


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій

Затверджено

На засіданні кафедри оптоелектроніки та
інформаційних технологій
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету імені
Івана Франка
(протокол №6 від 29 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри  Олег КУШНІР

Силабус з навчальної дисципліни
«Сучасні інтелектуальні сенсори та системи»,
що викладається в межах ОП «Комп'ютерні науки»
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності
122 – Комп'ютерні науки

Львів 2023

Назва дисципліни	Сучасні інтелектуальні сенсори та системи / Modern Intelligent Sensors and Systems
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Ген. Тарнавського, 107
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 Інформаційні технології, 122 Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Корчак Юрій Михайлович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент
Контактна інформація викладачів	yuriy.korchak@lnu.edu.ua https://electronics.lnu.edu.ua/employee/korchak-yu-m
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю): кімн. 209, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, м. Львів, вул. Тарнавського, 107. Також можливі он-лайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4388 https://electronics.lnu.edu.ua/course/intelektualni-sensorni-systemy
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Сучасні інтелектуальні сенсори та системи» є вибірковою дисципліною з спеціальності 122 – Комп'ютерні науки для освітньої програми «Комп'ютерні науки», яка викладається в 1-му семестрі в обсязі 7 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб ознайомити студентів із широким спектром сучасних інтелектуальних сенсорів та систем, підходами до їх конструювання та практичного застосування. Тому в дисципліні проводиться огляд сучасної бази простих та інтелектуальних сенсорів різних видів, пояснюються фізичні принципи їх дії та наведено приклади застосувань. Курс забезпечує розкриття принципів конструювання інтелектуальних сенсорних систем. Окреслено напрями подальшого розвитку інтелектуальних сенсорів.
Мета та цілі дисципліни	Метою та основними цілями вивчення вибіркової дисципліни «Сучасні інтелектуальні сенсори та системи» є одержання студентами комплексу знань, умінь та навичок, необхідних за розв'язування теоретичних і практичних задач, які виникають у випадку проектування та практичного застосування інтелектуальних сенсорних систем.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Корчак Ю. Оптоелектронна інформатика. Том 1. Основні принципи та прилади: навчальний посібник / Ю. Корчак, Ю. Фургала, С. Рихлюк. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 312 с. 2. Войтович І. Д. Інтелектуальні сенсори / І. Д. Войтович, В. М. Корсунський. – К. : Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова, 2007. – 513 с. 3. Романов В. О. Інтелектуальні сенсори: особливості та проблеми проектування / В. О. Романов, В. М. Груша, Д. М. Артеменко, О. В. Скрипник, Н. М. Вільк // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2008. – № 7. – с. 146-152. 4. Fraden J. Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications. 4 th ed. / J. Fraden. – New York: Springer, 2010. – 663 p. Додаткова література: 5. Гаврілов Д. В. Основи комп'ютерного проектування та моделювання РЕА. Лабораторний практикум. Ч. 1 / Д. В. Гаврілов, О. В. Осадчук,

	<p>О. С. Звягін. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 99 с.</p> <p>6. Sommer U. Arduino Project Hub [Electronic resource]. – 2023. – Mode of access: https://create.arduino.cc/projecthub/ulli-sommer</p> <p>7. World Intellectual Property Report. 2022. URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-944-2022-en-world-intellectual-property-report-2022-the-direction-of-innovation.pdf</p>
Обсяг курсу	80 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 48 годин лабораторних робіт та 130 годин самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знати конструкцію, основні характеристики та особливості роботи простих та інтелектуальних сенсорів: механічних, акустичних, електричних, електромагнітних, електрохімічних, оптичних; способи зменшення шумів та селекції корисних сигналів. - Вміти вести пошук, обробку, аналіз інформації з різних джерел щодо характеристик та можливостей інтелектуальної сенсорної техніки. - Знати сучасні тенденції розвитку інтелектуальних сенсорних пристроїв та вміти розв'язувати практичні задачі, пов'язані з їх конструюванням. <p>Після вивчення курсу здобувачі набудуть таких компетентностей і програмних результатів:</p> <p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК5. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК7. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>СК4. Здатність збирати та аналізувати дані (включно з великими) для забезпечення якості проектних рішень.</p> <p>СК5. Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних і комп'ютерних систем різного призначення.</p> <p>СК8. Здатність розробляти та реалізовувати проекти зі створення програмного забезпечення, у т. ч. в непередбачуваних умовах, за нечітких вимог і необхідності застосовувати нові стратегічні підходи, використовувати програмні інструменти для організації командної роботи над проектом.</p> <p>СК11. Здатність ініціювати, планувати та реалізовувати процеси розробки інформаційних і комп'ютерних систем та програмного забезпечення, включно з його розробкою, аналізом, тестуванням, системною інтеграцією, впровадженням і супроводом.</p> <p>СК12. Здатність поєднувати програмні підходи з оптимальними апаратними рішеннями та базовими знаннями електроніки у створенні інтелектуальних, високорівневих вбудованих та спеціалізованих комп'ютерних систем.</p> <p>СК13. Здатність застосовувати методи і підходи штучного інтелекту, інтелектуального аналізу та науки про дані та підходів оптимізації до розв'язання конкретних проблем комп'ютерних наук.</p> <p>РН1. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.</p> <p>РН2. Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.</p>

