

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 ПОСІБНИК ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ (СРС) З ДИСЦИПЛІНИ ОК 23 «КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАННЯ»

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

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G9 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: «Зварювальне виробництво» (Welding production)

Загальний обсяг СРС: 34 години (відповідно до навчального плану 2025 року)

1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ, МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ПСИХОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СРС

Самостійна робота здобувача освіти (СРС) з дисципліни «Контроль якості зварювання» становить 34 години (майже 38% від загального обсягу курсу) і є критично важливим інструментом формування епістемологічної автономії майбутнього інспектора-дефектоскопіста. В умовах суворої регламентації зварювального виробництва міжнародними стандартами (ISO, EN, ASME), здатність фахівця самостійно знаходити, аналізувати та юридично грамотно застосовувати нормативну базу є запорукою його професійної компетентності та безпеки об'єктів, що експлуатуються.

1.1. Інтеграція компетентнісного підходу у самостійну роботу СРС орієнтована на розв'язання прикладних задач. Здобувач діє як незалежний інженер з якості: опрацьовує масиви англomовної та адаптованої нормативної документації, порівнює допуски різних рівнів якості, досліджує інноваційні цифрові технології ультразвукової дефектоскопії та розробляє чек-листи для проведення внутрішнього аудиту на підприємстві.

1.2. Педагогіка, обізнана з травмою (Trauma-Informed Approach)

Організація самостійної роботи беззаперечно враховує складний соціальний контекст: наявність серед здобувачів ветеранів, учасників бойових дій та осіб, які отримали психологічні чи фізичні травми. Забезпечення психологічної екології освітнього простору реалізується через наступні правила:

- **Гнучке управління дедлайнами (Adaptive Time-Management):** Кожен здобувач, який проходить медичну чи психологічну реабілітацію, бере участь у військових зборах або має ускладнені життєві обставини (зокрема, перебої з електропостачанням), має гарантоване право на індивідуальну пролонгацію термінів здачі аналітичних звітів та ІНДЗ без жодних штрафних санкцій чи зниження рейтингового бала.
- **Асинхронний та безпечний формат звітування:** Усі завдання СРС розроблені для виконання та здачі повністю в асинхронному цифровому форматі через систему управління навчанням (LMS Moodle, Google Workspace). Це мінімізує соціальний стрес, пов'язаний із жорсткими часовими рамками.
- **Правило «Стоп-слова» (Opt-out) та вибір тематики:** Здобувач має абсолютне право самостійно обирати теми для аналітичного огляду з-поміж запропонованих варіантів. Якщо

дослідження причин руйнування конкретних металоконструкцій є психологічним тригером, здобувач безперешкодно замінює тему на нейтрально-технологічну (наприклад, калібрування приладів).

1.3. Академічна доброчесність та використання штучного інтелекту (ШІ)

Професія контролера якості не допускає фальсифікацій.

- **Суворе заборона плагіату:** Використання готових рефератів, копіювання чужих розрахунків та компіляція неперевіраних нормативних даних суворо забороняється і карається анулюванням роботи (оцінка 0 балів) з обов'язковим перепрацюванням.
- **Регламентоване використання ШІ:** Застосування великих мовних моделей (LLM, наприклад ChatGPT, Gemini) дозволяється виключно як допоміжного довідкового інструменту — для пошуку пояснень до складних фізичних законів (наприклад, закону Снелліуса) або структурування масивів тексту. Генерація ШІ фінальних висновків, протоколів контролю або порівняльних таблиць стандартів суворо заборонена. Робота має демонструвати особисту аналітику здобувача.

2. РОЗГОРНУТИЙ ЗМІСТ ТА ПОКРОКОВІ ІНСТРУКЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ СРС (34 ГОДИНИ)

Загальний обсяг самостійної роботи (34 години) логічно поділено на три магістральні домени, що синхронізовані з аудиторними модулями курсу.

