

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

**«Теорія і експериментальні методи
дослідження розповсюдження хвиль
акустичної емісії в матеріалах»**
(назва навчальної дисципліни)

7/П

(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	2 курс, весняний семестр	
Обсяг дисципліни	4 кредитів (120 годин)	
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен	
Мова викладання	Українська	
Інформація про керівника курсу / викладачів та розклад занять	Розділ дисципліни, викладач	Час проведення лекції (корп.7, кімн. 411)
		модуль 1
	Фізична сутність, фізична та математична моделі акустичної емісії (АЕ). Теоретичні питання поширення хвиль АЕ в напівпросторі <i>Недосєка А.Я., д.т.н., проф.</i> Контактний телефон: (050) 3513537 ; nedindpat@hotmail.com Наукові інтереси: Теоретичні дослідження в галузі неруйнівного контролю та АЕ діагностики матеріалів і конструкцій; оцінка та прогнозування стану конструкцій <i>Недосєка С.А., д.т.н., с.н.с.</i> Контактний телефон: (050) 3513472 ; st_private@hotmail.com Наукові інтереси: Теоретичні та експериментальні дослідження у галузі механіки деформованого твердого тіла, АЕ діагностики; дослідження характери-стик АЕ хвиль; оцінка та прогнозування стану конструкцій	дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/
	Теоретичні питання поширення хвиль АЕ в пластинах довільної товщини від дії симетричного локального джерела	модуль 2

	випромінювання, спектральний аналіз хвиль АЕ <u>Недосєка А.Я., д.т.н., проф.</u> <u>Недосєка С.А., д.т.н., с.н.с.</u>	i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/
	Перетворювачі (датчики) АЕ. Вплив різних чинників на реєстровані спектри хвиль. Хвилеводи. Імітація сигналів АЕ. Визначення координат джерел акустичної емісії <u>Недосєка А.Я., д.т.н., проф.</u> <u>Недосєка С.А., д.т.н., с.н.с.</u>	модуль 3 дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/
	Апаратура акустичної емісії. Діагностичні системи на основі АЕ <u>Недосєка А.Я., д.т.н., проф.</u> <u>Недосєка С.А., д.т.н., с.н.с.</u>	Модуль 4 дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів компетентностей:

- 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 3).
- Здатність розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження (код ЗК 4).
- Здатність ініціювання дослідницько-інноваційних проектів та автономно працювати під час їх реалізації(код ЗК 5).
- Здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження(код ЗК 8).
- 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 ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в механічній інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації(код ФК 1).
- Здатність самостійно виконувати наукові дослідження в галузі матеріалознавства на основі сучасних теорій та методів термодинаміки, кінетики процесів в матеріалах, фізики конденсованого стану, та інформаційнокомунікаційних технологій(код ФК 2).
- 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 використовувати новітні методи досліджень металів і сплавів в науково-дослідницькій діяльності (код ФК 11).

Основні завдання навчальної дисципліни.

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

Знання:

- методик аналізу та синтезу знань при вирішенні проблем в широкому контексті матеріалознавчих та міждисциплінарних задач, в тому числі, за умов невизначеності чи неповної інформації (код ЗН 1);
- загальних принципів і методів природничих та технічних наук, а також методології наукових досліджень, їх застосування у власних дослідженнях у сфері матеріалознавства (код ЗН 3);
- новітніх світових досягнень науки, техніки та технологій в галузі матеріалознавства та суміжних сферах (код ЗН 5);
- закономірностей керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення (код ЗН 7);
- Фізичної сутності акустичної емісії (АЕ); фізичної та математичної моделі АЕ; теоретичних питань розповсюдження хвиль АЕ; визначення координат джерел АЕ; діагностичних АЕ систем на основі розпізнавання процесів, що протікають у матеріалах при руйнуванні. (код ЗН 19);
- Основних механічних і фізичних характеристик матеріалів, механічних та технологічних методів їх випробування; класифікації видів і методів неруйнівного контролю; випробування методом АЕ здатності матеріалів накопичувати пошкодження в процесі деформування; оцінки стану матеріалів за результатами металографічних досліджень; застосування АЕ технології при безперервному діагностичному контролі (моніторингу) конструкцій з оцінкою ресурсу матеріалів конструкцій(код ЗН 20);

