

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



Фізико-технічний факультет
Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДИ ОТРИМАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ

Освітня програма	Прикладна фізика та наноматеріали
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Галузь знань	10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від «29» серпня 2022 р.

м. Івано-Франківськ – 2022

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Опис дисципліни
3. Структура дисципліни
4. Система оцінювання курсу
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу
6. Ресурсне забезпечення
7. Контактна інформація
8. Політика курсу

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Методи отримання наноматеріалів
Освітня програма	Доктор філософії (PhD)
Спеціалізація (за наявності)	відсутня
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Галузь знань	10 Природничі науки
Освітній рівень	третій (освітньо-науковий/освітньо-творчий) рівень
Статус дисципліни	вибіркова
Курс / семестр	2 курс / 3 семестр
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	Лекції – 40 год. Семінарські заняття – 5 год. Самостійна робота – 52 год.
Мова викладання	українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	www.d-learn.pnu.edu.ua

2. Опис дисципліни

Мета та цілі дисципліни

Мета: забезпечити відповідні сучасним вимогам знання аспірантів про хіміко-фізичні властивості ультрадисперсних матеріалів, методи їх отримання та діагностики.

Завдання: сформувати у аспірантів уявлення про структурні, електричні, магнітні, оптичні, механічні, властивості ультрадисперсних систем, розмірні ефекти, роль поверхні особливості технологій їх отримання та обробки, проблеми діагностики фізичних параметрів наночастинок та їх систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен знати:

- основні визначення, фундаментальні аспекти і практичні застосування наноматеріалів, класифікацію дисперсних систем за розмірністю, агрегатним станом і структурою, основні характеристики наночастинок і дисперсних систем, суть розмірних ефектів;
- основи термодинаміки поверхневих явищ;
- способи синтезу кристалічних фаз: рідкої, газоподібної і кристалічної, кінетичні особливості утворення кристалічних фаз;
- основні методи обробки поверхні та отримання атомарно-чистої поверхні твердого тіла;
- суть та методологію основних експериментальних методів дослідження

структури і властивостей поверхні твердих тіл і міжфазних границь;

- поняття про природу реальних поверхонь і міжфазних границь;
- природу фізичної і хімічної адсорбції.

вміти:

- аналізувати стану науково-технічної проблеми, формулювати технічне завдання, постановку мети і завдань дослідження на основі підбору і вивчення літературних і патентних джерел;

- здійснювати вибір оптимального методу і програми досліджень, модифікацію існуючих та розробку нових методик отримання наноматеріалів, виходячи із поставлених завдань (отримання матеріалів з наперед заданими властивостями);

- проводити теоретичні і експериментальні дослідження з метою модернізації або створення нових матеріалів, компонентів, процесів і методів;

- здійснювати фізико-математичний аналіз та фізико-хімічне моделювання розроблювальних матеріалів, компонентів і процесів з метою оптимізації їх параметрів; використання типових та розробка нових програмних продуктів, орієнтованих на вирішення наукових, проектних і технологічних завдань у рамках напряму професійної діяльності;

- застосовувати на практиці деякі з експериментальних методів отримання (золь-гель метод, гідроліз, темплатний синтез) та дослідження структурних та морфологічних, оптичних та магнітних характеристик наносистем (оптичні дослідження морфології поверхні, гамма-резонансні методи, мас-спектроскопічні методи, електронна мікроскопія).

Дисципліна націлена на підготовку студентів до:

- науково-дослідної та виробничо-технологічної роботи в області високо-ефективних процесів отримання наноматеріалів та вивчення їх властивостей, пов'язаної з вибором необхідних методів діагностики фізико-хімічних властивостей та дослідження структурних характеристик наноматеріалів;

- умінню правильно робити вибір методів діагностики наноматеріалів в залежності від їх властивостей і функцій;

- вирішенню науково-дослідних і прикладних задач, що виникають при вивченні властивостей наноматеріалів;

- пошуку та аналізу профільної науково-технічної інформації, необхідної для вирішення конкретних інженерних задач, у тому числі при виконанні міждисциплінарних проектів.

