



Ультразвуковий неруйнівний контроль та діагностика

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни / кредитного модуля	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / поточний контроль</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент Галаган Роман Михайлович, r.galagan@kpi.ua Практичні: к.т.н., доцент Богдан Галина Анатоліївна Лабораторні: к.т.н., доцент Богдан Галина Анатоліївна</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MTUyNzMyNDQyMTc4</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Ультразвуковий неруйнівний контроль та діагностика» присвячена вивченню фундаментальних основ та сучасних методів ультразвукового неруйнівного контролю, які широко застосовуються у різних галузях промисловості та медицини: в авіа- та машинобудуванні, приладобудуванні, на залізничному та інших видах транспорту, в енергетиці, легкій, хімічній, нафтогазовій промисловості, медицині, мистецтві тощо. За допомогою ультразвуку виявляють дефекти та пошкодження в різних матеріалах, визначають фізико-механічні характеристики, вимірюють геометричні параметри об'єктів, діагностують різноманітні захворювання внутрішніх органів людини тощо. Вивчення фізичних основ теорії випромінювання, поширення та приймання ультразвуку, методів ультразвукового неруйнівного контролю важливе

для формування наукового світогляду сучасного фахівця у галузі неруйнівного контролю та технічної діагностики.

Знання, які отримують студенти при вивченні дисципліни, можуть використовуватися у подальшому при розрахунках та проектуванні ультразвукових приладів та багатоканальних систем технічної та медичної діагностики, а також під час експлуатації указаних систем.

Предмет навчальної дисципліни: теоретичні основи, методи та засоби ультразвукового неруйнівного контролю.

Метою дисципліни «Ультразвуковий неруйнівний контроль та діагностика» є формування у студентів **компетентностей:**

- здатність обґрунтовувати вибір методу і засобу ультразвукового неруйнівного контролю для виявлення несучільностей та визначення фізико-механічних характеристик матеріалів і конструкцій;

- здатність проводити вибір і розрахунки первинних перетворювачів, що входять до складу автоматизованих засобів ультразвукового неруйнівного контролю та технічної діагностики і дозволяють реєструвати фізичні поля різної природи.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі **результати навчання:**

- знати фізичні основи ультразвуку, теорію ультразвукового поля, основні принципи проведення та сучасні методи ультразвукового неруйнівного контролю, розуміти суть фізичних явищ, покладених в основу роботи перетворювачів електричних коливальних систем в акустичні та навпаки;

- вміти розраховувати і конструювати первинні перетворювачі автоматизованих засобів ультразвукового неруйнівного контролю та діагностики;

- вміти обирати найбільш оптимальний метод ультразвукового контролю для вирішення поставлених задач та проводити дослідження за заданими методиками із використанням засобів ультразвукового неруйнівного контролю.

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

Навчальна дисципліна «Ультразвуковий неруйнівний контроль та діагностика»: 1) базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні таких дисциплін: вища математика, фізика та електротехніка; 2) є основою для дисциплін, що пов'язані із розробкою приладів та багатоканальних систем акустичного неруйнівного контролю; 3) може бути використана під час виконання дипломного проєкту.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Ультразвуковий неруйнівний контроль та діагностика» складається з 4-х розділів. В першому розділі описані фізичні основи акустичних методів вимірювання і контролю. Другий розділ присвячений теорії електромеханічного перетворення та розрахункам п'єзоелектричних перетворювачів. У третьому розділі наводяться моделі акустичних трактів та основні формули для розрахунку. У четвертому розділі описані методи і засоби ультразвукового неруйнівного контролю та діагностики.

Розділ 1. Фізичні основи акустичних методів контролю

Тема 1.1. Механічні коливання та хвилі.

Тема 1.2. Акустичне поле та його характеристики.

Тема 1.3. Форми хвильових процесів.

Тема 1.4. Типи хвиль.

Тема 1.5. Характеристики проходження та відбиття ультразвукових хвиль (УЗХ) на межах середовищ.

Тема 1.6. Характеристики згасання УЗХ.

Розділ 2. Перетворювачі для ультразвукового контролю

Тема 2.1. Основи теорії електромеханічного перетворення. П'єзоефект.

