

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.

**КОМПЛЕКСНИЙ БАНК РІЗНОРІВНЕВИХ ПИТАНЬ ТА ПРАКТИЧНИХ КЕЙСІВ
ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ (ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ЗАЛІКУ)
З ДИСЦИПЛІНИ ОК 23 «КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАННЯ»**

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

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: «Зварювальне виробництво»

Семестр: 4

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДЛЯ ВИКЛАДАЧІВ ТА ЗДОБУВАЧІВ

Підсумковий контроль з дисципліни у формі **диференційованого заліку** спрямований на комплексну перевірку не лише теоретичних знань, але й жорстких прикладних навичок (Hard Skills) майбутнього дефектоскопіста. Оскільки дисципліна має яскраво виражений практичний характер (30 годин практичних занять), заліковий білет орієнтований на розв'язання виробничих ситуацій та роботу з нормативною базою (ISO, EN, ДСТУ).

Протокол психологічної безпеки (Trauma-Informed Approach):

Процедура складання диференційованого заліку передбачає створення психологічно екологічного середовища.

- Здобувач має право відповідати виключно у письмовому форматі без публічного усного захисту, якщо це викликає дискомфорт.
- Під час аналізу дефектограм та обговорення причин руйнування металоконструкцій (Блок 3) категорично забороняється використання тригерних візуальних матеріалів реальних техногенних катастроф. Акцент робиться виключно на фізико-металургійних факторах.

БЛОК 1. РЕПРОДУКТИВНО-АНАЛІТИЧНИЙ РІВЕНЬ (ТЕОРЕТИЧНИЙ ДОМЕН)

Перевірка фундаментальних знань фізики методів неруйнівного контролю (NDT), розуміння природи дефектів та міжнародних стандартів. Оцінюється максимум у 10 балів.

1. Наведіть міжнародну класифікацію дефектів зварних з'єднань згідно зі стандартом ISO 6520. Охарактеризуйте 6 основних груп недосконалостей.
2. Розкрийте фізико-металургійні причини утворення гарячих (кристалізаційних) та холодних (водневих) тріщин у зварних швах. Чому тріщини є найбільш критичними дефектами?
3. Поясніть концепцію рівнів якості згідно зі стандартом ISO 5817 (рівні B, C, D). Як товщина основного металу впливає на допуск розмірів дефекту?
4. Охарактеризуйте метод візуально-вимірювального контролю (VT). Які вимоги висуваються до освітленості робочої зони та які оптичні прилади застосовуються?
5. Розкрийте фізичну сутність капілярної дефектоскопії (PT). Поясніть явища змочування, капілярного тиску та роль кольорового пенетранту і білого проявника.

6. Поясніть фізичний принцип магнітопорошкового контролю (МТ). Чому цей метод не застосовується для діагностики зварних швів на алюмінієвих або аустенітних нержавіючих сталях?
7. Розкрийте фізику поширення ультразвукових хвиль у твердому тілі. У чому полягає різниця між поздовжніми, поперечними та поверхневими (Релея) хвилями?
8. Поясніть прямий та зворотний п'єзоелектричний ефект. Охарактеризуйте будову похилого п'єзоелектричного перетворювача (ПЕП) для контролю зварних швів.
9. Розкрийте фізичну природу рентгенівського та гамма-випромінювання. Як відбувається взаємодія іонізуючого випромінювання з металом під час радіографічного контролю (РТ)?
10. Для чого під час радіографічного контролю обов'язково застосовуються еталони чутливості (IQI — Image Quality Indicators)? Наведіть приклади дротяних та канавкових еталонів.
11. Охарактеризуйте основні методи руйнівних механічних випробувань зварних з'єднань (статичний розтяг, згин, випробування на ударну в'язкість за Шарпі). Які характеристики вони визначають?
12. Що таке система менеджменту якості зварювального виробництва згідно з ISO 3834? Поясніть роль та відповідальність координатора зварювальних робіт.

БЛОК 2. КОНСТРУКТИВНИЙ РІВЕНЬ (РОБОТА ЗІ СТАНДАРТАМИ ТА МЕТОДИКАМИ)

Перевірка вміння застосовувати нормативно-довідкову інформацію для класифікації дефектів та розрахунку параметрів контролю. Вимагає використання таблиць, калькулятора або лінійки. Максимальна оцінка — 10 балів.

