



АТВЕРДЖЕНО

серпня 2026 р.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

Дисципліна: Фізика (ОК 7)

Галузь знань: G — Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G9 — Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: «Зварювальне виробництво»

Освітньо-професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Самостійна робота становить 40 % обсягу дисципліни — 48 годин із 120. Це не додаток до лекцій: значну частину тем винесено на самостійне опрацювання цілком, і матеріал цих тем входить до модульних контролів та залікових білетів нарівні з лекційним.

Робота організована за двома вимірами одночасно. По-перше, за чотирма напрямками, кожен по 12 годин, — вони визначають форму звітності й оцінювання. По-друге, за темами, прив'язаними до конкретних лекцій, — вони визначають зміст. Обидва виміри наведено нижче.

Здобувачі самостійно обирають конкретні завдання й теми в межах кожного напрямку відповідно до власних професійних інтересів та рівня психологічного комфорту.

Розподіл за напрямками й балами:

Напрямок самостійної роботи	Годин	Бали	Форма звітності
1. Опрацювання теоретичного матеріалу та робота з довідковими джерелами	12	у складі 2	Опорний конспект, схема або порівняльна таблиця
2. Розв'язування розрахункових задач професійного спрямування	12	у складі 2	Письмове розв'язання індивідуального варіанта
3. Підготовка навчальних проєктів і повідомлень «Фізика у зварювальному виробництві»	12	у складі 8	Реферат 5–8 сторінок або презентація 12–15 слайдів
4. Аналіз виробничих ситуацій та підготовка до контрольних заходів	12	у складі 8	Письмовий аналіз ситуації, тренувальне тестування
РАЗОМ	48	10	

Напрями 1 і 2 виконуються переважно в першій половині семестру й оцінюються разом у 2 бали. Напрями 3 і 4 припадають на другу половину й оцінюються разом у 8 балів, оскільки передбачають самостійний проєкт і аналітичну роботу.

Як працювати з цією розробкою

Кожна тема містить методичні вказівки, конкретне завдання та питання для самоперевірки. Питання для самоперевірки — не формальність: якщо ви не можете відповісти на них своїми словами, тому не опрацьовано, скільки б часу на неї не витрачено. Саме на їх основі формуються завдання модульних контролів.

Конспект самостійної роботи ведеться в тому самому зошиті, що й лекційний, окремим розділом. Перевіряється разом із допуском до модульного контролю.

ЧАСТИНА 1. ТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗА МОДУЛЯМИ

МОДУЛЬ І. МЕХАНІКА ТА ОСНОВИ ГІДРОСТАТИКИ — 12 годин

СР 1.1. Засоби вимірювання у зварювальному виробництві

Напряг: Напряг 1 | **Обсяг:** 2 год

Методичні вказівки. Опрацюйте призначення й метрологічні характеристики засобів, з якими зварник працює щодня. Зверніть увагу, що клас точності приладу віднесено до верхньої межі шкали, а не до показу, — саме звідси випливає правило вибору межі вимірювання.

Завдання. Складіть порівняльну таблицю засобів вимірювання: універсальний шаблон УШС-3, штангенциркуль, набір щупів, магнітний кутник, термореєда, контактний термометр, манометр редуктора, ротаметр. Для кожного зазначте вимірювану величину, діапазон, ціну поділки й типову похибку.

Питання для самоперевірки:

- Чому амперметр підбирають так, щоб робоче значення лежало у верхній третині шкали?
- Скільки значущих цифр має містити запис катета шва, виміряного шаблоном із ціною поділки 0,5 мм?
- Як накопичується похибка при непрямому вимірюванні погонної енергії?

СР 1.2. Механізм подавання дроту й напрямний тракт пальника

Напряг: Напрями 1–2 | **Обсяг:** 3 год

Методичні вказівки. Розберіться, як сила тертя одночасно забезпечує подавання дроту й перешкоджає йому. Зверніть увагу на самопідсилюваний характер проблеми: зношений канал підвищує тертя, тертя спричиняє ривки, ривки прискорюють зношування.