Тема 2.2. Плоскі перетворювачі та розрахунки їх геометричних розмірів. Акустичне поле плоских перетворювачів.

Тема 2.3. Фокусувальні перетворювачі. Розподілені перетворювачі.

Тема 2.4. Елементи конструкцій п'єзоперетворювачів.

Тема 2.5. Теорія електромагнітоакустичних перетворювачів.

Розділ 3. Розробка та розрахунок акустичних трактів ультразвукових перетворювачів

Тема 3.1. Акустичні тракти прямих суміщених перетворювачів.

Тема 3.2. Акустичні тракти похилих суміщених п'єзоперетворювачів.

Тема 3.3. Електроакустичний тракт

Розділ 4. Методи ультразвукового неруйнівного контролю

Тема 4.1. Класифікація методів акустичного неруйнівного контролю

Тема 4.2. Методи УЗ товщинометрії.

Тема 4.3. Методи УЗ дефектоскопії. Метод TOFD.

Тема 4.4. Методи УЗ витратометрії.

Тема 4.5. Акустико-емісійний метод контролю.

Тема 4.6. Віб्रो- та шумодіагностика.

Тема 4.7. Застосування ультразвуку в медицині. Ультразвукова медична доплерографія.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю [Електронний ресурс]: підручник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи неруйнівного контролю і діагностики» спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Р. М. Галаган; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,12 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 263 с. – Назва з екрана. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27002>

2. Основи ультразвукового неруйнівного контролю: Підручник / В.К. Цапенко, Ю.В. Куц. – К.: НТУУ «КПІ». – 2010. – 448 с.

3. Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю: лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-

інтегровані технології» / Р. М. Галаган; Г. А. Богдан; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,1 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 145 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41370>

Допоміжна література

4. Галаган Р.М. Дистанційний курс «Ультразвуковий неруйнівний контроль та діагностика» [Електронний ресурс]. URL: <https://classroom.google.com/c/MTUyNzMyNDQyMTc4>

5. Фізичні основи неруйнівного контролю: навчальний посібник / Р.Т. Боднар [та ін.]; Міністерство освіти і науки України, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – 384 с.

6. Прилади і методи акустичного контролю: навч. посіб. / Г. М. Сучков, К. Л. Ноздрачова, Е. В. Міщанчук, В. М. Єроценков. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 220 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання – лекції, практичні заняття, лабораторні роботи та самостійна робота студентів.

Лекційний курс розрахований на вивчення фізичних основ ультразвукового неруйнівного контролю і є базовим для більш детального та конкретного знайомства з методами, приладами та системами ультразвукового неруйнівного контролю.

Розділ 1

Тема 1.1

Лекція 1. Передмова. Пояснення РСО. Історія розвитку УЗ техніки. Мета та задачі дисципліни [1, 4].

В лекції розкриваються мета і завдання курсу. Описується історія розвитку УЗ техніки.

Лекція 2. Коливання. Кінетична та потенційна енергія пружних коливань [1, 4]. Хвилі. Рівняння хвильового процесу. Властивості хвиль. [1-4]

В першій частині лекції розглянуті власні та вимушені коливання. Наведені формули для розрахунку кінетичної та потенційної енергій пружних коливань. Описано математичний та пружинний маятники; наведені формули для розрахунку періоду коливань.

В другій частині лекції розглянуті рівняння хвилі, параметри ультразвукових хвиль. Швидкість поширення хвиль. Хвиля, що біжить, і нерухома хвиля. Інтерференція хвиль.

Тема 1.2 та 1.3

Лекція 3. Характеристики акустичного поля. Акустичний імпеданс. Енергетичні характеристики хвильових процесів. [1, 2, 4]. Форми хвиль: плоска, циліндрична та сферична [1, 2, 4].

В першій частині лекції наводяться величини, що характеризують акустичне поле. Розглянуті принципи поширення акустичних хвиль в пружному середовищі. Поняття акустичного імпедансу.

В другій частині лекції розглянуті плоскі, циліндричні та сферичні хвилі. Залежність тиску та інтенсивності різних форм хвильових процесів від відстані.

