

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

МЕТАРІАЛИ ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ

підготовки бакалавра

Луцьк – 2026

Силабус освітнього компонента «Матеріали електронної техніки» підготовки бакалавра.

Розробник: Мирончук Г.Л., директор навчально-наукового фізико-технологічного інституту, доктор фіз.-мат. наук, проф.

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми:



Шаварова Г.П.

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

протокол № 8 від 29 січня 2026 р.

Завідувач кафедри:



(Галян В.В.)

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	10 – Природничі науки 105 – Прикладна фізика та наноматеріали Прикладна фізика та наноматеріали Бакалавр	Вибірковий
Кількість годин / кредитів 150/5		Рік навчання 4
		Семестр 8-ий
ІНДЗ: немає		Лекції 10 год.
		Практичні (семінарські) 20 год. Лабораторні 0 год. Індивідуальні 0 год.
		Самостійна робота 110 год.
		Консультації 10 год.
	Форма контролю: залік	
Мова навчання		українська

II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові	Мирончук Галина Леонідівна
Науковий ступінь	доктор фізико-математичних наук
Вчене звання	професор
Посада	директор ННФТІ - професор
Контактна інформація	0996468617, myronchuk.halyna@vnu.edu.ua
Дні занять (посилання на електронний розклад)	http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi?n=700

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу.

Освітній компонент формує у студентів системні знання про фізичні явища, що лежать в основі роботи елементної бази сучасної електроніки. Курс розглядає фундаментальний взаємозв'язок у ланцюгу «хімічний склад — технологія — структура — властивість», що є основою для розуміння функціонування сучасних напівпровідникових приладів, сенсорів та мікросистем. Основна увага приділяється класифікації матеріалів за їх реакцією на зовнішні поля (електричні, магнітні, теплові) та критеріям вибору матеріалів для конкретних технічних завдань.

2. Мета і завдання освітнього компонента.

Метою викладання освітнього компонента «*Матеріали електронної техніки*» є формування у здобувачів вищої освіти цілісної системи знань про фізико-хімічну природу, структуру та макроскопічні властивості матеріалів, що використовуються в сучасній електроніці. Курс спрямований на розвиток навичок обґрунтованого вибору матеріалів для проектування, виготовлення та експлуатації компонентів електронної техніки з урахуванням умов їх роботи та технологічної сумісності.

Основними завданнями є:

- Вивчення класифікації матеріалів електронної техніки (провідники, напівпровідники, діелектрики, магнітні матеріали).
- Аналіз фізичних процесів, що відбуваються в матеріалах під дією електромагнітних полів, температури та інших зовнішніх факторів (електропровідність, поляризація, намагнічування).
- Встановлення закономірностей впливу кристалічної структури, хімічного складу та дефектів на електрофізичні параметри речовини.
- Ознайомлення з новітніми досягненнями в галузі матеріалознавства (наноматеріали, метаматеріали, органічні напівпровідники).
- Розвиток вміння вибирати оптимальні матеріали для конкретних електронних приладів (резисторів, конденсаторів, котушок індуктивності, активних елементів).

3. Soft skills.

- Аналітичне мислення та системний підхід
- Технічне прийняття рішень (Material Selection Decision-making). Вміння робити обґрунтований вибір у ситуаціях з суперечливими вимогами (наприклад, між високою провідністю та низькою ціною).
- Міждисциплінарна комунікація. Здатність пояснювати складні фізичні властивості матеріалів фахівцям суміжних галузей (конструкторам, програмістам, менеджерам).
- Екологічна відповідальність (Sustainability Mindset). Розуміння життєвого циклу матеріалів та їхнього впливу на довкілля.
- Адаптивність та Long-life Learning. Здатність швидко засвоювати інформацію про новітні класи матеріалів (графен, перовськіти, квантові точки), що з'являються на ринку щороку.
- Увага до деталей та прецизійність. Ретельність у роботі з цифрами, допусками та специфікаціями матеріалів.
- Етична та соціальна відповідальність

4. Структура освітнього компонента.

