Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем

# СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

| Реквізити навчальної дисципліни | |
|---|---|
| **Рівень вищої освіти** | ***Третій (освітньо-науковий)*** |
| **Галузь знань** | *17 "Електроніка та телекомунікації"* |
| **Спеціальність** | *171 "Електроніка"* |
| **Освітня програма** | *Електроніка* |
| **Статус дисципліни** | *Нормативна* |
| **Форма навчання** | *очна(денна) )/заочна* |
| **Рік підготовки, семестр** | *ІІ курс, весняний семестр* |
| **Обсяг дисципліни** | *3 кредитів ECTS /90 годин (18 лекц., 18 практ., 54 СРС)* |
| **Семестровий контроль/ контрольні заходи** | *Залік/ МКР* |
| **Розклад занять** | *Згідно розкладу занять навчальної групи* |
| **Мова викладання** | *Українська* |
| **Інформація про керівника курсу / викладачів** | Лектор*: д.т.н., професор Найда Сергій Анатолійович, @Serhii_Naida*<br>Практичні: *к.т.н., , доцент Желяскова Тетяна Миколаївна, @Zhetem* |
| **Розміщення курсу** | *Google classroom*<br>*Код класу mxpdyln,*<br>*посилання Meet https://meet.google.com/lookup/gqpkyowke2*<br>*Доступ лише користувачам платформи Google Workspace у КПІ ім. Ігоря Сікорського* |

## Програма навчальної дисципліни

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

Сучасні тенденції в електроакустичних технологіях – важливо необхідний предмет для опанування можливостей генерування ідей і безпосереднього створення сучасної електроакустичної апаратури.

Мета навчання: надати аспірантам теоретичні та практичні засади щодо принципів побудови сучасних широкосмугових електроакустичних апаратів, як медичного, так і технічного призначення. Розглядаються перспективні напрямки розвитку, як активних електроакустичних приладів і апаратів, таких, як сучасні діагностичні сканери, допплерівські прилади, приладів для терапії та хірургії, так і пасивних, таких, як акустотермометри. Наступне суттєве питання, що вивчається, це сучасні електроакустичні прилади контролю і реабілітації слуху людини. Розглядаються також нові типи електроакустичних перетворювачів, такі як, ємнісні електроакустичні перетворювачі, та акустичні резонатори складної форми.

Результатом навчання має стати можливість самостійно розробляти сучасні широкосмугові електроакустичні прилади і системи, нові методи та технічні засоби візуалізації внутрішньої структури різних матеріалів і органів людини, широкосмугові ультразвукові апарати для

діагностики і терапії, електроакустичні прилади діагностики слуху; нові типи електроакустичних перетворювачів.

Аспірант закріпить і удосконалить свої фахові компетенції і навички, передбачені у стандарті спеціальності 171 Електроніка:

- ФК 1 Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у електроніці та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електроніки та суміжних галузей.
- ФК 3 Здатність застосовувати інформаційні, комунікаційні та мультимедійні технології, математичне і комп'ютерне моделювання процесів у електронних пристроях та системах, бази даних, методи штучного інтелекту, хмарних обчислень, інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій, професійній та навчальній діяльності.
- ФК 4 Здатність оцінювати та підвищувати інноваційну та комерційну привабливість розробки, виробництва та експлуатації електронних компонентів, пристроїв та систем.
- ФК 5 Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні та міждисциплінарні проєкти у сфері електроніки та дотичних до неї галузях, лідерство під час їх реалізації.

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

Пререквізити: Для вивчення дисципліни аспірант має попередньо опанувати такі дисципліни:

- Фізичні принципи побудови сучасних електронних систем;
- Інформаційні та комп'ютерні технології в електроніці.

