



# КООРДИНАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна), змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, весняний / III курс, весняний - для студентів, що навчаються за інтегрованими планами</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 год / 4 кредитів ЄКТС; лекції – 54 год., практичні - 18 год., СРС – 48 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / МКР, ДКР</i>
Розклад занять	<i>згідно rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент, Гаєвський Олег Анатолійович, <a href="mailto:ggoa@ukr.net">ggoa@ukr.net</a></i> Практичні: <i>к.т.н., доцент, Гаєвський Олег Анатолійович, <a href="mailto:ggoa@ukr.net">ggoa@ukr.net</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MzYzNTk2MDk5MzYw?cjc=gb2w5y6">https://classroom.google.com/c/MzYzNTk2MDk5MzYw?cjc=gb2w5y6</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна зосереджена на вивченні сучасних вимог до компетентності персоналу, атестації процесів зварювання, функцій координаторів зварювальних робіт, забезпечення якості зварювання, є складовою сертифікатної програми «Технології та інжиніринг у зварюванні та споріднених процесах».

**Необхідність вивчення навчальної дисципліни:** За міжнародною класифікацією процеси зварювання відносяться до спеціальних процесів, що призводить до стандартизації вимог до персоналу та виробничих систем, зайнятих у зварюванні. Дисципліна визначає коло стандартизованих обов'язків інженерів зварювального виробництва та фахових компетенцій, обов'язкових для персоналу зварювального виробництва. Знання та навички, сформовані при вивченні дисципліни є необхідною складовою для подальшого отримання дипломів міжнародного інженера або інспектора зі зварювання.

**Мета дисципліни:** формування у студентів знань, необхідних для застосування на практиці нормативної бази координації робіт у зварювальному виробництві, планування та забезпечення обов'язкових умов якісного виготовлення зварних виробів, впровадження сучасних підходів до підтвердження здатності виконувати вимоги при виготовленні зварних виробів з поглибленим вивченням питань забезпечення компетентності персоналу зварювального виробництва.

**Предмет дисципліни:**

Сучасні підходи до застосування міжнародних стандартів забезпечення компетентності персоналу, атестації процесів, якості зварювання.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає підсилення та розвиток у студентів компетентностей, передбачених ОПП «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

**Загальні компетентності:**

ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 13 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**Фахові компетентності:**

ФК 9 Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

ФК 17 Здатність впроваджувати та освоювати технологічні процеси виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу та налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових зразків виробів, вузлів, деталей і конструкцій.

Результати навчання дисципліни деталізують **програмні результати навчання, передбачені** освітньою програмою «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій»:

РН 7 Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.

**2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Для вивчення дисципліни необхідно засвоєння матеріалу «Теорія процесів зварювання», «Технології та устаткування зварювання плавленням, лазерних та споріднених процесів», «Виробництво конструкцій», «Механіка матеріалів і конструкцій. Частина 2. Напруження та деформації у зварних з'єднаннях і конструкціях».

Знання, отримані при вивченні даної дисципліни використовуються студентами під час підготовки кваліфікаційних робіт бакалаврів.

**3. Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1. Компетентність персоналу у зварювальному виробництві

Тема 1.1. Становлення сучасних підходів до координації зварювальних робіт

Тема 1.2. Атестація зварників

Тема 1.3. Підтвердження компетентності операторів зварювальних установок та персоналу з неруйнівного контролю

Тема 1.4. Компетентність інженерно-технічних працівників зварювального виробництва

