

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, ПІДГОТОВКИ ТА СКЛАДАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ЗАЛІКУ

З ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА «ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКУВАННЯ»

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

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: «Зварювальне виробництво»

Форма підсумкового контролю: Диференційований залік (3 семестр)

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ФІЛОСОФІЯ ОЦІНЮВАННЯ (НАКОПИЧУВАЛЬНА СИСТЕМА)

1.1. Сутність диференційованого заліку

Підсумковий контроль з освітнього компонента «Технологічне устаткування» здійснюється у формі **диференційованого заліку**. На відміну від класичного екзамену, диференційований залік є логічним завершенням семестрової роботи і базується на **накопичувальній (рейтинговій) системі** оцінювання. Це означає, що підсумкова оцінка здобувача фахової передвищої освіти формується переважно за рахунок балів, зароблених ним протягом усього семестру під час аудиторних практичних занять, модульних тестувань та виконання самостійної роботи (ІРГЗ).

Головна мета диференційованого заліку — не механічна перевірка пам'яті (завзубрювання формул), а комплексна оцінка сформованості інженерних компетентностей: здатності здобувача аналізувати нестандартні виробничі ситуації, читати кінематичні та електричні схеми, розраховувати параметри зварювального обладнання та приймати обґрунтовані рішення щодо його безпечної експлуатації на підприємствах-партнерах (ТОВ "Інтерпайп", ПП "Висотпромсервіс", ТОВ "НВП РІЧ").

1.2. Умови допуску та автоматичне перезарахування (Автозалік)

До складання диференційованого заліку допускаються здобувачі освіти, які:

1. Виконали та успішно захистили всі 20 передбачених робочою програмою практичних робіт.
2. Вчасно здали та захистили Індивідуальне розрахунково-графічне завдання (ІРГЗ) з позитивною оцінкою.
3. Написали два проміжні модульні контролі.

Оскільки дисципліна передбачає рейтингову систему (максимум 100 балів), здобувач, який протягом семестру систематично навчався і накопичив прохідну суму балів (наприклад, 60–74 бали), має право на **автоматичне отримання оцінки** («Задовільно» або «Добре») без безпосереднього написання залікової роботи.

Якщо здобувач претендує на оцінку «Відмінно» (90–100 балів) або бажає підвищити свій поточний семестровий рейтинг, він зобов'язаний складати диференційований залік (виконувати заліковий білет).

1.3. Екологія контролю знань (Trauma-Informed Approach)

Враховуючи інтеграцію в освітній процес ветеранів та осіб, які постраждали від воєнних дій (згідно з принципами проєкту Skills4Recovery), процедура проведення диференційованого заліку адаптована для зниження екзаменаційного стресу:

- **Прозорість та передбачуваність:** Усі типи завдань, що виносяться на залік, заздалегідь розбираються на практичних заняттях. На заліку відсутні "сюрпризи" або питання, що виходять за межі силабусу.
- **Відкрита книга (Open-Book Exam):** Оскільки сучасний інженер працює з довідниками, під час виконання розрахункової частини заліку (за рішенням викладача) здобувачам дозволяється користуватися роздрукованими паспортами обладнання, каталогами та таблицями коефіцієнтів. Перевіряється не здатність запам'ятати цифру, а вміння знайти її та правильно застосувати у формулі.
- **Сенсорна стабільність:** Залік проводиться у тихій, комфортній аудиторії без відволікаючих факторів. Для здобувачів, яким важко концентруватися в галасливому середовищі, передбачена можливість складання заліку в індивідуальному або дистанційному (асинхронному) форматі.

РОЗДІЛ 2. ФОРМУВАННЯ СЕМЕСТРОВОГО РЕЙТИНГУ (СТРУКТУРА 100 БАЛІВ)

Рейтингова система забезпечує рівномірне навантаження здобувача протягом семестру та об'єктивність підсумкової оцінки. Загальна сума балів, яку студент може набрати за освітній компонент, становить 100 балів.

2.1. Розподіл балів за види навчальної діяльності

1. **Аудиторна практична робота (до 40 балів):** Програмою передбачено 20 практичних занять. Кожна робота оцінюється максимум у 2.0 бали. Оцінка виставляється за своєчасність виконання, якість оформлення протоколу (креслень, графіків) та правильність інженерних розрахунків.
2. **Самостійна робота / ІРГЗ (до 20 балів):** Виконання Індивідуального розрахунково-графічного завдання є ключовим індикатором самостійності студента. Оцінюється обґрунтованість вибору зварювального джерела, правильність розрахунку кінематики або пневматики кондуктора та якість креслення.
3. **Модульний контроль (до 10 балів):** Написання двох проміжних комп'ютерних тестів (Модуль 1: "Джерела живлення"; Модуль 2: "Механоскладальне обладнання та РТК"). Кожен тест оцінюється максимум у 5 балів.
4. **Диференційований залік (до 30 балів):** Виконання комплексного різнорівневого білета під час офіційної залікової сесії.

