

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
Фізичний факультет
Кафедра прикладної фізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан фізичного факультету

Лазур В.Ю./

« 02 » березня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НЕРУЙНІВНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ МАТЕРІАЛІВ

Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	10 природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма	Освітньо – професійна програма
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Ужгород 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Неруйнівні методи контролю матеріалів» для здобувачів вищої освіти галузі знань 10 природничі науки спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали Освітньо – професійна програма

Розробник: Сусліков Л.М., професор, доктор фізико-математичних наук

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри прикладної фізики

Протокол № 8 від «23» 02 2023 року

Завідувач кафедри прикладної фізики  (Небола І.І.)

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 7 від «02» 03. 2023 року

Голова науково-методичної комісії  (Карбованець М.І.)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 4	Рік підготовки	
Загальна кількість годин – 120	1- й	
Кількість модулів – 2	Семестр	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студентів – 4	1- й	
	Лекції	
	22 год.	
	Практичні (семінарські)	
	-	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні	
	20 год.	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота	
	78 год	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 42 / 78

для заочної форми навчання – відсутня

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Неруйнівні методи контролю матеріалів» є ознайомлення студентів з основними принципами та методами неруйнівного контролю матеріалів та готової промислової продукції, ознайомлення з методами і технологіями визначення стану та якості досліджуваного об'єкта контролю.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- **інтегральна компетентність:** здатність самостійно ставити та розв'язувати на інноваційному рівні наукові та науково-технічні задачі в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

- **загальні компетенції (ЗК):**

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1);

- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК2);

- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК5);

- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК7);

- здатність працювати автономно (ЗК9);

- здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні (ЗК 11);

- здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя (ЗК 12).

- **фахові компетенції (ФК):**

- здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проєктів (ФК1);

- здатність виконувати аналіз спеціальної літератури, формулювати постановку наукової або науково-технічної задачі, обирати методи та методики, складати програми наукових досліджень та науково-технічних розробок у галузі прикладної фізики та наноматеріалів (ФК2);

- здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти (ФК3);

- здатність відповідно до поставленої задачі виконувати науково-технічні розробки в галузі прикладної фізики та наноматеріалів (ФК4);

- здатність самостійно опановувати нову апаратуру та технології, в тому числі із суміжних галузей, для розв'язання виробничих задач (ФК5).

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Неруйнівні методи контролю матеріалів» є опанування таких навчальних дисциплін: «Прикладна механіка», «Теплові явища і молекулярна фізика», «Основи метрології в прикладній фізиці», «Електричні і магнітні явища», «Атомна і ядерна фізика», «Оптичні явища», «Матеріалознавство».

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми вивчення навчальної дисципліни «Неруйнівні методи контролю матеріалів» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв'язання виробничих задач.	ПРН01
Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.	ПРН02
Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики	ПРН03
Обговорювати та знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних та виробничих проєктів.	ПРН04
Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.	ПРН05
Коректно формулювати професійні висновки, аргументувати власну позицію, презентувати результати досліджень і розробок та доносити їх до аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами.	ПРН07
Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.	ПРН09

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Неруйнівні методи контролю матеріалів»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
знати види та особливості виробничо-технологічних дефектів	ПРН01
знати сучасні методи неруйнівного контролю	ПРН03
знати основні види неруйнівних методів контролю	ПРН02
знати фізичні принципи, покладені в основу різноманітних методів неруйнівного контролю матеріалів	ПРН04
знати області застосування методів неруйнівного контролю	ПРН05
знати особливості використання, апаратне забезпечення та ефективність кожного конкретного методу неруйнівного контролю	ПРН07
вміти зробити обґрунтований вибір методу та засобів неруйнівного контролю, виходячи із заданої конкретно поставленої задачі	ПРН09
вміти методи оцінки якості досліджуваного матеріалу або виробу	ПРН01
вміти визначати окремі невідповідності продукції вимогам, встановленим нормативною документацією	ПРН07
вміти грамотно досліджувати і правильно формувати ознаки новизни в пропонуваніх об'єктах	ПРН07