Компетентності

Інтегральна. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та / або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних і створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

ЗК.1. Розуміння концептуальних та методологічних засад у галузі науково-дослідної та/або професійної діяльності.

ЗК. 4. Здатність ініціювати та розробляти інноваційні комплексні проекти, проявляти лідерство та автономність під час їх виконання, реалізувати соціальну відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень.

ЗК. 9. Здатність до роботи у команді, використання адекватних методів ефективної взаємодії із різних (професійних, соціальних та культурних груп).

ФК.3. Здатність аналізувати і узагальнювати результати сучасних досліджень у галузі, адаптувати їх для вирішення наукових і прикладних проблем у галузі прикладної фізики.

ФК. 4. Здатність здійснювати теоретичні та експериментальні наукові дослідження, застосувати їх методи, трактувати отримані результати, виявляти властивості та характеристики об'єктів дослідження у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

ФК. 5. Здатність створювати та аналізувати різні моделі фізичних систем, оцінювати адекватність їх щодо фізичних явищ і процесів, для пояснення для яких ці моделі створювалися.

ФК. 7 Володіти сучасними експериментальними методами дослідження матеріалів, в тому числі наноструктурованих, методами опрацювання результатів експерименту за допомогою уніфікованих та специфічних програмних середовищ, сучасними способами представлення результатів дослідження.

ФК. 9. Здатність організувати роботу наукових груп та колективів, здійснювати проектну діяльність, володіння основними навичками проектного менеджменту у науково-технічній та освітній галузі.

ФК. 10 Здатність до науково-освітньої, проектної, організації управлінської діяльності у закладі вищої освіти.

ФК. 11. Викладацькі здатності. Компетентність правильно використовувати набуті знання і навички у викладацькій діяльності та при роботі у науково-дослідних лабораторіях.

Програмні результати навчання

У результаті засвоєння курсу здобувач повинен набути знань і умінь, які дозволяють:

ПРН. 1. У результаті навчання здобувачі повинні набути знання і вміння, які дозволяють застосовувати сучасні концептуальні поняття у галузі фізики, прикладної фізики, суміжних галузей знань, зокрема, методології та принципів побудови наукових досліджень, для здійснення професійної діяльності.

ПРН. 2. Знання – фундаментальних праць провідних вітчизняних і зарубіжних вчених у галузі прикладної фізики і суміжних наук.

ПРН. 3. Знання поглибленого рівня у сфері фізики, технології речовин і матеріалів, сучасних методів дослідження їх властивостей.

ПРН. 5. Знання основи сучасних засад функціонування науки, основ методології та організації наукових досліджень різних рівнів, формувати методологічну базу власного наукового дослідження.

ПРН. 6 Прогнозувати результати виконання наукового проекту, новизну практичну цінність ініціювати та проводити комплексні дослідження у галузі, які проводять до отримання нових знань.

ПРН. 7 Використовувати інформаційно-комунікаційні технології у науковій та викладацькій діяльності, володіти навичками етичної поведінки в інформаційно-комунікаційному середовищі.

ПРН. 8. Використовувати англійську мову в усній та письмовій формі для розв'язання комунікативних завдань у побутовій, суспільній, навчальній, професійній, науковій сферах життя; здійснювати переклад англійськомовного фахового наукового тексту; здійснювати анотування статей за фахом;

ПРН. 11. Оцінювати кращі європейські практики, сучасні цифрові ресурси та інструменти на предмет їх застосування для освітньо-наукових цілей.

ПРН. 12 Проводити математичне, аналітичне та комп'ютерне моделювання здійснювати статистичні обчислення або чисельні розрахунки, порівнювати їх результати із експериментами даними для більш повного опису досліджуваних систем.