2.2. Приклад розрахунку рейтингу

Студент Іваненко протягом семестру виконав 18 практичних робіт на максимальний бал ($18 * 2 = 36$ балів), захистив ІРГЗ на "відмінно" (18 балів), та написав модулі на 8 балів.

Поточний семестровий рейтинг: $36 + 18 + 8 = 62$ бали.

Цей рейтинг відповідає національній оцінці «Задовільно» (Е за шкалою ECTS). Студент має право автоматично отримати цю оцінку в залікову книжку. Якщо студент бажає отримати «Добре» або «Відмінно», він іде на залік, де може доопрацювати максимум 30 балів ($62 + 30 = 92$ бали — «Відмінно»).

РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРА ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ЗАЛІКУ (БЛОК РІЗНОРІВНЕВИХ ЗАВДАНЬ)

Для об'єктивного вимірювання глибини засвоєння матеріалу екзаменаційний (заліковий) білет має жорстку **різнорівневу структуру**. Білет складається з трьох завдань, кожне з яких

перевіряє певний рівень пізнавальної діяльності (за таксономією Блума). Максимальна оцінка за ідеально виконаний білет становить **30 балів** (по 10 балів за кожне завдання).

Рівень 1. Теоретично-репродуктивний (Максимум 10 балів)

- *Сутність завдання:* Перевірка базового рівня знань, володіння професійною термінологією та розуміння принципів роботи базового обладнання.
- *Тип завдання:* Відкрите теоретичне питання, що потребує короткої, логічної та структурованої відповіді (без "води"). Студент повинен надати визначення, описати будову або класифікацію.
- *Очікуваний результат:* Здатність чітко артикулювати технічні характеристики (наприклад, що таке тривалість включення, або в чому різниця між жорсткою та падаючою ЗВАХ).

Рівень 2. Діагностично-аналітичний (Troubleshooting) (Максимум 10 балів)

- *Сутність завдання:* Перевірка вміння аналізувати візуальну або графічну інформацію, читати схеми та знаходити несправності (імітація реальної виробничої ситуації наладчика).
- *Тип завдання:* Студенту надається зображення (електрична схема випрямляча, кінематична схема МПД, осцилограма змінного струму або фотографія панелі керування інвертора). Необхідно ідентифікувати елементи, розшифрувати налаштування або знайти "штучно інтегровану" помилку.
- *Очікуваний результат:* Здатність інтегрувати теоретичні знання у практику діагностики обладнання, аналізувати причинно-наслідкові зв'язки (наприклад, чому дуга гудить, якщо пробитий діод).

Рівень 3. Прикладно-інженерний (Розрахунковий) (Максимум 10 балів)

- *Сутність завдання:* Перевірка здатності до математичного та логічного проєктування. Це вищий пілотаж інженерної підготовки.
- *Тип завдання:* Розрахункова задача на основі вихідних даних. Може стосуватися перерахунку теплового балансу, розрахунку лінійної швидкості зварювання, кінематики трактора, або розрахунку зусилля пневмоциліндра складального кондуктора.
- *Очікуваний результат:* Здатність самостійно обрати потрібну формулу, перевести величини в систему СІ, виконати математичний розрахунок та, найголовніше, зробити технічно обґрунтований висновок (наприклад, "Вибраний двигун є заслабким для цієї маси").

РОЗДІЛ 4. БАНК РІЗНОРІВНЕВИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ (ІЗ ЗРАЗКАМИ ВІДПОВІДЕЙ)

Нижче наведено еталонні приклади завдань для кожного з трьох рівнів, які будуть включені до залікових білетів. Здобувачі можуть використовувати їх для самоконтролю під час підготовки до диференційованого заліку.

4.1. Приклади завдань Рівня 1 (Репродуктивний рівень)

Завдання 1.1.

Питання: Дайте визначення поняттю "Зовнішня вольт-амперна характеристика (ЗВАХ) джерела живлення". Поясніть, для яких видів зварювання (ММА, MIG/MAG) застосовуються жорсткі та крутопадаючі ЗВАХ.

Еталонна відповідь: ЗВАХ — це графічна залежність напруги на вихідних клеммах джерела живлення від сили зварювального струму.

