

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Волинський національний університет імені Лесі Українки**  
Навчально-науковий фізико-технологічний інститут  
Кафедра експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій

**СИЛАБУС**  
**вибіркового освітнього компонента**  
**СЕНСОРНІ СИСТЕМИ В ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЯХ**  
**підготовки магістра**  
**спеціальності: 014 Середня освіта (Фізика)**  
**освітньо-професійної програми**  
Середня освіта. Фізика

Силабус освітнього компонента «Сенсорні системи в електронних пристроях» підготовки магістра, галузі знань 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), за освітньою програмою Середня освіта. Фізика.

**Розробник:** Галян Володимир Володимирович, завідувач кафедри, професор, доктор фізико-математичних наук, професор

**Погоджено**

Гарант освітньо-професійної програми:



Муляр В. П.

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій**

протокол № 1 від 15 вересня 2022 р.

Завідувач кафедри:



Галян В. В.

## I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	<b>01 Освіта/ Педагогіка, 014 Середня освіта (Фізика), Середня освіта. Фізика</b>  <b>магістр</b>	<b>Вибірковий</b>
Кількість годин / кредитів 120/4		Рік навчання 1-й
		Семестр 2-й
		Лекції 10
ІНДЗ: немає		Практичні 14 год.
		Самостійна робота 88 год.
		Консультації 8 год.
	Форма контролю: залік	
Мова навчання: українська		

## II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові

Галян Володимир Володимирович

Науковий ступінь

доктор фізико-математичних наук

Вчене звання

професор

Посада

професор

Контактна інформація

0962267761, [halyan.volodimir@vnu.edu.ua](mailto:halyan.volodimir@vnu.edu.ua)

Дні занять (*посилання на електронний розклад*)

<http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

## III. Опис освітнього компонента

### 1. Анотація курсу

Сенсорика – один із напрямків електронної техніки, що набув інтенсивного розвитку в останнє десятиліття. Об'єднання пристроїв, які перетворюють і приймають сигнали у сенсорні системи створює передумови для конструювання охоронних систем безпеки, роботизованих виробничих комплексів, безпілотних військових розвідувальних апаратів, а також автоматизованих систем «Розумний будинок». Студенти оволодіють методикою роботи із приладами, функціонування яких ґрунтується на роботі напівпровідникових сенсорів.

Освітній компонент «Сенсорні системи в електронних пристроях» передбачає: ознайомлення студентів з основними видами напівпровідникових сенсорів та їх функціональним складом; оволодіння методикою роботи із приладами, функціонування яких ґрунтується на роботі напівпровідникових сенсорів; ознайомлення з роботою сенсорних систем, що побудовані на пристроях приймання та перетворення сигналів. При засвоєнні освітнього компонента студенти оволодіють системою знань, практичних умінь і навичок та зможуть застосовувати фізичні теорії, закони і закономірності на практиці.

### 2. Пререквізити та постреквізити

Курс «Сенсорні системи в електронних пристроях» передбачає опанування студентами освітніх компонентів «Вступ у фізику», «Механіка», «Молекулярна фізика і термодинаміка»

«Електрика і магнетизм», «Оптика», «Фізика атома та атомних явищ», «Фізика ядра та елементарних частинок», «Радіаційна безпека та екологія». Постреквізити освітнього компонента «Сенсорні системи в електронних пристроях» є основою для вивчення професійно-орієнтованих освітніх компонентів, зокрема: «Астрофізика», «Проблеми сучасної фізики та організація наукових досліджень у галузі», «Технології дистанційного навчання».

### **3. Мета і завдання освітнього компонента.**

**Мета** освітнього компонента полягає в ознайомленні студентів з основними видами напівпровідникових сенсорів та їх компонентним складом; оволодінні методикою роботи приладів, функціонування яких ґрунтується на роботі напівпровідникових сенсорів; ознайомити з пристроями приймання та перетворення сигналів; оволодіння системою знань, практичних умінь і навичок, які можна буде застосовувати на практиці.

#### **Завдання:**

1. Ознайомити з теоретичними основами сенсорики.
2. Ознайомити здобувачів освітнього рівня з роботою приймачів та перетворювачів сигналів.
3. Засвоїти методику роботи сенсорів температури, тиску, механічної напруги та фотосенсорів.
4. Сформувати вміння об'єднувати роботу різних типів сенсорів в електронних пристроях.
5. Сформувати вміння розраховувати ефективність перетворення сигналів в сенсорних системах.

### **4. Результати навчання (компетентності)**

Процес вивчення освітнього компонента сприяє формуванню у студентів наступних компетентностей:

#### **Інтегральна компетентність**

Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми з фізики і астрономії у процесі навчання та при здійсненні педагогічної діяльності, що передбачає використання інноваційних підходів, які характеризуються комплексністю та невизначеністю педагогічних умов організації освітнього процесу в закладі загальної середньої освіти для старших класів і профільної школи.