Постреквізити: Дисципліна сприяє формуванню знань і навичок для роботи над дисертацією.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

**Розділ 1**
**Сучасні широкосмугові ультразвукові діагностичні прилади**
Тема 1.1. Ультразвукові сканери
Тема 1.2. Ультразвукові сканери з спектральним Допплером
Тема 1.3. Ультразвукові системи з кольоровим допплерівським картуванням
Тема 1.4. Перспективні напрямки розвитку ультразвукових методів досліджень
**Розділ 2**
**Апаратні методи пасивної діагностики**
Тема 2.1. Вимірювання глибинної температури тіла людини
Тема 2.2. Пасивні методи діагностики
**Розділ 3**
**Акустичні пристрої для терапії**
Тема 3.1. Фізіотерапія. Застосування фокусованого ультразвуку для лікування глибинних структур.
Тема 3.2. Широкосмугові фізіотерапевтичні перетворювачі.
**Розділ 4**
**Електроакустичні хірургічні прилади**
Тема 4.1. Хірургія за допомогою фокусуючого ультразвуку. Фокусуючі електроакустичні перетворювачі.
Тема 4.2. Інструментальна УЗ хірургія. Електроакустичні перетворювачі стрижневого типу.
**Розділ 5**
**Акустичні пристрої контролю слуху та мови**
Тема 5.1. Об'єктивні методи діагностики слуху
**Розділ 6. Нові типи електроакустичних перетворювачів.**
Тема 6.1. Ємнісні електроакустичні перетворювачі.
Тема 6.2. Акустичні резонатори складної форми.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

*Базова література*


1. Дідковський В.С., Найда С.А. П'єзоелектричні перетворювачі медичних ультразвукових сканерів: Навч. посібник. -К.: НМЦВО, 2000. -178 с.
2. Дідковський В.С., Найда С.А., Алексеєнко О.В. Широкосмугові електроакустичні тракти медичних приладів. Монографія (Рекомендовано до друку Вченою Радою НТУУ "КПІ" Протокол №8 від 1 липня 2013 г.). - Кіровоград: Імекс-ЛТД, 2014.- 264 с.
3. V.S. Didkovskiy, O.V. Korzhyk, O.H. Leiko, S.A. Naida, O.V. Pavlenko. Interferencial and Focused Acoustic Antennas Directivity: Handbook, recommended by the Scientific Council of the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" (Minutes of meeting No. 6, June 12, 2017). Edited by Professor V.S. Didkovskiy. - LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, Saarbrucken, Deutschland, 2017, ISBN: 978-3-659-41076-5, 149 p.
4. Vitalii Didkovskyi, Sergey Naida, Oleksandr Drozdenko, Kateryna Drozdenko. Experimental researching of biological objects noninvasive passive acoustothermometry features // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, pp. 6-12, V.1, №5 (103), 2020. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.192594
5. Найда С.А., Желяскова Т.М..Медичні та біоакустичні прилади і системи: Підручник з грифом "Затверджено Вченою радою Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"" (протокол № 7 від 26.06.2017 р.). / – К: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017.−269с.
6. Дідковський В.С., Найда С.А.. Желяскова Т.М. .Фізична акустика: Підручник (Гриф надано Вченою Радою НТУУ «КПІ» (Протокол № 3 від 6 квітня 2015р.)) К.: НТУУ"КПІ", 2015.- 329 с.
7. V.S. Didkovskyi, S.A. Naida, "Building-up principles of auditory echoscope for diagnostics of human middle ear," Radioelectronics and Communications Systems, 2016, V. 59, No. 1, pp. 39-46. DOI: https://doi.org/10.3103/S0735272716010039
8. S. Naida, V. Didkovsky, V. Zaets. Experimental Study into the Helmholtz Resonators' Resonance Properties over a Broad Frequency Band // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, pp. 34-39, 1/5 (97), 2019. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155417