Завдання. Законспекуйте будову подавального механізму й напрямного тракту. Розв'яжіть задачу на визначення сили тертя за заданим коефіцієнтом і силою притискання ролика та оцініть, за якої сили подавання стає нерівномірним.

Питання для самоперевірки:

- Від чого залежить сила тертя ковзання і які величини на неї не впливають?
- Чому забруднений напрямний канал призводить до нестабільного горіння дуги?
- Як пов'язані швидкість подавання дроту та струм при саморегулюванні дуги?

СР 1.3. Енергетичний ланцюжок зварювального поста

Напряг: Напряг 2 | **Обсяг:** 3 год

Методичні вказівки. Простежте весь ланцюжок перетворення енергії від мережі до розплавленого металу. Пам'ятайте, що ККД ланок перемножуються, тому загальний ККД завжди нижчий за найгірший із проміжних.

Завдання. Розв'яжіть задачу за індивідуальним варіантом: обчисліть потужність дуги, ефективну теплову потужність і частку енергії, що йде власне на плавлення. Побудуйте діаграму розподілу енергії та визначте найбільше джерело втрат.

Питання для самоперевірки:

- Чим відрізняються споживана, дугова й корисна потужності?
- Чому ефективний ККД зварювання під флюсом вищий, ніж аргонодугового?
- Чому термічний ККД проплавлення рідко перевищує 0,3?

СР 1.4. Газобалонне господарство: балон, редуктор, ротаметр

Напряг: Напрями 1–2 | **Обсяг:** 3 год

Методичні вказівки. Опрацюйте будову редуктора та принцип рівноваги сил на мембрані. Розберіться в принциповій різниці між балоном зі стисненим газом і балоном зі зрідженим газом — саме вона визначає, чи можна оцінити залишок за манометром.

Завдання. Складіть схему газового поста з позначенням усіх елементів. Розрахуйте запас газу в балоні, тривалість роботи за заданої витрати й потрібну кількість балонів на зміну.

Питання для самоперевірки:

- Що показує кожен із двох манометрів редуктора?

– Чому вуглекислотний редуктор обмерзає й для чого потрібен підігрівник газу?

– Чому балон не спорожняють повністю до нуля?

СР 1.5. Складально-зварювальні пристрої та умови рівноваги конструкції

Напряг: Напряг 1 | **Обсяг:** 1 год

Методичні вказівки. Повторіть умови рівноваги твердого тіла й правило моментів. Розберіться, як струбцини, притискачі й кондуктори фіксують взаємне положення деталей і як при цьому змінюється жорсткість закріплення.

Завдання. Складіть схему складання простого вузла з розстановкою притискних елементів; поясніть призначення кожного та вкажіть, де жорстке закріплення виправдане, а де шкідливе.

Питання для самоперевірки:

– Які умови мають виконуватися для рівноваги деталі у пристрої?

– Чому жорстке закріплення зменшує деформації, але підвищує залишкові напруження?

– На чому ґрунтується робота гідравлічного притискача?

МОДУЛЬ II. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА — 16 годин

СР 2.1. Захисні гази: властивості, застосування, безпека

Напряг: Напрями 1–2 | **Обсяг:** 3 год

Методичні вказівки. Опрацюйте властивості аргону, вуглекислого газу, гелію та їх сумішей. Зверніть особливу увагу на густину відносно повітря: саме вона визначає небезпеку при роботі всередині ємностей і в прямках.

Завдання. Складіть порівняльну таблицю захисних газів: густина, тиск заправки, місткість балона, типова витрата, сфера застосування, вимоги безпеки. Розв'яжіть задачу на визначення маси газу в балоні за рівнянням Клапейрона — Менделєєва.

Питання для самоперевірки:

– Чому аргон і вуглекислий газ небезпечні при зварюванні всередині резервуара, а гелій — меншою мірою?

– Як зміниться тиск у балоні при нагріванні на 40 градусів і чому це відповідає ізохорному процесу?

– Чому до вуглекислоти в балоні не застосовна модель ідеального газу?

