

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О.ПАТОНА  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ  
Відділ аспірантури при ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАН України

**«Методи дослідження фазового складу,  
структури та фізико-механічних властивостей  
матеріалів»**

(назва навчальної дисципліни)

4/Г

(шифр за ОП)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
(СИЛАБУС)**



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Заступник директора інституту з  
наукової роботи  
академік НАН України

  
підпис

І.В. Кривцун  
(ініціали, прізвище)

« 06 » липень 2020 р.

## 1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)	
Галузь знань	13 Механічна інженерія	
Спеціальність	132 Матеріалознавство	
Освітня програма	Матеріалознавство	
Статус дисципліни	Нормативна	
Форма навчання	очна(денна)	
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр	
Обсяг дисципліни	7 кредитів (210 годин)	
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен	
Мова викладання	Українська	
Інформація про керівника курсу / викладачів та розклад занять	Розділ дисципліни, викладач	Час проведення лекції
	<b>Особливості структуроутворення сплавів і зварних з'єднань при термічному та механічному впливі.</b> <u>Григоренко С.Г., к.т.н., ст.н.с.</u> Контактний телефон: (044) 206-01-35; lanagrig@gmail.com; Наукові інтереси: Дослідження структури та фізико-хімічних характеристик матеріалів, здатності до зварювання однорідних та різнорідних металів. Вивчення взаємозв'язків між умовами отримання, структурою та властивостями сплавів та зварних з'єднань.	модуль 1
		дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням <a href="https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/">https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/</a>
	<b>Напруження та деформація в зварних з'єднаннях.</b> <u>Савицький В.В.</u> Контактний телефон: (044) 205-23-12; viktor.savitsky@gmail.com Наукові інтереси: Напружено-деформований стан вузлів та елементів конструкцій. Методи лазерної інтерферометрії та цифрової кореляції зображень для технічної діагностики конструкційних матеріалів.	модуль 2
	дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням <a href="https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/">https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/</a>	
	<b>Механічні властивості матеріалів та їх експериментальне визначення.</b> <u>Тороп М.В.</u> Контактний телефон: (044) 200-64-57; (097) 627-91-13; Наукові інтереси: Експериментальне дослідження механічних властивостей та тріщиностійкості зварних з'єднань; матеріалознавство; механіка	модуль 3
дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням <a href="https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/">https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/</a>		

	руйнування; конструкційна міцність та довговічність зварних металоконструкцій.	
Розміщення курсу	<a href="#">Посилання на дистанційний ресурс</a>	

## 1. Мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів здатностей:

- Здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей (код ЗК 2).
- Здатність переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі соціальні, наукові, культурні, етичні та інші проблеми (код ЗК 6).
- Здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу та інших методів дослідження (код ЗК 9).
- Критичне осмислення наукових фактів, гіпотез, теорій, у професійній діяльності в сфері матеріалознавства (код ЗК 11).
- Здатність узагальнювати результати сучасних досліджень структури та властивостей матеріалів для вирішення наукових і практичних проблем, на основі фундаментальних та спеціальних знань синтезувати та створювати нові матеріали заданого функціонального призначення (код ФК 4).
- Здатність оцінювати властивості матеріалів на основі існуючих та спеціально розроблених моделей та методів досліджень (код ФК 5).
- **Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері механічної інженерії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень**(код ФК 6).
- Здатність на основі фундаментальних та спеціальних знань проектувати та створювати нові матеріали заданого функціонального призначення(код ФК 9).
- Здатність використовувати новітні методи досліджень металів і сплавів в науково-дослідницькій діяльності (код ФК 11).

### Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання.

#### Знання:

- **Методологію пошуку, оброблення, аналізу та синтезу інформації в спеціальному та міждисциплінарному контексті**(код ЗН 2).
- сучасних методів теоретичного та експериментального дослідження структури та властивостей матеріалів (код ЗН 6);
- закономірностей керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення (код ЗН 7);
- фундаментальних принципів фізичного, математичного, фізико-хімічного та імітаційного моделювання (код ЗН 8);
- **Сучасного стану матеріалознавства та критеріїв підбору матеріалу, включаючи нові класи наноматеріалів, кластерних матеріалів, композиційних, багатошарових та інших** (код ЗН 9);
- Основних положень про механічні і фізичні характеристики матеріалів, методів визначення характеристик матеріалів, елементів конструкцій та покриттів(код ЗН 13);

#### Уміння:

- оцінювати вплив нерівноважних умов отримання матеріалів на характеристики їх роботоздатності, та застосовувати сучасні методи їх підвищення (код УМ 14);
- практично застосувати отримані теоретичні знання при виборі матеріалів залежно від реальних умов експлуатації та функціонального призначення (код УМ 15);