*Додаткова література*


9. Sergey Naida, "About the Efficiency and Costs Ratio of the Hearing Screening of the Newborns," Proc. of IEEE XI-th Int. Conf. Perspective technologies and methods in MEMS design (MEMSTECH 2015), pp.61-65, 2-6 September 2015, Lviv - Polyana, Ukraine. http://ieeexplore.ieee.org/document/7299456/
10. V.S. Didkovskyi, S.A. Naida, O.A., Zubchenko, "Technique for Rigidity Determination of the Materials for Ossicles Prostheses of Human Middle Ear," Radioelectronics and Communications Systems, 2015, V. 58, No. 3, pp. 134-138. DOI: 10.3103/S073527271503005X
11. Sergey Naida, "New Possibilities of the Tympanoplasty After the Discovery of the Formula for the Middle Ear Norm Parameter," Proc. of IEEE XI-th Int. Conf. Perspective technologies and methods in MEMS design (MEMSTECH 2015), pp.96-101, 2-6 September 2015, Lviv - Polyana, Ukraine. http://ieeexplore.ieee.org/document/7299466/
12. Sergey Naida, "Acoustic Theory Problems Of Speech Production In The Light Of The Discovery Of The Formula For The Middle Ear Norm Parameter," Proc. of IEEE 35th Int. Sc. Conf. Electronics and Nanotechnology (ELNANO), pp. 347-350, 21-24 April 2015, Kyiv, Ukraine. DOI: 10.1109/ELNANO.2015.7146907
13. Sergey Naida, Olha Pavlenko, "The Ratio of Standard Ear Tympanogram and the Area of the Eardrum," 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), Conference Proceedings, May 29 – June 2, 2017, Kyiv, Ukraine. pp.284-287. DOI: https://doi.org/10.1109/UKRCON.2017.8100493

14. Sergey Naida, Olha Pavlenko. Coupled Circuits Model in Objective Audiometry // Proc. of IEEE 38th Int. Sc. Conf. Electronics and Nanotechnology (ELNANO), pp. 281-286, 24-26 April 2018, Kyiv, Ukraine. DOI: https://doi.org/10.1109/ELNANO.2018.8477557

15. Sergey Naida, Olha Pavlenko. Newborn Hearing Screening Based on the Formula for the Middle Ear Norm Parameter // Proc. of IEEE 38th Int. Sc. Conf. Electronics and Nanotechnology (ELNANO), pp. 287-291, 24-26 April 2018, Kyiv, Ukraine. DOI: https://doi.org/10.1109/ELNANO.2018.8477495

16. Sergey Naida, Nikita Naida, Vitalii Didkovsky, Olha Pavlenko. Spectral Analysis of Sounds by Acoustic Hearing Analyzer // Proc. of IEEE 39th Int. Sc. Conf. Electronics and Nanotechnology (ELNANO), pp. 421-424, 16-18 April 2019, Kyiv, Ukraine. DOI: https://doi.org/10.1109/ELNANO.2019.8783915

17. Sergey Naida, Nikita Naida, Vitalii Didkovsky, Olha Pavlenko. Objective Audiometry Based On The Formula Of The Middle Ear Parameter: A New Technique For Researches And Differential Diagnosis Of Hearing// Proc. of IEEE 39th Int. Sc. Conf. Electronics and Nanotechnology (ELNANO), pp. 425-428, 16-18 April 2019, Kyiv, Ukraine. DOI: https://doi.org/10.1109/ELNANO.2019.8783502

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Групові заняття проходять у очній чи дистанційній формі. Вони поділяються на теоретичні та практичні.

Згідно навчального плану дисципліна містить 9 лекцій (18 годин) та 9 практичних занять (18 годин), також 54 години на самостійну роботу аспірантів.

ЛЕКЦІЇ

**Розділ 1**

**Сучасні широкосмугові ультразвукові діагностичні прилади**

Тема 1.1. Ультразвукові сканери

Лекція 1. Класифікація УЗ приладів [1,4, 5]. Основні режими роботи: A, B і M [5]. Широкосмугові електроакустичні перетворювачі. Типи перетворювачів [2]. Способи сканування [5].