СР 2.2. Теплофізичні властивості конструкційних матеріалів

Напряг: Напрями 1–2 | **Обсяг:** 3 год

Методичні вказівки. Розберіться, що теплоємність і теплопровідність — різні властивості, які діють разом. Мідь має найменшу з трьох теплоємність і найбільшу теплопровідність, і саме поєднання цих властивостей робить її найважчою для зварювання.

Завдання. Складіть зведену таблицю для вуглецевої сталі, аустенітної нержавної сталі, алюмінію та міді: густина, питома теплоємність, теплопровідність, коефіцієнт лінійного розширення, температура плавлення, питома теплота плавлення. Розв'яжіть задачу на порівняння теплоти, потрібної для нагрівання однакових мас цих матеріалів.

Питання для самоперевірки:

– Чому при однакових режимах ванна на нержавній сталі більша, ніж на вуглецевій?

– Чому мідь і алюміній потребують підвищених струмів або попереднього підігріву?

– Яку роль відіграє питома теплота плавлення в загальному тепловому балансі?

СР 2.3. Погонна енергія й термічний цикл зварювання

Напряг: Напряг 2 | **Обсяг:** 3 год

Методичні вказівки. Погонна енергія — головний узагальнений параметр режиму. Простежте ланцюжок: погонна енергія — швидкість охолодження в інтервалі 800–500 °С — структура металу — механічні властивості з'єднання.

Завдання. Розв'яжіть задачу за індивідуальним варіантом: обчисліть погонну енергію для двох режимів і порівняйте очікувану ширину зони термічного впливу та швидкість охолодження. Побудуйте графік термічного циклу в довільному масштабі.

Питання для самоперевірки:

– Як зміниться погонна енергія при збільшенні швидкості зварювання вдвічі?

– Які дефекти стають імовірнішими при зниженій, а які — при завищеній погонній енергії?

– Чому в технологічній карті вказують діапазон, а не одне значення?

СР 2.4. Попередній підігрів і термічна обробка зварних з'єднань

Напряг: Напрями 1–2 | **Обсяг:** 3 год

Методичні вказівки. Опрацюйте призначення попереднього підігріву, супутнього підігріву та високого відпуску. Зверніть увагу, що всі три заходи мають одну фізичну мету — керувати температурним полем і швидкістю охолодження.

Завдання. Складіть таблицю: марка сталі — товщина — рекомендована температура підігріву — джерело даних. Розрахуйте кількість теплоти й потужність нагрівача для підігріву заданої деталі.

Питання для самоперевірки:

– Чому при 600–650 °С залишкові напруження релаксують?

– Як товщина металу й тип з'єднання впливають на швидкість охолодження?

– Чому магнітні тримачі не працюють на попередньо підігрітій деталі?

СР 2.5. Волога, водень і дефекти зварних швів

Напряг: Напрями 1–2 | **Обсяг:** 2 год

Методичні вказівки. Простежте повний ланцюжок: волога в покритті чи повітрі — дисоціація в дузі — розчинення атомарного водню в рідкому металі — різке падіння розчинності при кристалізації — пори або холодні тріщини.

Завдання. Законспекуйте режими прожарювання електродів і флюсу з посиланням на джерело. Розв'яжіть задачу на визначення відносної вологості й точки роси та оцініть ризик конденсації на холодному металі.

Питання для самоперевірки:

– Чому електроди з основним покриттям гігроскопічніші за рутилові?

– Чому метал, занесений із вулиці в теплий цех, не можна зварювати одразу?

– Для чого нормують точку роси захисного газу?

СР 2.6. Кристалізація ванни й утворення гарячих тріщин

Напряг: Напряг 1 | **Обсяг:** 1 год

Методичні вказівки. Розберіться в напрямку кристалізації ванни й у тому, чому останні порції рідкого металу збираються по осі шва та збагачені домішками.

Завдання. Складіть схему кристалізації зварювальної ванни із зазначенням напрямку росту кристалів і зони скупчення лікваций. Поясніть на схемі розташування гарячих тріщин.

Питання для самоперевірки:

– Чому гарячі тріщини утворюються переважно по осі шва?