Таблиця 1

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Лабор.	Практ. (Семін.)	Сам. роб.	Конс.	Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль 1. Методика розв'язування задач з фізики та астрономії							
Тема 1. Фізичні основи матеріалознавства електроніки	14	1		2	10	1	P/10
Тема 2. Провідникові матеріали	24	1		2	20	1	P/10

Тема 3. Напівпровідники	27	1		4	20	2	P/10
Тема 4. Нерівноважні процеси та контакти у напівпровідниках	28	2		4	20	2	P/10
Тема 5. Діелектричні матеріали	28	2		4	20	2	P/10
Тема 6. Магнітні матеріали	15	2		2	10	1	P/10
Тема 7. Оптичні, аморфні та наноматеріали	14	1		2	10	1	P/10
Разом за модулем 1		10		20	110	10	70
Види підсумкових робіт							Бал
Контрольна робота							30
Всього годин / Балів	150	10		20	110	10	100

5. Завдання для самостійного опрацювання.

1. Типи хімічного зв'язку в твердих тілах. Кристалічна структура та індекси Міллера. Дефекти кристалічної ґратки (точкові, лінійні, поверхневі) та їх вплив на властивості. Основи зонної теорії: зона провідності, валентна зона, заборонена зона. Рівень Фермі.

2. Визначення густини пакування атомів для ГЦК та ОЦК ґраток. Розрахунок рівноважної концентрації вакансій залежно від температури (формула Арреніуса).

3. Класична та квантова теорія електропровідності металів. Температурна залежність питомого опору. Матеріали високої провідності (Cu, Al, Au, Ag) та сплави високого опору (ніхром, манганін). Явище надпровідності. Контактні явища та припої.

4. Розрахунок поверхневого опору тонких плівок. Визначення температурного коефіцієнта опору (ТКО) для чистих металів та сплавів.

5. Власні та домішкові напівпровідники. Температурна залежність концентрації носіїв заряду. Рухливість носіїв та механізми розсіювання. Елементарні напівпровідники (Si, Ge) та сполуки (GaAs, InP).

6. Розрахунок положення рівня Фермі у власному та легованому напівпровіднику при різних температурах. Оцінка концентрації електронів та дірок за законом діючих мас.

7. Генерація та рекомбінація носіїв заряду. Час життя носіїв. Фізика p - n переходу: контактна різниця потенціалів, ширина збідненої області. Контакт метал-напівпровідник (бар'єр Шоттки та омічний контакт). Гетероструктури.

8. Розрахунок висоти потенціального бар'єру та коефіцієнта ідеальності.

9. Поляризація діелектриків: електронна, іонна, дипольна. Діелектрична проникність та діелектричні втрати. Електричний пробій (тепловий, електричний, електрохімічний). Пасивні діелектрики (кераміка, слюда, полімери) та активні (п'єзоелектрики, сегнетоелектрики, піроелектрики).

10. Класифікація магнетиків: діа-, пара-, феро-, антиферо- та феримагнетики. Доменна структура та крива намагнічування. Петля гістерезису. Магнітом'які (трансформаторна сталь, пермалой) та магнітотверді матеріали (рідкоземельні магніти NdFeB). Ферити та їх використання на високих частотах.

11. Взаємодія світла з речовиною: поглинання, фотопровідність, люмінесценція. Матеріали для оптоелектроніки (світлодіоди, лазери, фотоприймачі).

IV. Політика оцінювання

Політика оцінювання результатів навчання здобувачів освіти регламентується положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки від 26 червня 2025 року (<https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/06/2025.-Про-поточне-i-підсумк.оцінювання.pdf>).

Відвідування лекцій студентом не оцінюється. Однак, для засвоєння студентам рекомендується відвідувати лекційні заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для розв'язування задач на практичних заняттях, виконання домашніх завдань та завдань, що пропонуються на контрольних заходах. Відвідування практичних занять є обов'язковим.

Поточна оцінка формується з:

- 1) оцінювання виконання завдань на практичних заняттях: 10 балів;
- 2) оцінки за контрольну роботу (на контрольній пропонується п'ять завдань типових до тих, що виконувались на практичних заняттях, кожне завдання оцінюється у 6 балів).

Завдання практичного заняття вважаються виконаними вчасно, якщо здобувач освіти надав викладачу звіт з їх виконання не пізніше наступної практичної роботи.

У випадку пропуску практичних занять (з поважних причин) здобувач освіти має право відпрацювати пропущені заняття на консультаціях та добрати ту кількість балів, яку було визначено на пропущені теми.