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- проміжний модульний контроль,
- підсумковий семестровий контроль.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування перед початком занять;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- тестування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік. До заліку допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

Оцінювання знань студентів здійснюється на основі результатів:

- поточного контролю знань;
- проміжного модульного контролю знань ;
- підсумкового семестрового контролю знань – заліку.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота							Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5			60	100
5	5	12	10	8				

T1, T2, T3, T4, T5 – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота							Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5			60	100
10	8	8	8	6				

T1, T2, T3, T4, T5 – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	-	-	-	-
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	10	20	10	20
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні		-		
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	2	20	2	20
Презентація		-		
Реферат		-		
Есе		-		
...		-		
Модульна контрольна робота	2	60	2	60
Разом	14	100	14	100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

‘Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною, становить 60 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Неруйнівні методи контролю матеріалів» здійснюється у виді заліку. Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано, „незараховано”.

Підсумкова оцінка «зараховано»/«не зараховано» визначається наступними критеріями:

- оцінка «зараховано» виставляється в тому разі, коли студент бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння фізичної суті програмового матеріалу, демонструє вільне володіння фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, демонструє здатність до мислення, кваліфіковано використовує набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

- оцінка «незараховано» виставляється тоді, коли студент не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння фізичної сутності основних понять та термінів дисципліни, допускає плутанину, слабо володіє математичним апаратом, не

може застосовувати набуті знання для розв'язування конкретних практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

За бажанням студента результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90 та вище	зараховано	A	відмінно
80-89	зараховано	B	добре
65-79	зараховано	C	добре
55-64	зараховано	D	задовільно
50-54	зараховано	E	задовільно
35-49	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34	незараховано	F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань із навчальних дисциплін, з яких передбачено залік, заносяться до залікової відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1 **Поняття про неруйнівні методи контролю матеріалів, їх класифікація та загальні вимоги. Оптичний, візуально-оптичний метод контролю, капілярний та ультразвукові методи контролю.**

Тема 1. Поняття про неруйнівні методи контролю.

Вступ. Неруйнівні методи контролю (НМК): вимоги та області застосування. Якість продукції та технічний контроль. Основні поняття якості продукції. Основні види і методи неруйнівних методів контролю та діагностики. Ефективність НМК. Критерії оцінки якості виробів. Поняття про статистичну обробку результатів неруйнівного контролю. Надійність системи контролю якості виробу. Порівняння руйнівних та неруйнівних методів контролю.

Тема 2. Види дефектів продукції.

Поняття дефекту. Класифікація існуючих видів дефектів продукції. Дефекти металевих заготовок та металоконструкцій. Дефекти механічної обробки. Дефекти сполучення металів. Дефекти, що виникають в результаті прокату та лиття заготовок. Дефекти в неметалевих деталях.

Тема 3. Оптичний та візуально-оптичний метод контролю.

Фізичні основи оптичного контролю. Завдання оптичного контролю. Основні області застосування оптичних методів контролю. Класифікація та загальні вимоги до оптичних приладів для оптичного контролю. Прилади оптичного контролю. Джерела світла для виконання оптичного контролю. Оптичні схеми та основні оптичні прилади, що використовуються для виконання оптичного контролю.

Візуальний контроль якості. Візуально-оптичний контроль якості. Визначення розмірів дефектів при використанні оптичних приладів, при візуально-оптичному контролі. Лазерні дефектоскопи. Визначення внутрішніх напруг в матеріалі.

Тема 4. Капілярний метод неруйнівного контролю.

Загальні відомості про методи капілярного неруйнівного контролю. Фізичні основи капілярного контролю. Дефектоскопічні матеріали. Класифікація пенетранту і проявника. Послідовність виконання капілярного методу контролю. Визначення і класифікація дефектів. Освітлення і використання ультрафіолетового випромінювання для обробки результатів контролю. Використання автоматизації при виконанні капілярного контролю. Апаратура капілярного неруйнівного контролю. Загальні вимоги безпеки.

Тема 5. Ультразвукові методи контролю.