- Придатності до зварювання низьковуглецевих конструкційних сталей підвищеної та високої міцності, особливості процесу зварювання в реальних умовах монтажу, придатності до зварювання легованих і високолегованих жаростійких та жароміцних сталей, особливості зварювання високовуглецевих сталей, зварювальних матеріалів для отримання нероз'ємних з'єднань з наперед заданими властивостями (код УМ 16);
- практично використовувати сучасні апаратні засоби для визначення структурних характеристик матеріалів їх механічних та фізичних властивостей, робити прогноз на основі визначеного комплексу їх властивостей щодо ресурсу експлуатаційних можливостей використання матеріалів (код УМ 17).

**2. Пререквізити навчальної дисципліни:** знати основні розділи фізики та хімії; основні поняття матеріалознавства; володіти знаннями про властивості матеріалів; загальні поняття про процеси утворень напружень і деформацій; особливості побудови діаграм; вміти використовувати сучасні інформаційні джерела національного та міжнародного рівня для оцінювання стану вивченості об'єкту досліджень і актуальності наукової проблеми; мати навички роботи з сучасним обладнанням при проведенні експериментальних досліджень з матеріалознавства.

**Постреквізити:** розуміти основні тенденції та напрямки дослідження сучасних матеріалів; знати сучасні методи керування структурою та властивостями конструкційних, інструментальних, функціональних матеріалів; наукові основи розроблення матеріалів з вищими проти існуючих властивостями; вміти застосовувати сучасні методи дослідження будови та властивостей матеріалів; прогнозувати фізико-механічні властивості різного класу матеріалів та нероз'ємних з'єднань, отриманих різними способами зварювання; застосовувати досягнення сучасного матеріалознавства у створенні нових матеріалів.

**3. Вимоги навчальної дисципліни:** Вивчення курсу «Методи дослідження фазового складу, структури та фізико-механічних властивостей матеріалів» являється обов'язковим. Об'єм навчального навантаження складає 6 кредитів із них 88 годин – аудиторні заняття, 92 години – самостійна робота. Вивчення наукової дисципліни вимагає обов'язкове відвідування аудиторних занять, активну участь в обговоренні питань, якісне і своєчасне виконання завдань самостійної роботи, а також участь у всіх видах контролю.

#### 4. Зміст навчальної дисципліни.

*Завдання учбової дисципліни:* навчити майбутніх фахівців володіти методиками визначення властивостей основних видів конструкційних матеріалів, зв'язку між ними та структурою матеріалів, а також впливу на них способів отримання та обробки матеріалів; вміти використовувати розрахункові та експериментальні методи визначення зварювальних напружень і деформацій.

*Мета викладання дисципліни:* формування у майбутнього фахівця здатності та уміння використовувати знання про структуру, фізичні, механічні, хімічні та технологічні властивості матеріалів;

*План викладання дисципліни:*

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	СРА
1	2	3	4	5	6

<b>Змістовний модуль 1. Особливості структуроутворення сплавів і зварних з'єднань при термічному та механічному впливі.</b>					
<i>Тема 1.1. Металографічні методи дослідження структури металів та сплавів.</i>	10	2	2	-	6
<i>Тема 1.2. Діаграма стану системи залізо-вуглець.</i>	10	2	2	-	6
<i>Тема 1.3. Фазові перетворення в сплавах заліза. Теорія та технологія термічної обробки металів.</i>	5	2	-	-	3
<i>Тема 1.4. Структура зварного з'єднання.</i>	8	1	2	-	5
<i>Тема 1.5. Леговані сталі та сплави.</i>	7	1	2	-	4
<i>Тема 1.6. Кольорові метали та їх сплави.</i>	10	2	2	-	6
Разом за розділом 1	50	10	10	-	30
<b>Змістовний модуль 2. Напруження та деформація в зварних з'єднаннях</b>					
<i>Тема 2.1. Класифікація зварних з'єднань</i>	4	2	-	-	2
<i>Тема 2.2. Основні види руйнувань. Крихке та в'язке руйнування.</i>	4	2	-	-	2
<i>Тема 2.3. Феноменологічні уявлення про напружений стан суцільного середовища.</i>	4	2	-	-	2
<i>Тема 2.4. Умови появи непружних деформацій миттєвої пластичності і повзучості, температурні деформації.</i>	4	2	-	-	2
<i>Тема 2.5. Механізм виникнення зварювальних напружень і деформацій.</i>	14	3	4	-	7
<i>Тема 2.6. Основні особливості розподілу залишкових зварювальних напружень в конструкціях.</i>	12	4	2	-	6
<i>Тема 2.7. Концентрація напружень і деформацій.</i>	2	1	-	-	1
<i>Тема 2.8. Чисельні методи визначення зварювальних напружень і деформацій.</i>	20	2	8	-	10
<i>Тема 2.9. Малоциклова та багатоциклова втома.</i>	6	2	-	-	4