	<p>RH10. Проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.</p> <p>RH15. Виявляти потреби потенційних замовників щодо автоматизації обробки інформації.</p> <p>RH17. Виявляти та усувати проблемні ситуації в процесі експлуатації програмного забезпечення, формулювати завдання для його модифікації або реінжинірингу.</p> <p>RH18. Збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до інформаційної або комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується.</p> <p>RH19. Аналізувати сучасний стан і світові тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.</p> <p>RH20. Володіти методами та засобами штучного інтелекту, інженерії та аналізу даних, розпізнавання образів і адаптивного опрацювання інформації, аналізу та обробки природної мови, моделювання та оптимізації.</p> <p>RH21. Створювати нові системи даних, високорівневі вбудовані системи, спеціалізовані комп'ютерні системи та інтелектуальні системи із застосуванням базових знань апаратного і програмного забезпечення мікроконтролерів і мікрокомп'ютерів.</p>
Ключові слова	Інтелектуальний сенсор, об'єкт спостереження, чутливий елемент, мікропроцесор, підсилювач сигналів, селектор сигналів
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань у галузі 12 – Інформаційні технології.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусія.
Необхідне обладнання	Мультимедіа, платформа Moodle, стандартне програмне забезпечення, Мікроконтролер Arduino UNO з набором сенсорів (37 шт.) та програмним середовищем Arduino IDE, експериментальний макет для вимірювання ВАХ фотоприймачів та визначення їхньої чутливості з набором фотоприймачів фоторезистори, фотодіодів і програмним пакетом мовою Delphi Project 1
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт у такому співвідношенні:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 16 лабораторних робіт: 64% семестрової оцінки; максимальна кількість балів $16 \times 4 = 64$; • контрольні заміри (2 модулі): 36% семестрової оцінки; максимальна кількість балів $2 \times 18 = 36$. <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p> <hr/> <p>Контрольні заміри проводяться у формі тестових завдань. Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної</p>

	<p>недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття з метою, не пов'язаною з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до контрольних робіт	Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань певних тем до контрольних робіт розміщені на веб-сторінці https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4388
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год.	Термін виконання
1	Від простих сенсорів – до інтелектуальних сенсорних систем. Вступ. Уточнення поняття «сенсор». Прості сенсори. Пасивні і активні сенсори. Сенсорно-комп'ютерні системи. Інтелектуальні сенсори. Класифікація інтелектуальних сенсорів.	Лекція	2, 4	Вступ. Академічна доброчесність. Пасивні і активні прості та інтелектуальні сенсори. Підходи до класифікації інтелектуальних сенсорних систем (<i>лабораторна робота</i> : Використання кодів Грея в абсолютних енкодерах)	1 тиж. семестру
2	Типи механічних сенсорів. Уявлення про мікросистемні технології. Сучасні інтелектуальні сенсорні системи на базі деформаційних сенсорів. Типи механічних сенсорів. Уявлення про мікросистемні технології. Деформаційні чутливі елементи. Деформаційні інтелектуальні сенсори.	Лекція	2, 4	Сучасні мікросистемні технології. Деформаційні інтелектуальні сенсорні системи. (<i>лабораторна робота</i> : Використання кодів Грея в абсолютних енкодерах)	2 тиж. семестру
3	Механічні сенсори переміщення. Принципи роботи глобальної системи орієнтування і сенсори GPS. Механічні сенсори переміщення.	Лекція	2, 4	Сенсори місцезнаходження, лінійного та кутового переміщення. (<i>лабораторна робота</i> : Вивчення роботи	3 тиж. семестру