Лекція 2. Основні характеристики широкосмугових електроакустичних приладів [1]. Структурна схема УЗ сканера [5]. Динамічне фокусування УЗ пучка та динамічне частотне сканування [3].

Тема 1.2. Ультразвукові сканери із Допплером.

Лекція 3. Допплерівські прилади безперервного вимірювання [5,6]. Імпульсно-хвильові допплерівські вимірювачі швидкості кровотоку [5,6]. Принципи одержання кольорового допплерівського зображення [5].

Тема 1.3. Перспективні напрямки розвитку ультразвукових методів досліджень

Лекція 4. Одержання трьох мірних зображень [5]. Контрастні речовини. Тканинна гармоніка та контрастна гармоніка [5]. Широкосмугові електроакустичні прилади [1-6].

**Розділ 2**

**Апаратні методи пасивної діагностики**

Тема 2.1. Пасивні методи діагностики. Вимірювання глибинної температури тіла людини

Лекція 5. Вимірювання глибинної температури внутрішніх органів по їх акустичному випроміненню: акустотермометри [4].

**Розділ 5**

**Акустичні пристрої контролю та реабілітації слуху людини**

Тема 5.1. Об’єктивні методи діагностики слуху

Лекція 6. Імпедансометрія, отоакустична емісія, слухові викликані потенціали [2].

Лекція 7. Сучасний широкосмуговий електроакустичний вушний ехо-спектрометр [7, 9-17].

**Розділ 6. Нові типи електроакустичних перетворювачів.**

Тема 6.1. Ємнісні електроакустичні перетворювачі.

Лекція 8. Широкосмугові силіконові ємнісні перетворювачі мегагерцового діапазону [2,5].

Тема 6.2. Акустичні резонатори складної форми

Лекція 9. Резонатори Гельмгольця [8].

## ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

**Розділ 1**

**Сучасні широкосмугові ультразвукові діагностичні прилади**

Тема 1.1. Ультразвукові сканери

Пр.-1. Розрахунок акустичного поля, що створюється багатоелементним електроакустичним перетворювачем ультразвукового сканера, при наявності динамічного фокусування

Пр.-2. Розрахунок сферичних та безабераційних акустичних фокусуючих лінз

Тема 1.2. Ультразвукові сканери із Допплером.

Пр.-3. Розрахунки параметрів допплерівського вимірювача кровотоку

Тема 1.3. Перспективні напрямки розвитку ультразвукових методів досліджень

Пр.-4. Розрахунок смуги пропускання електроакустичного перетворювача.

**Розділ 2**

**Апаратні методи пасивної діагностики**

Тема 2.1. Вимірювання глибинної температури тіла людини

Пр.-5. Еквівалентні схеми електроакустичних перетворювачів, і розрахунок їх елементів. Визначення параметрів елементів п'єзоперетворювача по експериментально виміряним АЧХ активної та реактивної складових електричного імпедансу елементів п'єзоперетворювача.

**Розділ 3**

**Акустичні пристрої для терапії**

Тема 3.2. Широкосмугові фізіотерапевтичні перетворювачі.

Пр.-6. Розрахунок смуги пропускання електроакустичного перетворювача УЗ терапевтичного апарата.

**Розділ 4**

**Застосування ультразвуку в хірургії**

Тема 4.2. Інструментальна УЗ хірургія

Пр.-7. Розрахунок стрижневого перетворювача для хірургії з концентратором.

**Розділ 5**

**Акустичні пристрої контролю та реабілітації слуху та мови**

Тема 6.1. Об'єктивні методи діагностики слуху

Пр.-8. Розрахунок акустичного зонду широкосмугового електроакустичного вушного ехо-спектрометра.

**Розділ 6. Нові типи електроакустичних перетворювачів.**

Тема 6.1. Ємнісні електроакустичні перетворювачі.

