

**Силабус курсу «Сенсори та перетворювачі фізичних величин»  
2021–2022 н.р.**

<b>Назва курсу</b>	<b>Сенсори та перетворювачі фізичних величин</b>
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	вул. Драгоманова, 19, 79005 Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	фізичний факультет, кафедра загальної фізики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	10 Природничі науки / 105 Прикладна фізика та наноматеріали
<b>Викладачі дисципліни</b>	професор кафедри загальної фізики, д.ф.-м.н. Демків Тарас Михайлович
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:taras.demkiv@lnu.edu.ua">taras.demkiv@lnu.edu.ua</a> , <a href="mailto:tmdemkiv@gmail.com">tmdemkiv@gmail.com</a>
<b>Консультації з дисципліни відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Можливі також он-лайн консультації через електронну пошту.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://physics.lnu.edu.ua/course/sensory-ta-peretvoryuvachi-fizychnyh-velychn-ptykladna-fizyka">https://physics.lnu.edu.ua/course/sensory-ta-peretvoryuvachi-fizychnyh-velychn-ptykladna-fizyka</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Курс присвячено основним характеристикам, типам, принципам дії та схемам реалізації сенсорів і перетворювачів фізичних величин. Процес вимірювання з метою експертної оцінки середовища, явища чи процесу передбачає встановлення його якісних та кількісних характеристик. Кількісні характеристики отримують з використанням сенсорів і перетворювачів фізичних величин.
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Програма вивчення навчальної дисципліни “Сенсори та перетворювачі фізичних величин” складена відповідно до освітньо-професійної програми бакалаврів спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали). Її викладають у 6 семестрі в обсязі 3 кредитів. Програма навчальної дисципліни складається з двох змістових модулів: 1. Перетворювачі фізичних величин. 2. Електроніка і перетворювачі фізичних величин.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою і завданням навчальної дисципліни “Сенсори та перетворювачі фізичних величин” є : опанування найпоширеніших засобів вимірювання і схем контролю на основі різних фізичних принципів, навчити студентів застосовувати на практиці набуті на фундаментальних курсах знання: розуміти фізичні принципи роботи сенсорів та роботу схем керування ними, забезпечити отримання практичних навиків роботи з вимірювальною апаратурою, навчити інтерпретувати отримані експериментальні та теоретично розраховані результати. .
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Основна література:</b> 1. Вимірювальні перетворювачі (сенсори) : підручник / В. М. Ванько, Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук, Ю. В. Яцук ; ред.: Є. С. Поліщук, В. М. Ванько ; Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Львів, 2015. — 580 с. 2. Давачі : навч. посіб. / М. В. Бурштинський, М. В. Хай, Б. М. Харчишин ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». — 2-ге вид., доповн. — Львів : ТзОВ «Простір М», 2014. — 198,