ПРН.13 Вміти кваліфіковано відображати результати наукових, результатів у провідних вітчизняних і міжнародних наук виданих, виступити у підготовчих презентаціях, доповідачами наукових конференцій і симпозіумів. Вести дискусії з науковцями, представниками громадськості з наукових проблем відстоювати особистісну позицію.

ПРН. 14. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми правової сфери державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН. 16. Робити огляд та пошук інформації в спеціалізованій літературі, використовуючи різноманітні ресурси: журнали, бази даних, он-лайн ресурси.

ПРН. 17. Ясно та ефективно описувати інтенсивні, глибокі й деталізовані результати наукової роботи державною та іноземною мовами. Вести спеціалізовані наукові семінари та публікувати наукові статті в провідних наукових журналах.

ПРН. 19. Здатність підготувати та успішно захистити дисертаційну роботу на основі індивідуальних досліджень, а також використати (та визнати) результати інших членів наукової групи.

ПРН. 20. Здатність правильно вибрати стратегію синтезу та дослідження наноматеріалів з точки зору їх практичного застосування в заданих умовах з повним уявленням про загальні підходи створення і отримання нових ультрадисперсних матеріалів із заданими властивостями.

ПРН. 21. Здатність правильно використовувати набуті знання і навички у викладацькій діяльності та при роботі у науково-дослідних лабораторіях.

3. Структура дисципліни

№	Тема	Результати навчання	Завдання
Фізичні передумови особливих властивостей нано-дисперсних матеріалів			
1	Тема 1. Дисперсні системи.	Вступ. Предмет курсу, основні визначення, фундаментальні аспекти і практичні застосування. Дисперсний стан речовини. Класифікація дисперсних систем за розмірністю, агрегатним станом і структурою. Нанорозмірні системи. Основні характеристики наночасток і дисперсних систем. Розмірний ефект.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
2.	Тема 2. Термодинаміка поверхні.	Основи термодинаміки поверхневих явищ. Термодинамічні функції. Поверхневий натяг і вільна енергія поверхонь розділу фаз. Зв'язок поверхневого натягу з об'ємними властивостями речовин. Термодинамічне рівняння Гібса для поверхні розділу фаз в однокомпонентних системах. Поверхнева енергія твердих тіл. Вплив морфології, рельєфу і адсорбції молекул. Склад поверхні, сегрегація компонентів в приповерхневих шарах.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
3	Тема 3. Стійкість дисперсних систем.	Поняття про нестійкість дисперсних систем. Утворення кластерів. Агрегація наночасток, роль температури і рН середовища. Стабілізація наночасток. Основні класи хімічних сполук. Кислотні і основні центри. Типи хімічного зв'язку. Хімічні реакції: окислення-відновлення, кислотно-основні, гідроліз,. Класифікація методів синтезу по фазових станах вихідних реагентів і продуктів реакції. Гомогенні і гетерогенні процеси. Основні фізико-хімічні параметри, що визначають хід хімічних перетворень. Термодинамічний прогноз можливості реалізації синтезу в гомогенному середовищі. Фазові діаграми, вибір умов	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.

		синтезу. Нестехіометрія. Атомні дефекти.	
4.	Тема 4. Процеси нуклеації.	Синтез кристалічних фаз з прекурсорів різного фазового складу: рідкої, газоподібної і кристалічної фаз. Кінетичні особливості утворення кристалічних фаз, пов'язані із зародкоутворенням. Гомогенне зародкоутворення. Рівняння Гібса-Томсона. Критичне пересичення. Критичний розмір зародка. Кінетичні рівняння швидкості зародкоутворення. Гетерогенне зародкоутворення. Епітаксія. Утворення нової фази за участю модифікаторів. Кристалізація і ріст монокристалів. Стабільні і метастабільні кристалічні фази.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
Фізичні методи отримання та діагностики нанодисперсних матеріалів			
5.	Тема 1. Методи синтезу наноматеріалів.	Методи формування наночасток. Класифікація методів за принципами «знизу - вгору» і «зверху-вниз», фізичні і хімічні методи. Помол і диспергування. Нуклеація і агломерація. Ріст з парів і розчинів. Основні параметри росту наночасток. Зародження і ріст наночасток в гомогенному середовищі і на поверхні твердого тіла.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
6.	Тема 2. Метод вакуумної конденсації.	Методи вакуумної конденсації. Склад і тиск пари речовин. Вибір прекурсорів. Роль підкладки. Епітаксіальний ріст. Метод молекулярних пучків. Оцінка швидкості росту кристалів з газової фази.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.

