



ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ РОБОТІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС Загальна кількість: 120 годин Лекційних занять: 36 годин Практичних занять: 18 годин Лабораторних занять: 18 годин Самостійна робота студентів: 48 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік(письмовий)/Поточний контроль, МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Куц Юрій Васильович, y.kuts@ukr.net Лабораторні: к.т.н., доц. Лисенко Юлія Юріївна, j.lysenko@kpi.ua
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс: Платформа «Сікорський»

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Фізичні основи сенсорики роботів» відноситься до циклу професійної підготовки. Дана дисципліна необхідна для формування у студентів знань про способи та засоби отримання первинної вимірювальної інформації під час виконання функціональних завдань та адаптації роботів до умов навколишнього середовища. Розглянутий матеріал дасть змогу майбутньому фахівцю створювати та застосовувати сучасні сенсорні системи промислових та мобільних роботів, орієнтованих на сприйняття фізичних величин і характеристик фізичних полів різної природи. Набуті під час вивчення дисципліни знання, вміння та досвід можуть бути використані студентами в подальшому при підготовці бакалаврських робіт.

Студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

Програмні результати навчання

- Мати знання про основні типи сенсорів, які застосовуються в робототехніці, фізичні основ їх функціонування, принципи побудови та раціонального використання для контролю

функціонування роботів у зовнішньому середовищі.

- Планувати і виконувати експериментальні та теоретичні дослідження сенсорів з використанням сучасних технічних та програмних засобів, критично аналізувати результати власних досліджень.

Фахові компетентності

- Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки та інформаційно-вимірювальних технологій в обсязі, необхідному для розуміння інформаційних процесів як в сенсорах систем контролю функціонування роботів у зовнішньому середовищі, так і сенсорах систем діагностування стану окремих функціональних складових як промислових, так і мобільних роботів.
- Здатність розв'язувати типові задачі розроблення та аналізу сенсорів різних фізичних величин, які необхідні для адаптації роботів до умов навколишнього середовища.

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

Дисципліна «Фізичні основи сенсорики роботів» базується на знаннях, здобутих студентами на початкових курсах в процесі вивчення ними вищої математики, фізики, електроніки та електротехніки. Набуті під час вивчення дисципліни знання, вміння та досвід можуть бути використані студентами в подальшому при вивченні спеціальних дисциплін, таких як сучасні технології дефектоскопії, переддипломна практика, а також при виконанні дипломних проєктів бакалаврів.

3. Зміст навчальної дисципліни

На першому занятті передбачається ознайомлення студентів із структурою дисципліни, планом та порядком проведення лекційних занять, видами календарного та семестрового контролів, системою оцінювання (зокрема рейтинговою системою оцінювання успішності студентів).

Лекційні заняття присвячені вивченню основних понять і термінів сенсорики, їх класифікації, метрологічні характеристики, фізичні основи побудови сенсорів електричних і неелектричних фізичних величин, способів їх узгодження з електронними блоками вимірювальних каналів.. Проведення лекцій супроводжується переглядом презентаційних матеріалів. Крім того, передбачено перегляд відеоматеріалів, присвячених застосуванню різних сенсорів у робототехніці. Тематичний зміст дисципліни наступний:

Розділ 1. Основні поняття, визначення та теоретичні засади сенсорики

Тема 1.1. Вступ. Основні поняття, визначення та теоретичні засади сенсорики.

Тема 1.2. Фізичні явища та ефекти.

Тема 1.3. Загальний огляд датчиків, що використовуються в сенсорних системах роботів.

Тема 1.4. Перетворювачі на операційних підсилювачах та їх використання в сенсорних датчиках.

Розділ 2. Основні типи сенсорів: фізичні основи та застосування.

Тема 2.1. Фізичні основи роботи магніточутливих сенсорів.

Тема 2.2. Фізичні основи роботи резистивних сенсорів.

Тема 2.3. Фізичні основи роботи ємнісних сенсорів.

Тема 2.4. Фізичні основи роботи індуктивних та індукційних сенсорів.

Тема 2.5. Датчики навігації та позиціонування.