Розділ 2. Забезпечення якості зварювання

Тема 2.1. Норми оцінювання дефектності при зварюванні

Тема 2.2. Підтвердження відповідності технологічних процесів зварювання

Тема 2.3. Вимоги до якості зварювання

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова

1. Координація зварювальних робіт [Текст] : навчальний посібник / О.А. Гаєвський, В.О. Гаєвський. – К.: Центр учбової літератури, 2016. - 166 с.: іл. – Бібліогр.: с. 165.
2. Координація зварювальних робіт [Електронний ресурс].- Електронні метод. вказ. до практичних занять та самостійної роботи з дисц. для студ. спеціальності 131 “Прикладна механіка” спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні» освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр / Уклад.: О.А. Гаєвський, В.О. Гаєвський – К.: 2017. – 48 с.
3. Координація зварювальних робіт [Електронний ресурс].- Електронні метод. вказ. до виконання домашньої контрольної роботи та самостійної роботи з дисц. для студ. денної та заочної форми навчання спеціальності 131 “Прикладна механіка” спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні» освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр / Уклад.: О.А. Гаєвський, В.О. Гаєвський – К.: 2017. – 64 с.
4. ДСТУ ISO 14731:2019 Координація зварювальних робіт. Завдання та відповідальність.

##### Додаткова

5. ДСТУ EN ISO 3834-2:2019 Вимоги до якості зварювання плавленням металевих матеріалів. Частина 2. Всебічні вимоги до якості (EN ISO 3834-2:2005, IDT; ISO 3834-2:2005, IDT)
6. Haievskiy O., Kvasnytskyi V., Haievskiy V., Zvorykin C. (2020). Analysis of the influence of system welding coordination on the quality level of joints. Eastern-European journal of enterprise technologies, Vol. 5, No. 1(107), pp. 98-109.
7. António B. Pereira, Francisco J. M. Q. de Melo. (2020). Quality Assessment and Process Management of Welded Joints in Metal Construction - A Review. Metals, 10(115), 18p.

#### Навчальний контент

##### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Впродовж семестру для освітнього компонента заплановано проведення лекційних, практичних занять, виконання двох модульних контрольних робіт, а також домашньої контрольної роботи.

Під час вивчення матеріалу застосовуються такі основні методи колективного та індивідуального активного навчання: проблемно-пошуковий, пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, інтерактивний, практичний та дослідницький під час проведення лекційних та практичних занять, а також метод самостійної роботи. Означені методи використовуються в контексті застосування таких навчальних технологій:

- 1) особистісно-орієнтовані технології, засновані на активних формах і методах навчання: мозковий штурм під час колективних дискусій, інтерактивне спілкування тощо.
  - 2) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (онлайн-лекції, онлайн-практики під час дистанційного навчання).
- Навчальний матеріал дисципліни Координація зварювальних робіт викладається на заняттях згідно з наступною структурою (табл. 1).

Табл. 1. Структура викладання навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практ.	Лаборат.	СРС
1	2	3	4	5	6
<b>Розділ 1. Компетентність персоналу у зварювальному виробництві</b>					

<b>Тема 1.1.</b> Становлення сучасних підходів до координації зварювальних робіт.	3	2	-	-	1
<b>Тема 1.2.</b> Атестація зварників	44	20	12	-	12
<b>Тема 1.3.</b> Підтвердження компетентності операторів зварювальних установок та персоналу з неруйнівного контролю	8	4	-	-	4
<b>Тема 1.4.</b> Компетентність інженерно-технічних працівників зварювального виробництва.	9	6	-	--	3
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>20</b>
<b>Розділ 2. Забезпечення якості зварювання</b>					
<b>Тема 2.1.</b> Норми оцінювання дефектності при зварюванні	19	12	2	-	5
<b>Тема 2.2.</b> Підтвердження відповідності технологічних процесів зварювання	9	4	2	-	3
<b>Тема 2.3.</b> Вимоги до якості зварювання	6	4	-	-	2
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>34</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>10</b>
<b>Домашня контрольна робота</b>	9	-	-	-	9
<b>Модульна контрольна робота</b>	5	-	2		3
<b>Залік</b>	8	2			6
<b>Всього годин</b>	<b>120</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>48</b>