#### **Загальні компетентності (ЗК)**

Здатність до аналізу і синтезу. **ЗК.03.**

Знання та розуміння фізики, астрономії та професійної діяльності. Здатність оволодівати сучасними знаннями та застосовувати їх в практичних ситуаціях. **ЗК.04.**

#### **Фахові компетентності (ФК)**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання. **A2.2.**

Здатність працювати із фізичним обладнанням та комп'ютерною технікою для обробки, аналізу та моделювання досліджуваних процесів. **A2.3.**

Здатність проводити науково-дослідну роботу з фізики/астрономії з врахуванням вікових особливостей та знань учнів, аналізувати та оцінювати її результати, генерувати нові ідеї. **D1.**

#### **Програмні результати навчання**

**Знання:** Ґрунтовні знання з фізики/астрономії, можливості їх інтеграції з іншими освітніми компонентами та між собою.

**Уміння та навички:** Вміти застосовувати основні фундаментальні фізичні закони, фундаментальні основи астрономії для ефективного розв'язування практичних задач на основі високої математичної культури та використання відповідного програмного забезпечення. **A2.1.**

**Знання:** Основні умови формування мотивації учнів до навчання.

**Уміння та навички:** Застосовувати методи роботи, навчальні матеріали та завдання для розвитку пізнавальної діяльності учнів, формування мотивації учнів до навчання. **Б1.2.**

#### 4. Структура освітнього компонента.

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ.	Сам. роб.	Конс.	*Форма контролю/Бали
<b>Змістовий модуль 1. Поняття сенсорики. Сенсори температури, оптичні сенсори та тензосенсори.</b>						
<b>Тема 1.</b> Історія розвитку сенсорної техніки. Основні поняття сенсорики. Статичні характеристики сенсора	10	1		8	1	T/5 IPC/5
<b>Тема 2.</b> Фізичні основи роботи сенсорів температури. Терморезистори.	12	1	2	9		T/5 IPC/5
<b>Тема 3.</b> Сенсори температури на фотоэффекті. Поглинання ІЧ-випромінювання. Фотопровідність у напівпровідниках. Фотонні сенсори температури.	15	1	4	9	1	T/5 IPC/5
<b>Тема 4.</b> Діелектричні сенсори температури. Сегнетоелектричні та піроелектричні сенсори температури. Реєстрація статичних та динамічних механічних напружень. Тензорезистивний ефект. Механічні напруження та методи їх реєстрації.	13	1	2	9	1	T/5 IPC/5
<b>Тема 5.</b> Тензорезистивний ефект в металах та сплавах. Тензорезистивний ефект в напівпровідниках та напівпровідникових приладах Вплив температури на покази тензодатчиків.. Застосування тензорезистивного ефекту в електронних пристроях.	13	1	2	9	1	T/5 IPC/5
Разом за змістовим модулем 1	63	5	10	44	4	50
<b>Змістовий модуль 2. Сенсори радіоактивного випромінювання, сенсори магнітних характеристик. Акустоелектронні сенсори фізичних величин.</b>						
<b>Тема 6.</b> Поняття радіоактивного випромінювання. Основи роботи сенсорів радіоактивного випромінювання.	11	1	2	8		T/5 IPC/5
<b>Тема 7.</b> Детектори на основі іонізації газів. Принцип дії іонізаційної камери та лічильника Гейгера-Мюллера.	11	1		9	1	T/5 IPC/5
<b>Тема 8.</b> Напівпровідникові детектори радіоактивного випромінювання. Функціонування сцинтиляційних детекторів.	11	1		9	1	T/5 IPC/5
<b>Тема 9.</b> Сенсори магнітних						

характеристик. Магніторезистивні датчики. Перетворювачі Холла.	13	1	2	9	1	T/5 IPC/5
<b>Тема 10.</b> Акустoeлектронні сенсори фізичних величин. Види акустичних коливань. Пристрої на об'ємних акустичних хвилях. Перетворювачі поверхневих акустичних хвиль.	11	1		9	1	T/5 IPC/5
Разом за змістовим модулем 2	57	5	4	44	4	50
<b>Всього годин / балів за змістовими модулями</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>88</b>	<b>8</b>	<b>100</b>
<b>Види підсумкових робіт</b>						Балів
<b>Всього годин / Балів</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>88</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

Методи контролю: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ / К – розв'язування задач / кейсів, ІНДЗ / ІРС – індивідуальне завдання / індивідуальна робота здобувача освіти, РМГ – робота в малих групах, МКР / КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо.

### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Вимірювання температури за допомогою сенсорів та їх градування.	2
2	Вивчення сенсорів магнітного поля, побудованих на основі ефекту Холла.	2
3	Використання фоточутливих напівпровідників, як сенсорів освітлення	2
4	Будова, принцип дії та вплив температури на статичні характеристики тензосенсорів.	2
5	Дослідження спектральної характеристики напівпровідникового фотосенсора.	2
6	Вплив чинників оточуючого середовища на статичні характеристики сенсорів.	2
7	Підсумкове заняття.	2
	<b>Разом</b>	14