Крутопадаюча ЗВАХ застосовується для ручного зварювання (ММА) та аргонодугового (TIG). Вона забезпечує сталість струму (а отже, і глибини проплавлення) при немінучих коливаннях довжини дуги, спричинених рухом руки зварювальника.

Жорстка (пологопадаюча) ЗВАХ застосовується для механізованого зварювання (MIG/MAG). Вона забезпечує ефект миттєвого саморегулювання довжини дуги: при зміні довжини дуги струм змінюється в рази, що автоматично відновлює швидкість плавлення дроту.

Завдання 1.2.

Питання: Розшифруйте параметр "Тривалість включення (ТВ/ПВ)". Якщо на шильдику апарата вказано $I = 250 \text{ A}$ при $TB = 40\%$, що це означає на практиці згідно з європейським стандартом EN 60974-1?

Еталонна відповідь: ТВ — це відношення часу роботи апарата під навантаженням до загального часу 10-хвилинного робочого циклу, виражене у відсотках. Запис " 250 A при $TB=40\%$ " означає, що при зварюванні струмом 250 Ампер апарат може працювати безперервно 4 хвилини, після чого він повинен охолоджуватися на холостому ході 6 хвилин. Перевищення цього часу призведе до спрацювання теплового захисту.

Завдання 1.3.

Питання: Опишіть принцип мікропроцесорного синергетичного управління (Synergic Control) у сучасних зварювальних напівавтоматах. Які вхідні параметри має задати зварювальник?

Еталонна відповідь: Синергетичне управління дозволяє налаштовувати процес зварювання "однією ручкою" (наприклад, товщиною металу). Мікропроцесор автоматично розраховує і підбирає ідеальну напругу, індуктивність та форму імпульсу для заданої швидкості подачі дроту на основі заводської бази даних. Зварювальник повинен задати лише базові константи: тип металу (наприклад, сталь Fe), тип захисного газу (наприклад, M21 Ar/CO₂) та діаметр дроту (наприклад, 1.0 мм).

4.2. Приклади завдань Рівня 2 (Діагностично-аналітичний рівень)

Завдання 2.1.

Вихідні дані (Кейс): На підприємстві експлуатується трифазний зварювальний випрямляч ВД-306 (схема Ларіонова, 6 силових діодів). Під час зварювання відповідальної конструкції зварювальник поскаржився, що дуга втратила стабільність, почала видавати різкий гучний "тріск" (гудіння) та катастрофічно розбризкувати метал. Регулювання струму не допомагає.

Завдання: Як інженер, проаналізуйте симптоми. Вкажіть найбільш ймовірну причину поломки в електричній схемі та алгоритм перевірки (Troubleshooting) за допомогою мультиметра.

Еталонна відповідь: Симптоми (тріск та розбризкування) свідчать про те, що у зварювальне коло (де має бути стабільний постійний струм) потрапила змінна (синусоїдальна) складова напруги. Найбільш ймовірна причина — пробій (коротке замикання) одного або двох силових діодів у випрямному мості.

Алгоритм перевірки: Відключити апарат від мережі. Перевести мультиметр у режим "продзвонювання діодів". Почергово підключити щупи до кожного діода у прямому та зворотному напрямку. Справний діод пропускає струм лише в один бік (показує падіння напруги 400-600 мВ). Пробитий діод покаже "000" і буде "пищати" в обох напрямках. Несправний діод підлягає заміні.

Завдання 2.2.

Вихідні дані (Кейс): При автоматичному зварюванні алюмінієвих резервуарів на змінному струмі (TIG-AC) зварювальник зауважив, що вольфрамовий електрод діаметром 3.2 мм після 10 секунд роботи повністю розплавляється в гігантську кулю і відривається у ванну, хоча струм (180 А) відповідає довіднику. На панелі інвертора налаштування балансу змінного струму (AC Balance) встановлено на показник 70% EP (Позитивна напівхвиля) / 30% EN (Негативна напівхвиля).

Завдання: Проаналізувати налаштування. Чому згорів електрод? Яке налаштування балансу ви порекомендуєте для вирішення проблеми і чому?

Еталонна відповідь: Електрод згорів через неправильне налаштування AC Balance. Коли електрод є позитивним (EP), на ньому виділяється 70% теплової енергії дуги (це необхідно для катодного розпилення оксидної плівки). Установка 70% часу на EP призвела до екстремального перегріву вольфраму.

Рішення: Для зварювання товстого алюмінію необхідно змістити баланс у бік негативної напівхвилі (EN). Рекомендоване налаштування: 70-80% EN / 20-30% EP. Це забезпечить глибоке проплавлення деталі (куди піде тепло), а електрод залишиться холодним і гострим.