Тема 2.6. Фізичні основи оптичних сенсорів.

Тема 2.7. Фізичні основи роботи акустичних сенсорів.

Тема 2.8. Фізичні основи сенсорики термометрії.

Тема 2.9. Сенсори для вимірювання геометричних розмірів.

Тема 2.10. Фізичні основи роботи сенсорів радіоактивного випромінювання.

Розділ 3. Цифро-аналогове та аналого-цифрове перетворення та перетворювачі.

Тема 3.1. Цифро-аналогове перетворення та перетворювачі

Тема 3.2. Аналого-цифрові перетворення та перетворювачі

Розділ 4. Ретроспективний огляд матеріалу дисципліни «Фізичні основи сенсорної системи роботів»

Тема 4.1. Залікове заняття. Підведення підсумків навчання. Оголошення рейтингових балів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література, з якою потрібно ознайомитись для опанування дисципліни:

1. Фізичні основи сенсорики: Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» / КПП ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. М. Коваль. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,98 Мбайт). – Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 130 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/db11d5fb-c41c-4c51-a007-6be8ac641e9e/content>
2. Технології інтернету речей. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. Для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізація «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,5 Мбайт). – Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 271 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/dcd9e1aa-8bcc-4e76-b1e0-ed133bf616b2/content>
3. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: Підручник / В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко, Ю.В. Куц, Л.М. Щербак; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака.– К.: Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017.– 496 с.
<https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=243548>.
4. Фізичні величини та їхні одиниці: Підручник / О.М. Величко, Л.В. Коломієць, Т.Б. Гордієнко. – Одеса: БМВ, 2009. – 297 с.
5. JCGM 200:2012. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM) – 3 rd edition. – Sevres: JCGM, 2012.– 90 p.
6. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement/– Sevres: JCGM, 2008.– 120 p.
7. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник /В.В. Кухарчук, В.Ю. Кучерук, Є.Т. Володарський, В.В. Грабко. – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 538 с.
8. Марчук В.І, Караченцев В.С. Перетворювальні пристрої приладів та вимірювання неелектричних величин: Навчальний посібник.–Луцьк: Луцький національний технічний ун-т, 2013. – 621 с.
9. Поліщук Є.С. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин: Підручник / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець,Б.І. Стадник та ін.; за ред. проф. Є.С. Поліщука.– Львів: Вд-во «БескидБіт», 2008. – 618 с.
10. Сусліков Л. М. Первинні вимірювальні перетворювачі фізичних величин: навчальний посібник для студентів фізико-технічних спеціальностей / Л.М. Сусліков, І.П. Студеняк ; Міністерство освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», Фізичний факультет. - Ужгород : Говерла, 2018. – 303 с.
11. Нестерчук Д.М. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник / Д.М. Нестерчук, С.О. Квітка, С.В. Галько. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. – 206 с.

Додаткова література, яку рекомендовано використовувати для поглиблених знань з дисципліни:

1. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. Первинні вимірювальні перетворювачі фізичних величин: Навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ, 2018. – 311 с.
<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/45069/1/%D0%9F%D0%95%D0%A0%D0%92%D0%98%D0%9D%D0%9D%D0%86%20%D0%9F%D0%95%D0%A0%D0%95%D0%A2%D0%92%D0%9E%D0%A0%D0%AE%D0%92%D0%90%D0%A7%D0%86.pdf>
2. Трет'як А.В. Основи робототехніки: навчальний посібник для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / А.В. Трет'як, А.М. Кльон. – Полтава, видавництво національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024. – 135 с.
<https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/17597/1/%D0%9E%D0%A1%D0%9D>

%D0%9E%D0%92%D0%98%20%D0%A0%D0%9E%D0%91%D0%9E%D0%A2%D0%9E%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%86%D0%9A%D0%98%20.pdf