ДОМЕН 1. Глибоке опрацювання стандарту ISO 5817 (10 годин)

Синхронізація: Модуль 1 "Основи дефектології та візуально-вимірювальний контроль".

Завдання формує навички роботи з міжнародними нормами, що є критично важливим для досягнення програмного результату навчання РНЗ.

- **Завдання:** Скласти зведену порівняльну електронну таблицю допустимих геометричних розмірів дефектів згідно з міжнародним стандартом ISO 5817.
- **Інструкція до виконання:**
 1. Завантажте актуальну офіційну редакцію стандарту ДСТУ EN ISO 5817:2016 (або англomовний оригінал ISO 5817).
 2. Оберіть 5 найпоширеніших дефектів: газова пора (код 2011), шлакове включення (код 301), підріз (код 5011), непровар кореня (код 4021), надмірна опуклість шва (код 502).
 3. Зафіксуйте номінальну товщину основного металу $t = 10$ мм (або іншу за вказівкою викладача).
 4. Проаналізуйте таблиці стандарту та випишіть максимально допустимі розміри (довжину l , ширину w , глибину h , діаметр d) для кожного з 5 дефектів для трьох рівнів якості: В (найвищий — stringent), С (intermediate) і D (найнижчий — moderate).
 5. Оформіть результати у вигляді зведеної електронної таблиці (Excel / Google Sheets).
 6. Напишіть аналітичний висновок (0.5 сторінки) про те, як змінюються вимоги до підрізів при переході від рівня D до рівня В.
- **Форма звіту:** PDF-документ із таблицею та висновком.

ДОМЕН 2. Інноваційні цифрові технології ультразвукової дефектоскопії (12 годин)

Синхронізація: Модуль 2 "Поверхнева та ультразвукова дефектоскопія".

Класичний ехо-імпульсний ручний УЗ-контроль має обмеження щодо точності вимірювання висоти дефекту та вимагає механічного сканування. Сучасна індустрія переходить на цифрові матричні технології. Завдання орієнтоване на виконання РН11 та РН13.

- **Завдання:** Розробити аналітичну ілюстровану презентацію на тему: «Сучасні технології ультразвукової дефектоскопії: Метод фазованих решіток (PAUT) та Дифракційно-часовий метод (TOFD)».
- **Інструкція до виконання:**

1. Здійсніть пошук технічної англomовної або адаптованої літератури щодо технологій Phased Array Ultrasonic Testing (PAUT) та Time-Of-Flight Diffraction (TOFD).
2. **Розділ PAUT:** Поясніть фізичний принцип методу фазованих решіток. Опишіть, як багатоелементний п'єзоперетворювач (від 16 до 128 елементів) здійснює електронне (а не механічне) фокусування та сканування променем під різними кутами (Sectorial scan). Візуалізуйте S-скан.
3. **Розділ TOFD:** Поясніть суть дифракційно-часового методу. Опишіть, чому метод базується не на відбитті від площини дефекту, а на дифракції акустичних хвиль від верхнього та нижнього країв (кінців) тріщини. Поясніть схему роботи (використання двох ПЕП — випромінювача та приймача по різні боки шва).
4. Складіть порівняльну таблицю переваг та недоліків PAUT і TOFD порівняно з традиційним ручним УЗД (швидкість контролю, точність вимірювання висоти дефекту, необхідність архівації даних, вартість обладнання).
- **Форма звіту:** Мультимедійна презентація (12-15 інформативних слайдів) у форматі PDF або PPTX.

ДОМЕН 3. Охорона праці та радіаційна безпека в лабораторії дефектоскопії (10 годин)

Синхронізація: Модуль 3 "Радіографічний контроль, механічні випробування та сертифікація".

Дефектоскопія супроводжується летальними ризиками для здоров'я персоналу при порушенні регламентів. Завдання спрямоване на досягнення РН9.