Фізичні основи ультразвукової дефектоскопії. Особливості поширення ультразвукових хвиль в тілах (вплив форми тіла та конструкції). Методи акустичного контролю. Методика проведення контролю. Ультразвукові прилади для визначення якості та властивостей металів та виробів. Способи контролю товщини виробів.

Модуль 2. Основні види неруйнівних методів контролю матеріалів.

Тема 1. Магнітні методи неруйнівного контролю.

Основні поняття та терміни. Способи намагнічування контрольованих виробів. Магнітні перетворювачі. Магнітні порошки, що використовуються при виконанні магнітних методів контролю. Індукційний метод. Магнітоферрозондовий метод. Магнітографічний метод. Магнітопорошковий метод. Метод ефекту Холла. Метод магнітної пам'яті металу. Способи реєстрації дефектів при магнітному контролі. Розмагнічування виробів. Прилади та пристрої для магнітного контролю. Магнітні, магнітопорошкові, магнітографічні дефектоскопи.

Тема 2. Електричний метод контролю.

Загальні відомості про електричні методи контролю. Види електричного контролю: термоелектричний, трибоелектричний, електроємнісний метод. Розшифровка методів електричного контролю та діагностики. Конструкція перетворювачів для виконання електричних методів контролю. Методи та засоби проведення дефектоскопії при електричному контролі.

Тема 3. Струмовихровий контроль (СВК).

Загальна характеристика існуючих методів струмовихрового контролю. Перетворювачі для СВК. Класифікація методів СВК за перетворювачами. Розподіл вихрових струмів. Взаємозв'язок об'єкта контролю та засобів контролю. Матеріали, що контролюються вихрострумовим методом. Прилади для СВК.

Тема 4. Радіаційний контроль.

Загальні питання радіаційного контролю якості. Джерела та властивості іонізуючого випромінювання. Джерела корпускулярного випромінювання. Джерела рентгенівського випромінювання. Взаємодія іонізуючого випромінювання з матеріалами. Індикація випромінювання. Рентгенівський контроль та гамма-дефектоскопія. Гамаграфічний метод. Рентгеноскопічний метод. Чутливість радіаційного контролю. Способи реєстрації радіаційних зображень. Контроль внутрішньої будови при радіаційному контролі якості. Контроль фізичних властивостей матеріалів та виробів. Радіаційна товщинометрія. Спеціальні методи радіаційного контролю якості. Техніка безпеки та санітарні норми при виконанні радіаційного контролю.

Тема 5. Тепловий контроль.

Інфрачервона дефектоскопія. Пірометрія.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин - 120					
	Форма навчання: денна					
	Усього 120	у тому числі				
		Лекції 22	практичні (семінарські)	Лабораторні 20	індивідуальна робота	самостійна робота 78
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1 Поняття про неруйнівні методи контролю.	8	2				6
Тема 2. Види дефектів продукції..	8	2				6
Тема 3. Оптичний та візуально-оптичний метод контролю.	12	2		2		8
Тема 4. Капілярний метод неруйнівного контролю.	10	2		2		6
Тема 5.Ультразвукові методи контролю.	12	2		2		8
Модульна контрольна робота	2			2		
Разом за модуль	52	10		8		34
Модуль 2						
Тема 1 Магнітні методи неруйнівного контролю.	12	2		2		10
Тема 2. Електричний метод контролю.	16	4		2		10
Тема 3. Струмовихровий контроль (СВК).	14	2		2		10
Тема 4. Радіаційний контроль.	14	2		2		8
Тема 5. Тепловий контроль.	10	2		2		6
Модульна контрольна робота	2			2		
Разом за модуль	68	12		12		44

6.3. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Фізичні основи оптичного контролю. Прилади оптичного контролю. Оптичні схеми, що використовуються для виконання оптичного контролю	2	
2.	Визначення розмірів дефектів при використанні оптичних приладів, при візуально-оптичному контролі.	2	
3.	Оптичний та візуально-оптичний метод контролю.	2	
4.	Методи акустичного контролю. Методика проведення контролю.	2	
5.	Ефект Холла як магнітний метод неруйнівного контролю .	2	
6.	Термоелектричний метод контролю якості матеріалів.	2	
7.	Електроємнісний метод контролю якості матеріалів та виробів.	2	