3. Фершал М.В. Аналітичні сенсорні системи: навчальний посібник / Укладач. М.В. Фершал. – Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2022. – 220 с. ISBN 978-617-7825-68-4
file:///C:/Users/User/Downloads/%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%20%D0%A4%D0%B5%D1%80%D1%88%D0%B0%D0%BB.pdf
4. Метрологія та стандартизація: поняття та їх визначення. Навчальний посібник / О.М. Величко, Л.В. Коломієць, Т.Б. Гордієнко. – Одеса: БМБ, 2010. – 376 с.
5. Babak, V.P., Babak, S.V., Eremenko, V.S., Kuts, Y.V., Myslovych, M.V., Scherbak, L.M., Zaporozhets, A. Models and Measures in Measurements and Monitoring / Springer International Publishing, 2021. - 266 p.
6. Кучеренко О. К. Волоконно-оптичні датчики для автоматизованих інформаційних та інтелектуальних систем / О. К. Кучеренко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 113 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47620/1/VOD_AI_IS.pdf
7. Куц Ю.В., Щербак Л.М. Статистична фазометрія.– Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя. –2009. –383 с.
8. Моделі та міри у вимірюваннях: Монографія / В.П. Бабака, В.С. Єременко, Ю.В. Куц та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака.– К.: Наукова думка, 2019.–208 с.
9. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. Первинні вимірювальні перетворювачі фізичних величин: Навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ, 2018. - 311 с.
10. Дорожовець М. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т./М. Дорожовець, В. Мотало,Б. Стадник та ін.; за ред. Б. Стадника. – Львів: Вид-во Національного ун-ту «Львівська політехніка», 2005. – Т. 1. Основи метрології. –532 с.
11. Дорожовець М. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т./М. Дорожовець, В. Мотало,Б. Стадник та ін.; за ред. Б. Стадника. – Львів: Вид-во Національного ун-ту «Львівська політехніка», 2005. – Т. 2. Вимірювальна техніка. –532 с.
12. Цапенко В.К.Основи ультразвукового неруйнівного контролю: Підручник /В.К. Цапенко, Ю.В. Куц.– К.: НТУУ «КПІ». – 2010. – 448с.
13. Вимірювання параметрів електричних сигналів : Навчальний посібник / В.І. Губар, Віткін Л.М., Ігнатків В.У., Ю.В. Куц та ін. –Дніпропетровськ: ДДТУ, 2008. –533 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальні заняття передбачені у формі лекцій, практичних занять, лабораторних робіт та самостійної роботи 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 відеопідтримки навчальних занять тощо).

Лекційні заняття:

Лекційний курс розрахований на вивчення фізичних основ сеелектромагнітного неруйнівного контролю та принципів побудови приладів реєстрації та відображення результатів контролю. Описані конструкції сенсорів різних фізичних величин та особливості їх використання в робототехніці. Нижче наведено деталізований опис кожного лекційного заняття:

Розділ 1

Тема 1.1

Лекція 1. Вступ. Основні поняття, визначення та теоретичні засади сенсорики. Завдання сенсорики в робототехніці. Класифікація роботів. Місце сенсорики в структурі робота. Призначення та область застосування сенсорів для робототехніки. Можливості застосування сенсорів для вимірювання різних фізичних величин. Сенсор як перетворювач певної фізичної величини у вимірювальний сигнал Види інформаційних сигналів та їх математичні моделі.

Тема 1.2

Лекція 2. Фізичні явища та ефекти. Сенсори, датчики та їх метрологічні характеристики. Систематизація фізичних явищ та ефектів для використання в робототехніці. Фізичні ефекти, які використовуються для побудови сенсорів. Узагальнена модель сенсора. Класифікація сенсорів. Деякі поняття та положення теорії вимірювань. Міжнародна система фізичних величин. Одиниці вимірювання фізичних величин. Одиниці міжнародної системи одиниць (СІ). Метрологічні характеристики вимірювальних перетворювачів.