Пр.-9. Розрахунок акустичних та електричних параметрів широкосмугового ємнісного електроакустичного перетворювача.

**Розрахункова робота (розділ 3, тема 3.1)**

## МОДУЛЬНІ КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Контрольна робота № 1

**Розділ 1**

**Сучасні широкосмугові ультразвукові діагностичні прилади**

Тема 1.1. Ультразвукові сканери

Задано: лінійна решітка п'єзоелементів з анти резонансною частотою f0, ширина одного п'єзоелемента t, відстань між елементами (T-t), H-висота п'єзоелемента, n-кількість п'єзоелементів об'єднаних електрично. Треба забезпечити задану розподільну здатність решітки 2 X 0.707 на всій глибині УЗ зондування біологічної тканини Z max. Для цього:

1) розрахувати фокусні відстані , моменти переключення апертури, кількість зон, розміри прийомної апертури, зміщення акустичного фокусу від геометричного за формулами для циліндричного неперервного хвильового фронту.

2) розрахувати розподілення тиску вздовж осі Z, та знайти поперечну розподільну здатність решітки, користуючись формулами для лінійної матриці плоских п'єзоелементів.

Модульна контрольна робота № 2

**Розділ 3**

**Акустичні пристрої для терапії**

Тема 3.2. Широкосмугові фізіотерапевтичні перетворювачі.

Перетворювач із п'єзокераміки заданої форми навантажено на біологічну тканину.

1. Знайдіть електричний імпеданс перетворювача з урахуванням паралельної індуктивності на резонансній частоті f1,
2. Обчисліть ширину акустичної смуги.
3. Знайдіть акустичну добротність перетворювача.
4. Як зміниться значення імпедансу при навантаженні пластини на повітря?

## 6. Самостійна робота аспіранта

*На самостійне опрацювання аспірантів виносяться наступні теоретичні питання, обсяг на кожне питання-3 години, загалом 12 годин:*

**Розділ 3**

**Акустичні пристрої для терапії**

Тема 3.1. Фізіотерапія

1. Застосування фокусованого ультразвуку для лікування глибинних структур [2,3].

**Розділ 5**

**Застосування ультразвуку в хірургії**

Тема 5.1. Хірургія за допомогою фокусуючого ультразвуку. Фокусуючі електроакустичні перетворювачі.

2. Перетворювачі для фокусування ультразвукових хвиль [3].

3. Області застосування хірургії за допомогою сфокусованого ультразвуку (літотриптори і т.і.) [3,5]

Тема 5.2. Інструментальна УЗ хірургія. Електроакустичні перетворювачі стрижневого типу.

4. Ультразвукові твердотільні концентратори [5].

*На написання реферату відводиться 6 годин. Теми рефератів:*

1. Прилади для ультразвукової терапії з широкосмуговими випромінювачами.
2. Прилади для ультразвукової терапії офтальмологічні.
3. Прилади для ультразвукової терапії урологічні.
4. Прилади для ультразвукової терапії гінекологічні.
5. Прилади для ультразвукової терапії загального призначення.
6. Прилади для ультразвукової терапії стоматологічні.
7. Ультразвукові прилади для інгаляції та ароматерапії.
8. Застосування сфокусованого ультразвуку високої інтенсивності для впливу на тканини організму.
9. Фізіологічні основи ультразвукової терапії.
10. Хірургія за допомогою сфокусованого ультразвуку.
11. Ультразвук при лікуванні онкологічних захворювань.
12. Інструментальна ультразвукова хірургія.
13. Методи вимірювання випромінюваної ультразвукової потужності.
14. Оцінка безпеки застосування ультразвуку в медицині.
15. Генерація акустичних полів для терапії.
16. Терапевтичні п'єзоелектричні перетворювачі.
17. Хірургічні п'єзоелектричні перетворювачі.
18. Ультразвукові стерилізатори.
19. Концентратори для хірургічних інструментів.
20. Аналіз механізмів поглинання повздовжніх ультразвукових хвиль.

