

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**

Факультет фізико-технічний

Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Модифікація наноматеріалів високоенергетичним впливом**

Освітня програма магістр

Спеціальність 104, Фізика й астрономія

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 7 від “3” лютого 2022 р.

м. Івано-Франківськ - 2022

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Модифікація наноматеріалів високоенергетичним впливом
<b>Викладач (-і)</b>	доктор фізико-математичних наук, професор Будзуляк Іван Михайлович
<b>Контактний телефон викладача</b>	Роб. 0342596185, Моб. 0973704165
<b>Е-mail викладача</b>	ivan-budzulyak@ukr.net
<b>Формат дисципліни</b>	Лекції, практичні заняття, консультації, самостійна робота
<b>Обсяг дисципліни</b>	120 годин (6 кредитів)
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a>
<b>Консультації</b>	щотижня
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Курс “Модифікація наноматеріалів високоенергетичним впливом” створений для магістрів освітньо-наукової програми “104 Фізика і астрономія”. Курс розроблено таким чином, щоб сформувавши у магістрів уявлення про фізико-хімічні перетворення в матеріалах різної природи внаслідок дії високоенергетичного впливу. Мова йде про зміну структури електричних, оптичних, магнітних властивостей. Особливу увагу приділено встановленню оптимальних умов і режимів високоенергетичної обробки матеріалів, при яких можлива цілеспрямована зміна даних властивостей. Важливою складовою високоенергетичної обробки є встановлення послідовності дій різних джерел енергії, при якій досягається запланований експериментальний результат.</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p>Мета: логічно послідовне формування у магістрів знань про зміну структури та фізико-хімічних властивостей матеріалів різної природи внаслідок впливу лазерного, електронного, іонного опромінення, ультразвуку, термічної дії. Розуміння того, що високоенергетичні впливи переводять систему в інший, як правило нижчий енергетичний стан, і таким чином стабілізують в часі відповідні зміни фізико-хімічних властивостей системи.</p> <p>Завдання вивчення дисципліни: Надати студентам знання про механізми і процеси, які мають місце при високоенергетичному впливі на конденсований стан речовини, їхню еволюцію до стабільного стану. Встановлення умов і режимів обробки матеріалів високоенергетичними потоками, при яких досягається поставлене завдання. Особлива увага зосереджена на зміні структури та морфології поверхні твердих тіл, вплив на величину питомої поверхні та розподіл пор за розміром у високопористих структурах, зміну питомої електропровідності та величини оптичного пропускання, стан домішок і точкових дефектів в кристалічних структурах, інтеркаляційні процеси в наноматеріалах. Ознайомити студентів з сучасними джерелами енергії, принципом їхньої роботи та можливість їхнього застосування для модифікації матеріалів. Зокрема установки лазерного випромінювання, джерела ультразвуку, вакуумні печі, джерела електронів (електронні гармати). Провести дослідження опромінених матеріалів, сформулювати висновки.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знати: основні поняття і терміни як основних характеристик високоенергетичних потоків, так і властивостей матеріалів, підданих енергетичному впливові. Зокрема інтенсивність лазерного випромінювання, спектр лазерного випромінювання, його когерентність, діапазон частот ультразвуку, швидкість термічного нагріву, інтенсивність електронного пучка, дислокації, вакансії, пори, питома електропровідність, коефіцієнт оптичного поглинання, ІЧ-спектр, УФ-спектр, видима область спектру. Наслідки впливу високоенергетичних потоків на структуру та фізичні властивості матеріалу.</li> <li>- Вміти: застосовувати набуті знання для проведення експериментів з цілеспрямованої зміни властивостей матеріалу тієї чи іншої природи. Відповідно</li> </ul>	

оформити результати експерименту, в разі необхідності скоригувати хід експерименту для досягнення результату. Вміти налаштовувати прилади і установки, усунути незначні неполадки. Вміти підготувати взірці для проведення експерименту. Оцінити оптимальні розміри та масу взірців, у випадку їхнього руйнування замінити аналогічними.

#### 4. Результати навчання (компетентності)

##### Компетенції соціально-особистісні:

- наполегливість у досягненні мети;
- турбота про якість виконуваної роботи;
- креативність, здатність до системного мислення.

##### Інструментальні компетенції:

- навички управління інформацією.

##### Професійні компетенції:

- здатність до критичного аналізу та оцінки сучасних наукових досягнень;
- здатність генерувати нові ідеї при вирішенні дослідницьких і практичних завдань;
- здатність до застосування знань для вирішення завдань якісного і кількісного характеру;
- здатність пропонувати та обґрунтовувати гіпотези на основі теоретико-методологічного аналізу;
- здатність застосовувати комп'ютерні технології та програми для проведення дослідження та аналізу отриманих даних.