Тема 2.10. Експериментальні методи вимірювання переміщень, деформацій та напружень	10	2	2		6
Разом за розділом 2	66	20	16	-	30
<b>Змістовний модуль 3. Механічні властивості матеріалів та їх експериментальне визначення</b>					
Тема 3.1. Методи визначення властивостей матеріалів при статичному навантаженні	32	8	8	-	16
Тема 3.2. Особливості крихкого та в'язкого руйнування матеріалів	16	4	4	-	8
Тема 3.3. Критерії крихкого руйнування	16	4	4	-	8
Разом за розділом 3	64	16	16	-	32
Екзамен					30
<b>Всього годин</b>	<b>210</b>	<b>46</b>	<b>42</b>	<b>-</b>	<b>122</b>

## 5. Контроль знань.

### Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

**Ваговий бал – 2,7.** Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює **2,7×15=40 балів (2,7 балів** - відповідь на питання, *0 балів* - відсутність відповіді)

2. Штрафні бали

Відсутність на лекції, або на практичному занятті без поважної причини **-1 бал**;

### Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 40 \text{ балів}$$

На екзамені аспіранти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних питання. Перелік питань наведено у робочій навчальній програмі. Кожне питання оцінюється у 20 балів.

Система оцінювання питань:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- «дуже добре» - майже повна відповідь (не менше 85% потрібної інформації) – 17-18 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 15-16 балів;

- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки) – 13-14 балів;
- «достатньо» - неповна відповідь із значними недоліками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 12 балів;
- «незадовільно» - загалом неправильна відповідь, або її відсутність – 0...11 балів.

**$R_E=60$  балів**

Сума стартових балів і балів за іспитову контрольну роботу переводиться до іспитової оцінки згідно з таблицею:

Бали $R_D = R_C + R_E$	Екзаменаційна оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
$R_C < 8$	Не допущено

## 6. Список базової літератури.

1. Гуляев А.П. Металловедение: Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 1985. - 542с.
2. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1990. - 528 с.
3. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г., Рыжов Н.М., Силаева В.И. – М: *Материаловедение/ 6-е издание.* - М.- изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 648 с.
4. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство: Підручник: - Київ: ІВЦ «Політехніка», 2001. – 375 с.
5. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів. Підручник - Львів: Афіша, 2002.- 304 с.
6. Пилюшенко В.Л., Винокур Б.Б., Кондратюк С.Е., Зац Е.Л., Пилюшенко Р.А., Кологривова Л.Н. Справочник по практическому металловедению. – К.: Техніка, 1984.-135 с.
7. Сварные конструкции. Основы проектирования конструкций. Под ред. Л.М. Лобанова. – Киев: Наукова думка, 1993. – 416 с.
8. Махненко В.И. Расчетные методы исследования кинетики сварочных напряжений и деформаций. – Киев: Наукова Думка, 1976. – 320 с.
9. Труфяков В.И. Усталость сварных конструкций. К.: Наукова думка, 1973. – 216 с.
10. Махненко В.И. Ресурс безопасной эксплуатации сварных соединений и узлов современных конструкций. – Киев: Наукова Думка, 2006. –619 с.
11. Рыкалин Н.Н. Расчеты тепловых процессов при сварке. М.: Государственное научно-техническое издательство научно-технической литературы, 1951. – 296 с.

12. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений/ Б.С. Касаткин, А.Б. Кудрин, Л.М. Лобанов, В.А. Пивторак, П.И. Получин, Н.А. Чичинев. Киев: Наукова думка, 1981, - 584с.
13. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы: Пер. с англ.- М.: Мир, 1984. – 428 с.
14. Макклиток Ф., Аргон А. Деформация и разрушение материалов. М.: Мир, 1970. 443 с.
15. Опір матеріалів/ Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Є.С. – 2-ге видання доповнене і перероблене – Київ, «Вища школа», 2004. 653с.
16. Давид Брок. Основы механики разрушения. – М.: Металлургия, 1980. – 192 с.
17. Механіка руйнування та міцність матеріалів Том 1-11/Довідковий посібник під загальною редакцією В.В. Панасюка. – Львів.: Спослом, 2009. – 304 с.