	Принципи роботи глобальної системи орієнтування. Сенсори GPS. Сенсори лінійного переміщення. Сенсори кутового переміщення: нклінометри, абсолютні та інкрементні енкодери, інтелектуальні тахометри, роторні і турбінні сенсори.			глобальної системи орієнтування)	
4	Сучасні інтелектуальні сенсорні системи на базі акселерометрів та гіроскопів. Вібраційні і хроматографічні сенсори. Лінійні та кутові акселерометри. Промислові акселерометри та їх «інтелектуальне розширення». Гіроскопи. Мікромеханічні гіроскопи-акселерометри. Вібраційні сенсори. Кантилевери. Віброаналізатори. Хроматографічні сенсори.	Лекція	2, 4	Лінійні та кутові акселерометри. Гіроскопи. Вібраційні та хроматографічні інтелектуальні сенсори. (<i>лабораторна робота</i> : Вивчення роботи глобальної системи орієнтування)	4 тиж. семестру
5	Сучасні інтелектуальні пасивні акустичні сенсорні системи. Фізичні основи роботи акустичних сенсорів. Приймачі акустичних сигналів: мікрофони, гідрофони, стетоскопи, поверхневі мікрофони. Деякі інтелектуальні акустичні сенсори: диктофони, портативні звукоаналізатори, безпроводна гарнітура, гідроакустичний телефон, підслуховуючі пристрої.	Лекція	2, 4	Інтелектуальні пасивні акустичні сенсори, фізичні основи їх роботи. (<i>лабораторна робота</i> : Використання сенсора звуку на основі Arduino UNO)	5 тиж. семестру
6	Сучасні інтелектуальні активні акустичні сенсорні системи. Тонometri: ручні, напівавтоматичні електронні, автоматичні електронні, електронні з манжетю на зап'ястку. Гідролокатори, їх принцип дії. Приклади промислових гідролокаторів. Рибопошуківі ехолоти.	Лекція	2, 4	Інтелектуальні активні акустичні сенсори: тонометри, ехолоти та гідролокатори (<i>лабораторна робота</i> : Використання сенсора звуку на основі Arduino UNO)	6 тиж. семестру
7	Інтелектуальні акустичні сенсорні системи для ультразвукової діагностики. Сенсорні системи для сейсмозвідки. Сенсори на поверхневих акустичних хвилях. УЗ-сенсори відстані. Інтелектуальні портативні сенсори для УЗ досліджень: УЗ мультидавачі, портативні апарати для УЗД. Інтелектуальні портативні сенсори для сейсмозвідки. Метод спектрально-сейсмозвідувального профілювання, його можливості у гірничій справі. Сенсори на поверхневих акустичних хвилях. Застосування ПАХ для автоматичного радіоідентифікування. Конструкції сенсорів на ПАХ: мікроваги, хімічні і біохімічні сенсори. Застосування ПАХ в адаптивних композитних структурах.	Лекція	2, 4	Інтелектуальні активні акустичні сенсори: для УЗД, для сейсмозвідки, на ПАХ. (<i>лабораторна робота</i> : Вимірювання температури і вологості з використанням давача DHT11)	7 тиж. семестру
8	Фізичні основи роботи і	Лекція	1, 2, 3, 4	Інтелектуальні пасивні	8 тиж.