Завдання 2.3.

Вихідні дані (Кейс): Вам надана кінематична схема складального кондуктора з гвинтовим притиском та важільно-ексцентриковим притиском.

Завдання: Порівняти їхню продуктивність та надійність для умов масового виробництва. Пояснити ефект "самотормування" (мертвої точки) в ексцентрику.

Еталонна відповідь: Для масового виробництва гвинтовий притиск є економічно збитковим через тривалий допоміжний час на закручування різьби. Важільно-ексцентриковий притиск фіксує деталь одним миттєвим рухом. Його надійність гарантується проходженням системи важелів через "мертву точку" (коли вісь зусилля зміщується за вісь обертання), після чого притиск блокується і не може відкритися від вібрацій (самотормування), поки не буде докладено зусилля у зворотному напрямку.

4.3. Приклади завдань Рівня 3 (Прикладно-інженерний рівень)

Завдання 3.1 (Кінематика зварювального автомата)

Умова задачі: Для виконання поздовжнього шва на балці використовується зварювальний трактор. Затверджена технологічна швидкість зварювання становить $V_{zv} = 42$ метри за годину. Трактор переміщується по металу за допомогою приводних коліс із зовнішнім діаметром $D_{kolesa} = 150$ мм (0.15 м). Кінематичний ланцюг ходового візка включає електродвигун постійного струму та редуктор із загальним передавальним числом $i_{red} = 140$.

Завдання: Розрахувати необхідну частоту обертання вала електродвигуна ($n_{dviguna}$, в обертах за хвилину), яку повинна забезпечити плата управління для досягнення потрібної швидкості зварювання.

Хід розв'язання:

1. Формула лінійної швидкості зварювання: $V_{zv} = 3.14 * D_{kolesa} * n_{kolesa} * 60$.
2. Визначаємо необхідну частоту обертання колеса (n_{kolesa}):
 $n_{kolesa} = V_{zv} / (3.14 * D_{kolesa} * 60)$
 $n_{kolesa} = 42 / (3.14 * 0.15 * 60) = 42 / 28.26 = 1.486$ об/хв.
3. Враховуючи передавальне число редуктора, визначаємо частоту обертання двигуна:
 $n_{dviguna} = n_{kolesa} * i_{red}$
 $n_{dviguna} = 1.486 * 140 = 208$ об/хв.

Висновок: Електродвигун трактора має бути налаштований на 208 об/хв для забезпечення заданої швидкості 42 м/год.

Завдання 3.2 (Розрахунок пневматики кондуктора)

Умова задачі: Для фіксації тонколистового короба у складальному кондукторі використовується пневматична система затиску. Конструктор заклав у проєкт пневмоциліндр двосторонньої дії із внутрішнім діаметром поршня $D = 80$ мм (0.08 м). Тиск стисненого повітря у магістралі цеху становить $P = 0.5$ МПа (500 000 Па). ККД пневмоциліндра (урахування втрат на тертя в манжетах) дорівнює $\eta = 0.85$.

Завдання: Розрахувати фактичне зусилля затиску (F) у Ньютонах, яке буде прикладено до деталі. Оцінити його у зрозумілих для слюсаря одиницях (кілограм-силах, $1 \text{ кгс} \approx 9.8 \text{ Н}$).

Хід розв'язання:

1. Розрахунок площі поршня (S):
 $S = (3.14 * D^2) / 4 = (3.14 * 0.08^2) / 4 = (3.14 * 0.0064) / 4 = 0.005024 \text{ м}^2$.
2. Розрахунок зусилля за формулою $F = P * S * \eta$:
 $F = 500000 * 0.005024 * 0.85 = 2135.2$ Ньютона.
3. Переведення в кілограм-сили:
 $F_{kgs} = 2135.2 / 9.8 = 217.8 \text{ кгс}$.

Висновок: Пневмоциліндр створює надійне зусилля стиснення близько 218 кг, що є достатнім для жорсткої фіксації листового металу.

Завдання 3.3 (Розрахунок газового господарства)

Умова задачі: Зварювальний пост працює в інтенсивному режимі від одного стандартного 40-літрового балона з сумішшю Ar/CO₂ (M21). Початковий тиск у балоні становить 150 атмосфер. Витрата газу, встановлена зварювальником на ротаметрі, дорівнює 18 л/хв. Машинний час (безпосереднє горіння дуги, коли клапан відкритий) становить 2 години на одну робочу зміну.