8.	Струмовихровий контроль (СВК) якості матеріалів.	2	
9.	Гамаграфічний метод контролю якості матеріалів.	2	
10.	Рентгеноскопічний метод контролю якості матеріалів.	2	
Разом		20	-

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Основні поняття якості продукції.	2	
2.	Ефективність неруйнівних методів контролю.	2	
3.	Порівняння руйнівних та неруйнівних методів контролю.	2	
4.	Дефекти металевих заготовок та металоконструкцій.	2	
5.	Дефекти металевих заготовок та металоконструкцій.	2	
6.	Дефекти в неметалевих деталях.	2	
7.	Фізичні основи оптичного контролю. Завдання оптичного контролю.	2	
8.	Джерела світла для виконання оптичного контролю.	2	
9.	Візуально-оптичний контроль якості.	2	
10.	Визначення внутрішніх напруг в матеріалі.	2	
11.	Фізичні основи капілярного контролю. Дефектоскопічні матеріали.	3	
12.	Використання автоматизації при виконанні капілярного контролю. Апаратура капілярного неруйнівного контролю.	3	
13.	Фізичні основи ультразвукової дефектоскопії. Особливості поширення ультразвукових хвиль в тілах (вплив форми тіла та конструкції).	4	
14.	Методи акустичного контролю. Ультразвукові прилади для визначення якості та властивостей металів та виробів.	4	
15.	Способи контролю товщини виробів.	2	
16.	Способи намагнічування контрольованих виробів.	2	
17.	Магнітні порошки, що використовуються при виконанні магнітних методів контролю.	2	
18.	Індукційний метод. Магнітоферрозондовий метод. Магнітографічний метод. Магнітопорошковий метод.	4	
19.	Розмагнічування виробів.	2	
20.	Види електричного контролю: термоелектричний, трибоелектричний, електроємнісний метод.	4	
21.	Розшифровка методів електричного контролю та діагностики.	4	
22.	Методи та засоби проведення дефектоскопії при електричному контролі.	4	
23.	Загальна характеристика існуючих методів струмовихрового контролю.	4	
24.	Матеріали, що контролюються вихрострумовим методом. Прилади для СВК	2	
25.	Джерела корпускулярного випромінювання. Джерела рентгенівського випромінювання. Взаємодія іонізуючого випромінювання з матеріалами. Індикація випромінювання	4	
26.	Чутливість радіаційного контролю. Способи реєстрації радіаційних зображень.	4	
27.	Техніка безпеки та санітарні норми при виконанні радіаційного контролю.	2	
28.	Інфрачервона дефектоскопія.	3	

29	Пірометрія	3	
	Разом	78	

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: Мультимедійний проєктор.

Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки.

Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft Power Point.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. Неруйнівні методи контролю: Навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2017. – 192 с.
2. Білокур І. П. Основи дефектоскопії: Підручник. – К.: «Азимут-Україна», 2004. – 496 с.
3. Білокур І. П. Дефектологія і неруйнівний контроль. – Київ: Вища шк., 1990. – 207с.
4. Канарчук, В.Є.,Полянський С.К.,Дмитрієв М.М. Надійність машин: підручник.– К.: Либідь, 2003. – 424 с.
5. Білокур І. П. Акустичний контроль: Навчальний посібник. – Київ.: ІЗМН, 1997. – 244 с.

Допоміжна література

1. Маєвський СМ., Бабак В. П., Щербак Л. М. Основа побудови систем аналізу сигналів у неруйнівному контролі: Навч. посібник.. — К.: Либідь, 1993. – 200 с.
2. Білокур І.П., Коваленко В.А. Дефектоскопія матеріалів та виробів.– Київ: Техніка, 1989. – 192 с.
3. Адаменко А.А. Сучасні методи радіаційної дефектоскопії. – Київ: Наук. думка, 1984. – 215 с.
4. Неруйнівний контроль і техніка діагностики. Т. 5 / під ред. З. Т. Назарчука. – Львів, 2001. – 1134 с.