



Прилади та багатоканальні системи акустичного неруйнівного контролю

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / 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: д.п.н. проф. Протасов Анатолій Георгійович, a.g.protasov@gmail.com Практичні: д.п.н. проф. Протасов Анатолій Георгійович Лабораторні: д.п.н. проф. Протасов Анатолій Георгійович</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MTUyNzMyNDQyNTI0</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Прилади та багатоканальні системи акустичного неруйнівного контролю» присвячена вивченню сучасних методів ультразвукового неруйнівного контролю (НК) та принципів розробки, розрахунків та впровадження приладів і багатоканальних систем у виробництво. Це дозволяє автоматизувати виробничі процеси та пришвидшити їх. Уміння створювати кінцевий продукт у вигляді приладу (або системи) ультразвукового неруйнівного контролю є вкрай важливим для фахівця у галузі автоматизації та приладобудування.

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: апаратні та програмні засоби приладів і автоматизованих систем акустичного неруйнівного контролю.

Метою викладання дисципліни є **формування** у студентів **компетентностей**:

- здатність проектувати, створювати та використовувати сучасні прилади та багатоканальні автоматизовані системи акустичного (ультразвукового) неруйнівного контролю і технічної діагностики з використанням сучасної схемотехніки, новітніх аналого-цифрових мікросхем та мікроконтролерів;
- здатність розробляти структурну, функціональну та принципові схеми сучасних приладів та багатоканальних автоматизованих систем акустичного (ультразвукового) неруйнівного контролю і технічної діагностики та виконувати розрахунки і моделювання окремих складових цих систем (зокрема, акустичного та електричного трактів).

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

- вміти проектувати і створювати прилади та багатоканальні автоматизовані системи акустичного (ультразвукового) неруйнівного контролю і технічної діагностики, мати навички їх використання, знати на необхідному рівні сучасні електронні компоненти (зокрема, генератори сигналів, підсилювачі, аналого-цифрові мікросхеми, мікроконтролери тощо), які входять до їх складу;
- вміти розробляти на основі вхідних даних структурну, функціональну та принципові схеми сучасних приладів та багатоканальних автоматизованих систем акустичного (ультразвукового) неруйнівного контролю і технічної діагностики; вміти із використанням різноманітних спеціалізованих застосунків моделювати, виконувати розрахунки та створювати цифрові моделі окремих елементів акустичного та електричного трактів.

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

Дисципліна «Прилади та багатоканальні системи акустичного неруйнівного контролю» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні таких дисциплін: вища математика, фізика, теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю, електроніка, комп'ютерне проектування електронних схем, мікропроцесорна техніка тощо.

Вивчення дисципліни базується на знаннях фізичних явищ та методів, основ фізики коливань та хвиль, вищої математики, програмування, електроніки. Додатково полегшить вивчення дисципліни знання основ теорії фізичних (акустичних) полів, основ теорії електричних ланцюгів, інформаційно-вимірювальної техніки, загальних основ неруйнівного контролю, основ стандартизації і метрології тощо.

Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, можуть бути використані під час виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Лекційний курс розрахований на поглиблене вивчення підходів та принципів розробки завершених зразків приладів та систем акустичного (ультразвукового) неруйнівного контролю.

Навчальна дисципліна складається з 5-ти розділів. У першому розділі пояснюється призначення акустичного, електроакустичного та електричного трактів приладів та систем

ультразвукового неруйнівного контролю. У другому розділі описані схеми приладів та систем ультразвукового неруйнівного контролю, описані первинні перетворювачі, наводяться функціональні та принципові схеми, а також подається докладний розрахунок основних вузлів принципових схем. У цьому ж розділі пояснюються схеми ультразвукових дефектоскопів, товщиномірів, витратомірів, приладів для доплерографії, акустико-емісійних систем. У третьому розділі подано докладний опис технології фазованих антенних решіток та принципи розрахунку і проектування багатоканальних акустичних систем візуалізації внутрішньої структури об'єкту контролю. У четвертому розділі наводяться приклади застосування приладів і багатоканальних автоматизованих акустичних систем у медичній та приладобудівній галузях. П'ятий розділ присвячений аналізу параметрів приладів та розробці методик акустичного неруйнівного контролю.