	<p>класифікація електричних сенсорів. Резистивні, ємнісні та імпедансні сенсорні системи. Фізичні основи роботи електричних сенсорів. Класифікація електричних сенсорів. Резистивні сенсори: терморезистори, фоторезистори, п'єзорезистори, гігрістори, магніторезистивні сенсори. Ємнісні та імпедансні сенсори.</p>			<p>електричні сенсори: резистивні, ємнісні, імпедансні). (<i>лабораторна робота</i>: Вимірювання температури і вологості з використанням датчика DHT11)</p>	семестру
9	<p>Вольтаїчні сенсорні системи. Сенсори на діодах і біполярних транзисторах. Вольтаїчні сенсори: сенсори на основі термо-ЕРС, сенсори на основі фотовольтаїчного ефекту, п'єзоелектричні сенсори. П'єзоелектричний резонатор. Датчик Холла. Сенсори на діодах: сенсори температури, фотодіоди, <i>p-i-n</i>-фотодіоди, фотодіоди Шотткі. Схеми вмикання фотодіодів. Фототранзистори.</p>	Лекція	1, 2, 3, 4	<p>Вольтаїчні сенсори як інтелектуальні пасивні електричні сенсори. Інтелектуальні активні електричні сенсори: на діодах та біполярних транзисторах. (<i>лабораторна робота</i>: Вивчення роботи матричних приймачів випромінювання)</p>	9 тиж. семестру
10	<p>Сенсорні системи на польових транзисторах і на приладах з негативною ВАХ. Газорозрядні сенсорні системи. Сенсори на польових транзисторах. Структура і фізичні основи роботи польового транзистора. МДН фоточутливий елемент. Матриця фоточутливих елементів. Сприйняття кольорових зображень. Приклади кольорових фоточутливих КМДН матриць. Матриці з приладів із зарядовим зв'язком. Сенсори на елементах з негативною ВАХ: тунельні діоди, тиристоры, Z-резистори. Газорозрядні сенсори.</p>	Лекція	1, 2, 3, 4	<p>Інтелектуальні активні електричні сенсори: на польових транзисторах, ПЗЗ, на приладах з негативною ВАХ, газорозрядні. (<i>лабораторна робота</i>: Вивчення роботи матричних приймачів випромінювання)</p>	10 тиж. семестру
11	<p>Цифрові фотоапарати і відеокамери, тепловізори, дактилоскопічні сенсорні системи. Цифрові фотоапарати. Цифрові відеокамери. Камери відеоспостереження: вуличні, «внутрішнього» відеоспостереження, мережеві, спеціальні. Тепловізори, їх фізичні основи роботи. Приклади цифрових тепловізорів та їх застосування. Принципи дактилоскопії. Інтелектуальні дактилоскопічні сенсори. Застосування інтелектуальних дактилоскопічних сенсорів.</p>	Лекція	2, 3, 4	<p>Цифрові фотоапарати та відеокамери, тепловізори, дактилоскопічні сенсори. (<i>лабораторна робота</i>: Вивчення конструкції, роботи та характеристик цифрових відеокамер)</p>	11 тиж. семестру
12	<p>Радіосенсорні системи та радіолокатори. Радіоприймачі: аналогові, цифрові, радіоприймачі для цифрового радіомовлення. Історія створення мобільних телефонів. Мобільні телефони 2-го покоління. Мобільні телефони «2,5G», «3G», «4G», «5G».</p>	Лекція	2, 3, 4	<p>Радіоприймачі, мобільні телефони, радіосенсори, радіолокатори як інтелектуальні електромагнітні сенсори. (<i>лабораторна робота</i>: Вивчення конструкції, роботи та характеристик цифрових відеока-</p>	12 тиж. семестру

	Радіосенсори «Bluetooth». Радіолокатори: компактні бортові, «нелінійні радіолокатори». Ширококуткова радіолокація.			мер)	
13	Радіотелевізійні сенсорні системи. Тюнери: радіотюнери, аналогові ТВ тюнери, комп'ютерні ТВ тюнери. ТВ ресивери. Мобільні телефони 3-4-го покоління. Комп'ютерні кабельні модеми.	Лекція	2, 4	Радіотелевізійні сенсори: тюнери, мобільні телефони, комп'ютерні кабельні модеми. (лабораторна робота: Дослідження ВАХ і світлових характеристик дискретних напівпровідникових фотоприймачів)	13 тиж. семестру
14	Елементна база інтелектуальних сенсорних систем. Електронні підсилювачі: операційні, диференційні, мостові схеми. Шуми і боротьба з ними. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Рідкокристалічні індикатори. Клавіатура. Сенсорні екрани.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Елементна база інтелектуальних сенсорів. (лабораторна робота: Дослідження ВАХ і світлових характеристик дискретних напівпровідникових фотоприймачів)	14 тиж. семестру
15	Проектування і програмування інтелектуальних сенсорів та систем. Формування концепції інтелектуального сенсора. Наступні етапи науково-дослідницької розробки. Програмування інтелектуальних сенсорів. Рекомендований порядок розробки програм. Метод поступової декомпозиції. Підготовка текстів програм. Налаштування програм.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Методи проведення селекції корисних сигналів. (лабораторна робота; Реалізація роботи світлофора з використанням плати Arduino UNO)	15 тиж. семестру
16	Перспективи розвитку інтелектуальних сенсорних систем. Підходи до проектування інтелектуальних сенсорів. Перспективи створення нових видів інтелектуальних сенсорних систем. Інтелектуальні медичні мікророботи. Автоматичні дорожні відеокамери. Сенсорні екрани в просторі. Інтелектуальні споруди. Інтелектуальний транспорт. Сенсорні мережі. Прикінцеві положення.	Лекція	2, 3, 4	Проектування інтелектуальних сенсорів. Перспективи розвитку інтелектуальних сенсорів. (лабораторна робота; Реалізація роботи світлофора з використанням плати Arduino UNO)	16 тиж. семестру