21. Вимірювання коефіцієнтів поглинання та затухання в біологічних тканинах.
22. Огляд літературних даних про коефіцієнти затухання та поглинання в біологічних тканинах .
23. Вимірювання швидкості ультразвукових хвиль в біологічних тканинах.
24. Огляд літературних даних про швидкість звука в біологічних тканинах.
25. Методи вимірювання глибинної температури органів людини.
26. Моделі біологічних тканин.
27. Теплові механізми ультразвукових ефектів.
28. Нетеплові механізми ультразвукових ефектів.
29. Особливості вимірювання акустичної потужності терапевтичних приладів з широкосмуговими випромінювачами.
30. Режими опромінення, що застосовуються в ультразвуковій терапії.

*На підготовку до аудиторних занять відводиться по 1 годині на кожне з 36 занять, загалом 36 годин.*

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, що ставиться перед аспірантом:

- До теоретичних занять аспірант має бути підготовлений згідно плану підготовки та отриманих раніше від викладача завдань;
- на заняттях аспірант має бути активним, підготовленим до коротких доповідей, використовувати з дозволу викладача інтернет для оперативного пошуку необхідної для роботи інформації, працювати з відключеним телефоном;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: за активну позицію на практичних заняттях та відповіді на питання дозволяють аспіранту отримати 4 заохочувальних бали на занятті;
- політика дедлайнів та перескладань: кожен аспірант повинен вчасно здавати завдання відповідно до графіку, що встановлюється на вступному занятті, залік можна перескладати двічі відповідно до розкладу заліково-екзаменаційної сесії;
- політика щодо академічної доброчесності: діяти у професійних і навчальних ситуаціях із позицій академічної доброчесності та професійної етики; самостійно виконувати навчальні завдання; коректно посилатися на джерела інформації у разі запозичення ідей, тверджень, відомостей; усвідомлювати значущість норм академічної доброчесності, оцінювати приклади людської поведінки відповідно до них; давати моральну оцінку власним вчинкам, співвідносити їх із моральними та професійними нормами.

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

Рейтинг аспіранта з навчальної дисципліни складається з балів, які він отримує за:

1) дві контрольні роботи (20б. х 2 = 40б.)
2) робота на практичних заняттях (4б. х9 = 36б.);
3) написання реферату (24 б.);

*Система рейтингових балів*

1. Контрольна робота.

Модульна контрольна робота розділена на 2 контрольні роботи тривалістю 45 хв., які виконуються під час першого та другого календарного контролю (відповідно 8 та 14 тиждень). За встановлений час аспірант має розв’язати одну задачу.

Критерії оцінювання теоретичного питання контрольної роботи:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 7-8 балів;

– «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2. Практичні заняття.

Оцінюванню підлягає робота аспіранта на занятті:

– за умови активної роботи на практичного занятті, самостійного розв'язування задач – 4 балів.

3. Реферат.

Бали за реферат нараховуються за написання виходячи з максимуму 24 балів:

– «відмінно», виконані всі вимоги до роботи – 22-24 балів;
– «добре», виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 18-21 балів;
– «задовільно», є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 14-17 бали;
– «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

За кожний тиждень запізнення з поданням реферату на перевірку нараховується штрафних (–3) бали.

Передбачена система заохочувальних балів:

– виступ на лекційному занятті з рефератом – плюс 5 балів;

Умови позитивного календарного контролю:

- Для отримання позитивної оцінки з першого календарного контролю (8 тиждень) аспірант повинен мати не менше ніж 50% від максимально можливої кількості балів на час виставлення результатів календарного контролю.
- Для отримання позитивної оцінки з другого календарного контролю (14 тиждень) аспірант повинен мати на менше ніж 50% від максимально можливої кількості балів на час виставлення результатів календарного контролю.

