



Електронні сенсори

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>17 - Електроніка та телекомунікації</i>
Спеціальність	<i>176 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Мікро- та наноелектроніка</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит/Модульна контрольна/РГР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. Обухова Тетяна Юріївна, t.obukhova-me@lll.kpi.ua Лабораторні: Малюта Сергій Васильович s.maliuta-me22@lll.kpi.ua
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/u/1/c/NjE4ODA2NTQxOTgz</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Предмет навчальної дисципліни «Електронні сенсори» – різноманітні фізичні явища (ефекти) у твердому тілі, аналіз фізичних і матеріалознавчих проблем функціонування та створення первинних перетворювачів інформації, а також сучасні підходи до збору, обробки і представлення інформації у формі, необхідній як для сприйняття і оцінки людиною, так і у вигляді сигналів для систем керування та контролю різноманітних об'єктів.

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

ЗК2 - Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК1 - Здатність ефективно використовувати складне контроль-вимірвальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення.

ФК2 - Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів.

ФК3 - Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та наноелектронні системи різного призначення.

ФК4 - Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і наноелектронних приладах та системах.

ФК8 - Здатність створювати нові функціональні матеріали та прилади і системи мікро- та наносистемної техніки на їх основі.

ФК9 - Здатність передбачати, аналізувати та описувати нові явища та процеси у матеріалах і компонентах мікро- та наносистемної техніки.

Програмні результати навчання

ПРН2 Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

ПРН3 Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення

ПРН5 Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та наноелектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів.

ПРН7 Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ПРН8 Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

ПРН9 Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки.

ПРН11 Досліджувати процеси у мікро- та наноелектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів.

ПРН16 Проводити випробування, експериментальні та теоретичні дослідження властивостей матеріалів, наноструктур та технологій, компонентів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки

ПРН17 Застосовувати знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення технічних задач мікро- та наносистемної техніки, використовуючи відомі методи, проводити розрахунки та проектування структури приладів та пристроїв мікро- та наноелектроніки.

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

Навчальна дисципліна узагальнює знання і практичний досвід набуті студентами за час попереднього навчання

У свою чергу, навчальна дисципліна «Електронні сенсори» забезпечує нормативні дисципліни

ПО 6.2 Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2. Науково-дослідна робота за темою магістерської дисертації

ПО 7 Практика

ПО 8 Виконання магістерської дисертації

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Вимірювання
2. Особливості конструювання біомедичних сенсорів
3. Волоконно-оптичні сенсори
4. Сенсори на поверхневих акустичних хвилях (ПАХ)
5. Термоелектричні сенсори

6. *Магніточутливі прилади*
7. *Біохімічні та імунні сенсори*
8. *Сенсори вологості*
9. *Механічні мікросенсори*
10. *Вольтамперометричні сенсори*

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. *Вимірювальні перетворювачі (сенсори) : підручник / [В.М. Ванько та ін.] ; за ред. Є.С. Поліщука та В.М. Ванька; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. - 580 с.*
2. *Фізика та хімія напівпровідникових адсорбційних сенсорів : монографія / В.Г. Литовченко, А.А. Євтух, Я.І. Лепіх, Т.І. Горбатюк ; Національна академія наук України, Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова. - Київ : Наукова думка, 2021. - 286 с*
3. *Індукційні сенсори для електромагнітної діагностики об'єктів, систем і середовищ : основи теорії, розрахунку і проектування : монографія / В.О. Нічога, П.Б. Дуб ; за загальною редакцією І.Н. Прудюса ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. - 445 с*
4. *Сенсорні прилади на основі поверхневого плазмонного резонансу : монографія / Г.В. Дорожинський, В.П. Маслов, Ю.В. Ушенін ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". - Київ : НТУУ "КПІ", 2016*
5. *Сенсори газу : монографія / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, М.О. Прокопова ; Вінницький нац. техн. ун-т. - Вінниця : Універсум-Вінниця, 2008. - 167 с.. - 264 с*

Додаткова література:

6. *З.Ю. Готра та ін. Мікроелектронні сенсорні пристрої магнітного поля. Львів. «Львівська політехніка», 2001. – 412 с.*
7. *А. Смердов, Є. Сторчун. Біомедичні вимірювальні перетворювачі. – Львів. Кальварія, 1997, – 111 с.*

5. Самостійна робота студента

1. *Особливості узгодження сенсора з вимірювальною схемою - 2 години*
2. *Аналіз характеристик вихідного сигналу вимірювальних схем пасивних сенсорів - 2 години*
3. *Активність та індивідуальна особливість біологічного об'єкту при вимірюванні параметрів - 2 години*
4. *Методи іммобілізації ферментів та антитіл (антигенів). Афінні та ферментні сенсори – 2 години*
5. *Підготовка індивідуального завдання (РГР) - 20 годин.*
6. *Підготовка до захисту лабораторних робіт – 10 годин*
7. *Підготовка до контрольної роботи – 20 годин.*
8. *Підготовка до іспиту – 20 годин.*