### 5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1.	<b>Тема 1.1.</b> Становлення сучасних підходів до координації зварювальних робіт. Мета і задачі дисципліни. Визначення, призначення та зміст координації зварювальних робіт. Система Тейлора. Конвеєрне виробництво. Дослідження в Хоторні. Дослідження операцій. Становлення управління операціями як наукової дисципліни. Інформаційні технології та MRP. JIT, TQC і автоматизація виробництва. Модель виробничої стратегії. Тотальне управління якістю і системи управління якістю. Реінжиніринг процесів. Управління ланцюжком поставок. Структура міжнародних стандартів забезпечення якості зварювання. [1], стор.7-24.
2.	<b>Тема 1.2.</b> Атестація зварників Нормативна база атестації зварників. Взаємодія організацій при атестації зварників за правилами ДНАОП. [1], стор.25-52.
3.	Види атестації. Порядок проведення атестації. Фактори, які визначають умови атестації зварників. Умовні позначення, прийняті при атестації зварників. [1], стор.25-52.
4.	Класифікація положень при зварюванні. Поширення результатів атестації по товщині, діаметру зразків, умовам виконання зварних з'єднань. [1], стор.25-52.
5.	Узагальнення при визначенні умов атестації зварників. Поширення результатів атестації по способу зварювання, за групами основного металу,

	за типами електродами покрить, за положеннями по зварювання. [1], стор.25-52.
6.	Виконання контрольних зварних з'єднань. [1], стор.25-52.
7.	Перевірка якості контрольних зварних з'єднань: візуальний огляд та вимірювання, радіографічний або ультразвуковий контроль, випробування на статистичний вигин, металографічні дослідження, додаткові методи контролю. [1], стор.25-52.
8.	Оцінка якості контрольних зварних з'єднань. Оформлення результатів атестації зварників. Оформлення результатів атестації зварників. Термін дії посвідчення зварника. [1], стор.25-52.
9.	Класифікаційні особливості прийняті в міжнародних системах сертифікації зварників. [1], стор.25-52.
10.	Особливості поширення результатів сертифікації зварників в міжнародних системах. [1], стор.25-52.
11.	Взаємне визнання результатів сертифікації (атестації) зварників. [1], стор.25-52.
12.	<b>Тема 1.3.</b> Підтвердження компетентності операторів зварювальних установок та персоналу з неруйнівного контролю <b>1.3.1</b> Випробування на підтвердження компетентності операторів зварювальних установок для автоматичного зварювання плавленням і установок для контактного зварювання металевих матеріалів. Нормативна база підтвердження кваліфікації. Схеми підтвердження кваліфікації. Особливості підтвердження кваліфікації персоналу для автоматичного та роботизованого зварювання. Термін дії сертифікату. Продовження сертифікату. [1], стор.53-62.
13.	<b>1.3.2</b> Кваліфікація і сертифікація персоналу з неруйнівного контролю Нормативна база підтвердження кваліфікації. Методи неруйнівного контролю, для яких вимагається сертифікація персоналу. Три рівні компетентності фахівців з неруйнівного контролю. [1], стор.53-62.
14.	<b>Тема 1.4.</b> Компетентність інженерно-технічних працівників зварювального виробництва. <b>1.4.1</b> Координація зварювальних робіт. Завдання і відповідальність. Нормативна база. Діяльність по забезпеченню якості. [1], стор.63-78.
15.	Перелік завдань і відповідальності. Перелік робіт. Загальні вимоги до персоналу, який координує зварювальні роботи. Компетентність уповноваженого персоналу по координації зварювальних робіт. [1], стор.63-78.
16.	<b>1.4.2</b> Шляхи підтвердження європейської кваліфікації персоналу для зварювального виробництва Складові компетентності інженерно-технічних працівників зварювального виробництва. Професійні рівні персоналу зварювального виробництва, прийняті в Україні. Міжнародна система навчання і кваліфікації персоналу зварювального виробництва. Підготовка міжнародних фахівців зі зварювання в Україні. [1], стор.63-78.
17.	<b>Розділ 2. Забезпечення якості зварювання</b> Загальні підходи до позначення зварних швів на кресленнях. [1], стор.57-82.
18.	Вимоги конструктора, сформульовані в позначення зварних швів. [1], стор.57-82.
19.	<b>Тема 2.1.</b> Норми оцінювання дефектності при зварюванні Нормативна база. [1], стор.79-87.
20.	Сфера застосування норм оцінки дефектів. [1], стор.79-87.
21.	Групи оцінки (рівні якості). Оцінка дефектів. [1], стор.79-87.
22.	Позначення оціночних груп (рівнів якості) на кресленнях. Умовні позначення, прийняті при оцінці дефектів. [1], стор.79-87.

