



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Експериментальні методи у зварюванні

Шифр та назва спеціальності

G8 – Матеріалознавство

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Освітня програма

Прикладне матеріалознавство  
та новітні технології

Кафедра

Зварювання (145)

Рівень освіти

Другий (магістерський) 1,4 року

Тип дисципліни

Вибіркова

Семестр

2

Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



Дмитрик Віталій Володимирович [DmitrikVitali@gmail.com](mailto:DmitrikVitali@gmail.com)

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Зварювання» НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – понад 45 років.

Автор та співавтор понад 280 наукових і методичних праць, а також 32 патентів та заявок на винаходи.

Детальніше про викладача на сайті кафедри

<https://www.kpi.kharkov.ua/ukr/osvita/kafedri/>

## Загальна інформація

### Анотація

Курс «Експериментальні методи у зварюванні» надає знання та розвиває навички, необхідні для застосування експериментальних методів у зварюванні. В процесі навчання студенти дізнаються як планувати, організовувати і проводити експерименти у зварювальному виробництві. Використання відповідних методів для проведення експериментів забезпечує якість продукції, що випускається, а також ефективно сприяє досягненню стратегічних цілей підприємств.

### Мета та цілі дисципліни

В рамках вивчення дисципліни «Експериментальні методи у зварюванні» метою є:

- оволодіння теоретичними знаннями та практичними навичками стосовно використання експериментальних методів у зварюванні;
- теоретичне обґрунтування та ефективне використання експериментальних методів для отримання якісної продукції зварювального виробництва і досягнення стратегічних цілей підприємств.

### Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, індивідуальні завдання (розрахункові завдання), консультації. Підсумковий контроль – диференційний залік.

## Компетентності

СК 04 Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються.

СК 09 Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації.

## Результати навчання

РН 12 Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів.

РН 14 Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів.

РН 17 Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., індивідуальне завдання (розрахункове завдання) – 6 год.; консультації - 2 год., самостійна робота - 72 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Теорія і технологія термічної обробки», «Теорія процесів зварювання», «Спеціальні методи зварювання», «Фізико-хімічні процеси в зварних з'єднаннях».

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Інтерактивні лекції, лабораторні роботи, дискусії; виклад нового навчального матеріалу; таблиці, схеми, демонстраційні (або роздаткові) матеріали, робота з навчальними посібниками; пояснення; бесіда (вступна, репродуктивна, евристична, контрольна); словесні: опитування, бесіда, дискусія; наочні: презентація, використання відео- та аудіо джерел і матеріалів; практичні: конспектування та обговорення технічних джерел; тестування, написання індивідуальних завдань (розрахункових завдань); командна робота, кейс-метод, метод зворотного зв'язку з боку студентів, проблемне навчання. На лабораторних заняттях використовуються статистичні методи стосовно обробки отриманих експериментальних результатів. Акцентується увага на практичне застосування експериментальних методів стосовно отримання якісних зварних з'єднань і визначення надійності їх роботи. Навчальні матеріали доступні студентам через One Note Class Notebook

## Програма навчальної дисципліни

### Навчальні заняття

#### Лекції

#### Теми лекцій

#### Кількість годин

**Тема 1.** Використання методів прикладної математики при обробці експериментальних даних.

2

**Тема 2.** Експериментальна оцінка шкали дефектів зварних з'єднань.

2

**Тема 3.** Визначення структурно-фазового стану зварних з'єднань. Зона термічного впливу.

2

**Тема 4.** Визначення впливу високих температур на структуру і властивості зварних з'єднань, що експлуатуються в умовах повзучості.

2

**Тема 5.** Визначення опору повзучості металу зварних з'єднань.

2

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Тема 6.</b> Визначення впливу температурного режиму процесу зварювання на формування структури зварних з'єднань. | 2         |
| <b>Тема 7.</b> Визначення опору втомі зварних з'єднань.                                                             | 2         |
| <b>Тема 8.</b> Визначення впливу післязварювальної термічної обробки зварних з'єднань на опір повзучості і втомі.   | 2         |
| <b>Тема 9.</b> Утворення напружень і деформацій при зварюванні.                                                     | 2         |
| <b>Тема 10.</b> Експериментальне визначення впливу напружень і деформацій на надійність роботи зварних з'єднань.    | 2         |
| <b>Тема 11.</b> Експериментальне визначення механізму утворення гарячих тріщини в зварних з'єднаннях.               | 2         |
| <b>Тема 12.</b> Експериментальне визначення механізму утворення холодних тріщини в зварних з'єднаннях.              | 2         |
| <b>Тема 13.</b> Оптимізація параметрів режиму зварювання роторів турбін АЕС і ТЕС                                   | 2         |
| <b>Тема 14.</b> Дослідження дифузійних процесів в металі зварних з'єднань.                                          | 2         |
| <b>Тема 15.</b> Експериментальне дослідження особливостей утворення дефектів у зварних з'єднаннях.                  | 2         |
| <b>Тема 16.</b> Визначення механічних властивостей зварних з'єднань.                                                | 2         |
| <b>Загальна кількість годин</b>                                                                                     | <b>32</b> |