- **Завдання:** Підготувати розгорнутий технічний реферат-інструкцію щодо правил техніки безпеки при проведенні капілярного (PT) та радіографічного (RT) контролю.
- **Інструкція до виконання:**
 1. **Хімічна безпека (PT):** Опишіть правила роботи з дефектоскопічними матеріалами (пенетрантами, очисниками, проявниками). Зазначте вимоги до припливно-витяжної вентиляції, засобів захисту шкіри та органів дихання, а також правила пожежної безпеки, оскільки реактиви містять леткі та вогнебезпечні розчинники (ацетон, спирти).
 2. **Радіаційна безпека (RT):** Опишіть суворі правила поведінки з джерелами іонізуючого випромінювання (рентгенівськими трубками та радіоактивними ізотопами Іридій-192, Кобальт-60).
 3. Опишіть призначення свинцевих контейнерів-коліматорів, правила обов'язкового носіння індивідуальних дозиметрів.
 4. Поясніть алгоритм розрахунку безпечної відстані (зони відчуження) від джерела за допомогою закону зворотних квадратів.
 5. Складіть покроковий алгоритм евакуації персоналу та дій контролера при аварійному випадінні джерела (капсули з ізотопом) з направляючого ам'ячного шланга.
- **Форма звіту:** Реферат або посадова інструкція (6-8 сторінок формату А4).

3. КОМПЛЕКСНЕ ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ (ІНДЗ)

Для здобувачів, які прагнуть отримати найвищі рейтингові бали (оцінка «Відмінно» / А) і сформувати якісне портфоліо для майбутнього працевлаштування в ЛНК підприємств, передбачено виконання розширеного творчого проєкту — ІНДЗ. За попереднім погодженням з викладачем, успішне виконання та захист ІНДЗ повністю замінює стандартні завдання СРС усіх трьох доменів. Проєкт виконується протягом 4-го семестру і подається за два тижні до початку екзаменаційної сесії.

Напрями та тематика ІНДЗ (на вибір здобувача):

Проєкт №1. «Розробка Технологічної Інструкції з Візуально-Вимірювального Контролю (ВВК)»

- **Суть проєкту:** Створення повноцінного внутрішнього нормативного документа (регламенту) для ВТК конкретного підприємства (наприклад, заводу металоконструкцій) щодо проведення ВВК специфічного зварного виробу.

- **Структура роботи:**

1. Опис об'єкта контролю (наприклад, трубний вузол або двотаврова балка) та вимог до його експлуатації.
2. Перелік необхідного освітлювального та вимірювального обладнання (з ескізами шаблонів).
3. Покроковий алгоритм проведення підготовки поверхні та безпосередньо контролю.
4. Таблиця критеріїв бракування (Acceptance criteria) з посиланням на конкретні пункти та класи ISO 5817.
5. Розроблений бланк "Протоколу контролю" (Report Form), адаптований під цей конкретний виріб.

Проект №2. «Порівняльний техніко-економічний аналіз цифрової (CR/DR) та плівкової радіографії»

- **Суть проєкту:** Економіко-технічний аналіз доцільності переходу підприємства з класичних хімічних рентгенівських плівок на цифрові фосфорні пластини (Computed Radiography) або плоскопанельні детектори (Digital Radiography).

- **Структура роботи:**

1. Фізичний принцип отримання зображення на рентгенівській плівці та на фосфорній пластині.
2. Аналіз часу експозиції (швидкості контролю) для обох методів.
3. Екологічний фактор: аналіз проблем утилізації відпрацьованих хімічних реактивів (проявника, фіксажу) та свинцевої фольги при класичній радіографії.
4. Розрахунок економічної доцільності (ROI - Return on Investment): порівняння витрат на закупівлю одноразових плівок та хімікатів з початковими інвестиціями в лазерний сканер та багаторазові пластини, що витримують тисячі циклів стирання.
5. Вимоги до архівації цифрових радіограм.

Проект №3. «Аудит якості зварювання: розробка чек-листа за ISO 3834-2»

- **Суть проєкту:** Розробка інструментарію для проведення внутрішнього аудиту зварювального цеху на відповідність найсуворішим вимогам стандарту ISO 3834-2.