– Яку роль відіграють сірка й фосфор в утворенні гарячих тріщин?

– Чим гарячі тріщини відрізняються від холодних за механізмом і часом появи?

СР 2.7. Газове зварювання: полум'я, його зони й види

Напряг: Напряг 1 | **Обсяг:** 1 год

Методичні вказівки. Опрацюйте будову ацетилено-кисневого полум'я та вплив співвідношення газів на його характер. Зверніть увагу, що температуру полум'я визначає не лише теплота згорання, а й швидкість горіння.

Завдання. Складіть схему полум'я з позначенням зон і температур. Укладіть таблицю: вид полум'я — співвідношення кисню й ацетилену — сфера застосування.

Питання для самоперевірки:

– Чому для зварювання використовують відновну зону, а не ядро й не факел?

– Чому пропан має більшу теплоту згорання, але дає нижчу температуру полум'я?

– Чому ефективний ККД газового зварювання найнижчий, і в чому попри це його перевага?

МОДУЛЬ III. ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ — 12 годин

СР 3.1. Конденсаторне зварювання й приварювання шпильок

Напряг: Напряг 1 | **Обсяг:** 2 год

Методичні вказівки. Розберіться в різниці між енергією та потужністю: батарея накопичує помірну енергію, але віддає її за мілісекунди, тому миттєва потужність величезна, а деталь при цьому не деформується.

Завдання. Законспекуйте принцип конденсаторного зварювання та сфери застосування. Розв'яжіть задачу на визначення накопиченої енергії й миттєвої потужності розряду.

Питання для самоперевірки:

- Як зміниться енергія батареї при подвоєнні напруги заряджання?
- Чому при конденсаторному зварюванні деталь практично не жолобиться?
- Навіщо в установках аргонодугового зварювання потрібен осцилятор?

СР 3.2. Зварювальне коло: кабелі, контакти, втрати

Напряг: Напряг 2 | **Обсяг:** 3 год

Методичні вказівки. Ключове тут — квадратична залежність тепловиділення від струму. Саме вона пояснює, чому поганий контакт перегрівається лавиноподібно, а не поступово.

Завдання. Розв'яжіть задачу за індивідуальним варіантом: обчисліть опір кабелю, падіння напруги, тепловиділення за годину роботи та порівняйте добрий і поганий перехідний контакт.

Питання для самоперевірки:

- Як зміниться тепловиділення при збільшенні струму на 20 %?
- Чому довгий кабель малого перерізу, розкладений бухтою, дестабілізує дугу?
- Чому електроди для контактного зварювання виготовляють із міді й охолоджують водою?

СР 3.3. Джерела живлення зварювальної дуги

Напряг: Напрями 1–2 | **Обсяг:** 3 год

Методичні вказівки. Опрацюйте будову й характеристики трансформатора, випрямляча та інвертора. Головне — зрозуміти, чому зменшення маси інвертора є прямим наслідком підвищення частоти перетворення.

Завдання. Складіть порівняльну таблицю трьох типів джерел за масою, ККД, стабільністю дуги, можливістю вибору полярності та вимогами до експлуатації. Розв'яжіть задачу на коефіцієнт трансформації та споживану потужність.

Питання для самоперевірки:

- Яку зовнішню характеристику потрібно мати джерелу для напівавтомата і чому саме таку?
- Чому трансформатор не працює на постійному струмі?
- Чому інвертор чутливіший до вологості, пилу й перепадів напруги в мережі?

СР 3.4. Магнітні явища у зварюванні: дуття, контроль, індукційний нагрів

Напряг: Напрями 1–3 | **Обсяг:** 2 год

Методичні вказівки. Зверніть увагу, що всі три явища мають спільну основу — взаємодію струму й магнітного поля, але проявляються по-різному: як завада, як засіб контролю та як спосіб нагрівання.

Завдання. Складіть опорну схему «Магнітні явища у зварювальному виробництві» з трьома гілками: магнітне дуття, методи магнітного контролю, індукційний нагрів. Для кожної вкажіть фізичну основу й практичний наслідок.

