



ЗАТВЕРДЖЕНО

Заступник директора НВР ЗПО «ДПТК»

Сергій ГОРДІЄНО

серпня 2026 р.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИКЛАДАЧА

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

Документ є внутрішньою методичною інструкцією. Він описує, як перетворити курс загальної фізики на інструмент професійної підготовки фахівця зі зварювального виробництва, і фіксує накопичений досвід щодо того, де саме здобувачі помиляються систематично.

ГОЛОВНИЙ ПРИНЦИП КУРСУ

Основна проблема викладання фізики на цій спеціальності — не складність матеріалу, а його сприйняття як загальноосвітнього додатка до фахових дисциплін. Здобувачі, які прийшли після освітньо-кваліфікаційного рівня кваліфікованого робітника, часто мають виражену установку: «мені потрібна практика, а не формули». У зварювальному виробництві ця установка підкріплюється тим, що багато хто вже тримав тримач у руках і вважає питання закритим.

Установка знімається не переконанням, а демонстрацією. Кожна тема має відкриватися виробничим питанням, на яке здобувач не може відповісти з власного досвіду, і закриватися розрахунком, який на це питання відповідає. Викладач виступає не як лектор, що переказує підручник, а як інженер-наставник, який показує, звідки беруться числа в технологічній карті.

Практичне правило: якщо тема не має виходу на конкретне обладнання, зварне з'єднання або показ приладу, її подача потребує переробки.

Структурна особливість курсу, яку варто використовувати.

П'ятимодульна побудова збігається з порядком розділів у шкільних підручниках, доступних в Електронній бібліотеці ІМЗО. Це зручно: здобувач відкриває підручник і бачить той самий порядок тем. Водночас глибина й прикладна спрямованість тут інші, і про це варто сказати групі прямо на першому занятті, щоб зняти очікування «це ми вже проходили».

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ

Технологія 1: «Виробнича загадка»

Мета. Створити пізнавальну потребу до подання теорії. Здобувач має спершу відчувати, що не може відповісти на просте питання про своє майбутнє робоче місце.

Де застосовувати. На початку кожної лекції, особливо в темах, які здаються абстрактними: молекулярна фізика, електростатика, квантова оптика.

Сценарій проведення:

1. Викладач формулює коротке виробниче питання без підказок. Наприклад: «Двоє зварюють на однакових режимах, в одного пори, в другого ні — чому?» або «Конструкцію зварили в жорсткому кондукторі, деформацій немає, а через місяць тріщини. Що сталося?»
2. Група дає версії. Викладач не оцінює їх як правильні чи неправильні, лише фіксує на дошці.
3. Викладач показує, що всі версії спираються на побутову інтуїцію і що для відповіді бракує конкретного фізичного інструменту.
4. Подається теоретичний матеріал — уже як відповідь на поставлене питання.

5. У кінці заняття група повертається до питання й формулює відповідь, спираючись на вивчений закон.

***Зауваження.** Питання має бути таким, щоб інтуїтивна відповідь виявилася неправильною. Якщо група вгадує відповідь одразу, ефект втрачається — потрібне інше питання. Досвідчені зварники зазвичай вгадують причину пор, але майже ніколи не пояснюють, чому завищена витрата газу шкодить так само, як занижена.*

Технологія 2: «Перевірка розмірності»

Мета. Сформулювати автоматичну звичку контролювати результат. Це найдієвіший інструмент проти механічного підставлення чисел у формули.

Де застосовувати. На кожному практичному занятті без винятку, починаючи з першого.

Сценарій проведення:

1. Робоча формула записується в загальному вигляді, підстановка виконується разом з одиницями.
2. Одиниці скорочуються так само, як числа; результат має вийти в очікуваній розмірності.
3. Якщо розмірність не збігається, помилку шукають у формулі, а не в арифметиці.
4. Викладач періодично навмисно пропонує формулу з помилкою й чекає, хто помітить це за розмірністю.

***Зауваження.** Розмірність не ловить помилок у шістдесят разів — переведення хвилин у секунди й см/хв у м/год лишається окремою вимогою.*

Технологія 3: «Порядок величини перед розрахунком»

Мета. Навчити оцінювати результат до обчислення, щоб абсурдна відповідь одразу впадала в око.

Де застосовувати. У задачах із великими числами: напруження у швах, погонна енергія, теплота на підігрів, тепловідведення в кабелі, променисте випромінювання, активність джерел.

Сценарій проведення:

1. До розрахунку група називає очікуваний порядок величини й записує його на дошці.
2. Виконується розрахунок.
3. Результат порівнюється з прогнозом; розбіжність на порядок обговорюється окремо.
4. Викладач наводить референтні значення: напруження в шві — десятки й сотні мегапаскалів, погонна енергія — одиниці й десятки кілоджоулів на сантиметр, доза при просвічуванні — частки мілізіверта.