Тема 1.3

Лекція 3. Загальний огляд датчиків, що використовуються в сенсорних системах роботів. Датчики: будова, вимоги, класифікація. Приклади датчиків Arduino: датчик звуку, енкодери, ємнісні датчики дотику, ємнісні акселерометри тощо. Тактильні та силомоментні сенсорні засоби Енергетичні характеристики сигналу. Локаційні сенсорні системи. Системами технічного (машинного) зору. Енергетичні характеристики сигналів сенсорів

Тема 1.4

Лекція 4. Перетворювачі на операційних підсилювачах та їх використання в сенсорних датчиках. Модель ідеального операційного підсилювача (ОП). Базові схеми на ОП: інвертуючий, неінвертуючий та диференціальний підсилювачі, інвертуючий суматор, інтегратор, диференціатор. Адитивні та мультиплікативні похибки ОП. Схема вимірювального підсилювача на трьох ОП.

Розділ 2

Тема 2.1

Лекція 5. Фізичні основи роботи магніточутливих сенсорів. Магнітне поле у вакуумі. Основні поняття та закони. Гальваномагнітні ефекти та їх використання в магнітній сенсорикі: Ефект Холла, Ефект Гаусса. Диск Корбіно. Принцип дії, рівняння перетворення. Мостова схема вмикання магніторезистивних перетворювачів. Індукційний метод магнітометрії. Ферозондовий метод магнітометрії. Метод магнітодіодів. Метод магнітотранзисторів.

Тема 2.2

Лекція 6. Фізичні основи роботи резистивних сенсорів. Принцип дії та загальні властивості резистивних перетворювачів. Потенціометричні сенсори. Тензорезистори. Дротові та фольгові тензорезистори. Міст Уїтстона. Чутливість мостових схем. Напівпровідникові сенсори деформацій. Схема чотириполюсного приєднання вимірюваного опору до чотириплечого моста постійного струму Терморезистивні сенсори. Термістори. Термоанемометр.

Тема 2.3

Лекція 7. Фізичні основи роботи ємнісних сенсорів. Загальні відомості про електроємнісне вимірювальне перетворення. Типи конструкцій ємнісних сенсорів. Основні розрахункові формули. Схеми вмикання електроємнісних сенсорів. Мостова схема змінного струму. Схема вмикання ємнісного сенсора у подільник напруги. Приклади використання ємнісних сенсорів: ємнісний сенсор у задачі вимірювання товщини діелектричного та електропровідного листів, вимірювання рівня рідини, вимірювання атмосферного тиску, прискорення. Ємнісний датчик дотику.

Тема 2.4

Лекція 8. Фізичні основи роботи індуктивних та індукційних сенсорів. Загальні відомості про індуктивність. Електроіндуктивне вимірювальне перетворення. Основні розрахункові формули. Схеми вмикання індуктивних сенсорів. Мости змінного струму. Індукційні сенсори, їх принцип дії та рівняння перетворення. Електромагнітні датчики.

Тема 2.5

Лекція 9. Датчики навігації та позиціонування. Історична довідка про створення GPS. Принципи роботи глобальної системи орієнтування GPS. Орбіти штучних супутників Землі системи GPS. Геометричні засади методу трилатерації. Проблеми GPS та шляхи їх подолання. Технологія A-GPS. Організація передачі навігаційної інформації за технологією A-GPS. Приклад GPS модулів позиціонування Arduino.

Тема 2.6

Лекція 10. Фізичні основи оптичних сенсорів. Природа оптичних випромінень. Основні властивості оптичних випромінень. Подвійне променезаломлення. Поляризація світла. Взаємодія світла з речовиною. Світлові величини та одиниці їх вимірювання. Джерела штучного світла. Приймачі випромінення. Світлофільтри. Фотоємисті, фоторезистивні, фотодіодні детектори. Світлочутливі матриці, Принцип дії та загальні властивості. Фотопомножувальна трубка. Механізми поглинання випромінювання газом. Спектр поглинання.

Тема 2.7

Лекція 11. Фізичні основи роботи акустичних сенсорів. Процес поширення акустичних хвиль у просторі і часі. Поняття акустичного імпедансу, акустичного та електроакустичного трактів. Магнітострикційні ефекти – Джоуля, Відемана, Віллари, Вертгейма.. Магнітострикційні сенсори. Особливості їх практичного застосування. Прямий та зворотний п'єзоелектричні ефекти. П'єзоелектричні перетворювачі, конструкції та особливості використання.