Розділ 1. Структура приладів та систем ультразвукового неруйнівного контролю

Тема 1.1. Огляд сучасних приладів та систем ультразвукового (акустичного) неруйнівного контролю

Тема 1.2. Призначення акустичного, електроакустичного та електричного трактів приладів та систем ультразвукового неруйнівного контролю

Розділ 2. Прилади ультразвукового неруйнівного контролю

Тема 2.1. Аналіз структурних схем приладів ультразвукового неруйнівного контролю

Тема 2.2. Первинні перетворювачі приладів ультразвукового неруйнівного контролю

Тема 2.3. Елементи аналогового електричного тракту приладів ультразвукового неруйнівного контролю.

Тема 2.4. Елементи цифрового електричного тракту приладів ультразвукового неруйнівного контролю.

Розділ 3. Архітектура багатоканальних автоматизованих систем, що дозволяють проводити контроль з візуалізацією внутрішньої структури об'єкту контролю

Тема 3.1. Первинні перетворювачі багатоканальних систем ультразвукового неруйнівного контролю

Тема 3.2. Способи подання (відображення) результатів акустичного контролю.

Тема 3.3. Архітектура багатоканальних автоматизованих систем ультразвукового контролю.

Розділ 4. Застосування приладів і багатоканальних автоматизованих систем ультразвукового неруйнівного контролю та діагностики у медичній та приладобудівній галузях

Тема 4.1. Застосування приладів і систем ультразвукової діагностики у медичній галузі.

Тема 4.2. Застосування приладів і багатоканальних автоматизованих систем акустичного неруйнівного контролю у приладобудівній галузі.

Розділ 5. Технологія акустичного неруйнівного контролю

Тема 5.1. Технологія акустичного НК.

Тема 5.2. Параметри приладів акустичного НК.

4. Навчальні матеріали та ресурси

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

2. Галаган Р. М. Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю: підручник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 263 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27002>

3. Галаган Р.М. Дистанційний курс «Прилади та багатоканальні системи акустичного неруйнівного контролю». – Доступ: <https://classroom.google.com/c/MTUyNzMyNDQyNTI0>

4. Автоматизовані засоби акустичного неруйнівного контролю [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів приладобудівного факультету спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології спеціалізації комп'ютерно-інтегровані системи та технології неруйнівного контролю і діагностики за освітньо-науковою та освітньо-професійною програмами підготовки магістрів / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Р. М. Галаган. – Електронні текстові дані (1 файл: 178,14 Кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 22 с. – Назва з екрана. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19375>

Допоміжна література

5. Introduction to Phased Array Ultrasonic Technology Applications: R/D Tech Guideline. - Published by Olympus NDT, 2007.

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.

Застосовується стратегія активного і колективного навчання, яка визначається інформаційно-комунікаційною технологією, що забезпечує проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо- та відеопідтримки навчальних занять тощо).

Лекційний курс розрахований на поглиблене вивчення принципів роботи засобів акустичного контролю, розробку методик проведення контролю в умовах виробництва, набуття навичок виконувати розрахунки електричних трактів приладів та багатоканальних систем акустичного неруйнівного контролю, вивчення методів реконструкції зображень, принципів розробки складних систем технічної та медичної діагностики.

Розділ 1

Тема 1.1 та 1.2

Лекція 1. Огляд сучасних приладів та багатоканальних систем ультразвукового (акустичного) неруйнівного контролю. Сучасні напрямки розвитку приладів акустичного НК. Призначення акустичного, електроакустичного та електричного трактів приладів та систем ультразвукового неруйнівного контролю [1-3]

В лекції виконано огляд сучасних приладів та багатоканальних систем акустичного неруйнівного контролю та окреслено напрямки їх розвитку. В лекції розглянуті формули для розрахунку акустичних та електроакустичних трактів.

Розділ 2

Тема 2.1

Лекція 2. Аналіз загальних структурних схем приладів ультразвукового неруйнівного контролю [1, 3, 6]. Коротка характеристика і призначення кожного вузла електричної схеми ультразвукового дефектоскопу [1, 3, 5, 6]

У лекції приводиться аналіз структурних схем сучасних приладів ультразвукового неруйнівного контролю, проводиться порівняння різних схем, вказуються їх недоліки та переваги. В лекції проводиться аналіз основних та допоміжних вузлів ультразвукових дефектоскопів та їх призначення.

Тема 2.2

Лекція 3. Первинні одноелементні п'єзоелектричні перетворювачі [1-3, 8].

В лекції розглянуті еквівалентні схеми п'єзоелектричних перетворювачів. Описані їх основні характеристики. Наведені формули для їх розрахунку. Описані принципи з'єднання із електронним трактом дефектоскопу.