7.	Тема 3. Метод хімічного осадження з газової фази.	Метод хімічного осадження з газової фази (CVD). Піроліз аерозолів органічних і неорганічних прекурсорів. Принципи вибору прекурсорів. Лазерне осадження, магнетронне осадження. Види плазми. Механізми генерації хімічно активних часток. Лазерна електродисперсія. Вплив складу плазми на структуру нанокристалів.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
8	Тема 4. Золь-гель технологія. Гідроліз.	Золь-гель технологія. Гідроліз. Поліконденсація. Перехід істинний розчин - золь. Вплив розчинника, температури, рН. Будова гелів, ксерогелі. Приклад отримання нано-дисперсного кремнезему. Лінійні, двовимірні і тривимірні макромолекули. Хімічне осадження з розчинів. Реакція гідролізу. Приклади отримання нанокристалічних оксидів і гідроксидів металів. Нанокомпозити. Співосадження. Вплив рН реакційного середовища на перебіг нуклеаційних процесів. Вплив розчинників. Гідрофільність і гідрофобність. Хімічне модифікування поверхні нанокристалів.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
9	Тема 5. Темплатний синтез.	Темплатний синтез. Нанореактори. Класифікація: мезопористі системи (1D), шаруваті подвійні гідроксиди (2D), цеоліти (3D). Структура пористих систем, характеристика пор, приклади темплатів. Мезопористий оксид кремнію. Мікроемульсії. Зворотні міцели і емульсії. Зростання кластерів в мікроемульсіях. Організація колоїдних систем в присутності ПАР. Плівки Ленг-мюра-Блоджет. Приклади росту нанокристалів оксидів металів. Колоїдний синтез нанокристалів напівпровідникових матеріалів. Синтез квантових точок.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.

10	Тема 6. Магнітні наноматеріал и.	Магнітні наноматеріали: синтез і властивості. Феромагнетизм. Парамагнетизм. Суперпарамагнетизм. Особливості застосування методу месбауерівської спектроскопії до вивчення магнітних наночастинок.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
11	Тема 7. Оптичні властивості наноматеріал ів.	Оптичні властивості наноматеріалів. Закон Релея. Основи теорії Мі. Визначення розміру частинок дисперсних систем методом вимірювання спектру мутності	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
12	Тема 8. Методи дослідження морфології нанома-тер іалів.	Методи аналізу нанорозмірних матеріалів. Локальність і глибина аналізу. Особливості аналізу високодисперсних систем. Визначення середнього розміру часток. Можливості і обмеження методу рентгенівської дифракції. Визначення вкладу поверхні і об'єму.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
13	Тема 9. Методи дослідження морфології нанома-тер іалів.	Визначення складу і структури окремої наночастки; електронна мікроскопія, дифракція електронів.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.

4. Система оцінювання курсу

Накопичування балів під час вивчення дисципліни	
Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Практичне заняття	50
Самостійна робота	

Індивідуальне завдання	
Екзамен	50
Максимальна кількість балів	100 балів

Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою:

- *90-100 балів* – Здобувач вільно володіє навчальним матеріалом; висловлює свої думки; творчо виконує індивідуальні та колективні завдання; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань; вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань; комунікативні уміння та навички сформовані на високому рівні; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання і оцінити результати власної практичної діяльності; виконує завдання, не передбачені навчальною програмою; вільно використовує знання для розв'язання поставлених перед ним завдань.