13. **Робота з ISO 5817 (Оцінка допустимості):** Під час візуального контролю (VT) стикового шва сталевієї пластини товщиною $t = 12$ мм виявлено суцільний підріз (код 5011 за ISO 6520) глибиною $h = 1.2$ мм. Використовуючи таблиці стандарту ISO 5817, визначте, чи є цей дефект допустимим для рівня якості C (Intermediate). Сформулюйте вердикт ("Придатно / Брак").
14. **Розрахунок координат дефекту (UT):** Під час ультразвукового контролю стикового шва похилим перетворювачем з кутом вводу променя $\alpha = 60^\circ$ на екрані дефектоскопа отримано луна-сигнал від дефекту. Відстань по променю (шлях ультразвуку) становить $S = 30$ мм. Розрахуйте фактичну глибину залягання дефекту (Y) та відстань від точки виходу променя до епіцентру дефекту (X) на поверхні.
15. **Вибір параметрів рентгенографії (RT):** Для радіографічного контролю кільцевого стику трубопроводу (товщина стінки 10 мм) необхідно вибрати джерело випромінювання. Обґрунтуйте, що доцільніше застосувати: рентгенівський апарат спрямованої дії (напруга 160 кВ) чи радіоактивний ізотоп Іридій-192. Поясніть свій вибір з огляду на радіаційну товщину, фокусну відстань та безпеку.
16. **Ідентифікація дефектів за макрошліфом:** На фотографії макрошліфа таврового зварного з'єднання (після хімічного травлення ніталем) у корені шва спостерігається чітка темна смуга відсутності сплавлення між стінкою та полицею, а біля поверхні — скупчення круглих чорних точок. Ідентифікуйте дефекти, призначте їм коди за ISO 6520 та поясніть технологічні причини їх утворення.
17. **Калібрування УЗ-дефектоскопа:** Опишіть покроковий алгоритм налаштування "нуля" (затримки в призмі) похилого ПЕП за допомогою еталонного блоку V1 (K1). Чому без цієї процедури будь-які покази глибини дефекту на екрані будуть хибними?

БЛОК 3. АНАЛІТИЧНО-ТВОРЧИЙ РІВЕНЬ (ІНЖЕНЕРНИЙ КЕЙС / TROUBLESHOOTING)

Комплексне завдання найвищого рівня когнітивної складності (рівень синтезу та оцінки). Здобувач повинен виступити в ролі незалежного експерта (інспектора) та розв'язати кризову виробничу ситуацію. Максимальна оцінка — 10 балів.

18. **Кейс «Магістральний газопровід»:** Ваше підприємство виконує будівництво магістрального газопроводу високого тиску (діаметр труби 1220 мм, товщина стінки 20 мм, сталь 17Г1С). Зварювання неповоротного стику. Розробіть та обґрунтуйте оптимальний комплексний алгоритм неруйнівного контролю (NDT) цього стику. Які методи, в якій послідовності та в якому обсязі (відсотковому відношенні) ви застосуєте для гарантування повної відсутності поверхневих та внутрішніх дефектів?

19. **Кейс «Аерокосмічна галузь (РТ-контроль)»:** Ви контролер на заводі з виготовлення паливних баків з алюмінієвого сплаву (товщина 6 мм). При капілярному контролі (РТ) дефектів не виявлено. Однак, конструктор вимагає 100% гарантії відсутності внутрішніх оксидних плівок та вольфрамових включень. Обґрунтуйте, чому радіографічний контроль (РТ) буде ефективнішим за ультразвуковий (УТ) у цьому конкретному випадку (врахуйте акустичні властивості алюмінію та специфіку TIG-зварювання).

20. **Кейс «Ремонт мостового крана (МТ vs РТ)»:** Під час технічного обслуговування мостового крана вантажопідйомністю 50 тонн у цеху з високим рівнем запиленості та масляних забруднень виникла підозра на наявність втомних мікротріщин у зварних швах головної балки (феромагнітна сталь). Який метод поверхневої дефектоскопії — капілярний (РТ) чи магнітопорошковий (МТ) — ви оберете для діагностики безпосередньо в цеху? Обґрунтуйте вибір, спираючись на фізику методів, вимоги до підготовки поверхні та швидкість контролю.