Тема 2.3

Лекція 4. Схеми генераторів зондувальних імпульсів, схеми генераторів синхроімпульсів [1, 3, 5]

В лекції розглянуті способи та схеми збудження ультразвукових перетворювачів. Схеми підключення УЗ перетворювачів до електричного тракту. В лекції описані генератори синхроімпульсів та принципи їх побудови. Наведені приклади сучасних мікросхем.

Лекція 5. Характеристики операційних підсилювачів. Схеми на основі операційних підсилювачів [13-15]

В лекції описані основні характеристики, на основі яких вибираються операційні підсилювачі для засобів акустичного неруйнівного контролю. Розглянуті типові схеми підсилювачів та способи їх включення.

Лекція 6. Схеми фільтрів, схеми захисту, детекторів та ін. [3, 13-15]

В лекції розглянуті принципи побудови і розрахунків пасивних і активних аналогових фільтрів. Описані цифрові фільтри та способи їх проектування і розрахунків. Пояснюються принципи роботи схеми захисту та інших електронних вузлів приладу.

Лекція 7. Схеми ЧРЧ та АРП [1, 3, 13-15]

В лекції описані принципи побудови схем часового регулювання чутливості. Розглянуті принципи побудови схем автоматичного регулювання підсилення.

Тема 2.4

Лекція 8. Схеми АЦП та ЦАП [3, 16]

В лекції розглянуті принципи вибору АЦП та ЦАП. Описані такі параметри АЦП, як: розрядність, частота дискретизації, нелінійність. Наведені приклади сучасних мікросхем.

Лекція 9. Мікропроцесори та мікроконтролери. [3, 17, 18]. Схеми ОЗП [3, 17]. Елементи виведення та введення даних [3, 17]

В лекції описана архітектура сучасних мікропроцесорів та мікроконтролерів. Описані основні порти. Наведені схеми підключення периферійних пристроїв та датчиків. Описані різні типи пам'яті: LIFO та FIFO. Наведені схеми підключення мікросхем пам'яті до мікроконтролерів. Описані способи підключення клавіатури, дисплею та ін. до мікроконтролерів.

Розділ 3

Тема 3.1

Лекція 10. Основи розрахунків розподілених ПЕП [1, 3, 9].

В лекції розглянуті принципи проектування та розрахунків розподілених ПЕП. Наводяться формули для розрахунку геометричних і електричних параметрів ФАР і КМ

Тема 3.2

Лекція 11. Способи подання інформації [1, 3, 10]. Типи розгортки [9].

Описані способи подання інформації на екрані дефектоскопів та ультразвукових інтроскопів. Розглянуті розгортки типу А, В, С.

Лекція 12. Види електронного сканування [1, 3, 10].

У лекції описані види електронного сканування для отримання двовимірних зображень.

Тема 3.3

Лекція 13. Архітектура багатоканальних автоматизованих систем ультразвукового контролю. Структурні та функціональні схеми [3, 9].

В лекції описані основні електронні компоненти аналогового та цифрового тракту багатоканальних акустичних систем контролю та діагностики. Пояснюються структурні, функціональні та принципові схеми багатоканальних систем.

Розділ 4

Тема 4.1

Лекція 14. Застосування багатоканальних автоматизованих систем ультразвукової діагностики в медичній галузі [1, 3, 11-12]

В лекції розглянута ультразвукова інтроскопія, комп'ютерна ультразвукова томографія. Особливості застосування ультразвукових методів в медичній діагностиці. Поява артефактів на медичних зображеннях та способи боротьби з ними.

Тема 4.2

Лекція 15. Застосування багатоканальних автоматизованих систем ультразвукового неруйнівного контролю в приладобудівній галузі [1, 3, 7].

В лекції розглянуті особливості застосування ультразвукових методів та систем НК в приладобудуванні.

Розділ 5

Тема 5.1

Лекція 16. Технологія акустичного НК [1-3, 19].

В лекції розглянуті загальні питання створення методики контролю: вибір методу та схеми контролю, параметрів апаратури, процесу контролю, оцінки результатів. Методика контролю лиття, поковки, прокату, зварних з'єднань тощо.

Тема 5.2

Лекція 17. Параметри приладів акустичного НК [1, 3]

В лекції розглянуті види чутливості. Показано, яким чином налаштовується чутливість дефектоскопу під час ультразвукового контролю. Також розглянуто питання впливу завад на результат контролю.

Лекція 18. Підсумкове заняття.

В лекції обговорюються більш докладно теми, за якими у студентів виникло більше усього запитань. Розглянуті поточні рейтинги студентів. Пояснені вимоги до екзамену.