Тема 1.4

Лекція 4. Типи хвиль: поздовжня, поперечна та поверхнева. Швидкості різних типів хвиль [1, 2, 4]. Ефект Доплера.

В першій частині лекції розглянуті особливості та характер поширення поздовжньої, поперечної, поверхневої, нормальної та ін. типів хвиль. Наведені формули для розрахунку швидкості різних типів хвиль.

В другій частині лекції розглянуто ефект Доплера. Наведені основні формули.

Тема 1.5

Лекція 5. Проходження хвиль через плоскі межі середовищ при нормальному падінні. Просвітлюючі та узгоджуючі шари [1, 2, 4]. Проходження хвиль через плоскі межі середовищ при похилому падінні. Трансформація хвиль. Критичні кути [1, 2, 4].

В лекції розглядаються явища проходження та віддзеркалення ультразвукових хвиль на межі поділу двох середовищ. Коефіцієнти проходження та віддзеркалення при нормальному падінні хвиль. Просвітлюючі та узгоджуючі шари. Також розглядаються явища проходження, віддзеркалення та заломлення ультразвукових хвиль на межі поділу двох середовищ при похилому падінні. Коефіцієнти проходження та віддзеркалення при похилому падінні хвиль. Явище трансформації. Критичні кути.

Тема 1.6

Лекція 6. Чинники, що обумовлюють згасання акустичних хвиль. Коефіцієнти згасання. Залежність згасання акустичних хвиль від частоти. [1, 2, 4]

В лекції пояснюються причини згасання та показники, що його характеризують. Коефіцієнти згасання по тиску та інтенсивності. Рівняння хвилі з урахуванням її згасання в середовищі. Залежність згасання акустичних хвиль від частоти.

Розділ 2

Тема 2.1 та 2.2

Лекція 7. Прямий та зворотний п'єзо ефект. П'єзомодулі та п'єзоконстанти. Коефіцієнт електромеханічного зв'язку [1, 2, 4]. Характеристики акустичного поля плоских (круглих та прямокутних) ПЕП. Структура поля в ближній та дальній зонах [1, 2, 4].

В першій частині лекції наведені основні рівняння прямого та зворотного п'єзо ефекту. Описані п'єзомодулі та п'єзоконстанти. Коефіцієнт електромеханічного зв'язку.

В другій частині лекції розглянута структура акустичного поля плоских перетворювачів. Фізичний зміст межі ближньої зони. Трубка випромінювання. Особливості використання ближньої і дальньої зон поля випромінювача в акустичному контролі.

Лекція 8. Характеристики діаграми направленості. Розрахунок ширини діаграми направленості на заданих рівнях відносно максимуму. [1, 2, 4]

В лекції розглянуті характеристики направленості плоского випромінювача. Наводяться формули для розрахунку ширини діаграми направленості на заданих рівнях відносно максимуму.

Тема 2.3

Лекція 9. Фокусувальні перетворювачі: рефрактор, рефлектор, концентратор. Розрахунок геометричних розмірів. Розрахунок сфокусованих полів. Розрахунок роздільної здатності [1, 2, 4]

В лекції розглянута теорія фокусування акустичних хвиль. Наведені конструкції основних фокусувальних перетворювачів та розрахункові формули.

Лекція 10. Основи теорії розподілених ПЕП. Розрахунки геометричних характеристик фазованих антенних решіток та комутованих матриць [1]. Способи електронного сканування акустичним променем. Розрахунок діаметру променю в точці фокусу та глибини різкості [1].

В лекції розглянуті основні формули для розрахунку геометричних параметрів ФАР та КМ. Пояснюється принцип їх дії. Наводяться критерії їх використання. Розглянуті способи електронного сканування акустичним променем за допомогою ФАР та КМ.

Тема 2.4 та 2.5

Лекція 11. Огляд основних конструкцій ультразвукових датчиків [1, 2, 4]. Теорія електромагнітоакустичних перетворювачів [4].

В лекції розглянуті елементи конструкції ПЕП та описано їх призначення. Описані основні фактори, що визначають чутливість, смугу пропускання та стабільність роботи ПЕП. Пояснюється теорія електромагнітоакустичних перетворювачів.