### 6. Завдання для самостійного опрацювання

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Динамічні характеристики сенсорів.	8
2	Терморезистори із від'ємним і додатним термічним коефіцієнтом опору.	8
3	Плівкові сенсори температури на розподілених RC-структурах.	8
4	Плівкові сенсори вологості на розподілених RC-структурах.	8
5	Сенсори тиску на основі кремнію та металеві плівки.	8
6	Термокондуктометричні та термохімічні газові сенсори	8
7	Магніторезистори на ефекті гігантського магнітоопору. Магнітодіоди.	8
8	Тонкі плівки для візуалізації магнітного поля.	8

9	Активні та пасивні пристрої на поверхневих акустичних хвилях.	8
10	Сенсори вологості на поверхневих акустичних хвилях.	8
11	Напівпровідникові та полімерні тензорезистори.	8
	<b>Разом</b>	88

#### **IV. Політика оцінювання**

Поточна оцінка (максимум 100 балів) формується за результатами роботи на практичних заняттях, через тестування, індивідуальну роботу студента виконанням домашніх завдань, розв'язуванням задач та контрольних робіт за темами.

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись положень Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки ([http://ra.eunu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/Academ\\_Dobr\\_Code.docx](http://ra.eunu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/Academ_Dobr_Code.docx)), і розуміють, що за його порушення несуть особисту відповідальність.

Згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» від 29 червня 2022 року студентів можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

#### **V. Підсумковий контроль**

Підсумковий контроль освітнього компонента «Випускний семінар» - залік. На залік приходять ті здобувачі освіти, які набрали менше 75 балів протягом семестру і які хочуть покращити свій рейтинг. Завдання на заліку складається з тестових завдань та типових завдань, які було розглянуто на практичних заняттях.

#### **VI. Шкала оцінювання**

У процесі вивчення освітнього компонента оцінюється:

- індивідуальна робота студента;
- тестування;
- контрольна робота.

Підсумковий бал 100 балів.

Згідно з даними таблиці переведення рейтингових оцінок від однієї шкали до іншої.

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
1–59	Незараховано (необхідне перескладання)

#### **VII. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНТЕРНЕТ РЕСУРСИ**

1. Ванько В. М., Поліщук Є. С., Дорожовець М. М., Яцук В. О., Яцу Ю. В. Вимірювальні перетворювачі (сенсори) : підручник. Львів : Нац. ун-т «Львів. політехніка», 2015. 580 с.
2. Галян В. В., Шевчук М. В., Іващенко І.А. Фізика твердого тіла: навч. посіб. для студ. навч. закл. вищої освіти. Луцьк : Вежа-Друк. 2022. 156 с. Рекомендовано НМР ВНУ імені Лесі Українки (протокол № 4 від 31.03.2022 р., гриф Рекомендовано). ISBN 978-966-940-401-5.
3. Галян В.В., Третяк А. П., Кевшин А.Г. Фізика твердого тіла : методичні рекомендації до лабораторних робіт. Видання друге, перероблене і доповнене. 2021. 52 с. Рекомендовано НМР ВНУ імені Лесі Українки (протокол № 4 від 14.12.2021 р.).
4. Борисов О. В. Основи твердотільної електроніки: навч. посіб. / О. В. Борисов; за ред. Ю. І. Якименка. – К.: Освіта України, 2011. 462 с.
5. Мікроелектронні сенсори фізичних величин: Науково-навчальне видання. В 3 томах. Том 2 / За ред. З.Ю. Готри. Львів : Ліга-Прес, 2003. 595с.
6. Борисов, О. В. Мікроелектронні сенсори на основі кремнієвих р-ппереходів: навч. посібник / О.В. Борисов, П.О. Яганов: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 151 с
7. Давидюк Г.Є. Нерівноважні процеси в напівпровідниках. Луцьк : Вежа, 2000. 151 с.
8. Поліщук Є.С. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин: підручник. Львів : «Бескид Біт», 2008. 618 с.
9. Галян В. В., Іващенко І. А., Кевшин А. Г. [та ін.]. Безконтактні оптичні термосенсори на основі монокристалу  $(\text{Ga}_{54.59}\text{In}_{44.66}\text{Er}_{0.75})_2\text{S}_{300}$ . *Сенсорна електроніка і мікросистемні технології*. 2018. Т. 15. С. 44–52.
10. Проценко І.Ю., Чешко І.В., Яворський Я. Явище гігантського магнітного опору в багатошарових плівкових системах (огляд). *Вісник СумДУ Серія Фізика. Математика. Механіка*. 2004. № 10(69). С. 65-81.
11. Датчики: справочник / Под ред. З.Ю. Готры, О.И. Чайковского. Львов : Каменяр, 1995. 312с
12. Методичні вказівки до курсу «Датчики» для студентів заочної та денної форми навчання. Суми : Сум-ДУ, 2002. 21 с.
13. Олексенко Л.П., Максимович Н.П., Матушко І.П., Федоренко Г.В. Газові сенсори та застосування наноматеріалів у сенсоріці : навч. посіб. К. : ВПЦ «Київський університет», 2019. 143 с.
14. Kityk I. V., Ozga K., Halyan V. [and others].  $(\text{Ga}_{55}\text{In}_{45})_2\text{S}_{300}$  Nanocrystallites as Novel Materials for Nonlinear Optical Detection of Gamma Radiation. *MRS Advances*. 2018. Vol. 3 (31). P. 1783–1788.