***Зауваження.** Референтні значення варто винести в конспект окремим списком і повторювати перед кожним модульним контролем.*

Технологія 4: «Паспорт обладнання як задачник»

Мета. Показати, що фізичні величини — не навчальна абстракція, а те, що записано в технічній документації реального обладнання.

Де застосовувати. У темах ККД, електричних кіл, трансформаторів, газобалонного господарства, режимів зварювання.

Сценарій проведення:

1. На заняття приносяться паспорти або каталожні аркуші реального обладнання: інвертора, напівавтомата, редуктора, балона.
2. Група знаходить у документі фізичні величини й одиниці, з якими працює на занятті.
3. Задача формулюється прямо за паспортними даними, а не за умовними числами.
4. Отриманий результат зіставляється з паспортним, якщо він там є; розбіжність обговорюється.

***Зауваження.** Особливо добре працює тривалість вмикання: здобувачі рідко розуміють, що це не «запас надійності», а прямий наслідок закону Джоуля — Ленца й тепловідведення.*

Технологія 5: «Розбір чужої помилки»

Мета. Зняти страх помилки й навчити знаходити її в готовому розв'язку. Аналіз чужої роботи психологічно безпечніший за публічний розбір власної.

Де застосовувати. Перед кожним модульним контролем і після перевірки індивідуальних завдань.

Сценарій проведення:

1. Викладач готує розв'язання з однією прихованою помилкою, знеособлене й переписане начисто.
2. Група шукає помилку самостійно, спершу індивідуально, потім у парах.
3. Обговорюється не лише де помилка, а й чому вона не була помітна одразу.
4. Формулюється правило, яке цю помилку випереджає, і вноситься в конспект.

Зауваження. Матеріал для розборів беріть із реальних робіт попередніх років, але переписуйте так, щоб автора неможливо було впізнати.

Технологія 6: «Ланцюжок до фахової дисципліни»

Мета. Зняти сприйняття фізики як окремого предмета, показавши пряму лінію до дисциплін наступних семестрів.

Де застосовувати. На завершальному занятті кожного змістового модуля та на підсумковому занятті курсу.

Сценарій проведення:

1. Викладач виписує на дошці теми модуля.
2. Навпроти кожної група називає дисципліну, у якій ця тема працюватиме: ОК 9, ОК 16, ОК 18, ОК 20, ОК 21, ОК 22, ОК 23, ОК 28.
3. Для двох-трьох тем ланцюжок доводить до конкретної виробничої операції.
4. Схема лишається в конспекті й доповнюється після кожного модуля.

Зауваження. Найсильніші ланцюжки цього курсу: лекція 15 (ВАХ дуги) → ОК 21 «Обладнання електричного зварювання плавленням»; лекції 5, 9 і 11 разом → ОК 22 «Зварні конструкції»; лекції 18, 20 і 21 → ОК 28 «Контроль якості зварювання».

Технологія 7: «Досвід групи як ресурс»

Мета. Використати виробничий стаж частини здобувачів, перетворивши його з джерела скепсису на опору для теорії.

Де застосовувати. У темах, де явище знайоме з практики: пори, розбризкування, жолоблення, прилипання електроду, відхилення дуги, обмерзання редуктора.

Сценарій проведення:

1. Викладач просить тих, хто працював, описати явище своїми словами, без пояснення причин.
2. Опис фіксується на дошці як спостережуваний факт.
3. Подається фізичний механізм, який цей факт пояснює.
4. Група перевіряє, чи пояснює механізм усі деталі опису; нез'ясовані деталі виносяться в питання для самостійної роботи.

Зауваження. Досвід треба валідувати, а не виправляти. Формулювання «ви правильно помітили, залишилося пояснити чому» працює; «це не так» закриває людину на весь семестр.

РОЗДІЛ 2. ТИПОВІ ТРУДНОЩІ ЗДОБУВАЧІВ І СПОСОБИ ЇХ ПОДОЛАННЯ

Перелічені нижче помилки мають системний, а не випадковий характер. Їх слід випереджати на етапі подання матеріалу, а не виправляти після модульного контролю.