Згідно Порядку визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки (https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/09/2024_Viznannya_rezultativnavchannya_VNU_im.L.U._red.pdf) студентів можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись положень Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (<http://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/06/Kodeks-akademichnoyi-dobrochnosti.pdf>), і розуміють, що за його порушення несуть особисту відповідальність.

V. Підсумковий контроль

Формою підсумкового семестрового контролю є залік. Оцінювання здійснюється за накопичувальною шкалою.

Залік виставляється за результатами поточної роботи за умови, що здобувач освіти виконав ті види навчальної роботи, які визначено силабусом. У дату складання заліку записується у відомість сума поточних балів, які здобувач освіти набрав під час поточної роботи.

У випадку, якщо здобувач освіти протягом поточної роботи набрав менше як 60 балів, він складає залік під час ліквідації академічної заборгованості. У цьому випадку бали, набрані під час поточного оцінювання анулюються. Максимальна кількість балів на залік під час ліквідації академічної заборгованості 100 балів.

У день складання заліку за основною сесією заборонено проводити додаткові опитування здобувача освіти, а також здобувач освіти не має права доздавати будь-який вид робіт, передбачений силабусом освітнього компоненту.

Перелік питань на залік

1. Охарактеризуйте типи хімічного зв'язку в твердих тілах та їх вплив на електрофізичні властивості матеріалів
2. Класифікуйте дефекти кристалічної ґратки (точкові, лінійні, поверхневі, об'ємні) та поясніть їх вплив на розсіювання носіїв заряду
3. Поясніть сутність зонної теорії твердого тіла та відмінності в енергетичних діаграмах провідників, напівпровідників і діелектриків
4. Проаналізуйте температурну залежність питомого опору металів та сплавів (правило Матіссена)
5. Опишіть явище надпровідності, ефект Мейснера та поняття критичних параметрів надпровідника
6. Порівняйте механізми власної та домішкової провідності напівпровідників (n-типу та p-типу)
7. Поясніть фізичний зміст рівня Фермі та його температурну залежність для власних і легованих напівпровідників
8. Опишіть процеси генерації та рекомбінації носіїв заряду, поняття часу життя неосновних носіїв
9. Проаналізуйте утворення потенціального бар'єра в p-n переході та вплив прямої і зворотної напруги на ширину збідненої області
10. Охарактеризуйте види контактів метал-напівпровідник (бар'єр Шотткі та омичний контакт) та умови їх утворення
11. Класифікуйте види поляризації діелектриків (електронна, іонна, дипольно-релаксаційна) та їх частотну залежність
12. Опишіть механізми електричного пробою діелектриків (тепловий, електричний, електрохімічний)
13. Поясніть природу сегнетоелектрики, поняття точки Кюрі та гістерезису поляризації
14. Охарактеризуйте п'єзоелектричний ефект та матеріали, що використовуються в якості активних діелектриків
15. Класифікуйте магнітні матеріали (діа-, пара-, феро-, антиферо-, феримагнетики) за величиною магнітної сприйнятливості
16. Проаналізуйте процес намагнічування феромагнетиків, структуру магнітних доменів та петлю гістерезису
17. Порівняйте властивості та застосування магнітом'яких (пермалої, електротехнічні сталі) та магнітотвердих матеріалів
18. Поясніть механізми поглинання світла у напівпровідниках та визначення ширини забороненої зони за краєм власного поглинання
19. Опишіть явище фотопровідності та принципи роботи фоторезисторів і фотодіодів
20. Охарактеризуйте особливості наноматеріалів (квантові точки, графен) та вплив розмірних ефектів на їхні властивості

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	

75–81	
67–74	
60–66	
0–59	Незараховано (необхідне перекладання)