Уміння:

- Використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані(код УМ 2);
- Застосовувати логіку та методологію наукового пізнання(код УМ 3);
- Застосовувати аналіз та синтез знань при вирішенні проблем в широкому контексті матеріалознавчих та міждисциплінарних задач, в тому числі, за умов невизначеності чи неповної інформації(код УМ 4);
- Забезпечувати оригінальні розробки та ідей в контексті наукового дослідження(код УМ 5);
- Орієнтуватися в сучасних тенденціях та потребах суспільства з метою їх використання в професійній галузі; проявити вищу ступінь відповідальності за соціальні, культурні та екологічні наслідки комплексної технічної діяльності в контексті сталого розвитку; виявити готовність до ведення технічної діяльності з дотриманням етичних норм(код УМ 6);
- синтезувати знання та формулювати висновки, обґрунтовувати їх для фахової та нефахової аудиторії (код УМ 8);

- На основі аналізу потреб виробництва формулювати вимоги щодо рівня властивостей нових матеріалів(код УМ 10);
- генерувати нові ідеї для вирішення науково-дослідних проектів та дослідницько-конструкторських робіт (код УМ 12);
- Практично застосувати існуючі АЕ системи при безперервному контролі (моніторингу) матеріалів конструкцій з оцінкою їх залишкового ресурсу (код УМ 24).

3. Пререквізити навчальної дисципліни: знати основні розділи фізики: динаміка, кінетика; розділи математики: алгебра, геометрія, вища математика, лінійна алгебра, аналітична геометрія, математичний аналіз, диференціальне й інтегральне числення, математична фізика; матеріалознавство: опір матеріалів, основні теорії міцності, побудова діаграм деформування, теорія пружності, складання та вирішення крайових задач, основи механіки руйнування; здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів; питання використання технічної літератури та інших джерел інформації в матеріалознавстві; основні поняття кінетичного підходу до руйнування матеріалів. Побудова таблиць та діаграм. Знання з математики, фізики та матеріалознавства повинні відповідати рівню механіко - математичного факультету Національного Університету ім. Т.Г. Шевченка та/або спеціальності «Динаміка та міцність машин НТУУ «КПІ».

Постреквізити: в результаті вивчення дисципліни будуть отримані знання, що допоможуть зрозуміти сутність фізики АЕ; фізичних та математичних моделей АЕ; теоретичних питань розповсюдження хвиль АЕ у просторі, напівпросторі та пластинах довільної товщини від дії різних джерел випромінення; хвилеводів, їх призначення та вибору фізичних та геометричних параметрів; впливу опору середовища та клейового прошарку на коливання пластин; способів імітації сигналів АЕ; принципів роботи АЕ апаратури, базових вимог до АЕ апаратури та її математичного забезпечення; методів та основних формул визначення координат джерел АЕ; основних засад діагностичних АЕ систем на основі розпізнавання процесів, що протікають у матеріалах при руйнуванні; розв'язувати аналітично задачі розповсюдження хвиль АЕ від дії різних типів джерел АЕ в напівпросторі та пластинах різної товщини; розраховувати параметри хвилеводів; враховувати вплив середовища та контактних прошарків на коливання тонких пластин.

4. Вимоги навчальної дисципліни:

Вивчення курсу «Теорія і експериментальні методи дослідження розповсюдження хвиль акустичної емісії в матеріалах» являється вибіркоким. Об'єм навчального навантаження складає 4 кредити із них 32 години -лекції, 12 годин -практичні заняття, 76 годин – 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.

5. Характеристика дисципліни.

Завдання учбової дисципліни

Формування у аспірантів компетенцій:

- Загальнонаукові компетенції:

володіння математичним апаратом для аналітичних досліджень розповсюдження хвиль АЕ в матеріалах та апаратурними засобами для проведення обстежень.

- Інструментальні компетенції:

знати та вміти використовувати методичні та математичні основи методу АЕ та апаратуру для проведення АЕ діагностування.