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- *Лекційні заняття проводяться онлайн в системі Google Classroom. Лабораторні роботи за сприятливої безпекової та епідеміологічної ситуації відбуваються очно. Відвідування лекційних занять не є обов'язковим. Відвідування лабораторних занять є обов'язковим.*
- *Бали за роботу під час лекцій нараховуються на основі експрес-опитування у вигляді тесту в системі Google Classroom. Кожний тест містить 3-5 запитань до матеріалу модуля, правильна відповідь на які дасть змогу отримати по 1 балу за кожну відповідь. Тести доступні протягом одного тижня після видачі завдання.*
- *Модульна контрольна робота проводиться онлайн у вигляді тестування в системі Google Classroom, написання контрольної роботи можливе тільки в день її проведення.*
- *Лабораторні роботи відбуваються у формі лабораторних занять. Звіти за лабораторні роботи подаються у форматі PDF в друкованому або рукописному вигляді в систему Google Classroom у визначений термін. Роботи не в форматі PDF не приймаються.*
- *Захист виконаних лабораторних робіт відбувається у вигляді тестування в системі Google Classroom. Захисти здані до виконання лабораторної роботи не зараховуються.*
- *Індивідуальне завдання (РГР) – виконується під час самостійної роботи. Тематика завдань відповідає змістовним модулям. Студенти мають змогу вибрати тему завдання самостійно, але тим студентам які не зробили вибір до визначеної дати тема призначається викладачем. Звіт про виконання роботи оформлюється відповідно до ДСТУ 3008-2015 та 8302-2015 і подається у форматі PDF в друкованому або рукописному вигляді в систему Google Classroom у визначений термін. Роботи не в форматі PDF не приймаються*
- *Умова допуску до іспиту – семестровий рейтинг не менше 40, здача РГР, виконання та захист усіх запланованих лабораторних робіт.*
- *Іспит є письмовим. Білет на іспиті складається з 3-х завдань (теоретичні питання) по тематиці змістовних модулів, що виносяться на аудиторні заняття, та окремих питань, які виносяться на самостійне опрацювання.*
- *Відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського на іспиті семестрові бали складають 50% загального рейтингу.*

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування (тест) наприкінці кожного модулю.

Календарний контроль: проводиться два рази на семестр в період календарного контролю як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу (модульна контрольна робота) Умови позитивної атестації на 1 контролі – рейтинг не менше 20 балів, на 2 контролі – не менше 40 балів

Семестровий контроль: іспит

- *Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 40 балів, здача РГР, виконання та захист усіх запланованих лабораторних робіт.*

1. Система рейтингової оцінки по видам занять:

№ п/п	Заняття, що підлягають рейтинговій оцінці	Загальна кількість завдань	Максимальний бал за 1 завдання	Кількість балів на "відмінно"
1	Лекції: експрес-опитування	5	3	15
2	Модульна контрольна робота	2	15	30
3	Індивідуальне завдання (РГР)	1	20	20

4	Лабораторні роботи - виконання (протокол) - захист	5	2 5	35
Семестрові бали				100/2
Бали за іспит				50
Сумарна оцінка				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

3. Якщо з об'єктивних обставин кількість занять змінюється, семестрові бали, наведені у п.н. 1, відповідним чином корегуються.

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Альтернативний онлайн курс Nanotechnology and Nanosensors, Part1

(<https://www.coursera.org/learn/nanotechnology1>) відповідає наступним розділам дисципліни:

1. Вимірювання
2. Особливості конструювання біомедичних сенсорів
3. Біохімічні та імунні сенсори

В разі надання сертифікату за цим курсом можливе зарахування до 30 балів семестрового рейтингу (пропорційно до рейтингу отриманого на платформі Coursera).

При цьому здача РГР, виконання та захист усіх запланованих лабораторних робіт залишаються обов'язковою умовою допуску до іспиту. Здача сертифікату онлайн курсу можлива виключно до початку залікової сесії.

Альтернативний онлайн курс Nanotechnology and Nanosensors, Part2

(<https://www.coursera.org/learn/nanotechnology2>) відповідає наступним розділам дисципліни:

1. Вимірювання
2. Особливості конструювання біомедичних сенсорів
3. Біохімічні та імунні сенсори

В разі надання сертифікату за цим курсом можливе зарахування до 30 балів семестрового рейтингу (пропорційно до рейтингу отриманого на платформі Coursera).

При цьому здача РГР, виконання та захист усіх запланованих лабораторних робіт залишаються обов'язковою умовою допуску до іспиту. Здача сертифікату онлайн курсу можлива виключно до початку залікової сесії.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., Обухова Т.Ю.

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки (протокол №22 від 23.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 06/23 від 29.06.2023 р.)