- **Структура роботи:**

1. Аналіз ролі та функцій координатора зварювальних робіт на підприємстві.
2. Розробка розгорнутого чек-листа (питальника) для аудитора, поділеного на блоки:
 - Огляд контрактів та аналіз вимог до проєкту.
 - Кваліфікація персоналу (перевірка наявності сертифікатів ISO 9606 для зварювальників та ISO 9712 для дефектоскопістів).
 - Огляд стану обладнання (графіки калібрування зварювальних апаратів).
 - Зберігання основних та зварювальних матеріалів (контроль вологості електродів, флюсів).
 - Простежуваність та ідентифікація (Traceability) продукції.
3. Опис процедури складання звіту про невідповідності (Non-Conformance Report).

Вимоги до структури та оформлення ІНДЗ:

ІНДЗ подається у форматі PDF. Загальний обсяг — 12-20 сторінок. Структура:

1. Титульний аркуш.
2. Зміст.
3. Вступ (актуальність завдання).
4. Основна частина (розбита на підрозділи з таблицями та ілюстраціями).
5. Висновки (чіткі, професійні рекомендації).
6. Список використаних міжнародних стандартів та джерел.

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ТА ІНДЗ

Виконання завдань СРС (або успішний захист ІНДЗ) є обов'язковою умовою для формування підсумкового рейтингу з поточного контролю та отримання допуску до підсумкового екзамену. Максимальна кількість балів за виконання всього комплексу СРС становить 10 балів (як частина 70-бального поточного контролю за семестр).

Оцінювання здійснюється за академічним рубрикаторм:

- **Відмінно (9-10 балів):** Завдання виконані у повному обсязі вчасно (або захищено масштабне ІНДЗ). Здобувач демонструє глибоке розуміння вимог стандартів ISO 5817 та ISO 6520. Зведена таблиця допусків складена безпомилково. Презентація щодо інноваційних методів УЗД (PAUT/TOFD) логічно структурована, містить вичерпні схеми та технічно грамотні пояснення фізики процесу. Інструкція з охорони праці деталізована і повністю враховує радіаційну специфіку. Робота демонструє високий рівень епістемологічної автономії. Ознаки плагіату відсутні.
- **Добре (7-8 балів):** Завдання виконані повністю. Наявне міцне розуміння матеріалу. Проте присутні незначні недоліки: дрібні неточності при виписуванні значень допусків зі стандарту, стилістичні огріхи в оформленні презентації, відсутність порівняльного економічного аналізу або посилань на конкретні пункти нормативних документів в тексті звіту.
- **Задовільно (5-6 балів):** Виконано лише 60-70% від загального обсягу СРС. Знання мають виключно репродуктивний характер. Аналітичні висновки відсутні або поверхневі. Таблиці оформлені недбало, з пропущеними значеннями для певних рівнів якості. Присутні ознаки використання машинного перекладу англomовних стандартів без інженерної адаптації тексту.
- **Незадовільно (0-4 бали / Анулювання):** Завдання СРС проігноровані або виконані в обсязі менше 50%. Роботи повністю або частково скопійовані у студентів паралельних груп, або **повністю згенеровані штучним інтелектом (ChatGPT, Gemini)** без перевірки та перехресного порівняння з оригінальним текстом стандарту ISO. Такий результат кваліфікується як порушення академічної доброчесності; робота анулюється (0 балів) і повертається на повне перепрацювання з новою темою.

Вимоги до цифрового оформлення:

Усі аналітичні звіти, таблиці та реферати подаються виключно в електронному вигляді у форматі PDF (для збереження форматування) через систему LMS. Презентації зберігаються у форматі PPTX або PDF. Шрифт основного тексту — Times New Roman або Arial, кегль 12-14, міжрядковий інтервал 1.5. Усі технічні ілюстрації, схеми намагнічування та АРД-діаграми повинні бути чіткими та мати підписи.