23.	<p><b>Тема 2.2.</b> Підтвердження відповідності технологічних процесів зварювання</p> <p><b>2.2.1</b> Загальні положення підтвердження відповідності технологічних процесів зварювання.          Нормативна база. Зв'язок та відмінності між технологічною та робочою інструкцією. Застосовувані схеми підтвердження відповідності процесів зварювання. Підтвердження відповідності технологічних процесів зварювання випробуванням.          Підтвердження відповідності технологічних процесів зварювання з використанням підтверджених на відповідність зварювальних матеріалів.          Підтвердження відповідності технологічних процесів за попереднім досвідом зварювання. Підтвердження відповідності технологічних процесів за Типовим технологічним процесом зварювання.          Підтвердження відповідності технологічних процесів за Випробуванням на зварність перед початком виробництва. Порівняння схем підтвердження відповідності процесів зварювання. [1], стор.88-118.</p>
24.	<p><b>2.2.2</b> Технологічна інструкція для дугового зварювання.          Нормативна база. Призначення технологічної інструкції для дугового зварювання. Розроблення технологічної інструкції для дугового зварювання. Міжнародні стандарти по атестації процесів зварювання. [1], стор.119-123.</p>
25.	<p><b>Тема 2.3.</b> Вимоги до якості зварювання.</p> <p><b>2.3.1</b> Концепція забезпечення якості і управління якістю.          Міжнародна організація по стандартизації. Термінологія управління якістю. Стандарти управління якістю серії ISO 9000. [1], стор.124-126.</p> <p><b>2.3.2</b> Стандарт забезпечення якості зварювання ISO 3834.          Призначення ISO 3834 в частинах. Керівні вказівки по вибору і застосуванню, сформульовані ISO 3834-1.          Специфічні терміни і визначення. Вибір відповідного рівня вимог до якості зварювання. Зв'язок вимог ISO 3834 і ISO 9001. [1], стор.127-139.</p>
26.	<p><b>2.3.3</b> Всебічні вимоги до якості зварювання плавленням металевих матеріалів.          Перевірка вимог. Технічна перевірка. Передача в субпідряд. [ Зварник і оператор. Персонал, що координує зварювальні роботи. Персонал, що займається контролем і випробуваннями.          Виробниче і випробувальне устаткування. Технічне обслуговування устаткування. Опис устаткування.          Планування виробництва. Технологічна інструкція для зварювання.          Кваліфікація зварювальної процедури.          Випробування партії зварювальних матеріалів. Зберігання зварювальних матеріалів і поводження з ними. Зберігання основного металу.          Термообробка після зварювання. Контроль і випробування до зварювання, під час і після зварювання. Недостатня відповідність, корегувальні дії.          Калібрування і валідація (затвердження) вимірювальних приладів, контрольно-вимірювальних пристроїв і випробувального устаткування.          Маркування під час обробки і простежуваність. Протоколи, що стосуються якості. [1], стор.140-164.</p>
27.	Залікове заняття

## 5.2 Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять направлені на закріплення студентами знань, насамперед, по визначенню необхідних умов атестації зварників, допуску атестованого

