювання.
4. Підбір комплексу зварювального устаткування.
5. Проектування складально-зварювального пристосування (кондуктора).
6. Розрахункова частина (кінематика або зусилля затиску).
7. Список використаних джерел.

4.2. Покроковий алгоритм виконання розрахунково-аналітичної частини

Крок 1. Аналіз завдання та вибір технології

Здобувач отримує креслення. Наприклад: *Зварна двотаврова балка, сталь 09Г2С, товщина стінки 10 мм, довжина шва 4000 мм, виробництво — масове.*

Здобувач самостійно аналізує: оскільки шви довгі і прямолінійні, а виробництво масове, ручне зварювання (ММА) є економічно збитковим. Найкращий вибір — автоматичне зварювання під флюсом (SAW) зварювальним трактором.

Крок 2. Підбір зварювального устаткування за каталогами

Необхідно підібрати реальне обладнання з ринку, а не абстрактне. Для SAW трактора потрібне потужне джерело живлення зі 100% тривалістю включення.

Здобувач заходить на сайти виробників (наприклад, ESAB, Lincoln Electric) і вибирає джерело живлення, записуючи у записку його характеристики.

Приклад запису в ІРГЗ:

Обрано джерело живлення інверторного типу ESAB Aristo 1000 AC/DC.

Характеристики:

- Напруга живильної мережі: 3~ 400 В.
- Номінальний зварювальний струм при $TB=100\%$: 1000 А.
- Напруга холостого ходу: 72 В.
- Маса джерела: 150 кг.

Також підбирається сам зварювальний трактор (наприклад, ESAB A2 Multitrac), вказується швидкість його переміщення (до 1.5 м/хв).

Крок 3. Проектування складально-зварювального кондуктора

Щоб балку не скрутило (не виникла "грибоподібність" полиць) від термічних напружень, її потрібно жорстко зафіксувати.

Здобувач розробляє конструкцію порталного або площинного кондуктора. Оскільки виробництво масове, ручні струбцини неприпустимі — обираємо пневматичні притиски.

У пояснювальній записці описується принцип дії кондуктора: "Деталь укладається на базові опори рами. При подачі повітря в поршневу порожнину пневмоциліндрів, штоки опускаються і притискають полицю балки до стінки".

Крок 4. Інженерний розрахунок зусилля пневмопритиску

Це ключова математична частина ІРГЗ. Формули мають бути розписані чітко.

Вихідні дані для розрахунку:

Тиск стисненого повітря у магістралі цеху: $P = 0.6 \text{ МПа (600 000 Па)}$.

Необхідне розрахункове зусилля для утримання деталі: $F_{\text{neobh}} = 3500 \text{ Н}$.

ККД пневмоциліндра двосторонньої дії: $\eta = 0.85$.

Мета розрахунку: Знайти необхідний внутрішній діаметр пневмоциліндра (D) для забезпечення заданого зусилля.

Формула розрахунку:

Зусилля на штоку розраховується за формулою:

$$F = P \cdot S \cdot \eta = P \cdot ((3.14 \cdot D^2) / 4) \cdot \eta$$

Виводимо звідси діаметр D :

$$D = \sqrt{(4 \cdot F) / (3.14 \cdot P \cdot \eta)}$$

Підставляємо значення:

$$D = \sqrt{(4 \cdot 3500) / (3.14 \cdot 600000 \cdot 0.85)}$$

$$D = \sqrt{14000 / 1601400} = \sqrt{0.00874} = 0.093 \text{ м} = 93 \text{ мм}.$$

Висновок до розрахунку: Для забезпечення необхідного зусилля затиску обираємо за стандартом (з каталогу пневматики, наприклад Festo) найближчий більший стандартний циліндр із внутрішнім діаметром $D = 100 \text{ мм}$.

4.3. Графічна частина ІРГЗ

На форматі А3 (або А4, якщо дозволяє масштаб) здобувач виконує:

- Або креслення розробленого складального кондуктора (вигляд збоку та переріз) із вказівкою пневмоциліндрів та базових елементів.
- Або принципову кінематичну схему механізму (наприклад, маніпулятора з вказівкою електродвигуна, черв'ячного редуктора та планшайби).

Креслення обов'язково повинно мати стандартний основний напис (штамп).