Розділ 3

Тема 3.1

Лекція 12. Визначення поняття «акустичний тракт». Моделі дефектів, що використовуються при виведенні формул коефіцієнтів акустичних трактів. Формули коефіцієнтів акустичних трактів для різних типів відбивачів [1, 2, 4]. Тракти зі швидкою та повільною лініями затримки. Тракти об'єктів, що мають багат шарову структуру [1, 2, 4].

В лекції наведена класифікація моделей дефектів, що використовуються при виведенні формул коефіцієнтів акустичних трактів: отвір з плоским та напівсферичним дном, свердління, риска тощо. Поняття ефективного розміру дефекту. Формули коефіцієнтів акустичних трактів для різних типів відбивачів. Дано визначення поняттю «лінія затримки». Пояснюється, у яких випадках застосовують ліні затримки. Наведено формули акустичних трактів багат шарових об'єктів.

Тема 3.2 та 3.3

Лекція 13. Розрахунки призм похилих ПЕП. Розрахунок коефіцієнтів акустичних трактів при похилому введенні [1, 4]. Розрахунок електроакустичного тракту [1, 4].

В лекції описані типові конструкції призм похилих ПЕП. Пояснені їх конструктивні особливості. Наведені формули для їх геометричних розрахунків. Дано визначення поняттю «кутовий відбивач». Наведено формули акустичних трактів. Розглянуті питання розрахунку електроакустичного тракту. Коефіцієнт подвійного перетворення.

Розділ 4

Тема 4.1 та 4.2

Лекція 14. Загальна класифікація методів акустичного НК [1, 2, 4, 5, 6]. Ультразвукова товщинометрія. Аналіз методів УЗ товщинометрії. Способи вимірювання часової затримки [1, 2, 4]. *В першій частині лекції наведена класифікація методів акустичного НК. Коротко описано і пояснено кожен метод з використанням схем та рисунків.*

В другій частині лекції наведені основні принципи УЗ товщинометрії. Проведено аналіз методів УЗ товщинометрії. Способи вимірювання часової затримки. Проведено аналіз похибок УЗ товщинометрії.

Тема 4.3

Лекція 15. Методи УЗ дефектоскопії. Зв'язок амплітуди імпульсу з еквівалентним розміром дефекту. АВД-діаграми [1-3]. Огляд методу TOFD [1, 4]

В першій частині лекції показано, яким чином визначаються розміри та форми дефектів при прозвучуванні з різних напрямків. Пояснюється призначення АВД-діаграм. Показано зв'язок амплітуди імпульсу з еквівалентним розміром дефекту. Основні характеристики УЗ імпульсів.

В другій частині лекції описано метод TOFD. Наведені формули для розрахунку параметрів дефектів, що виявляються цим методом. Наведені схеми проведення контролю з використанням цього методу.

Тема 4.4

Лекція 16. Типи УЗ витратомірів. Огляд конструкцій основних типів УЗ витратомірів [1, 4].

В лекції розглянуті типи УЗ витратомірів. Показано використання ультразвукових методів для вимірювання швидкості потоку рідини, рівня рідини в резервуарах. Проведено огляд конструкцій основних типів УЗ витратомірів. Показано виведення основних формул.

Тема 4.5 та 4.6

Лекція 17. Акустико-емісійний ефект. Види акустичної емісії. Характеристики сигналів акустичної емісії [4]. Вібро- та шумодіагностика [4].

В першій частині лекції пояснюється явище акустичної емісії, проводиться огляд джерел акустичної емісії. Розглянуті параметри, що характеризують процес акустичної емісії. Показані

конструктивні особливості перетворювачів для реєстрації сигналів АЕ. Пояснюється використання даного методу при механічних випробуваннях та експлуатації виробів, для контролю процесу зварювання, різання, тертя тощо.

В другій частині лекції розглянуті методи вібро- та шумодіагностики. Наведені області використання цих методів.

Тема 4.7

Лекція 18. Застосування ультразвуку в медицині [4]. Підбиття підсумків

В лекції розглянуті застосування ультразвуку в медицині.

Мета проведення лабораторних робіт – закріплення на практиці теоретичних знань, набутих студентами під час лекційних занять з дисципліни.