	<p>3. Готра З.Ю. и др. Елементи теорії мікроелектронних сенсорів / Під ред. З.Ю.Готри. – 2001. –К.: Львів, – 631 с.</p> <p>4. Савчин В.П. Напівпровідникова фотоелектроніка / В.П.Савчин, І.І.Іжнін, М.М.Ваків. – 2010ю – ЛьвівЖЛНУ імені Івана Франка. – 728 с.</p> <p>5. Шарапов В.М., Поліщук Е.С., Кошевой Н.Д. та ін. Датчики: Довідник / Під заг. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. – 2012. – Москва: Техносфера. – 624 с. (рос.)</p> <p>6. Encyclopedia of Electronic Components Volume 3: Sensors for Location, Presence, Proximity, Orientation, Oscillation, Force, Load, Human Input, Liquid ... Light, Heat, Sound, and Electricity Paperback – 2016. – 258 p.</p> <p>7. Джексон Р.Г. Найновіші датчики . – 2007. – М.: Техносфера. – 380 с. (рос.)</p> <p><b>Додаткова література:</b></p> <p>8. Mitsubayashi K. Chemical, Gas, and Biosensors for Internet of Things and Related Applications 1st Edition / К. Mitsubayashi, О. Niwa, Y. Ueno. – 2019.– Elsevir. – 306 p.</p> <p>9. Датчики / Під. ред. З.Ю.Готри, О.И.Чайковского – 1995. –Львів: Каме- няр. –312 с.</p> <p>10. Фрайден Дж. Сучасні датчики. Довідник. – 2005. – М.: Техносфера. – 592 с. (рос.)</p> <p>11. Аш др. Датчики вимірювальних систем. – 1992. – М.: Мир.: В 2-х кни- гах. – 820с. (рос.)</p> <p>12. Гутников В.С. Интегральная електроніка у вимірювальних пристроях. – 1988. – Л.: Энергия. – 304 с. (рос.)</p> <p>13. Аксененко М.Д., Бараночников М. Приймачі оптичного випроміню- вання: Довідник. –1987. – М.: Радіо та зв'язок. –296 с. (рос.)</p> <p><b>Інформаційні ресурси</b></p> <p>1. Wikipedia.  <a href="https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA">https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA</a>.</p> <p>2. <a href="https://www.electronicshub.org/different-types-sensors">https://www.electronicshub.org/different-types-sensors</a>.</p>
<b>Тривалість дис- ципліни</b>	один семестр
<b>Обсяг дисциплі- ни</b>	90 год, з яких 32 год аудиторних занять, з них 16 год лекцій, 16 год. прак- тичних занять та 58 год. самостійної роботи
<b>Очікувані ре- зультати нав- чання</b>	Після завершення цього курсу студент буде: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>знати</b> основні типи сенсорів; закони, явища, на яких ґрунтується робо- та сенсорів; схеми з'єднання та керування перетворювачів сигналу;</li> <li>- <b>вміти</b> застосовувати здобуті знання на практиці, зокрема при розгляді принципу роботи сенсорів; уявляти принципи дії та область застосу- вання вимірювальних перетворювачів фізичних величин на сенсорів на їх основі; розуміти схеми з'єднання та керування вимірювальними пе- ретворювачами.</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	сенсори, датчики, діаграми впливу, функція перетворення, імпульсна ха- рактеристика, перехідна характеристика
<b>Формат дисцип- ліни</b>	очний
	проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розу- міння тем
<b>Теми</b>	Наведено у табл. 1
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік у кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань із вищої та дис-

	кретної математики, загальних курсів з фізики, базових знань з програмування та чисельних методів.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	лекції, презентації (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, дискусія
<b>Необхідне обладнання</b>	персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	Контроль засвоєння матеріалу включає: <ul style="list-style-type: none"> <li>• поточний контроль (виконання лабораторних робіт за темами) – 90 балів;</li> <li>• 10 балів за роботу на лекціях.</li> </ul> Сумарна оцінка за 2 змістовими модулями виставляється за 100-бальною шкалою.
<b>Питання до модульних контролів (замірив знань)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Параметри вхідних та вихідних сигналів вимірювальних перетворювачів.</li> <li>2. Вимірювальний перетворювач і сенсор. Функція перетворення.</li> <li>3. Статичні характеристики сенсорів.</li> <li>4. Динамічні характеристики сенсорів.</li> <li>5. Типові види вхідних сигналів. Імпульсна характеристика.</li> <li>6. Класифікація вимірювальних перетворювачів за родом вхідної та вихідної величини.</li> <li>7. Класифікація вимірювальних перетворювачів за фізичним принципом дії.</li> <li>8. Резистивні датчики (матеріали, характеристики).</li> <li>9. Дротові тензорезистори (матеріали, характеристики, схеми з'єднання).</li> <li>10. Напівпровідникові тензоперетворювачі (матеріали, характеристики, схеми з'єднання).</li> <li>11. Фоторезистори. Принцип дії. Основні параметри фоторезисторів.</li> <li>12. Фоторезистори. Основні характеристики (люкс-амперна, вольт-амперна, частотна).</li> <li>13. Фоторезистори. Схеми включення. Переваги та недоліки фоторезисторів.</li> <li>14. Фотодіоди. Поділ за принципом дії. Будова.</li> <li>15. Фотодіоди. Характеристики. Схеми з'єднання.</li> <li>16. Лавинний фотодіод (принцип дії, характеристики).</li> <li>17. Фототранзистори (будова, характеристики, схеми з'єднання).</li> <li>18. Термоелектричні перетворювачі. Принцип дії. Емпіричні правила залежності електрорушійної сили від температури.</li> <li>19. Термопари (принцип дії, матеріали, характеристики).</li> <li>20. Ємнісні перетворювачі. Типи. Методи вимірювання.</li> <li>21. Ємнісні перетворювачі. Вимірювачі тиску (будова, принцип дії, застосування).</li> <li>22. Ємнісні перетворювачі. Вимірювачі рівня (будова, принцип дії, застосування).</li> <li>23. Ефекти, на яких працюють гальваномагнітні перетворювачі.</li> <li>24. Перетворювачі Холла. Параметри. Чутливість. Застосування.</li> <li>25. Магніторезистори. Принцип дії. Характеристики. Застосування.</li> <li>26. Магнітодіоди Будова. Матеріали. Параметри. Застосування.</li> <li>27. П'єзоелектричні перетворювачі. Принцип дії. Коефіцієнт електромеханічного зв'язку.</li> <li>28. П'єзоелектричні перетворювачі. Кварц. Характеристики. Застосування.</li> <li>29. П'єзоелектричні перетворювачі. П'єзокераміка. Матеріали. Характеристики.</li> <li>30. П'єзоелектродинамометри. Вимірювання нормальних, тангенціальних сил, обертового механічного моменту.</li> </ol>