#### 5. Організація навчання курсу

##### Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	24
семінарські заняття / <u>практичні</u> / лабораторні	36
самостійна робота	120

##### Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
1	104, Фізика і астрономія магістр	I-й	Вибірковий

##### Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Літера- тура	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
------------	------------------	-----------------	---------------	----------------	---------------------

#### Змістовий модуль 1.

##### Лазерні технології

<b>Тема 1. Вплив лазерного опромінення на дислокаційну структуру кристалічних тіл.</b> Термічні і атермічні процеси в матеріалах внаслідок дії лазерного опромінення. Генерація і анігіляція дислокацій. Рух дислокацій під дією лазерного опромінення. Залежність структурної досконалості монокристалів від	Лекція	згідно списку літератури	опрацювання лекційного матеріалу, 4	3	згідно розкладу
--	--------	--------------------------	-------------------------------------	---	-----------------

співвідношення між шириною забороненої зони $E_g$ і квантом лазерного опромінення $h\nu$ .					
<b>Тема 2. Лазерний відпал іонно-імплантованих шарів</b> Іонна імплантація, доза і енергія іонів. Інтенсивність лазерного опромінення. Надвисока розчинність імплантованих іонів після лазерного опромінення. Електрична активність імплантованих іонів після лазерного опромінення. Структурна досконалість іонно-імплантованих і лазерно відпалених шарів.	Лекція/ практична	згідно списку літератури	опрацювання лекційного матеріалу, 4/7	4	згідно розкладу
<b>Тема 3. Поведінка домішок і точкових дефектів унаслідок дії лазерного опромінення.</b> Поглинання лазерного опромінення домішками. Цілеспрямоване легування монокристалів (створення р-п структур і омічних контактів). Лазерне гетерування неконтрольованих до-мішок. Оптичні властивості лазерно опромінених монокристалів. Ефект збільшення про-зорості і релаксаційні процеси в лазерно опромінених матеріалах.	Лекція/ практична	згідно списку літератури	опрацювання лекційного матеріалу, 4/7	4	згідно розкладу
<b>Змістовий модуль 2.</b>					
<b>Термічна і ультразвукова модифікація матеріалів</b>					
<b>Тема 4. Термічна модифікація матеріалів.</b> Термічний нагрів, його роль в стабілізації властивостей матеріалу. Термогравіметричний аналіз. Диференціально-термічний аналіз. Температурна залежність питомої електро-провідності. Термоелектричні явища.	Лекція/ практична	згідно списку літератури	опрацювання лекційного матеріалу, 4/7	4	згідно розкладу
<b>Тема 5. Спільна дія ультразвуку та лазерного опромінення.</b>	Лекція/ практична	згідно списку літератури	опрацювання лекційного матеріалу, 4/7	4	згідно розкладу

<p>Кавітація. Перерозподіл домішок внаслідок дії ультразвуку та лазерного опромінення. Вплив спільної дії ультразвуку і лазерного опромінення на питому електропровідність нанокомпозитів. Зміна морфології поверхні та ролі функціональних груп в пористих структурах внаслідок ультразвукового опромінення.</p>					
<p><b>Тема 6. Термохімічні перетворення в пористих структурах.</b>  Карбонізація вихідного матеріалу для отримання нанопористого вуглецю.  Активація карбонізованого вуглецю шляхом термохімічного впливу в присутності кислот.  Додатковий термохімічний вплив на активований вуглець в присутності азотної кислоти для оптимізації розподілу пор за розмірами.</p>	<p>Лекція/практична</p>	<p>згідно списку літератури</p>	<p>опрацювання лекційного матеріалу, 4/7</p>	<p>4</p>	<p>згідно розкладу</p>
<p>Підсумковий контроль (екзамен)</p>				<p>23</p>	
<p><b>6. Система оцінювання курсу</b></p>					

<p>Загальна система оцінювання курсу</p>	<p>Поточний контроль здійснюється під час проведення лекційних, практичних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань студентів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані студентами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p>Модульний контроль (сума балів за окремих змістовий модуль) проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершені частини дисципліни – змістового модуля.</p> <p>Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p> <p>Семестровий (підсумковий) контроль проводиться у формі екзамену.</p> <p>Екзамен – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння студентом теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.</p>
<p>Вимоги до письмової роботи</p>	<p>Підсумкова письмова робота виконується у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді.</p>
<p>Семінарські заняття</p>	<p>Усні відповіді, реферат, виступ, тести, доповідь, дистанційне навчання.</p>
<p>Умови допуску до підсумкового контролю</p>	<p>Позитивні оцінки з поточного контролю знань за змістовними модулями (оцінювання роботи студента під час практичних занять; поточне тестування після вивчення розділу; реферат)</p> <p>Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище.</p> <p>Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів.</p>
<p><b>7. Політика курсу</b></p>	

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

**Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані на практичних заняттях, поточному тестуванні, самостійній роботі (реферати, презентації). 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; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

**Вимоги викладача.** Кожен викладач ставить студентам систему вимог та правил поведінки студентів на заняттях, доводить до їх відома методичні рекомендації щодо виконання контрольних робіт, тестових завдань. Все це гарантує високу ефективність навчального процесу і є обов'язковою для студентів.

#### **8. Рекомендована література**

##### **Базова**

1. Двуреченский А.В., Качурин Г.А., Импульсный отжиг ионно-легированных полупроводников М.: Наука, 1982, 208с.
2. Будзуляк І.М., Яблонь І.С., Остафійчук Б.К., Григорчак І.І., Морушко О.В., Хемій О.М. Накопичення заряду в електрохімічних системах, сформованих на основі низькорозмірних структур. Івано-Франківськ, 2018, 316с.
3. Будзуляк І.М., Рачій Б.І., Коцюбинський В.О., Яблонь Л.С., Морушко О.В. Синтез, структура, та електрохімічні властивості нанопористого вуглецевого матеріалу та композитів на його основі. Івано-Франківськ, 2021, 382с

**Викладач \_\_\_\_\_ Будзуляк І.М.**