

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
Фізичний факультет  
Кафедра фізики металів

Затверджено  
на засіданні кафедри фізики металів  
фізичного факультету  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № від 2025 р.)

Завідувач кафедри

  
Степан МУДРИЙ

Силабус з навчальної дисципліни  
«Фізика та технології матеріалів майбутнього»,  
що викладається в межах ОПП «Середня освіта (Природничі науки)»  
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів  
з предметної спеціальності А4.15 «Середня освіта (Природничі науки)»

<b>Назва курсу</b>	Фізика та технології матеріалів майбутнього
<b>Адреса викладання курсу</b>	вул. Кирила і Мефодія 8, 79005, Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	фізичний факультет, кафедра фізики металів
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	A Освіта, A4.15 Середня освіта (Природничі науки)
<b>Викладачі курсу</b>	Професор кафедри фізики металів, док. фіз.-мат. наук, професор Штаблавий Ігор Іванович
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:igor.shtablavyi@lnu.edu.ua">igor.shtablavyi@lnu.edu.ua</a>
<b>Консультації по курсу відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі онлайн консультації з використанням засобів <i>Microsoft Teams</i> .
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://physics.lnu.edu.ua/employee/shtablavyj-i-i">https://physics.lnu.edu.ua/employee/shtablavyj-i-i</a>
<b>Інформація про курс</b>	Дисципліна “Фізика та технології матеріалів майбутнього” є вибірковою дисципліною з предметної спеціальності A4.15 «Середня освіта (Природничі науки)» для освітньої програми магістрів, яка викладається у II-III семестрах в обсязі 4 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація курсу</b>	Курс “Фізика та технології матеріалів майбутнього” розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, уміння, навички, загальні та фахові компетентності для розв’язання комплексних проблем у галузі створення нових матеріалів електронної техніки. Тому у курсі представлено як теоретичний матеріал, необхідний для глибокого розуміння процесів та явищ, які відбуваються в матеріалах різного типу, які застосовують пристроях електроніки, так і лабораторні роботи, які потрібні для отримання практичних навичок пов’язаних з синтезом та дослідженням фізичних властивостей напівпровідникових матеріалів.
<b>Мета та цілі курсу</b>	Метою вивчення нормативної/вибіркової дисципліни “Фізика та технології матеріалів майбутнього” є засвоєння студентами основних положень в галузі електронного матеріалознавства; вивчення технології отримання електротехнічних матеріалів і їхніх характеристик.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<p><b>Базова:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Швець С.Я., Червоний І.Ф., Головка О.П. Матеріали електронної техніки Навчальний посібник. Запоріжжя, Видавництво ЗДІА, 2008. - 380 с.</li> <li>2. Прокопів В. В. Матеріали електронної техніки : навчальний посібник – Івано-Франківськ :Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2009. – 288 с.</li> <li>3. С. І. Мудрий, І. І. Штаблавий Фізичне матеріалознавство (навч. посібник), Львів, 2012, 418 с.</li> <li>4. Ю. Готра, І. Є. Лопатинський, Б. А. Лукіянець, З. М. Микитюк, І. В. Петрович Фізичні основи електронної техніки, Львів, Видавництво «Бескид Біт» 2004, 880 с.</li> </ol> <p><b>Допоміжна:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. R. E. Hummel Electronic properties of materials/ An introduction for engineers</li> </ol>

	<p>Springer, 1985, 319p.</p> <p>2. R. Fornari Single Crystals of Electronic Materials Growth and Properties, Woodhead Publishing, 2019, 582 P.</p> <p>3. Korkin E. Gusev J. Labanowski S. Luryi Nanotechnology for Electronic Materials and Devices, Springer, 2007, 367 P.</p> <p>4. Moliton Solid-State Physics for Electronics, Wiley 2009, 389 P.</p> <p>5. Ch. C. Sorrell, S. Sugihara and J. Nowotny Materials for energy conversion devices, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2005, 416 P.</p> <p>6. Mihai Irimia-Vladu, Eric D. Glowacki, Niyazi S. Sariciftci, and Siegfried Bauer Green Materials for Electronics, Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co, 2018, 329 P.</p> <p>7. Deborah D. L. Chung Materials for Electronic Packaging, Butterworth-Heinemann, 1995, 368 P.</p>
<b>Тривалість курсу</b>	один семестр
<b>Обсяг курсу</b>	120 годин, з яких 20 годин аудиторних занять, з них 10 години лекцій та 10 годин практичних занять, а також 100 години самостійної роботи.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p><b>Знати</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• особливості будови кристалічних матеріалів,</li> <li>• основні види матеріалів для електроніки: провідники, напівпровідники, діелектрики, магнітні матеріали;</li> <li>• особливості фізичних явищ в матеріалах для електроніки; класифікацію, властивості і область застосування матеріалів, принципи їх вибору для застосування у виробництві виробів твердотільної електроніки;</li> <li>• основні відомості про призначення і технології виробництва матеріалів для електроніки.</li> </ul> <p><b>Вміти</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• вибирати матеріали на основі аналізу їх властивостей для конкретного застосування у виробництві виробів твердотільної електроніки;</li> <li>• підбирати матеріали за їх призначенням та умовами експлуатації для виконання робіт;</li> <li>• експлуатувати контрольно-вимірювальне обладнання для вимірювання параметрів і характеристик матеріалів для виробництва виробів твердотільної електроніки.</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	Напівпровідник, метал, діелектрик, фазові рівноваги, електрофізичні властивості, монокристал, хімічні сполуки.
<b>Формат курсу</b>	Заочний
	проведення лекцій, практичних занять та консультацій для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	Наведено у табл.1
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	залік в кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення дисципліни необхідні базові шкільні знання з математики, фізики.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентації, лекції, опитування, дискусія, практичні завдання.

Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <p>1) контрольні за двома змістовими модулями (30+20=50 балів),  2) практичні завдання, опитування у формі тесту та відеопрезентація за змістовими модулями (15+15+20=50 балів).  Підсумкова максимальна кількість балів — 100.</p> <p><b>Академічна доброчесність</b> здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в роботу інших здобувачів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи усній роботі здобувача є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі здобувачі відвідують усі лекції та практичні заняття курсу. Здобувачі мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку здобувачі зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Усю література, яку здобувачі не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Здобувачі заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали, набрані на практичних заняттях та поточному тестуванні. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність здобувача під час заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p><b>Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.</b></p>
Питання на контрольні роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Поняття про просторову гратку та елементарну комірку.</li> <li>• Кристалічна структура металів та неметалів. Щільність упаковки.</li> <li>• Основні типи реальних структур</li> <li>• Індекссування вузлів, напрямів та кристалографічних площин.</li> <li>• Квантова теорія атомів та твердих тіл.</li> <li>• Утворення енергетичних зон в кристалах.</li> <li>• Енергія Фермі. Ефективна маса електрона.</li> <li>• Густина електронних станів.</li> <li>• Експериментальні методи вивчення зонної структури.</li> <li>• Електронна теорія металів.</li> <li>• Квантова теорія металів.</li> <li>• Зонна теорія будови твердого тіла і класифікація речовин на провідники, напівпровідники і діелектрики.</li> <li>• Власна провідність напівпровідників.</li> <li>• Домішкова провідність напівпровідників.</li> <li>• Термодинамічні основи фазових рівноваг багатокомпонентних систем.</li> <li>• Методи побудови діаграм стану та їх кількісний аналіз.</li> <li>• Фазові рівноваги бінарних систем з різним типом діаграми стану. Сплави з необмеженим рядом твердих розчинів.</li> <li>• Фазові рівноваги бінарних систем з різним типом діаграми стану. Сплави з обмеженою розчинністю в кристалічному стані.</li> </ul>


	<p>хімічними сполуками.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Фазові рівноваги потрійних систем.</li> <li>• Прості напівпровідники. Кремній, германій.</li> <li>• Основні закономірності формування напівпровідникових сполук.</li> <li>• Подвійні алмазоподібні напівпровідникові сполуки.</li> <li>• Методи вирощування монокристалів.</li> <li>• Планарні технології мікроелектроніки. Молекулярна, газова та рідкофазна епітаксія.</li> <li>• Планарні технології мікроелектроніки. Іонне розпилення та іонна імплантація.</li> <li>• Планарні технології мікроелектроніки. Магнетронне напилення тонких плівок.</li> <li>• Планарні технології мікроелектроніки. Фотолітографія.</li> </ul>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1


Схема курсу «Фізика та технології матеріалів майбутнього»

Тиждень	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
1	Хімічний зв'язок та кристалічна будова матеріалів. Основи зонної теорії твердих тіл. Фазові рівноваги в металевих, напівпровідникових та діелектричних системах. Провідні матеріали.  Література: Б. — 1-4, Д. — 1-7.	Лекції – 5 год., практ. заняття – 5 год., самостійна робота – 50 год.	1 тиждень
2	Напівпровідникові матеріали. Діелектричні матеріали. Магнітні матеріали. Методи отримання матеріалів для електроніки.  Література: Б. — 1-4, Д. — 1-7.	Лекції – 5 год., практ. заняття – 5 год., самостійна робота – 50 год.	1 тиждень

Автор

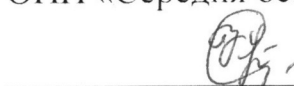
 Ігор ШТАБЛАВИЙ

"Погоджено"

  
Голова методичної ради  
біологічного факультету  
Віталій ГОНЧАРЕНКО

"10" 02 2025 р.

Гарант ОПП «Середня освіта (Природничі науки)»

 Тетяна КОРОЛЬ

"10" лютого 2025 р.