Необхідною умовою допуску до заліку є: зарахування реферату, написання двох МКР.

Для отримання заліку з навчальної дисципліни «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, зарахований реферат, написані та зараховані МКР.

Аспіранти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хочуть підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу.

При цьому до балів за реферат, роботу на практичних заняттях, та МКР, даються бали за контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з 6 питань різних розділів дисципліни.

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

– «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 4 балів;
– «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та помилки) – 3 балів;
– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна сума балів складає 100.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| *Кількість балів* | *Оцінка* |
|---|---|
| 100-95 | Відмінно |
| 94-85 | Дуже добре |
| 84-75 | Добре |
| 74-65 | Задовільно |
| 64-60 | Достатньо |
| Менше 60 | Незадовільно |
| Не виконані умови допуску | Не допущено |

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

*Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:*

1. Опишіть принцип дії акустотермометра.
2. Намалюйте структурну схему акустотермометра та поясніть призначення його основних блоків.

3. В якій з зон, дальній чи ближній, ефективне фокусування?
4. В чому полягає теорія еквівалентних 4-х полюсників для п’єзоперетворювачів?
5. Які режими зображення використовуються в УЗ сканерах?
6. Які типи сканування застосовуються в УЗ сканерах?
7. Від чого залежить чутливість акустотермометра?
8. В чому полягає принцип динамічного фокусування, що застосовується в УЗ сканерах?
9. Для чого застосовується акустична лінза в перетворювачі УЗ сканера? Які типи акустичних лінз Ви знаєте?
10. Які моделі застосовуються для розрахунку акустичного поля перетворювача УЗ сканера?
11. Яка фокусуюча система більш ефективна: сферична чи циліндрична?
12. Що таке сферична аберація акустичної лінзи?
13. В яких випадках слід враховувати двомірний характер коливань п’єзоелементів решітки УЗ сканера?
14. Що таке парціальні системи?
15. Як впливає на якість зображення наявність побічних мод коливань елементів решітки УЗ сканера?
16. В чому полягає теорія 6-ти полюсників для п’єзоперетворювачів? Знайдіть за допомогою теорії 6-ти полюсників вираз для вхідного електричного імпедансу п’єзоперетворювача з повітряним тильним навантаженням.
17. Як залежить від довжини хвилі поперечна розподільна здатність циліндричної фокусуючої системи?
18. Які методи розширення смуги пропускання перетворювача застосовуються?
19. Наведіть алгоритм розрахунку широкосмугового перетворювача використовуючи теорію поліноміальних фільтрів Чебишева.
20. Як розраховуються власні теплові шуми п’єзоперетворювачів?
21. Як визначається повздовжня розподільна здатність А – локатора?
22. Які схеми вмикання перетворювачів застосовуються в УЗ сканерах?
23. Отримати вираз для вхідного імпедансу перетворювача, що працює в повітрі $Z_1 = Z_2 = 0$ і проаналізувати його.
24. Отримати формулу для розрахунку коефіцієнту електромеханічного зв’язку $k_t$ по значенням $f_1$ і $f_0$.
25. Для чого в терапевтичних перетворювачах використовується широкосмуговий режим роботи? Які методи розширення смуги частот можна застосувати в терапевтичному випромінювачі?
26. Наведіть приклад розрахунку широкосмугового перетворювача використовуючи теорію поліноміальних фільтрів Чебишева.
27. Для чого застосовується акустична лінза в перетворювачі УЗ сканера?
28. Які типи акустичних лінз застосовуються в сучасних електроакустичних перетворювачах?

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено завідувачем кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем, доктором технічних наук, професором, Найдою Сергієм Анатолійовичем.**

**Ухвалено кафедрою акустичних та мультимедійних електронних систем** (протокол № 6 від 30.06.2020р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету електроніки (протокол № __ від 30.06.2020р.)