На **практичних заняттях** розглядаються питання розрахунків фізичних параметрів акустичних полів; розробка та розрахунок структурної та функціональної схем пристрою; розробка та розрахунок основних вузлів електричного тракту приладу; оптимального вибору методу контролю для заданого типу виробу чи матеріалу; технології проведення контролю; розробка та розрахунок первинних перетворювачів для багатоканальних систем; а також оцінка достовірності контролю або точності вимірювання. Мета практичних занять – закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни, набуття студентами уміння та досвіду самостійного застосування одержаних теоретичних знань на практиці.

Номер розділу	Номер заняття	Зміст заняття	Об'єм (год.)
1,2	П1	Вступ. Знайомство з курсом ПБСАНК. Розрахунки акустичних трактів	2
	П2	Розрахунки первинних перетворювачів. Розрахунок схеми ГЗІ	2
	П3	Розрахунок схем операційних підсилювачів та електронних фільтрів. Розрахунок схем ЧРЧ та АРП	2
	П4	Розрахунки та підбір мікросхем АЦП. Розрахунки та підбір ОЗП, мікроконтролерів, пристроїв введення та виведення інформації	2
	П5	Розрахунок параметрів контролю. Тести	2
4	П6	Розрахунок геометричних параметрів ФАР та КМ	2
	П7	Розв'язок задач, що пов'язані із процесом сканування внутрішньої структури ОК за допомогою ФАР та КМ	2
	П8	Написання МКР	2
	П9	Розрахунок часових характеристик процесу сканування внутрішньої структури ОК за допомогою ФАР та КМ	2

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

Номер розділу	Номер заняття	Зміст заняття	Об'єм (год.)
1,2	Л1	Вступне заняття. Знайомство з обладнанням та робочим місцем. Техніка безпеки. Видача завдань. Тестовий запуск обладнання (не враховується у рейтингу).	2
	Л2	Дослідження комп'ютерної моделі ультразвукового витратоміра в програмному середовищі COMSOL MULTIPHYSICS	2
	Л3	Дослідження синтезаторів частоти	2
	Л4	Розробка та моделювання електричних схем аналогових фільтрів	2
	Л5	Визначення фізико-механічних характеристик матеріалів із використанням ультразвукового дефектоскопу	2
	Л6	Технологія контролю зварних з'єднань із використанням ультразвукового дефектоскопу	2
	Л7	Використання стандартних зразків при проведенні ультразвукового контролю (СО-1, СО-2). Частина 1	2
	Л8	Використання стандартних зразків при проведенні ультразвукового контролю (СО-3, СО-4). Частина 2	2
	Л9	Налаштування УЗ дефектоскопу згідно інструкції (не враховується у рейтингу). Доопрацювання незавершених лабораторних робіт. Підбиття підсумків	2

6. Самостійна робота студента

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 78 годин самостійної роботи студентів, з яких 30 годин – на підготовку до екзамену і 48 годин 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 контролі 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 (PCO)

8.1. Оцінювання результатів навчання здійснюється за 100-бальною шкалою з подальшим переведенням до оцінок за університетською шкалою. PCO складається з двох складових:

- стартової R_C – призначена для оцінювання заходів поточного контролю впродовж семестру;
 - екзаменаційної R_E – призначена для оцінювання окремих запитань (завдань) на екзамені.
- Стартова шкала становить $R_C=50$ балів, відповідно, екзаменаційна – $R_E=50$ балів.

Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- 1) виконання та захист 6-ти лабораторних робіт;
- 2) написання 1-ї МКР;
- 3) вирішення 1-ї задачі на практичному або лекційному занятті;
- 4) написання 1-ї експрес-контрольної роботи у вигляді тестів на практичних або лекційних заняттях.

8.2. Критерії нарахування балів.

8.2.1. Виконання лабораторних робіт:

Ваговий бал - 5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 5 балів \times 6 = 30 балів.

Критерії оцінювання:

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

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

3 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 – 5. Максимальна кількість балів за вирішення задачі дорівнює $5 \text{ балів} \times 1 = 5 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання розв'язку задачі:

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

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

3 бали – задача вирішена, але тільки зі значними підказками від викладача, або вирішена тільки частково;

0 балів – задача не вирішена.