21. **Кейс «Криза УЗД-контролю (Хибні луна-сигнали)»:** Ви проводите ультразвуковий контроль стикового шва товщиною 30 мм (V-подібна розділка). На екрані дефектоскопа постійно з'являється яскраво виражений пік на відстані, що відповідає нижній поверхні деталі (кореню шва), хоча візуально корінь виглядає ідеально сформованим. Як розрізнити, чи це реальний непровар у корені, чи це хибний луна-сигнал (відбиття від валика провисання кореня шва)? Опишіть ваші дії з маніпулювання ПЕП (зондування з двох боків) для встановлення істини.

22. **Кейс «Радіаційна безпека (Аварійна ситуація)»:** Ви працюєте в польовій лабораторії з гамма-дефектоскопом (джерело Іридій-192). Під час експозиції механізм повернення ампули з ізотопом заклинило, і джерело залишилося в направляючому аміачному шлангу поза захисним свинцевим контейнером. Опишіть ваш чіткий покроковий алгоритм дій як дефектоскопіста для уникнення опромінення персоналу та ліквідації аварійної ситуації згідно з протоколами радіаційної безпеки.

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ НАРАХУВАННЯ БАЛІВ ЗА ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИЙ ЗАЛІК

Диференційований залік виставляється за 100-бальною шкалою і трансформується у національну та ECTS оцінку. Підсумкова оцінка може формуватися двома шляхами (за вибором здобувача):

Варіант А (Автоматичне перезарахування балів поточного контролю):

Якщо протягом семестру здобувач систематично працював, успішно здав усі 15 протоколів практичних робіт, виконав СРС та набрав **від 60 до 100 балів** за поточний контроль, ця сума балів може бути автоматично зарахована як підсумкова оцінка за диференційований залік без складання залікового білета.

Варіант Б (Складання залікового білета):

Якщо здобувач набрав менше 60 балів за семестр (але виконав мінімальні вимоги допуску), або бажає підвищити свій рейтинговий бал, він складає заліковий білет.

У цьому випадку підсумкова оцінка формується як сума:

- **70 балів** — максимальна кількість балів за поточну роботу в семестрі (протоколи + МКР + СРС).

- **30 балів** — максимальна оцінка за виконання залікового білета.

Критерії оцінювання залікового білета (Макс. 30 балів):

- **Блок 1 (Теорія - Макс. 10 балів):**

- 10-9 балів: Вичерпна, логічна відповідь. Глибоке розуміння фізики NDT. Вільне володіння термінологією ISO.
- 8-6 балів: Правильне розуміння сутності методу, але наявні незначні неточності у формулюваннях або класифікації.
- 5-3 бали: Відповідь поверхнева. Здобувач плутає фізичні принципи (наприклад, поздовжні і поперечні хвилі).
- 2-0 балів: Відсутність відповіді або грубе нерозуміння базових законів.

- **Блок 2 (Робота зі стандартами - Макс. 10 балів):**

- 10-9 балів: Безпомилковий математичний розрахунок (з наведенням формул та одиниць вимірювання). Правильне визначення допуску за таблицею ISO 5817.
- 8-6 балів: Хід рішення правильний, але наявна арифметична помилка, або здобувач помилився колонкою у таблиці стандарту.
- 5-3 бали: Використана неправильна формула (наприклад, переплутані синус і косинус при розрахунку координат дефекту).
- 2-0 балів: Нездатність користуватися вихідними даними стандарту.

- **Блок 3 (Інженерний кейс - Макс. 10 балів):**

- 10-9 балів: Здобувач демонструє аналітичне мислення експерта. Обґрунтування вибору методів контролю бездоганне, логічне та враховує як фізику процесу, так і економічну доцільність.
- 8-6 балів: Вибір методів в цілому правильний, але обґрунтування неповне (не враховані особливості матеріалу чи доступу до шва).
- 5-3 бали: Запропоновано неоптимальний або технічно неможливий метод (наприклад, запропоновано МТ контроль для алюмінієвої деталі).
- 2-0 балів: Повна нездатність вирішити кризову ситуацію.

Шкала переведення балів:

- **90-100 балів:** Відмінно (A)
- **82-89 балів:** Добре (B)
- **74-81 балів:** Добре (C)
- **64-73 балів:** Задовільно (D)
- **60-63 балів:** Задовільно (E)
- **0-59 балів:** Незадовільно (FX) — з обов'язковим перескладанням.