Номер заняття	Зміст заняття	Об'єм (год.)
Л1	Вступне заняття. Техніка безпеки. Знайомство з лабораторією та робочими місцями. Поділ на бригади. Видача завдань. Виконання демонстраційної роботи з візуалізації нерухомих хвиль за допомогою динаміка (не входить у рейтинг)	2
Л2	Дослідження явища суперпозиції двох коливань	2
Л3	Дослідження явища додавання двох взаємно перпендикулярних гармонійних коливань за допомогою фігур Ліссажу	2
Л4	Дослідження ультразвукового луна-імпульсного методу вимірювання відстані	2
Л5	Дослідження явища дисперсії швидкості згинних хвиль за допомогою фігур Хладні (не входить у рейтинг)	2
Л6	Вимірювання характеристик направленості ультразвукових перетворювачів (не входить у рейтинг)	2
Л7	Дослідження параметрів п'єзоелементів	2
Л8	Вимірювання товщини об'єкту контролю з використанням ультразвукового луна-імпульсного товщиноміра	2
Л9	Визначення еквівалентних розмірів дефектів за допомогою луна-імпульсного дефектоскопа	2

Мета проведення практичних занять – розвиток у студентів самостійності у застосуванні одержаних теоретичних знань на практиці.

Номер заняття	Зміст заняття	Об'єм (год.)
П1	Вступ. Пояснення тем занять та тематики задач. Коливальні процеси. Енергетичні характеристики коливальних систем. Математичний та пружинний маятник. Параметри пружних хвиль	2
П2	Форми хвильових процесів. Плоска, циліндрична та сферична хвилі Типи хвиль: поздовжня, поверхнева та поперечна хвилі	2
П3	Проходження хвиль через плоскі межі середовищ при нормальному та похилому падінні. Трансформація хвиль. Критичні кути	2
П4	Розрахунок коефіцієнтів згасання за тиском та інтенсивністю	2
П5	Розрахунок геометричних розмірів ПЕП. Акустичне поле круглого та прямокутного ПЕП. Розрахунок зон акустичного поля. Розрахунок розподілених перетворювачів.	2
П6	Розрахунок акустичних трактів	2

П7	Розрахунок акустичних трактів	2
П8	Розрахунки параметрів та характеристик різних методів ультразвукового контролю. Написання модульної контрольної роботи у вигляді тестів	2
П9	Розрахунки параметрів та характеристик різних методів ультразвукового контролю. Завершальне заняття. Підбиття підсумків	2

6. Самостійна робота студента

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 48 годин самостійної роботи студентів, з яких 6 годин - на підготовку до заліку і 42 години на підготовку до аудиторних занять, опрацювання матеріалів лекцій, самостійний розв'язок додаткових задач, оформлення результатів виконання лабораторних робіт та ознайомлення із навчальною літературою відповідно до структури дисципліни. Робота направлена на засвоєння та поглиблення вивченого матеріалу та на підготовку до занять та семестрового контролю. Самостійна робота студентів передбачає:

- закріплення знань, отриманих під час вивчення дисципліни;
- здобуття навичок самостійного вивчення матеріалу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom - посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять.
- **правила захисту лабораторних робіт:**
 - захист лабораторної роботи проходить під час проведення лабораторної роботи, а у випадку дистанційного навчання – у режимі онлайн-конференції на платформі Zoom; викладач індивідуально задає запитання, на які пропонується відповісти усно;
 - у окремих випадках допускається можливість захисту під час проведення консультацій.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - захист лабораторних робіт вважається вчасним, якщо він відбувається у межах трьох занять після проведення лабораторної роботи;
 - перескладань для підвищення балів не передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

8.1. Рейтинг студента з кредитного модуля становить 100 балів та складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання та захист 6-ти лабораторних робіт;
- 2) вирішення 1-ї задачі на практичному або лекційному занятті;
- 3) виконання модульної контрольної роботи у вигляді тестів;

8.2. Критерії нарахування балів.