Тема 2.8

Лекція 12. Фізичні основи сенсорики термометрії Загальні відомості. Термометри розширення. Термометрія за допомогою терморезистивних сенсорів. Термометрія за допомогою термоелектричних сенсорів. Вимірювальні кола термоелектричних термометрів. Термометрія за випромінюванням тіла. Будова радіаційних пірометрів. Акустична термометрія. Принципи дії акустичних термометрів.

Тема 2.9

Лекція 13. Сенсори для вимірювання геометричних розмірів. Загальні відомості. Механічні та електромеханічні методи вимірювання лінійних розмірів. Оптичні методи вимірювання кутових розмірів. Оптичні методи вимірювання лінійних розмірів. Інтерферометричний метод визначення лінійних переміщень. Інтерферометр Майкельсона. Принцип триангуляції. Триангуляційні сенсори. Вимірювання відстаней між об'єктами.

Тема 2.10

Лекція 14. Фізичні основи роботи сенсорів радіоактивного випромінювання. Види та параметри високоенергетичного випромінювання. Параметри радіації та одиниці вимірювання. Детектори радіоактивного випромінювання на основі іонізації газів. Іонізаційна камера. Лічильники Гейгера-Мюллера. Напівпровідникові та сцинтиляційні сенсори.

Розділ 3

Тема 3.1

Лекція 15. Цифро-аналогове перетворення та перетворювачі. Рівнянням перетворення ЦАП. Параметри та характеристики ЦАП. Типи ЦАП. Характеристики серійних ЦАП. Принципи роботи та можливості ЦАП різних типів: Послідовні ЦАП (з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) та на конденсаторах що переключаються), Паралельні ЦАП, ЦАП на джерелах струму, ЦАП з підсумовуванням напруг. Приклади використання ЦАП в цифровій обробці сигналів: Регулювання рівня сигналів; множення функцій; синтез сигналів.

Тема 3.2

Лекція 16. Аналого-цифрове перетворення. Операції перетворення аналогових сигналів у цифрову форму. Дискретизація сигналів у часі. Теорема дискретизації (теорема Шеннона). Теорема відновлення (теорема Шеннона-Котельникова). Квантування аналогових сигналів. Шум квантування. Кодування сигналів. Симетричний двійково-числовий код. Код Грея. Параметри та характеристики АЦП: характеристика перетворення, статичні параметри АЦП (роздільна здатність, похибка повної шкали, похибка зсуву нуля, нелінійність та ін), динамічні параметри АЦП (максимальна частота дискретизації, час перетворення, час вибірки та ін.). Шуми АЦП.

Лекція 17. Аналого-цифрові перетворювачі та їх застосування. Класифікація АЦП. Паралельні АЦП; послідовні АЦП; АЦП багатотактного інтегрування; сигма-дельта АЦП; послідовно-паралельні АЦП; АЦП конвеєрного типу – принцип дії, схемні рішення особливості застосування. Сполучення АЦП з цифровими процесорами. Системи збирання даних з АЦП. Порівняльний аналіз характеристик різних типів АЦП та систем збору даних.

Тема 4.1

Лекція 18. Залікове заняття. Ретроспективний огляд матеріалу дисципліни «Фізичні основи сенсорної системи роботів». Підведення підсумків навчання. Оголошення рейтингових балів.

Практичні заняття:

Основні завдання циклу практичних занять полягають у закріпленні лекційного теоретичного матеріалу. На практичних заняттях студенти мають можливість ознайомитись з методикою розрахунків параметрів інформаційних сигналів сенсорів фізичних величин різної природи та навчитись проводити розрахунок параметрів різних сенсорів. За результатами вивчення розділів кредитного модулю з метою перевірки знань проводиться контрольні роботи. Нижче наведено опис практичних занять з переліком основних питань:

- ПЗ 1. Розрахунок резистивних сенсорів.
- ПЗ 2. Розрахунок ємнісних сенсорів.
- ПЗ 3. Розрахунок перетворювача Холла та Гауса для вимірювання параметрів магнітного поля.
- ПЗ 4. Розрахунок ферозондових перетворювачів для вимірювання магнітного поля.
- ПЗ 5. Розрахунок електромагнітних сенсорів.
- ПЗ 6. Модульна контрольна робота.
- ПЗ 7. Розрахунок акустичних сенсорів
- ПЗ 8. Розрахунок термоелектричних та терморезистивних сенсорів.
- ПЗ 9. Розрахунок сенсорів світлового потоку.