- *70-89 балів* – Здобувач вільно володіє навчальним матеріалом, застосовує знання на практиці; узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає незначні граматичні помилки у порівняннях, формулюванні висновків, застосуванні теоретичних знань на практиці; за зразком самостійно виконує практичні завдання, передбачені програмою; має стійкі навички виконання завдань.

- *50-69 балів* – Здобувач володіє навчальним матеріалом поверхово, фрагментарно; на рівні запам'ятовування відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків; знайомий з основними поняттями навчального матеріалу; комунікативні уміння та навички сформовані частково; під час відповіді допускаються суттєві граматичні помилки; має елементарні нестійкі навички виконання завдань; планує та виконує частину завдань за допомогою викладача.

- *Менше 50 балів* – У здобувача не сформовані комунікативні уміння та навички; аспірант допускає велику кількість граматичних помилок, що ускладнює розуміння; аспірант не володіє навчальним матеріалом; виконує лише елементарні завдання, потребує постійної допомоги викладача.

5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу

Поточне тестування та самостійна робота													Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль № 2										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13		
5	5	5	5	3	3	4	3	4	4	4	3	3	50	100

- По завершенні теоретичного навчання середнє арифметичне усіх отриманих оцінок у 100-бальній шкалі множиться на ваговий коефіцієнт 0,4, відповідно – максимальний бал за усі отриманні заняття у підсумку може скласти 40 балів.

- Оцінювання за екзамен відбувається у 100-бальній шкалі, отримана оцінка сходиться на ваговий коефіцієнт 0,5.

- Підсумкова оцінка за вивчення дисципліни складається із математичної суми балів за роботу на парах (максимально – 40 балів), отриманих балів за самостійну роботу (оцінка виставляється у 100-бальній шкалі і множиться на ваговий коефіцієнт 0,05, відповідно максимальний бал за самостійну роботу може скласти 5 балів), оцінки за індивідуальне завдання (оцінка виставляється у 100-бальній шкалі і множиться на ваговий коефіцієнт 0,05, відповідно максимальний бал може скласти 5 балів) і оцінки, отриманої за екзамен

(максимальний бал – 50 балів), що в сумі максимально може скласти 100 балів.

• При виставленні балів за модульний контроль оцінюються: рівень теоретичних знань та практичні навички з тем, включених до змістових модулів, самостійне опрацювання тем, написання есе, опрацювання завдань, підготовка презентацій доповідей, підготовка індивідуальних завдань тощо.

• Якщо аспірант не складав змістовий модуль з поважних причин, які підтверджені документально, то він має право на його складання з дозволу зав. кафедри (за заявою).

• Оцінка за іспит формується із суми відповідей аспіранта на 3 основні запитання та 2 додаткові (по 10 балів за кожне запитання), або, за вимогою – на основі результатів тестування (максимальна оцінка за тести – 50 балів).

6. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне забезпечення	Мультимедіа (відеофайли, рисунки, схеми)
Література:	
Базова	
1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон // М.- Мир.- 1979. - 568с.	
2. Андриевский Р.А. Наноматериалы: концепции и современные проблемы / Р.А. Андриевский // Российский химический журнал. - 2002. - Т. 46, №5.	
3. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля // М.- Издательский центр "Академия".- 2005. - 192с.	
4. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего / В.И. Балабанов // М.- Эксмо, 2009. - 248с.	
5. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела : в 2 т. / Н. Ашкрофт, Н. Мер-мин. - М. : Мир, 1979. - Т. 1. - 400 с.	
6. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела : в 2 т. / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. - М. : Мир, 1979. - Т. 2. - 424 с.	
7. Ашмарин, И. П. Ингибиторы синтеза белка / И. П. Ашмарин, Л. И. Ключарев. - Ленинград : Медицина, 1975. - 207 с.	
8. Гусев, А. И. Нанокристаллические материалы / А. И. Гусев, А. А. Ремпель. - М. : Физматлит, 2000. - 224 с.	
9. Балезин С.А. Основы физической и коллоидной химии / С.А. Балезин, Г.С. Парфенов // М. - Просвещение.- 1964. - 454с.	
10. Болдырев А.И. Физическая и коллоидная химия / А.И. Болдырев // М.-Высш. шк.- 1983. - 408с.	
11. Наноструктурные материалы. Учебное пособие для студ. высш. учебн. заведений. // Р.А.Андриевский, А.В.Рагуля. – М.Издательский центр "Академия", 2005, - 192 с.	
12. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. Мир материалов и технологий. Техносфера, Москва, 2005.	
13. Волков С.В. Нанохімія наносистеми наноматеріали / С.В. Волков, Є.П. Ковальчук, В.М. Огненко, О.В. Решетняк // К. - Наукова думка. - 2008. - 422с.	
14. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий // М.- Химия. - 1976. - 512с.	
15. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев // М.- ФИЗМТЛИТ.- 2005. - 416с.	
16. Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки и их эмиссионные свойства / А.В. Елецкий // Успехи физических наук. – 2002. – Т.172, №4.	
17. Евстратова К.И. Физическая и коллоидная химия / К.И. Евстратова, Н.А. Купина, Е.Е. Малахова // М.- Высш. шк. - 1990. – 487с.	

18. Захарова Г.С. Нанотрубки и родственные наноструктуры оксидов металлов / Г.С. Захарова, В.Л. Волков, В.В. Ивановская, А.Л. Ивановский // Екатеринбург. - УрО РАН. - 2005. - 238с.
19. Захарченко В.Н. Коллоидная химия / В.Н. Захарченко // М. - Высш. шк., 1989.-238с.
20. Кац Е.А. Фуллерены, углеродные нанотрубки и нанокластеры: Родословная форм и идей / Е.А. Кац // М.- Издательство ЛКИ.- 2008. - 296с.
21. Киреев В.А. Краткий курс физической химии / В.А. Киреев // М.- Химия.-1978. - 620с.
22. Пархоменко В.Д. Плазмохимические методы получения порошкообразных веществ и их свойства / В.Д. Пархоменко, П.И. Сорока, Ю.И. Краснокутский, В.Г. Верещак // Всесоюзный журнал химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1991. - Т.36, №2.
23. Письменко В.Т. Дисперсные системы / В.Т. Письменко, Е.Н. Калюкова // Ульяновск.- УлГТУ. - 2005. - 196с.
24. Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс // М.- Техносфера. - 2005. - 336с.
25. Раков Э.Г. Химия и применение углеродных нанотрубок / Э.Г. Раков // Успехи химии. - 2001. - Т.70, №10.
26. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех: большое - в малом / М. Рыбалкина // М. - 2005. - 444с.
27. Сергеев Г.Б. Нанохимия / Г.Б. Сергеев // М.- Изд-во МГУ.- 2003. - 288с.
28. Суздаев И.П. Нанотехнология: физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев // М.- КомКнига. - 2006. - 592с.
29. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг // Л. - Химия. - 1974. - 352с.