Типова помилка	Як випереджати
Підстановка температури в градусах Цельсія замість кельвінів	Найпоширеніша помилка курсу, підступна тим, що результат виглядає правдоподібно. Ввести правило: у будь-якій формулі, де температура стоїть у знаменнику, у степені або у відношенні, вона тільки в кельвінах. Винести окремим рядком у конспект і повторювати на кожному занятті модуля II.
Плутанина абсолютного й надлишкового тиску	Показати на реальному манометрі редуктора, що прилад показує нуль при атмосферному тиску. Правило: у рівнянні стану абсолютний, на

Типова помилка	Як випереджати
	манометрі надлишковий, різниця приблизно 0,1 МПа.
Застосування моделі ідеального газу до вуглекислоти в балоні	Одразу при введенні моделі окреслити межі застосовності. Показати розрахунком, що за тиском залишок CO ₂ визначити неможливо, доки в балоні є рідка фаза. Це та тема, де помилка має пряме виробниче продовження.
Розрахунок кутового шва за повним катетом замість 0,7 катета	Питання ставити до подання правила: «яка площа працює на зріз?» Більшість назве катет, помножений на довжину. Порівняння з правильним результатом дає розбіжність близько 40 % — це і робить тему запам'ятовуваною.
Додавання або усереднення ККД замість перемножування	Розібрати ланцюжок «мережа — джерело — дуга — виріб — шов» із числами. Показати, що 0,85 і 0,75 дають 0,64, а не 0,8.
Ділення без переведення хвилин у секунди й см/хв у м/год	Помилка в шістдесят разів, яку не ловить розмірність. Вимагати окремого рядка переведення в кожному розрахунку швидкостей і витрат.
Лінійне мислення там, де залежність квадратична або в четвертому степені	Три місця курсу: тепловиділення від струму, маса наплавленого металу від катета, випромінювання від температури. У кожному ставити питання «на скільки відсотків?» до розрахунку й показувати, наскільки інтуїція помиляється.
Підстановка довжини ділянки у формулу термічного напруження	Вимагати від групи перевірки: обчислити напруження для 2 м і для 20 м. Однаковий результат спершу здається помилкою, і саме це робить тему запам'ятовуваною.
Модуль Юнга в мегапаскалях замість гігапаскалів	Помилка в тисячу разів, що дає «пружне» термічне напруження нижче границі текучості й руйнує весь висновок теми деформацій. Вимагати запису модуля у вигляді $2 \cdot 10^{11}$ Па.
Плутанина крутоспадної та жорсткої характеристик джерела	Не пояснювати словами «для ручного одна, для напівавтомата інша». Вимагати побудови робочої точки й обчислення зміни струму при подовженні дуги — після цього вибір стає очевидним.
Підстановка амплітудного значення напруги замість діючого	Пояснити походження діючого значення через теплову дію струму, а не як «формулу з коренем із двох». Показати, що щитовий прилад показує саме діюче.
Пропуск ділення навпіл у задачах ультразвукового контролю	Вимагати схеми ходу променя до будь-якого обчислення. Без схеми здобувач майже завжди забуває, що імпульс проходить шлях двічі.
Лінійна залежність дози від відстані замість закону обернених квадратів	Поставити питання «відійшли вдвічі далі — доза зменшилася на скільки?» Відповідь «удвічі» дає більшість. Розрахунок у чотири рази запам'ятовується саме через цю розбіжність.

Типова помилка	Як випереджати
Висновок про якість поверхні лише за показом пірометра	Показати дві ділянки однієї деталі з однаковою температурою й різним станом поверхні. Вимагати, щоб у висновку завжди була згадка про коефіцієнт випромінювання.
Механічне підставлення чисел без розуміння	Вимагати на захисті пояснення кожного рядка. Оцінювати інтерпретацію результату окремо від правильності обчислення — це прямо закладено в дескрипторах.

РОЗДІЛ 3. РОБОТА В ІНТЕГРОВАНІХ ГРУПАХ

У групах спеціальності навчаються здобувачі різного віку й життєвого досвіду, зокрема ті, хто прийшов після ОКР кваліфікованого робітника з виробничим стажем, а також ветерани та учасники бойових дій. Це створює і труднощі, і можливості.

Психологічно безпечне середовище

- Помилка на дошці не коментується оцінно. Формулювання «тут ми втратили розмірність, подивімося де» працює; формулювання «ну як так можна» руйнує готовність виходити до дошки.
- Здобувач, який давно не навчався, часто соромиться прогалин у математиці. Базові дії доцільно повторювати без акцентування на тому, що це «шкільний матеріал».
- Для здобувачів із досвідом бойових дій слід уникати різких раптових звуків під час демонстрацій, попереджати про гучні досліди заздалегідь і не наполягати на роботі біля дошки при видимому небажанні. Відмова від усної відповіді не є підставою для зниження балу: результат оцінюється за письмовим розв'язанням.
- Теми модуля V і частина модуля IV дотичні до чутливого досвіду: іонізуюче випромінювання, вибухонебезпечність балонів, ураження очей. Діє правило «стоп-слова»: здобувач може вийти або відмовитися від участі в обговоренні без пояснення причин і без втрати балів.
- Дедлайни продовжуються індивідуально за наявності обставин: лікування, реабілітація, службові обставини. Це зафіксовано в політиці дисципліни й не є винятком чи послугою.
- Форми звітності адаптуються: письмовий звіт замість усного захисту, індивідуальна консультація замість виступу перед групою, асинхронна комунікація через електронний курс.
- Здобувачі самостійно обирають теми самостійної роботи в межах напряму, зокрема з огляду на власний рівень психологічного комфорту. Нав'язувати конкретну тему не варто.

