

**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 № 9 від 29.08.2022 р.)

Завідувач кафедри



проф. Мудрий С. І.

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**«Фізика кластерних і наноструктурних матеріалів»,**  
**що викладається в межах ОПП «Фізика та астрофізика»**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**  
**для здобувачів з спеціальності 104 Фізика та астрономія**

<b>Назва дисципліни</b>	Фізика кластерних і наноструктурних матеріалів
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	вул. Кирила і Мефодія 8, 79005, м. Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Фізичний факультет, кафедра фізики металів
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	Галузь знань – 10 природничі науки Спеціальність – 104 Фізика та астрономія
<b>Викладач дисципліни</b>	Штаблавий Ігор Іванович, доцент кафедри фізики металів, доктор фіз.-мат. наук
<b>Контактна інформація викладача</b>	igor.shtablavyi@lnu.edu.ua <a href="https://physics.lnu.edu.ua/employee/shtablavyj-i-i">https://physics.lnu.edu.ua/employee/shtablavyj-i-i</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або дзвонити.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://physics.lnu.edu.ua/course/fizyka-klasteriv-i-nanostrukturnyh-materialiv-fizyka-op-fizyka-ta-astrofizyka">https://physics.lnu.edu.ua/course/fizyka-klasteriv-i-nanostrukturnyh-materialiv-fizyka-op-fizyka-ta-astrofizyka</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна «Фізика кластерних і наноструктурних матеріалів» є вибірковою дисципліною з спеціальності «Фізика та астрономія» для освітньої програми «Фізика та астрофізика», яка викладається в 7 семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, уміння, навички, загальні та фахові компетентності для розв'язання комплексних проблем у галузі фізики наноструктурованих матеріалів. Тому у курсі представлено як теоретичний матеріал, необхідний для отримання нових знань які стосуються фізичних явищ та ефектів, які виникають в наноструктурованих матеріалах, так і лабораторні роботи, які потрібні для отримання практичних навичок пов'язаних з синтезом та дослідженням наноматеріалів.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Фізика кластерних і наноструктурних матеріалів» є формування у майбутнього фізика системи знань з будови та фізико-хімічних властивостей різного типу наносистем. Це передбачає виклад закономірностей будови кластерів та наночастинок та їх взаємозв'язку з властивостями, які визначають практичне застосування. цілісної картини фізичних явищ, електричними та магнітними властивостями речовин та електромагнітного поля. Предмет навчальної дисципліни включає основні поняття фізики кластерів та наносистем, закономірності поведінки наноречовин з врахуванням розмірного та квантово розмірного ефектів.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Базова:</b> 1. Фізика кластерів і наносистем. Навчальний посібник. / С.Мудрий, І.Штаблавий – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2017. –356с. 2. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої / Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. – Київ: «Інтерсервіс», 2015. – 350 с. 3. Шпак А.П., Куницький Ю.А., Коротченков О.О., Смик С.Ю. Квантові низькорозмірні системи. К.: Академперіодика, 2003. – 310с.

	<p>4. S.M. Lindsay Introduction to Nanoscience. – Oxford University Press, 2010. – 470 p.</p> <p>5. Ковальчук Є.П., Решетняк О.В. Фізична хімія. – Львів.: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 800с.</p> <p><b>Допоміжна:</b></p> <p>1. Шпак А.П., Лисов В.І., Куницький Ю.А., Цареградська Т.Л.. Кристалізація і аморфізація металевих систем. – К. Академперіодика, 2002. – 208с.</p> <p>2. Шпак А.П., Куницький Ю.А., Захаренко М.І., Волощенко А.С.. Магнетизм аморфних та нанокристалічних систем. – К.: Академперіодика, 2003. – 207с.</p> <p><b>Інформаційні ресурси:</b> Wikipedia. <a href="http://www.wikipedia.org">http://www.wikipedia.org</a></p>
<b>Тривалість курсу</b>	один семестр
<b>Обсяг курсу</b>	90 годин, з яких 48 годин аудиторних занять, з них 16 годин лекцій, 32 години лабораторних робіт та 42 години самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p><b>Знати:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні поняття та закони, які описують поведінку наносистем у різних термодинамічних умовах</li> <li>2. Особливості будови кластерів, наночастинок та нанокластерних систем та вплив розмірного фактора на ці особливості</li> <li>3. Основні механічні, електричні, магнітні та оптичні властивості наноматеріалів</li> <li>4. Методи дослідження та способи отримання наноматеріалів різного типу</li> <li>5. Квантові явища та фізичні процеси у низько розмірних структурах</li> <li>6. Практичне застосування наночастинок і фізико-хімічні основи нанотехнологій</li> </ol> <p><b>Вміти:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Застосовувати фундаментальні знання з фізики кластерних і наноструктурних систем для аналізу закономірностей формування структур малих розмірів у нерівноважних умовах</li> <li>2. Проводити експериментальні дослідження структури і властивостей наносистем і аналізувати отримані результати</li> <li>3. Моделювати процеси структуроутворення в наносистемах і застосовувати їх до реальних наноматеріалів</li> <li>4. Вибирати наноматеріали для конкретних практичних потреб і синтезувати з них гетероструктури різного функціонального призначення.</li> </ol>
<b>Ключові слова</b>	Кластери, наночастинки, наносистеми, фізичні властивості, квантово-розмірні ефекти
<b>Формат курсу</b>	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	Наведено у таблиці 1
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	залік в кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з вищої математики і загальної фізики, термодинаміки, хімії, статистичної фізики та квантової механіки.

<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентація, лекції, дискусія
<b>Необхідне обладнання</b>	персональний комп'ютер, операційні системи (Windows, Linux), загальноживані комп'ютерні програми, проектор, програмне забезпечення для моделювання та візуалізації матеріалів на атомному рівні, обладнання для синтезу та дослідження фізичних властивостей наносистем.
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторні: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50</li> <li>• контрольні заміри (модулі): 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50</li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p><b>Письмові роботи:</b> Очікується, що студенти виконають декілька видів письмових робіт (есе, вирішення кейсу). <b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. <b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом. <b>Література.</b> 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><b>Політика виставлення балів.</b> 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 практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<b>Питання на контрольні заміри знань</b>	
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

## Схема курсу «Фізика кластерних і наноструктурних матеріалів»

Тижні	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
1–2	Тема 1. Кластери, їхня структура та властивості.	Лекції — 2 год. лабораторні — 4 год. самостійна робота — 5 год.	2 тижні
3–4	Тема 2. Кластерна структура неупорядкованих систем.	Лекції — 2 год. лабораторні — 4 год. самостійна робота — 5 год.	2 тижні
5–6	Тема 3. Наночастинки. Найпростіші кластерні системи.	Лекції — 2 год. лабораторні — 4 год. самостійна робота — 5 год.	2 тижні
7–8	Тема 4. Вуглецеві нанотрубки.	Лекції — 2 год. лабораторні — 4 год. самостійна робота — 5 год.	2 тижні
9–10	Тема 5. Синтез нанотрубок та їх застосування.	Лекції — 2 год. лабораторні — 4 год. самостійна робота — 6 год.	2 тижні
11–12	Тема 6. Магнітні властивості наносистем. Магнітоопір в наносистемах.	Лекції — 2 год. лабораторні — 4 год. самостійна робота — 5 год.	2 тижні
13-14	Тема 7. Оптичні властивості наносистем.	Лекції — 2 год. лабораторні — 4 год. самостійна робота — 5 год.	2 тижні
15-16	Тема 8. Квантово-розмірний ефект.	Лекції — 2 год. лабораторні — 4 год. самостійна робота — 6 год.	2 тижні