Допоміжна

1. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия / Р.А. Хмельницкий // М.- Высш. шк.- 1988. - 400с.
2. Шукин Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Шукин, А.В. Перцев, Е.А. Амелина // М.- Изд-во МГУ.- 1982. - 416с.
3. Щур А.Л. Высокмолекулярные соединения / А.Л. Щур // М.-Высш. шк. -1971. - 656с.
4. Ярославцев А.Б. Основы физической химии / А.Б. Ярославцев // М.-Научный мир. - 1998.- 230с
5. Третьяков Ю.Д. Гомогенные солевые и гидроксидные системы как прекурсоры для получения керамических порошков / Ю.Д. Третьяков, Н.Н. Олейников, А.А. Вертегел // Журн. неорганической химии. - 1996. - Т.41, №6.
6. Мелихов И.В. Тенденции развития нанохимии / И.В. Мелихов // Российский химический журнал. - 2002. - Т. XLVI, №5.
7. Мовчан Б.А. Электронно-лучевая гибридная нанотехнология осаждения неорганических материалов в вакууме / Б.А. Мовчан // Актуальные проблемы современного материаловедения. - К.- Изд. Академперіодика, 2008. – Т.1.
8. Москаленко В.Ф. Нанонаука: стан, перспективи досліджень / В.Ф. Москаленко, Л.Г. Розенфельд, І.С. Чекман, Б.О. Мовчан // Науковий вісник Національного медичного університету імені О.О.Богомольця. - 2008. - №4.
9. Хайрутдинов Р.Ф. Химия полупроводниковых наночастиц / Р.Ф. Хайрутдинов // Успехи химии. - 1998. - Т.67, №2.

Інформаційні ресурси

1. «Нанотехнологическое общество» (<http://www.nanometer.ru>)
2. Журнал «Российские нанотехнологии» (<http://www.nanoru.ru>)
3. Хімічна енциклопедія (<http://www.cnshb.ru/AKDIL/0048/default.shtm>)
4. Електронні книги, словники, енциклопедії (<http://www.y10k.ru>)

7. Контактна інформація

Кафедра	<p>Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57,</p> <p> каб. 208 (вхід з вул. Чорновола)</p> <p> тел.</p> <p>+380342596143</p> <p> https://kmint.pnu.edu.ua/</p>
Викладач	 <p>Ільницький Роман Васильович, завідувач відділу аспірантури і докторантури, професор, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри матеріалознавства і новітніх технологій</p>
Контактна інформація викладача	<p> +38 0342 783508</p> <p> r.v.ilnitsky@gmail.com</p> <p> https://kmint.pnu.edu.ua/штат-кафедри/ільницький-роман-васильович/</p>

8. Політика курсу	
Академічна доброчесність	<p>Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів університету:</p> <p>Ознайомитися з даними положеннями та документами можна за посиланням: https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагіату/</p>

<p>Пропуски (відпрацювання) занять</p>	<p>Можливість і порядок відпрацювання пропущених аспірантом занять регламентується «Положенням про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника”» (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) (див. стор. 4.). Ознайомитися з положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
<p>Виконання завдання встановленого терміну пізніше</p>	<p>У разі виконання завдання аспірантом пізніше встановленого терміну, без попереднього узгодження ситуації з викладачем, оцінка за завдання - «незадовільно», відповідно до «Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника ” (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) – стор. 4-5. Ознайомитися із положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
<p>Невідповідна поведінка під час заняття</p>	<p>Невідповідна поведінка під час заняття регламентується рядом положень про академічну доброчесність (див. вище) та може призвести до відрахування здобувача вищої освіти (студента) «за порушення навчальної дисципліни і правил внутрішнього розпорядку вищого закладу освіти», відповідно до п.14 «Відрахування студентів» «Положення про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів вищих закладів освіти» - ознайомитися із положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
<p>Додаткові бали</p>	<p>Отримання додаткових балів за дисципліною можливе в разі виконання самостійної роботи, попередньо узгоджених з викладачем. Перелік самостійної роботи міститься у навчальній програмі до курсу. Також за рішенням кафедри управління та бізнес-адміністрування студентам, які брали участь у науково-дослідній роботі (роботі конференцій, студентських наукових гуртків та проблемних груп, підготовці публікацій), а також були учасниками олімпіад, конкурсів, можуть присуджуватися додаткові бали «Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника ” (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) – стор. 3.</p>
<p>Неформальна освіта</p>	<p>Можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується «Положенням про порядок зарахування результатів неформальної освіти у ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» (введено в дію наказом ректора №819 від 29.11.2019) - https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>

Викладач

A handwritten signature in black ink, written in a cursive style. The signature appears to be 'Р. В. Ільницький'.

Ільницький Р. В.