8.2.3. Написання експрес-контрольної у вигляді тестів

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за експрес-контрольну дорівнює $5 \text{ балів} \times 1 = 5 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання розв'язку експрес-контрольної:

5 балів – всі задачі вирішені правильно і самостійно (без підказок);

4 бали – задачі вирішені із деякими підказками або отримана відповідь близька до вірної;

3 бали – задачі вирішені, але тільки з підказками викладача, або вирішені тільки частково, отримано тільки проміжний результат;

0 балів – задачі не вирішені.

8.2.4. Виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює $10 \text{ балів} \times 1 = 10 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання контрольної роботи:

9–10 балів – контрольна робота виконана повністю, при цьому результат вірний або незначним чином відрізняється від вірного;

7–8 балів – присутній хід розв'язку завдання, який є правильним, але кінцева відповідь не отримана;

6 балів – виконані не всі завдання контрольної роботи;

0 балів – контрольна робота не виконана або виконана невірно.

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

8.3. Штрафні та заохочувальні бали за:

- відсутність на лабораторному занятті без поважної причини, внаслідок чого робота не виконується вчасно -1 бал;

- участь у факультетській олімпіаді з дисципліни, участь у науковій конференції з доповіддю за темою автоматизованих засобів акустичного НК, модернізації лабораторних робіт надається від 1 до 5 заохочувальних балів;

- 100% відвідування лабораторних, практичних занять та лекцій та активна участь у них надається +3 бали.

Сума штрафних балів не може перевищувати «-5», сума заохочувальних балів не може перевищувати «+5».

8.4. Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації студент повинен мати не менше ніж 10 балів та не пропустити більше половини лекційних занять.

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації студент повинен мати не менше ніж 20 балів та не пропустити більше половини лекційних занять.

8.5. Умови допуску до екзамену.

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, а також стартовий рейтинг не менше 50 % від R_C , тобто 25 балів.

У випадку, якщо семестровий рейтинг студента становить $R_C \geq 54$ балів та студент був присутнім на більш ніж 90% усіх занять, то він може розраховувати на отримання автоматом оцінки **відмінно (96 балів)** на екзамені. Якщо ж студент брав участь у науковій конференції із друком тез та виступом за тематикою, що пов'язана із ультразвуковим неруйнівним контролем, то він може розраховувати і на вищий бал автоматом (від **97 до 99 балів**), але це обговорюється окремо.

Якщо студент був присутнім на більше ніж 50% усіх занять і має стартовий рейтинг R_C від **35 до 54** балів, то він може претендувати на отримання автоматом оцінки, яка розраховується наступним чином:

Оцінка автоматом = $R_C + 40$.

Якщо студент був присутнім на більше ніж 50% усіх занять і має стартовий рейтинг R_C від **25 до 34** балів, то він може претендувати на отримання автоматом оцінки, яка розраховується наступним чином:

Оцінка автоматом = $R_C + 35$.

У випадку відмови від оцінки автоматом студент складає екзамен за загальними правилами.

Якщо було **пропущено більше половини усіх занять без поважних причин** – студент **обов'язково пише екзамен**, незважаючи на те, який у нього стартовий рейтинг.

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

8.6. Критерії екзаменаційного оцінювання.

Екзаменаційний білет складається з 5 базових запитань і/або задач, кожне з яких оцінюється в 10 балів. Максимальна кількість балів, яку можна отримати за всі запитання $10 \text{ балів} \times 5 = 50$ балів.

Критерії оцінювання кожного окремого запитання:

9-10 балів – повна письмова відповідь з усним поясненням (не менше 90% потрібної інформації);

7-8 балів – повна письмова відповідь без усних пояснень, незначні неточності (не менше 75% потрібної інформації);

6 балів – відповідь неповна, суттєві неточності (не менше 60% потрібної інформації);

0 балів – відповідь відсутня або невірна.

За кожних 4 пропущених лекційних заняття студент на екзамені отримує додатково одне запитання. В такому разі до 5 базових запитань/задач додається M додаткових питань. Кількість балів за окреме запитання/задачу визначається із умови:

$$K - \text{ть балів за окреме питання} = \frac{50}{5 + M}$$

8.7. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
RD < 59	Незадовільно
R_c < 25 або не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущений
Порушення принципів академічної доброчесності або морально-етичних норм поведінки	Усунений

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «**Прилади та багатоканальні системи акустичного неруйнівного контролю**» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням викладачем).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор кафедри АСНК, д.т.н., професор Протасов Анатолій Георгійович
доцент кафедри АСНК, к.т.н., доцент Галаган Роман Михайлович

Ухвалено кафедрою АСНК (протокол № 23 від 07.07.22)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/22 від 07.07.22)