Лабораторні заняття:

Основні завдання циклу лабораторних занять: закріпити теоретичний матеріал, отримати практичні навички роботи з сенсорами різних фізичних величин, викликати інтерес до подальшого застосування знань з дисципліни в навчальній, науковій та професійних сферах. Нижче наведено деталізований опис лабораторних занять:

- ЛЗ 1. Вступне заняття з техніки безпеки й правил поведінки в лабораторії, дій при сигналі «Повітряна тривога» та порядку виконання та захисту лабораторних робіт.
- ЛЗ 2. Дослідження індукційного струму плоскої котушки. Захист роботи 1.
- ЛЗ 3. Дослідження індуктивних сенсорів. Захист роботи 2.
- ЛЗ 4. Реконструкція картини теплового поля об'єктів контролю. Захист роботи 3.
- ЛЗ 5. Дослідження магнітних сенсорів на прикладі магнітної товщинометрії. Захист роботи 4.
- ЛЗ 6. Моделювання задач аналізу теплового поля. Захист роботи 5.

- ЛЗ 7. Дослідження характеристик датчиків променистих потоків. Захист роботи 6.
- ЛЗ 8. Вимірювання температур поверхонь безконтактним методом. Захист роботи 7.
- ЛЗ 9. Залікове заняття.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 48 години для самостійної роботи студентів, з яких 6 годин відводиться на підготовку до заліку та 42 години на підготовку до аудиторних занять, опрацювання матеріалів лекцій, опрацювання матеріалів практичних занять, розрахунків та оформлення результатів виконання лабораторних робіт та ознайомлення із навчальною літературою відповідно до структури дисципліни. Робота студента направлена на засвоєння та поглиблення вивченого матеріалу, на підготовку до занять та семестрового контролю. Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань, отриманих під час вивчення дисципліни та здобуття навичок самостійного опанування матеріалу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні вимоги для вивчення дисципліни та успішного проходження семестрового контролю:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції на платформі Zoom (або будь якій іншій за вимогою студентів), посилання надається студентам на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
 - поточні запитання за темою заняття необхідно прописувати в чаті конференції, щоб запобігти перериванню викладення матеріалу на середині. У перерві між темами (підтемами) ці питання будуть розглянуті.
- **правила захисту лабораторних робіт:**
 - захист лабораторних робіт проходить під час проведення лабораторного заняття, а у випадку дистанційного навчання – за вибором студентів або у режимі онлайн-конференції на платформі Zoom (кожен отримує індивідуальне запитання для усної відповіді) або шляхом заповнення тесту через GoogleForm;
 - у окремих випадках допускається можливість захисту не за розкладом та за домовленістю зі студентами.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - докладна інформація про штрафні та заохочувальні бали 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 (не застосовується у період особового стану);

- захист лабораторних робіт вважається вчасним, якщо він відбувається у межах трьох занять після проведення лабораторної роботи (не застосовується у період особового стану);
- 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 контроль 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)

Оцінювання результатів навчання студента здійснюється за 100-бальною системою та передбачає оцінювання навчальної діяльності здобувача впродовж семестру – виконання модульної контрольної роботи, роботу на практичних заняттях та виконання лабораторних робіт та/або написання залікової роботи (оцінювання під час семестрового контролю).

Рейтинг студента формується як сума балів, отриманих студентом за:

- виконання 1 модульної контрольної роботи;
- виконання, підготовку та захист 8 робіт за результатами лабораторних занять;
- роботи на 9 практичних заняттях.