Робота з дистанційним і змішаним форматом

- Матеріали розміщуються в електронному курсі до заняття, а не після нього. Здобувач, який був відсутній, має мати змогу самостійно закрити тему.
- Політика безпечного екрана: увімкнення камери за бажанням. Участь підтверджується виконанням завдань, а не наявністю зображення.
- Для демонстрацій, неможливих дистанційно, використовуються віртуальні лабораторії й симуляції, але з обов'язковим оформленням розрахункової частини.
- Автоматизовані тести для самоперевірки не оцінюються балами — їх призначення діагностичне, і про це група попереджається, щоб зняти спокусу списування.
- При перервах в електропостачанні заняття переноситься, а матеріал лишається доступним асинхронно. Планувати контрольні заходи на періоди ймовірних відключень не варто.

РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ

Що оцінюється насправді

Дескриптори курсу розділяють три різні речі: правильність обчислення, коректність оформлення й розуміння результату. Здобувач, який отримав правильне число, але не може пояснити, що воно означає для шва чи для режиму, не має отримувати максимальний бал. Це прямо закладено в критеріях і має застосовуватися послідовно, інакше система оцінювання перетворюється на формальність.

Структура балів, яку варто пояснити групі на першому занятті

Складова	Балів	Період
Практичні заняття, 9 занять по 2 бали	18	Модулі I–II
Самостійна робота, напрями 1–2	2	Модулі I–II
Модульний контроль № 1	15	Після модуля II
Практичні заняття, 6 занять по 2 бали	12	Модулі III–V
Самостійна робота, напрями 3–4	8	Модулі III–V
Модульний контроль № 2	15	Після модуля V
Диференційований залік	30	Кінець семестру
РАЗОМ	100	

Зверніть увагу на асиметрію самостійної роботи: 2 бали в першій половині й 8 у другій. Це не помилка. У першій половині самостійна робота переважно обслуговує практичні заняття, які вже оцінюються окремо, а напрями 3 і 4 — навчальний проєкт і аналіз виробничих ситуацій — припадають на другу половину й потребують значно більшої самостійності.

Практичні рекомендації

1. Індивідуалізуйте числові дані завдань. Один варіант на групу гарантує списування незалежно від будь-яких політик.
2. Оцінюйте роботу на занятті одразу, а не наприкінці семестру. Відкладене оцінювання позбавляє бали мотиваційної функції.
3. Ведіть облік балів у відкритому для групи вигляді. Здобувач має в будь-який момент бачити, скільки в нього балів і скільки потрібно для допуску.
4. Попереджайте про наближення до межі допуску завчасно. 42 бали з 70 — поріг, який неможливо закрити за кілька днів.
5. Формуйте не менше чотирьох рівноцінних варіантів кожного модульного контролю, комбінуючи завдання з банків. Банки містять достатньо позицій: 42 і 48 тестових питань та 17 і 16 задач відповідно.
6. На заліку третє питання задавайте усно з уточнювальними запитаннями — саме воно найточніше показує реальне розуміння.
7. Не зводьте модульний контроль до самого лише тестування. Блок розрахункової задачі важить більше і перевіряє інше.

Академічна доброчесність на практиці

Заборонити використання штучного інтелекту неможливо й недоцільно. Практичний підхід: дозволити його як інструмент розуміння і зробити безглуздим як інструмент здачі. Це досягається двома засобами — індивідуальними числовими даними та обов'язковим усним поясненням кожного рядка роботи.

Критерій формулюється для групи прямо на першому занятті: якщо ви не можете пояснити, звідки взявся будь-який рядок вашої роботи, робота не зараховується незалежно від правильності цифр. Це знімає більшість проблем без атмосфери контролю й підозр.

РОЗДІЛ 5. СКЛАД НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Фізика» для спеціальності G9.
2. Силабус навчальної дисципліни.
3. Глосарій фізичних термінів професійного спрямування (70 термінів за п'ятьма модулями).
4. Банк завдань до модульного та підсумкового контролю.
5. Методичні рекомендації щодо виконання індивідуальних завдань (16 завдань).
6. Методичні розробки практичних занять (15 занять).
7. Методична розробка до самостійної роботи здобувачів освіти (21 тема, 48 годин).
8. Конспект лекцій (21 лекція).
9. Робочий зошит-практикум.
10. Методичні рекомендації викладача (цей документ).

Комплекс переглядається щорічно перед початком навчального року. Зміни вносяться до листа реєстрації змін робочої програми.