VI. Рекомендована література

- Третяк О.В., Лозовський В.З. Основи фізики напівпровідників. К.: ВПЦ «Київський університет», 2007. Т. 1. 338 с.
- Ільченко В. І., Обухова Т. Ю. Фізика напівпровідників: Конспект лекцій (Частина I)[Електронний ресурс]: К : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. Доступ за адресою: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/37599/1/Fizyka_napivprovidnykiv-1.pdf
- Царенко О.М. Основи фізики напівпровідників і напівпровідникових приладів: навчальний посібник . – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. 243 с.
- Поплавко Ю.М., В.І. Ільченко, Воронов С.А., Якименко Ю.І. Фізичне матеріалознавство. Частина IV. Напівпровідники: Навчальний посібник. Київ, видавництво «Політехніка» Національного Технічного університету України, 2010. 342 с.
- Федосов С. А., Замуруєва О. В. [та ін.]. Фізика напівпровідників : курс лекцій у 3 ч. Луцьк : Вежа-Друк, 2018. Ч. 1. 45 с.; 2016. Ч. 2. 60 с.; 2016. Ч. 3. 39 с.
- Федосов С. А., Замуруєва О. В., Сахнюк В. Є., Захарчук Д. А., Коваль Ю. В. Фізика напівпровідників : задачі = Semiconductor Physics : Problems. Луцьк : Вежа-Друк, 2020. 24 с.
- M.Ya. Rudysh, P.A. Shchepanskyi, G.L. Myronchuk, M. Piasecki, O.S. Martyniuk. Vibrational, thermodynamic and acoustic properties of AgAlS₂ crystal. Physica B: Condensed Matter 654 (2023) 414731 <https://doi.org/10.1016/j.physb.2023.414731> (Scopus)
- Tuan V. Vu, O.V. Marchuk, O.V. Smitiukh, V.A. Tkach, D. Myronchuk , G.L. Myronchuk, O.Y. Khyzhun High-temperature orthorhombic phase of Cu₂HgGeS₄: Electronic structure and principal optical constants as evidenced from the experiment and theory. Journal of Solid State Chemistry. 313 (2022) 123313 <https://doi.org/10.1016/j.jssc.2022.123313> (Scopus)
- O. V. Smitiukh, O. V. Marchuk, Y. M. Kogut, V. O. Yukhymchuk, N. V. Mazur, G. L. Myronchuk, S. M. Ponedelnyk, O. I. Cherniushok, T. O. Parashchuk, O. Y. Khyzhun, K. T. Wojciechowski, A. O. Fedorchuk Effect of rare-earth doping on the structural and optical properties of the Ag₃AsS₃ crystals. Optical and Quantum Electronics 54(4) (2022) 224 DOI: 10.1007/s11082-022-03542-w (Scopus)
- Подопрігора Н.В. Фізика твердого тіла : навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей педагогічних університетів / Подопрігора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2013. – с. 333-345.
- Ніконова А.О., Небеснюк О.Ю. Фізика електронних процесів в напівпровідниках та наноструктурах:методичні рекомендації до самостійної роботи та практичних занять для здобувачів вищої освіти бакалавра спеціальності «Мікро- та наносистемна техніка» освітньо- професійної програми «Мікро- та наносистемна техніка»:ЗНУ, 2021. с. 5-15.
- Давидюк Г.С. Нерівноважні процеси в напівпровідниках:Навч.посібник. Луцьк: Ред.-вид.«Вежа» Волин. Держ.Ун-ту ім. Лесі Українки, 2000. 151 с.
- Галян В.В., Третяк А.П., Кевшин А.Г. Оптична спектроскопія та фотометричні вимірювання : методичні рекомендації до лабораторних робіт. 48 с. (Рекомендовано науково-методичною радою ВНУ ім. Лесі Українки (протокол No 2 від 25.10.2023 р.)
- Мирончук Г.Л., Кевшин А. Г., Галян В.В. Фотоелектричні явища у напівпровідниках : конспект лекцій. Луцьк: Ред.-вид. «Вежа» Волин. нац. Ун-ту ім. Лесі

Українки, 2023.115 с. (Рекомендовано науково-методичною радою ВНУім. Лесі Українки (протокол No 2 від 25.10.2023 р.)

15. Optoelectronic and Non-linear Optical Features of Complex Chalcogenide Systems Ag–Ga(In)–Si(Ge)–S(Se) : monograph / G. L. Myronchuk, M. Ya. Rudysh, I. V. Kityk, M. Piasecki, A. O. Fedorchuk, K. Ozga, P. Rakus, J. Jedryka – LAP LAMBERT Academic Publishing. 2024. 213p. ISBN: 987-620-8-01203-8.