Мета викладання дисципліни

Метою викладання дисципліни є формування у аспірантів компетенцій, згідно з якими у подальшому набуті знання і вміння будуть використовуватись ними при розрахунках та практичному оцінюванні стану матеріалів, конструкцій, елементів конструкцій та зварних з'єднань, діагностиці стану матеріалів і конструкцій, а також дозволять удосконалювати оцінку несучої здатності та залишкового ресурсу існуючих конструкцій за рахунок впровадження отриманих знань на практиці. Даний курс є необхідним підґрунтям для формування майбутнього доктора філософії, розширює технологічні можливості фахівця.

План викладання дисципліни:

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6
<i>Розділ 1. Фізична сутність, фізична та математична моделі акустичної емісії (АЕ). Теоретичні питання поширення хвиль АЕ в напівпросторі</i>					
<i>Тема 1.1. Фізична сутність і фізична та математична моделі акустичної емісії (АЕ)</i>	6	2	–	–	4
<i>Тема 1.2. Основні теоретичні питання поширення хвиль АЕ в напівпросторі</i>	12	6	–	–	6
Разом за розділом 1	18	8	–	–	10
<i>Розділ 2. Теоретичні питання поширення хвиль АЕ в пластинах довільної товщини від дії симетричного локального джерела випромінювання, спектральний аналіз хвиль АЕ</i>					
<i>Тема 2.1. Поширення хвиль АЕ в пластинах у випадку, коли швидкість розповсюдження елементарних хвиль C_α не перевищує швидкості поперечної хвилі C_2 ($0 < C_\alpha < C_2$)</i>	4	2	–	–	2
<i>Тема 2.2. Поширення хвиль АЕ в пластинах у випадку, коли швидкість розповсюдження елементарних хвиль C_α лежить між швидкостями поперечної та поздовжньої хвилі ($C_2 < C_\alpha < C_1$)</i>	4	2	–	–	2
<i>Тема 2.3. Поширення хвиль АЕ в пластинах у випадку, коли</i>	4	2	–	–	2

1	2	3	4	5	6
<i>швидкість розповсюдження елементарних хвиль C_α перевищує швидкість поздовжньої хвилі C_1</i>					
<i>Тема 2.4. Загальний аналіз поширення хвиль АЕ</i>	4	2	–	–	2
Разом за розділом 2	16	8	–	–	8
<i>Розділ 3. Перетворювачі (датчики) АЕ. Вплив різних чинників на реєстровані спектри хвиль. Хвилеводи. Імітація сигналів АЕ. Визначення координат джерел акустичної емісії</i>					
<i>Тема 3.1. Датчики АЕ. Вплив на реєстровані спектри хвиль амплітудно-частотних характеристик датчиків, опору клейового прошарку та інших факторів</i>	8	4	–	–	4
<i>Тема 3.2. Хвилеводи, їх конструкція, розрахунок, способи кріплення</i>	4	2	–	–	2
<i>Тема 3.3. Способи імітації сигналів АЕ. Імітація променем лазера</i>	4	2	–	–	2
<i>Тема 3.4. Визначення координат джерел акустичної емісії</i>	4	2	–	–	2
Разом за розділом 3	20	10	–	–	10
<i>Розділ 4. Апаратура акустичної емісії. Діагностичні системи на основі АЕ</i>					
<i>Тема 4.1. Апаратура акустичної емісії, принципи роботи апаратури</i>	20	4	6	–	10
<i>Тема 4.2. Вимоги до математичного забезпечення апаратури акустичної емісії. Діагностичні системи</i>	16	2	6	–	8
Разом за розділом 4	36	6	12	–	18
<i>Екзамен</i>					30
Всього годин	120	32	12	–	76

6. Контроль знань.

На іспиті аспіранти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три питання. Перелік питань наведено у робочій навчальній програмі. Кожне питання оцінюється у 30 балів.

Система оцінювання питань:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 28-30 балів;

- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 25-28 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 18-24 балів;
- «незадовільно» - загалом неправильна відповідь, або її відсутність – 0...18 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
$R_C < 7$	Не допущено

7. Список базової літератури.

1. Недосека А. Я., Недосека С. А. Основы расчета и диагностики сварных конструкций. – Киев: Издательство «ИНДПРОМ», 2020. – 886 с.