8.1. Критерії нарахування балів

Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 24. Проводиться в якості письмової роботи. Критерії оцінювання:

24-22 балів – відповіді правильні, повні, повністю розкривають сутність поставленого питання, демонструють глибокі знання студента з даного розділу (не менше 90% потрібної інформації);

21-18 балів – виконана більша частина завдання, відповіді в основному правильні, але не повні (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями;

17-12 балів – виконані не всі пункти завдання, відповіді не конкретизовані, не розкривають сутності поставленого питання або розкривають її лише частково (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки ;

0 балів – незадовільна відповідь, завдання не виконано.

Лабораторні роботи

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні заняття дорівнює $5 \text{ балів} \times 8 = 40$ балів. Критерії оцінювання:

5 балів – завдання виконано в повному обсязі, є усне пояснення виконаних завдань, надано належним чином оформлений протокол;

4-3 балів – виконана більша частина завдання, пояснення невпевнені, надано оформлений протокол;

2 бали – виконані не всі пункти завдання та/або є певні недоліки у виконанні роботи, пояснення відесутні;

0 балів – завдання не виконано.

Практичні заняття

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів за всі лабораторні заняття дорівнює $4 \text{ балів} \times 9 = 36$ балів. Критерії оцінювання:

2 бали – творчо виконане завдання, враховані всі особливості роботи/завдання, продемонстровано глибокі знання з даної дисципліни (не менше 80% потрібної інформації);

1 бал – завдання виконано з недоліками, проте враховано майже всі особливості роботи/завдання, або є несуттєві помилки;

0 балів – завдання не виконане або є грубі помилки.

8.2. Штрафні та заохочувальні бали

- якщо лабораторна робота здається невчасно (пізніше встановленого строку) без поважної причини, то нараховується 1 штрафний бал (знімається 1 бал) (не застосовується у період особового стану);
- за участь у факультетських олімпіадах з дисципліни, модернізації лабораторних робіт надається від 1 до 5 заохочувальних балів;
- за активну участь у практичних заняттях, лабораторних роботах та лекціях надається від 1 до 5 заохочувальних балів.

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

*) Під час воєнного стану штрафні бали не нараховуються.

8.3. Умови позитивного календарного контролю (атестації)

Для отримання «атестовано» з першого календарного контролю (першої атестації) студент повинен мати не менше ніж 13 балів та виконання лабораторних робіт (на час атестації). Умовою другого календарного контролю – отримання не менше 33 бали, виконання лабораторних робіт (на час атестації) та виконання однієї контрольної роботи.

8.4. Умови позитивного семестрового контролю

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних робіт, контрольних робіт та рейтинг не менше 60 балів. В такому разі студент отримує відповідно до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань, яка переводиться до оцінок за університетською шкалою згідно таблиці 1.

У випадку, коли студент виконав усі умови допуску до заліку та має рейтинг менше 60 балів, або бажає підвищити свій рейтинг, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі проводиться семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи. Після виконання залікової контрольної роботи, студент отримує в якості підсумкової оцінки більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом.

8.5. Критерії оцінювання залікової контрольної роботи

На залік студенти мають представити письмову роботу за тематикою завдання. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне (задачу).

Кожне теоретичне питання оцінюється у 35 балів, за такими критеріями:

35-34 балів – повна відповідь, студент демонструє додаткові знання та загальну обізнаність (не менше 90% потрібної інформації);

33-30 балів – достатньо повна відповідь, незначні неточності, студент володіє знаннями по даному питанню (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);

29-26 балів – неповна відповідь, суттєві неточності, студент володіє тільки частиною знань з даного питання (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);

0 балів – незадовільна відповідь або взагалі відсутня, рівень знань, продемонстрований студентом, низький.

Практичне завдання оцінюється у 30 балів, за такими критеріями:

30-28 балів – повне безпомилкове розв'язування завдання з усіма коментарями (усними та письмовими);

27-25 балів – повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями;

24-22 балів — завдання виконане з певними недоліками;
0 балів — завдання не виконано.

Таблиця 1. Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам
за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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 наведено у додатку до силабусу.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професор, д.т.н., професор Куц Юрій Васильович,
доц., к.т.н., доцент Лисенко Юлія Юріївна.

Ухвалено кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № 20 від 17.06.2025)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 7 від 25.06.2025)