### Теми практичних занять

Практичні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

### Лабораторні роботи

| Теми лабораторних робіт                                                             | Кількість годин | Вагові коефіцієнти     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|
| <b>Тема 1.</b> Вибірання напряму планування і організації науково-дослідної роботи. | 4               | 1                      |
| <b>Тема 2.</b> Методика проведення наукових досліджень.                             | 4               | 1                      |
| <b>Тема 3.</b> Виявлення можливих помилок в експериментальних дослідженнях.         | 4               | 1                      |
| <b>Тема 4.</b> Оцінювання точності експериментального показника, який визначається. | 4               | 1                      |
| <b>Загальна кількість годин</b>                                                     | <b>16</b>       | $\sum_{i=1}^n a_i = 4$ |

### Контрольні роботи

#### Комплексний тест

### Вагові коефіцієнти

|                                                                                          |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>Тема 1.</b> Особливості моделювання зварювального нагрівання при дуговому зварюванні. | 1 |
| <b>Тема 2.</b> Визначення температур в зварних з'єднаннях при дуговому зварюванні.       | 1 |

**Самостійна робота**

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (розрахункового завдання).

**Опрацювання теоретичного матеріалу**

Кількість годин

**Теми для самостійного вивчення**


---

**Тема 1. Особливості моделювання зварювального нагрівання виготовлених зварних з'єднань.** 10

1. Точкове джерело тепла.
2. Лінійне джерело тепла.
3. Об'ємно кругове джерело тепла.
4. Визначення зварювального нагрівання методом кінцевих елементів?
5. Визначення зварювального нагрівання кінцево-різницеvim методом.

---

**Тема 2. Післязварювальні напруження у зварних з'єднаннях.** 8

1. Особливості утворення напружень.
2. Напруження у зварних з'єднаннях із легованих сталей.
3. Методи недопущення напружень.
4. Відпуск зварних з'єднань для усунення напружень.

---

**Тема 3. Повзучість металу зварних з'єднань при їх експлуатації.** 8

1. Наведіть характеристики повзучості.
2. Чому в металі зварних з'єднань, які працюють під напруженням і при високих температурах відбувається ефект повзучості?

---

**Тема 4. Гарячі тріщини в металі шва зварних з'єднань і заходи стосовно попередження їх утворення.** 6

1. Особливості утворення гарячих тріщин.
2. В зварних з'єднань із яких сталей утворюються гарячі тріщини.
3. Наведіть заходи, які забезпечують відсутність утворення гарячих тріщин.

---

**Тема 5. Холодні тріщини в металі зварних з'єднань і заходи, що попереджають їх утворення.** 6

1. Особливості утворення холодних тріщин.
2. Чому холодні тріщини утворюються у зварних з'єднаннях із перлітних сталей?
3. Наведіть заходи, які запобігають утворенню холодних тріщин.

---

**Тема 6. Корозійна стійкість зварних з'єднань із легованих сталей.** 6

1. Види корозії зварних з'єднань.
2. Як впливають легуючі елементи в металі зварних з'єднань на ефект корозії?
3. Наведіть заходи по запобіганню прояву корозії зварних з'єднань?

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Тема 7. Визначення короткочасних механічних властивостей зварних з'єднань.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>8</b> |
| 1. Дайте коротку характеристику межі міцності, межі текучості, відносному видовженню і відносному звуженню.<br>2. Які методи визначення твердості Ви знаєте?<br>3. Як визначається ударна в'язкість зварних з'єднань.                                                                                                                                                                                                |          |
| <b>Тема 8. Визначення довготривалої міцності і повзучості в зварних з'єднаннях із теплостійких сталей.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>8</b> |
| 1. Як визначається довготривала міцність зварних з'єднань?<br>2. Як визначається повзучість зварних з'єднань?<br>3. Наведіть особливості побудови графіків визначення довготривалої міцності і повзучості.                                                                                                                                                                                                           |          |
| <b>Тема 9. Дослідження особливостей формування структури на ділянках зони термічного впливу зварних з'єднань із конструкційних сталей.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>6</b> |
| 1. Наведіть вплив термічного циклу зварювання на формування структури ділянок сплавлення і перегріву зони термічного впливу.<br>2. Наведіть вплив термічного циклу зварювання на формування структури ділянки неповного перекристалізації зони термічного впливу.<br>3. Чому на ділянках перегріву і неповного перекристалізації зони термічного впливу можуть формуватися структури, які відносять до бракувальних? |          |
| <b>Тема 10. Основні методи дослідження структури зварних з'єднань.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>6</b> |
| 1. Наведіть метод дослідження макроструктури зварних з'єднань.<br>2. Наведіть метод дослідження мікроструктури зварних з'єднань.<br>3. Наведіть особливості дослідження мікроструктури зварних з'єднань шляхом використання електронної мікроскопії.                                                                                                                                                                 |          |

**Загальна кількість годин**

**72**

### **Тематика індивідуальних завдань**

Індивідуальне завдання (розрахункове завдання) передбачає виконання індивідуального завдання, розкривати обрану тематику, демонструвати вміння аналізувати інформацію та оформлювати текстові документи відповідно до мети навчальної дисципліни. Кожен студент виконує свій варіант індивідуального завдання (розрахункового завдання), який відрізняється від інших.