Завдання: Розрахувати повний об'єм розширеного газу в балоні. Визначити, на скільки робочих змін вистачить одного такого балона.

Хід розв'язання:

1. Повний об'єм газу: $V_{\text{gazu}} = V_{\text{balona}} \cdot \text{Тиск} = 40 \text{ л} \cdot 150 \text{ атм} = 6000 \text{ літрів}$.
2. Загальний час роботи від балона: $T_{\text{roboti}} = V_{\text{gazu}} / \text{Витрата} = 6000 / 18 = 333.3 \text{ хвилини}$.
3. Кількість змін: Оскільки в одну зміну дуга горить 2 години (120 хвилин), балона вистачить на: $333.3 / 120 = 2.77 \text{ змін}$.

Висновок: Одного балона вистачить на дві повні робочі зміни та більшу частину третьої.

РОЗДІЛ 5. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТА ШКАЛА ПЕРЕВЕДЕННЯ БАЛІВ (РУБРИКАТОР)

Підсумкова оцінка за диференційований залік формується шляхом додавання балів, зароблених здобувачем протягом семестру (максимум 70 балів), та балів, отриманих за виконання екзаменаційного (залікового) білета (максимум 30 балів).

5.1. Критерії оцінювання залікового білета (Максимум 30 балів)

Кожне з трьох завдань білета оцінюється за 10-бальною шкалою:

- **9-10 балів (Відмінно):** Завдання виконано ідеально. Теоретична відповідь вичерпна, логічна, з використанням професійної термінології. Аналітичний кейс розв'язано правильно, причина поломки вказана безпомилково. Розрахункова задача розв'язана до кінця, формули записані правильно, розмірності вказані, зроблено ґрунтовний інженерний висновок.
- **7-8 балів (Добре):** Завдання виконано в цілому правильно. Теоретична відповідь повна, але містить незначні неточності. У діагностичному кейсі хід думок правильний, але алгоритм дій описаний неповністю. У розрахунковій задачі правильний алгоритм та формули, але допущена арифметична помилка у фінальних цифрах. Висновок формальний.
- **5-6 балів (Задовільно):** Завдання виконано частково. Теорія розкрита слабо, словниковий запас обмежений. У діагностичному кейсі здобувач не зміг самостійно знайти причину несправності без навідних запитань комісії. Розрахункова задача не завершена (вибрана правильна формула, але підставлені хибні дані).
- **0-4 бали (Незадовільно):** Завдання не виконано. Відповідь відсутня або демонструє повне нерозуміння фізичних процесів та конструкції устаткування.

5.2. Шкала переведення підсумкових балів

Сумарний рейтинг (Семестр + Залік) переводиться в національну 4-бальну шкалу та європейську шкалу ECTS згідно з наступною таблицею:

Таблиця 5.1. Шкала переведення 100-бальної системи оцінювання

Сума балів за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою (для диференційованого заліку)	Критеріальна характеристика рівня компетентності
90 – 100	A	Відмінно	Видатне виконання, глибоке розуміння інженерних процесів. Здобувач здатен самостійно

			проєктувати та налагоджувати складні РТК та автоматичні лінії.
82 – 89	B	Добре	Рівень вище середнього. Здобувач впевнено розраховує кінематику та електричні параметри, але допускає незначні недоліки в оформленні технічної документації.
74 – 81	C	Добре	Добра, в цілому правильна робота. Здобувач вільно експлуатує стандартне обладнання (MIG/MAG, TIG).
64 – 73	D	Задовільно	Посередній рівень. Знання базових вузлів обладнання. Здатність розв'язувати розрахункові задачі лише за відомим шаблоном.
60 – 63	E	Задовільно	Задовольняє мінімальні критерії. Знання обмежені, читання електричних та кінематичних схем викликає значні труднощі.
35 – 59	FX	Незадовільно	Незадовільно (з можливістю повторного складання). Здобувач не засвоїв базові поняття (ТВ, ЗВАХ), не здатний виконати інженерні розрахунки. Потребує суттєвого доопрацювання.
0 – 34	F	Незадовільно	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням освітнього компонента). Повна некомпетентність або порушення принципів академічної доброчесності (систематичний плагіат).

5.3. Процедура апеляції

Здобувач має право на об'єктивне оцінювання. У разі незгоди з оцінкою, виставленою за результатами диференційованого заліку, студент має право в день оголошення результатів подати мотивовану письмову заяву на ім'я заступника директора з навчально-методичної роботи (ГОРДІЄНКО С.С.). Апеляція розглядається комісією з повторним аналізом розрахункових рішень та відповідей здобувача.