8.2.1. Виконання лабораторних робіт:

Ваговий бал - 10. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює **10 балів x 6 = 60 балів.**

Критерії оцінювання:

10 балів – робота виконана в повному обсязі і захищена вчасно, пояснені отримані результати і дані правильні відповіді на контрольні запитання з невеликими неточностями;

8-9 балів – робота виконана в повному обсязі, але захищена невчасно, пояснення отриманих результатів нечіткі, відповіді на контрольні запитання отримані тільки після підказок викладача;

6-7 бали – робота виконана в повному обсязі, але захищена невчасно, пояснення отриманих результатів відсутні, відповіді на контрольні запитання відсутні;

0 балів – робота не виконана.

8.2.2. Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал – 20. Максимальна кількість балів за вирішення задачі дорівнює **20 балів x 1 = 20 балів**.

Критерії оцінювання розв'язку задачі:

20 балів – задача вирішена правильно і самостійно (без підказок);

17-19 балів – задача вирішена із незначною кількістю підказок від викладача або при самостійному розв'язку отримана відповідь не є правильною, але дуже близька до вірної;

12-16 балів – задача вирішена, але тільки зі значними підказками від викладача, або вирішена тільки частково;

0 балів – задача не вирішена.

8.2.3. Виконання модульної контрольної роботи:

Ваговий бал – 20. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює **10 балів x 1 = 10 балів**.

Критерії оцінювання контрольної роботи:

МКР виконується у вигляді тестів, які складаються із 10 запитань. Правильна відповідь на окреме запитання дає +2 бали, неправильна – 0. Таким чином, критерієм оцінювання є кількість правильно наданих відповідей.

Якщо контрольна робота виконується невчасно (пізніше встановленого строку) без поважної причини, то знімається 5 балів.

8.3. Штрафні та заохочувальні бали:

- несвоєчасне виконання лабораторної роботи знімається -1 бал;

- участь у факультетській олімпіаді з дисципліни, модернізації лабораторних робіт, участь у конференціях, проходження дистанційних курсів надається від +1 до +5 заохочувальних балів;

- активна участь студента у заняттях, а також 100% відвідування лабораторних, практичних занять та лекцій надається +5 балів.

Заохочувальні бали також можуть надаватись за активну участь в обговоренні та розв'язку завдань на лекційних заняттях та комп'ютерних практикумах. Сума заохочувальних балів визначається викладачем (це може бути +0,5 або +1 бал (але не більше) за одне заняття).

Сума штрафних балів не може перевищувати -10, сума заохочувальних балів не може перевищувати +10.

8.4. Умови позитивної проміжної атестації.

Умовою першої атестації є отримання не менше 10 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) та присутність на більше ніж 50% лекційних занять.

Умовою другої атестації є отримання не менше 20 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) та присутність на більше ніж 50% лекційних занять.

8.5. Умови допуску до заліку.

Необхідною умовою допуску до заліку автоматом є зарахування всіх лабораторних робіт. Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

При пропуску більше половини лекційних занять для того, щоб отримати допуск до заліку студент повинен по кожному пропущеному заняттю виконати реферати за відповідною тематикою і захистити їх. Вимоги до рефератів обговорюються окремо.

8.6. Критерії залікового оцінювання.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, проводиться семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди. При цьому всі набрані за семестр бали за задачі на практичних та бали за контрольну роботу анулюються, а залишаються тільки бали за лабораторні роботи та сума штрафних і заохочувальних балів. До цих балів додається оцінка за контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною.

Залікова контрольна робота являє собою білет з чотирма запитаннями, за розв'язання кожної з яких студент отримує 5 балів. Питання та задачі повністю базуються на тематиці лекцій та практичних занять, однак мають підвищену складність.

Кожне питання контрольної роботи оцінюється у 5 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 5 балів;
- «добре» та «дуже добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 4 бали;
- «задовільно» та «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 3 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

8.7. Для отримання студентом відповідних оцінок його рейтингова оцінка переводиться згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
RD < 59 (потрібна додаткова контрольна робота)	Незадовільно
Не виконані всі лабораторні роботи	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «Ультразвуковий неруйнівний контроль та діагностика» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням викладачем).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри АСНК, к.т.н., доцент Галаган Роман Михайлович

Ухвалено кафедрою АСНК (протокол № 17 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 р.)