Обсяг індивідуального завдання (розрахункового завдання) 14–16 сторінок основного тексту. Індивідуальне завдання (розрахункове завдання) має бути оформлене відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [11]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до диференційованого заліку.

### **Тема індивідуального завдання**

#### **Тема 1. Вибір способу та його удосконалення.**

Розрахункове завдання виконується за варіантами.

**Загальна кількість годин**

**7**

## Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

## Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

### Основна література

1. Биковський О. Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій : підручник. Київ : Основа, 2021. 396 с.
2. Должанський А. М., Максакова О. С., Чорноіваненко К. О. та ін. Технічне регулювання та контроль на підприємстві : підручник ; за ред. А. М. Должанського. Дніпро : Свідлер А.Л., 2023. Т. 2 : Технології та дефекти продукції металургії. 632 с.
3. Будяк Р. В., Посвятенко Е. К., Швець Л. В. та ін. Конструкційні матеріали і технології : навч. посіб. Вінниця : ФОП Т. П. Барановська, 2020. 240 с.
4. Дмитрик В. В. Експериментальні методи у зварюванні. Конспект лекцій для самостійного вивчення курсу дисципліни студентами спеціальності 131 «Прикладна механіка» зі спеціалізації 131-11 «Зварювання та споріднені процеси і тех-нології» денної і дистанційної форм навчання. Харків : НТУ «ХПІ», 2023. 51 с.
5. Дмитрик В. В., Погрібний М. А., Касьяненко І. В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Експериментальні методи у зварюванні». Харків : НТУ «ХПІ», 2024. 73 с.
6. Дмитрик В. В., Глушко А. В., Сиренко Т. О. Надійність і ресурс зварних з'єднань паропроводів: монографія. Харків: НТУ «ХПІ», 2024. 224 с.
7. Kavian Cozza Ronaldo Câmara (eds.). Engineering principles: welding and residual stresses cooke. ITexLi, 2022. 311 p.
8. Pereira A. M. de Bastos, da Silva F. J. G. Handbook of welding: processes, control and simulation. Nova Science Publishers, 2021. 572 p.
9. Roy S., Bose G. Advanced surface coating techniques for modern industrial applications. IGI Global, 2021. 357 p.
10. Singh R. Applied welding engineering: processes, codes, and standards. Butterworth-Heinemann, 2020. 413 p.
11. Кодекс етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут» СУЯ ХПІ-ВЗЯОД-МР/10.1:2023.  
<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/43/2024/04/Kodeks-etyky-akademichnyh-vzayemovidnosyn-ta-dobrochesnosti-Natsionalnogo-tehnichnogo-universytetu-Harkivskyy-politehchnyyj-institut-.pdf>.
12. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2025.  
<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2025/06/STZVO-HPI-3.01-2025-2.pdf>

## Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх видів навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників:

| Поточний контроль (практичні заняття), $k_1$ | Контрольні роботи (за наявності), $k_2$ | Індивідуальне завдання (за наявності), $k_3$ |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
| 0,3                                          | 0,4                                     | 0,3                                          |

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю:  $k_1 + k_2 + k_3 = 1$ . Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = P \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3,$$

де:  $P$  – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,

$I$  – оцінка за виконання індивідуального завдання,

$K$  – середньозважена оцінка за контрольні роботи,

$P_k$  – оцінка за підсумковий контроль.

$$P = \frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + \dots + P_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

де:  $a_i$  – ваговий коефіцієнт за практичне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^n b_i},$$

де:  $b_i$  – ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ( $P, K, I, \dots$ ) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої  $O$  з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

### Шкала оцінювання

| Сума балів | Національна оцінка                            | ECTS |
|------------|-----------------------------------------------|------|
| 90–100     | Відмінно                                      | A    |
| 82–89      | Добре                                         | B    |
| 75–81      | Добре                                         | C    |
| 64–74      | Задовільно                                    | D    |
| 60–63      | Задовільно                                    | E    |
| 35–59      | Незадовільно<br>(потрібне додаткове вивчення) | FX   |
| 1–34       | Незадовільно<br>(потрібне повторне вивчення)  | F    |

## Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності

НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

29.08.2025



**Завідувач кафедри**  
Сергій ЛУЗАН



29.08.2025

**Гарант ОП**  
Олександр ТЕРЛЕЦЬКИЙ