Питання для самоперевірки:

- Які причини викликають магнітне дуття і якими способами його усувають?
- Чому магнітопорошковий контроль непридатний для аустенітних нержавіючих сталей?
- Що відбувається з феромагнітними властивостями вище точки Кюрі?

СР 3.5. Електробезпека зварника

Напряг: Напрями 1–4 | **Обсяг:** 2 год

Методичні вказівки. Розберіться, що небезпеку визначає сила струму через тіло, а вона залежить від напруги та опору тіла. Опір сухої шкіри — десятки кілоом, вологої — близько кілоома, і саме ця різниця перетворює 70 В із відносно безпечних на смертельні.

Завдання. Складіть перелік засобів і заходів електробезпеки з поясненням фізичного призначення кожного. Розв'яжіть задачу на визначення струму через тіло при різних значеннях опору.

Питання для самоперевірки:

- Чому напруга холостого ходу небезпечніша за напругу дуги?
- Які додаткові вимоги діють при роботі всередині резервуарів і котлів?
- Для чого застосовують обмежувачі напруги холостого ходу?

МОДУЛЬ IV. КОЛИВАННЯ, ХВИЛІ ТА ОПТИКА — 5 годин**СР 4.1. Ультразвук у зварювальному виробництві**

Напряг: Напрями 2–3 | **Обсяг:** 3 год

Методичні вказівки. Опрацюйте два принципово різні застосування ультразвуку: контроль якості й зварювання у твердій фазі. Зверніть увагу, що майже повне відбивання на межі «метал — повітря» одночасно робить метод чутливим і унеможливорює контроль без контактного середовища.

Завдання. Розв'яжіть задачу на визначення глибини залягання дефекту та довжини хвилі для двох частот. Складіть коротку порівняльну характеристику ультразвукового й радіографічного контролю за типами дефектів, що виявляються.

Питання для самоперевірки:

- Чому підвищення частоти покращує роздільну здатність, але зменшує глибину контролю?
- Чому ультразвуковий контроль неможливий без контактної мастила?
- Чим ультразвукове зварювання відрізняється від зварювання плавленням?

СР 4.2. Випромінювання дуги й захист зору

Напряг: Напрями 1–4 | **Обсяг:** 2 год

Методичні вказівки. Дуга випромінює одночасно в інфрачервоному, видимому та ультрафіолетовому діапазонах, і кожен діє на людину по-своєму. Захист має бути комплексним, а не зведеним до «темного скла».

Завдання. Складіть пам'ятку вибору засобів захисту зору за способом зварювання й силою струму з обґрунтуванням номера світлофільтра. Поясніть, чому небезпечні як низький, так і високий номер.

Питання для самоперевірки:

- Чому електроофтальмія виявляється через кілька годин після роботи?
- Чому в щитку «хамелеон» ультрафіолетовий захист діє навіть у незатемненому стані?
- Навіщо потрібні пересувні ширми, якщо зварник уже в щитку?

МОДУЛЬ V. АТОМНА ТА ЯДЕРНА ФІЗИКА — 3 години**СР 5.1. Спектральний аналіз і вхідний контроль матеріалів**

Напряг: Напрями 1–3 | **Обсяг:** 2 год

Методичні вказівки. Розберіться, чому набір спектральних ліній однозначно визначає елемент, і які саме завдання вхідного контролю це дозволяє розв'язати.

Завдання. Законспекуйте порядок стилоскопування та перелік випадків, коли вхідний контроль марки металу є обов'язковим. Складіть коротку інструкцію дій зварника при сумніві в марці основного металу.

Питання для самоперевірки:

- Чому за спектром можна однозначно визначити хімічний елемент?
- Які завдання спектральний аналіз розв'язати не може?
- Чим загрожує застосування зварювального дроту не тієї марки?

СР 5.2. Радіаційна безпека при просвічуванні зварних швів

Напряг: Напрями 1–4 | **Обсяг:** 1 год

Методичні вказівки. Три принципи захисту — часом, відстанню та екраном — є прямими наслідками двох формул: закону радіоактивного розпаду й закону обернених квадратів.