	<p>31. П'єзоелектродинамометри. Еквівалентна схема. Можливість використання п'єзоелектродинамометрів для повільних процесів.</p> <p>32. Акселерометри. Характеристики. Типи.</p> <p>33. Електромеханічний акселерометр.</p> <p>34. Газові акселерометри.</p> <p>35. Електромеханічний акселерометр.</p> <p>36. П'єзоелектричний акселерометр.</p> <p>37. Ємнісні акселерометри.</p> <p>38. П'єзорезистивні акселерометри.</p> <p>39. Оптичні волокна. Оптоволоконний датчик деформації.</p> <p>40. Електрооптичні датчики. Будова. Принцип дії. Використання.</p> <p>41. Магнітооптичні датчики.</p> <p>42. Сенсори на основі вимірювання інтенсивності світла.</p> <p>43. Сенсори на основі поглинання світла напівпровідником. Будова. Принцип дії.</p> <p>44. Крокові двигуни. Типи. Переваги та недоліки.</p> <p>45. Крокові двигуни зі змінним магнітним опором.</p> <p>46. Крокові двигуни з постійними магнітами. Принцип дії. Переваги та недоліки.</p> <p>47. Гібридний кроковий двигун. Принцип дії. Переваги та недоліки.</p> <p>48. Уні-, біполярні крокові двигуни. Схеми з'єднання обмоток.</p> <p>49. Мікрокроковий режим крокового двигуна. Переваги та недоліки.</p> <p>50. Фотоелектронні помножувачі (будова, принцип дії). Режим ліку фотонів.</p> <p>51. Позиційно чутливі приймачі випромінювання (будова, принцип дії).</p>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

## Схема курсу «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів»

Тиж-день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1-2	Вступ. Основні відомості про перетворювачі фізичних величин	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 2 год, самостійна робота – 10 год.		4 тижні
3	Термоелектричні та ємнісні перетворювачі	Лекції – 2 год, лаб. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год.		2 тиж-день
4	Гальваномагнітні перетворювачі.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 6 год.		2 тиж-день
5	Фотоелектричні приймачі та перетворювачі оптичних сигналів.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 6 год, самостійна робота – 12 год.		2 тижні
6,7	П'єзоелектричні, електро- і магнітооптичні сенсори. Акселерометри	Лекції – 4 год, самостійна робота – 10 год.		4 тижні
9	Мехатроніка в фізичних пристроях	Лекції – 1 год, практ. заняття – 4 год, самостійна робота – 8 год.		2 тиж-день
10	Тенденції розвитку мікрое-	Лекції – 1 год,		2 тиж-

	електронних пристроїв перетворення інформації	практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год.		день
--	---	---	--	------