зварника до зварювання, нормування оцінювання дефектів, розроблення технологічної інструкції для зварювання.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення [4])
1.	Пряма задача атестації зварників
2.	Обернена задача атестації зварників
3.	Визначення вимог до зварників по заданому виробу
4.	Визначення мінімально необхідних умов атестації зварників для заданого виробу. Конструктивно-технологічний аналіз зварного виробу
5.	Визначення мінімально необхідних умов атестації зварників для заданого виробу. Фактори атестації зварників
6.	Визначення мінімально необхідних умов атестації зварників для заданого виробу. Контрольні зварні з'єднання, умови зварювання та критерії якості
7.	Визначення норм дефектності для зварних швів заданого виробу
8.	Розроблення попередньої технологічної інструкції для зварювання. Попередня технологічна інструкція
9.	Модульна контрольна робота

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (**48 год.**) полягає у підготовці шляхом опрацювання рекомендованої літератури до лекційних занять (**29 годин**), практичних занять (**9 годин**), модульної контрольної роботи (4 години) і виконанні домашньої контрольної роботи (**6 годин**) та заліку (**6 год.**).

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни

#### Правила відвідування занять

Вивчення навчальної дисципліни відбувається згідно графіку навчального процесу. Відвідування занять рекомендовано для успішного засвоєння дисципліни.

**Для студентів, які беруть на себе відповідальність** за організацію і планування свого часу для навчання, є можливість опанувати кредитний модуль у **змішаному режимі**: ознайомлюватись з теоретичним матеріалом лекцій і розв'язувати практичні завдання – самостійно, з можливістю проведення консультацій викладачем.

#### Правила поведінки на заняттях.

Правила поведінки на заняттях регламентуються етичними нормами: всі учасники освітнього процесу в університеті повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», загальноприйнятих моральних принципів, підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності, дбайливо ставитися до університетського майна.

Під час аудиторних занять студенти повинні дотримуватись діючих правил охорони праці, безпеки життєдіяльності і правил пожежної безпеки, а в разі навчання за дистанційною формою виконувати вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я під час роботи з екранними пристроями.

#### Пропущені контрольні заходи:

Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), студенту надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня.

**Політика щодо академічної доброчесності** докладно описана у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/code>) і передбачає повну відповідальність студента за те, що всі виконані ним завдання відповідають принципам академічної доброчесності.

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

### **Поточний контроль:**

правильна відповідь на питання по лекційному заняттю – 1 бал (максимальна кількість балів за семестр  $26 \times 1 = 26$  балів);

правильно виконане практичне заняття – 2 бали (максимальна кількість балів за семестр  $8 \times 2 = 16$  балів);

максимальна кількість балів за ДКР – **18 балів**;

максимальна кількість балів по модульній контрольній роботі – **40 балів**.

Таким чином максимально можливий стартовий рейтинг за семестр:  $26 + 16 + 18 + 40 = 100$  балів.

**Календарний контроль:** проводиться один раз на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

На календарний контроль студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50% від максимально можливого балу на момент календарного контролю.

**Семестровий контроль:** залік

**Умови допуску до семестрового контролю:** до семестрового контролю допускаються студенти зі рейтингом не менше 60 балів.

Допущений до семестрової атестації студент, за бажанням, на останньому заліковому занятті може анулювати стартовий та відповісти на 25 тестових питань, отримавши за кожну правильну відповідь по 4 бали і отримати залік за набраною сумою балів по тесту, або прийняти семестровий рейтинг як оцінку по заліку.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Всі питання, пов'язані з семестровим контролем формуються виключно з тих які розглядались на аудиторних заняттях і викладені в базовій літературі з дисципліни

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складена доцентом кафедри ЗВ, к.т.н., доц., Гаєвським Олегом Анатолійовичем

Ухвалено кафедрою зварювального виробництва (протокол №6 від 18.11.23)

Погоджено Методичною комісією інституту НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол №05/23 від 11.12.23)