Завдання. Складіть схему організації зони контролю під час просвічування із зазначенням огороження, знаків і місця перебування персоналу. Розв'яжіть задачу на зменшення дози з відстанню.

Питання для самоперевірки:

- Чому гамма-джерело не можна «вимкнути» на час перерви?

– У скільки разів зменшиться доза при збільшенні відстані втричі?

– Чому з часом доводиться подовжувати експозицію при тому самому джерелі?

ЧАСТИНА 2. ЗАВДАННЯ ЗА НАПРЯМАМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

НАПРЯМ 1. ОПРАЦЮВАННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ ТА РОБОТА З ДОВІДКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ (12 годин)

Блок формує навичку роботи з довідковою фізико-технічною інформацією. Форма звітності: опорний конспект, структурно-логічна схема або порівняльна таблиця. Виконати не менше двох завдань на вибір.

1. Скласти зведену таблицю теплофізичних властивостей конструкційних матеріалів — вуглецевої сталі, аустенітної нержавної сталі, алюмінію, міді — й обґрунтувати вплив кожної властивості на технологію зварювання.
2. Укласти порівняльну таблицю захисних газів і газових сумішей за густиною, тиском заправки, витратою та сферою застосування.
3. Побудувати структурно-логічну схему «Фізичні явища у процесі дугового зварювання»: іонізація — горіння дуги — плавлення — перенесення металу — кристалізація — усадка — залишкові напруження.
4. Скласти опорну схему «Фізичні принципи методів неруйнівного контролю» із зазначенням явища, покладеного в основу кожного методу, і меж його застосовності.
5. Опрацювати таблиці номерів світлофільтрів і скласти обґрунтовану пам'ятку вибору засобів захисту зору для різних способів і режимів зварювання.
6. Укласти глосарій фізичних термінів професійного спрямування (не менше 40 понять) українською та англійською мовами.

НАПРЯМ 2. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ЗАДАЧ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ (12 годин)

Блок формує навичку доводити фізичну модель до числового результату. Форма звітності: письмове розв'язання індивідуального варіанта із зазначенням формул, підстановки, одиниць та оцінки правдоподібності результату.

1. Розрахунок міцності зварних з'єднань: напруження в стиковому шві на розтяг, у кутовому на зріз, визначення потрібного катета за заданим навантаженням.
2. Енергетичні розрахунки режиму: потужність дуги, погонна енергія, енергоспоживання на погонний метр шва, порівняння способів за ефективним ККД.
3. Теплові розрахунки: теплота на нагрівання й розплавлення металу, теплота на попередній підігрів, оцінка швидкості охолодження шва.
4. Розрахунки газобалонного господарства: запас газу в балоні, тривалість роботи, зміна тиску при нагріванні, витрата кисню на згоряння ацетилену.
5. Розрахунок теплового розширення: подовження ділянки конструкції, термічні напруження при защемленні, оцінка зварювальних деформацій.
6. Електротехнічні розрахунки: опір і тепловиділення у зварювальному колі, енергія конденсаторної батареї, коефіцієнт трансформації, споживана потужність джерела.
7. Розрахунки контролю якості: глибина залягання дефекту за часом ультразвукового імпульсу, активність гамма-джерела й перерахунок експозиції, доза залежно від відстані.
8. Розрахунки з вологості та випромінювання: відносна вологість і точка роси, потужність теплового випромінювання нагрітої поверхні, енергія фотона.

НАПРЯМ 3. ПІДГОТОВКА НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ І ПОВІДОМЛЕНЬ «ФІЗИКА У ЗВАРЮВАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ» (12 годин)

Блок передбачає синтез фізичних знань і фахових уявлень. Форма звітності: реферат обсягом 5–8 сторінок формату А4 або мультимедійна презентація на 12–15 слайдів із дотриманням академічної доброчесності та оформленням списку джерел.

1. «Електрична дуга як фізичний об'єкт: від іонізації газу до вольт-амперної характеристики».