РОЗДІЛ 5. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ СРС ТА ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ (ЗА ДСТУ ТА АКАДЕМІЧНИМИ СТАНДАРТАМИ)

Правила оформлення текстової та графічної документації в межах самостійної роботи жорстко регламентовані і готують студента до написання фінальної кваліфікаційної роботи. Загальні вимоги до оформлення базуються на державних стандартах (ДСТУ) та методичних рекомендаціях коледжу.

5.1. Вимоги до оформлення Пояснювальної записки ІРГЗ

- **Текстовий редактор:** Робота виконується на комп'ютері у текстовому редакторі MS Word з використанням шрифту **Times New Roman**, розмір **14**, з полуторним (1.5) міжрядковим інтервалом.

- **Поля сторінки:** Текст друкується на папері формату А4 з дотриманням таких полів: ліве — не менше 30 мм (для зшивання), праве — не менше 10 мм, верхнє — не менше 20 мм, нижнє — не менше 20 мм.

- **Рубрикація:** Кожну нову структурну частину (Вступ, Розділи, Висновки) слід починати з нової сторінки. Заголовки розділів друкуються **ВЕЛИКИМИ ЛІТЕРАМИ** по центру. Крапку в кінці заголовка ставити заборонено.

- **Нумерація сторінок:** Подається у правому верхньому куті арабськими цифрами. На титульному аркуші номер не ставиться, але він входить до загальної нумерації.

- **Оформлення формул:** Формули записуються по центру рядка. Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання в тексті. Номер формули пишеться біля правого поля в круглих дужках: (2.1). Розшифровка символів ("де: ...") наводиться безпосередньо під формулою з нового рядка.
- **Оформлення таблиць та ілюстрацій:** Таблиці нумеруються (наприклад: *Таблиця 1.1* — у правому верхньому куті), назва таблиці — по центру жирним шрифтом. Рисунки позначаються словом *Рис.* і нумеруються під зображенням.
- **Список використаних джерел:** Формується за алфавітом. Для оформлення джерел (підручників, каталогів) слід використовувати актуальний стандарт **ДСТУ 8302:2015** або міжнародний стандарт **APA Style**. Усі посилання в тексті беруться у квадратні дужки (наприклад: [4, с. 25]).

5.2. Система оцінювання СРС (ІРГЗ)

Оцінювання Індивідуального розрахунково-графічного завдання (ІРГЗ) здійснюється за 20-бальною шкалою і є ваговою складовою підсумкового модульного рейтингу перед диференційованим заліком.

Матриця оцінювання ІРГЗ (Максимум 20 балів):

- **18–20 балів (Відмінно):** Робота подана вчасно. Здобувач самостійно і безпомилково виконав технологічний вибір та обґрунтував його. Устаткування підібрано коректно за сучасними каталогами. Інженерний розрахунок (кінематики або пневматики) виконано бездоганно, всі формули розшифровані. Графічна частина (креслення) відповідає вимогам ЄСКД. Пояснювальна записка оформлена ідеально за ДСТУ. Під час захисту роботи здобувач вільно відповідає на питання.
- **15–17 балів (Добре):** Робота виконана в повному обсязі, але містить незначні недоліки. Наприклад, обрано дещо застаріле обладнання, або допущено арифметичну (не логічну) помилку в розрахунках пневмоциліндра. Наявні незначні відхилення в оформленні тексту (неправильні відступи) або графічної частини. Студент розуміє суть своєї роботи і може виправити помилку після зауваження викладача.
- **12–14 балів (Задовільно):** Робота містить суттєві недоліки. Вибір обладнання не відповідає технологічній задачі (наприклад, обрано апарат на 200 А для зварювання товстого металу, де потрібно 400 А). Розрахункова частина не завершена або виконана з хибним застосуванням формул. Графічна частина виконана ескізно, без дотримання масштабів. Захист роботи проходить невпевнено.
- **0–11 балів (Незадовільно):** Робота не здана вчасно або є повним плагіатом (скопійована у іншого студента або в Інтернеті). Відсутня розрахункова або графічна частина. Здобувач не може пояснити жодної формули, наведеної у його власній пояснювальній записці. У такому разі робота повертається на повне перепрацювання з видачею нового варіанта завдання.

Виконання повного обсягу самостійної роботи, включаючи захист ІРГЗ, є обов'язковою умовою допуску здобувача до підсумкового диференційованого заліку з освітнього компонента «Технологічне устаткування».