2. «Чому інвертор легший за трансформатор: фізика високочастотного перетворення енергії».
3. «Термічний цикл зварювання й доля металу в зоні термічного впливу».
4. «Залишкові напруження та деформації: фізика проблеми й технологія її розв'язання».
5. «Водень у зварному шві: від вологи повітря до холодної тріщини».
6. «Поверхневий натяг і формування шва в різних просторових положеннях».
7. «Ультразвук у зварювальному виробництві: контроль якості та зварювання тиском».
8. «Іонізуюче випромінювання на службі якості: радіографія та гамма-дефектоскопія швів».
9. «Лазерне й плазмове різання: фізика концентрованих потоків енергії».
10. «Оптичне випромінювання дуги: як фізика визначає вимоги до засобів захисту зору».
11. «Фізика проти реклами: як перевірити обіцянки виробників зварювальних матеріалів і обладнання».

НАПРЯМ 4. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ СИТУАЦІЙ ТА ПІДГОТОВКА ДО КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ (12 годин)

Блок формує здатність застосувати фізичний закон до конкретної виробничої ситуації. Форма звітності: письмовий аналіз ситуації обсягом 1–2 сторінки з обґрунтуванням причини й пропозицією рішення, а також результати тренувального тестування в системі дистанційного навчання.

1. У шві з'явилися пори, хоча режим і витрата газу не змінювалися. Побудуйте перелік можливих фізичних причин і порядок їх перевірки.
2. Дуга стабільно відхиляється вбік ближче до кінця шва. Визначте причину й запропонуйте заходи.
3. Напівавтомат подає дріт ривками при справних роликах. Знайдіть фізичну причину.
4. Конструкцію зварили в жорсткому кондукторі — деформацій немає, але з'явилися тріщини. Поясніть.
5. Балку повело «пропелером» після зварювання поздовжніх швів з одного боку. Запропонуйте зміну послідовності робіт.
6. Шов на товстій плиті дав холодні тріщини, а на тонкому листі за тим самим режимом — ні. Поясніть різницю.
7. Ультразвук виявив несплавлення, якого не показала радіографія. Поясніть, чому суперечності немає.
8. Пірометр показує різну температуру на зачищеній і окисненій ділянках однієї деталі. Визначте, яке значення справжнє.
9. Знімки гамма-контролю стали «недотриманими» при незмінній експозиції. Поясніть причину.
10. Постачальник обіцяє електроди, що «не потребують прожарювання». Запропонуйте спосіб фізичної перевірки заяви.
11. Систематизація матеріалу за модулями та робота з переліком питань до заліку.
12. Тренувальне тестування в системі дистанційного навчання з аналізом власних помилок.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Рівень виконання	Бали (модулі I–II, макс. 2)	Бали (модулі III–V, макс. 8)	Дескриптор
Відмінно (90–100 %)	2	7–8	Завдання виконано самостійно й у повному обсязі, розв'язання логічно оформлені, одиниці й розмірності коректні, правдоподібність результату оцінено. Матеріал повідомлення структурований, наведено посилання на джерела. Академічний плагіат відсутній.

Рівень виконання	Бали (модулі I–II, макс. 2)	Бали (модулі III–V, макс. 8)	Дескриптор
Добре / задовільно (60–89 %)	1	5–6	Завдання виконано, проте наявні обчислювальні помилки або спрощене пояснення фізичного змісту. Оформлення джерел неповне. Робота здана з незначним порушенням строку.
Незадовільно (менше 60 %)	0	0–4	Завдання не виконано, виконано частково або містить академічний плагіат чи механічне копіювання чужих розв’язків без розуміння.

Про використання штучного інтелекту.

Використання ШІ для розуміння теми, перевірки ходу міркувань або пошуку власної помилки допустиме. Здавання згенерованого тексту як власної роботи — ні. Критерій: якщо ви не можете усно пояснити кожен рядок роботи, вона не зараховується незалежно від правильності цифр.

Адаптовані умови.

Для здобувачів, які цього потребують, форма звітності може бути змінена, а строк подовжено. Це фіксується в політиці дисципліни й не є винятком чи послугою.