

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича



ЗАТВЕРДЖЕНО:

Директор ІПМ НАН України
Академік НАН України

Солонін Ю.М.

СХВАЛЕНО:

Вченою радою ІПМ НАН України

Протокол № 4 від 28.09.2021р.

**Силабус з навчальної дисципліни
«Фізико-хімічні основи розробки нових матеріалів
та технологічних процесів »,
складається в межах ОПН підготовки доктора філософії
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
для здобувачів за спеціальностями**

**10 «Природничі науки» - 102 «Хімія», 105 «Прикладна фізика та
наноматеріали»**

13 – «Механічна інженерія » - 132 «Матеріалознавство»

1. Загальна характеристика курсу

Назва дисципліни	Фізико – хімічні основи розробки нових матеріалів та технологічних процесів (застосування до оксидних систем)
Адреса викладання дисципліни	вул. Кржижановського, 3, Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України, Київ, 03142, Україна
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 «Природничі науки» - 102 «Хімія», 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» 13 – «Механічна інженерія» - 132 «Матеріалознавство»
Викладачі дисципліни	д.х.н., с.н.с., зав.від. О.В.Дуднік
Контактна інформація викладачів	097 235 2438 – О.В.Дуднік dudnikelena@ukr.net
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	В дні лекцій за попередньою домовленістю
Інформація про дисципліну	Курс розроблено таким чином, щоб надати слухачам знання, необхідні для проведення наукових досліджень в рамках виконання дисертаційної роботи. Курс охоплює основні аспекти узагальнення теоретичних основ і практичних навичок з мікроструктурного проектування керамічних матеріалів різноманітного призначення, які потрібні для успішного становлення науковця-хіміка, що працює у галузі створення новітніх високотехнологічних матеріалів.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Фізико – хімічні основи розробки нових матеріалів та технологічних процесів” є дисципліною за вільним вибором аспірантів зі спеціальностями 10 «Природничі науки», 102 «Хімія», 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»; 13 «Механічна інженерія», 132 – «Матеріалознавство» для освітньої програми підготовки доктора філософії, яка викладається в Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України в 3-4 семестрі в обсязі 1 кредиту (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни “Фізико – хімічні основи розробки нових матеріалів та технологічних процесів” є формування фундаментальних знань для цілеспрямованого здійснення мікроструктурного проектування матеріалів різноманітного призначення з необхідним рівнем властивостей. Безпосередній зв'язок між характеристиками вихідних порошків і властивостями матеріалів передбачає обґрунтований вибір складу композитів на підставі діаграм стану відповідних подвійних і потрійних систем, знання основних закономірностей фазових перетворень вихідних компонентів з підвищенням температури. Науково обґрунтований вибір хімічного та фазового складу вихідних порошків, визначення основних фізико-хімічних закономірностей їхньої самоорганізації в процесі одержання, термічної обробки, формування, спікання є актуальними задачами, що вирішують науковці-хіміки при створенні матеріалів з підвищеними фізико-механічними характеристиками.
Вимоги навчальної дисципліни	Курс є дисципліною за вільним вибором аспірантів. Обсяг курсу – 1 кредит ECTS, 16 год аудиторних занять та

	14 год самостійної роботи (очна форма навчання). Вивчення наукової дисципліни вимагає обов'язкове відвідування аудиторних занять, активну участь в обговоренні питань, якісне і своєчасне виконання завдань самостійної роботи, а також участь у всіх видах контролю.
Підсумкова форма контролю знань	Залік
Очікувані результати навчання	<i>Після завершення цього курсу студент буде:</i> - знати: підходи до створення новітніх матеріалів, володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі хімії та бути здатним застосовувати їх до професійної діяльності на межі предметних галузей. - вміти: інтегрувати існуючі методики та методи одержання сучасних матеріалів та адаптувати їх для розв'язання наукових завдань при проведенні дисертаційних досліджень.
Ключові слова	<i>Фізико-хімічні властивості, діаграми стану, методи консолідації, властивості</i>
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань зі спеціальних дисциплін (глибинні знання зі спеціальності) та знань з дисциплін, що розвивають загальнонаукові компетентності, які вивчають на першому та другому році навчання в аспірантурі.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, дискусія
Необхідне обладнання	Мультимедійне обладнання

2. План викладання дисципліни

Тема, план	Кількість годин		
	усього	у тому числі	
		аудиторні	Само- стійна робота
Фізико-хімічні принципи мікроструктурного проектування матеріалів <i>Теоретичні основи мікроструктурного проектування матеріалів. Формула фізико-хімічного аналізу. Ієрархія структурних рівнів і структурна інженерія неорганічних матеріалів. Дисперсні системи як основа створення нових матеріалів. Правило фаз Гіббса для дисперсних систем. Синергетика і створення нових матеріалів. Процеси самоорганізації. Активний стан компонентів в технології композитів. Активація твердофазних реагентів зміною їх хімічної і термічної передісторії. Механічне активування.</i>	2	2	
Діаграми стану тугоплавких оксидних систем і мікроструктурне проектування матеріалів. <i>Науково - обґрунтований вибір складів композиційних матеріалів різного призначення. Матеріали в тугоплавких оксидних системах. Основні визначення і класифікація композиційних матеріалів. Визначення структурних елементів композиційного матеріалу. Основні властивості і вимоги до конструкційних, інструментальних та</i>	4	2	2

<i>функціональних оксидних матеріалів.</i>			
Роль методу синтезу нанокристалічних порошків в формуванні властивостей керамічних матеріалів. <i>Кріохімічний синтез в технології оксидних композитів. Фізико-хімічні основи кріохімічного синтезу нанокристалічних порошків. Властивості вихідних порошків для керамічних матеріалів функціонального і конструкційного призначення.</i> <i>Гідротермальний синтез нанокристалічних порошків. Технології гідротермального синтезу. Гідротермальний синтез нанокристалічних порошків в кислому середовищі. Гідротермальний синтез нанокристалічних порошків в лужному середовищі.</i> <i>Комбіновані методи синтезу нанокристалічних порошків. Метод механохімічної обробки. Отримання нанокристалічних порошків в системах ZrO_2 (HfO_2) - R_2O_3. Гідротермальний синтез / механічне змішування.</i>	6	2	4
Високотехнологічні матеріали на основі оксидів. <i>Характеристика мікроструктур матеріалів на основі ZrO_2. Класи матеріалів. Мартенситні фазові перетворення. Проектування самоармованих, шаруватих і зміцнених матеріалів в дисперсних системах.</i>	2	2	
Фізико-хімічні та технологічні аспекти розробки високовогнетривких та прозорих матеріалів на основі тугоплавких оксидів цирконію, гафнію і РЗЕ. <i>Деякі властивості оксидів цирконію, гафнію, РЗЕ і матеріалів на їх основі. Високowodнетривкий припас для плавки і лиття тугоплавких металів і сплавів. Матеріали вакуумної техніки. Високотемпературні оксидні нагрівальні елементи опору.</i> <i>Прозора кераміка. Фактори розсіювання світла в прозорій кераміці. Теоретичні основи отримання прозорої кераміки. Оптичні властивості прозорої кераміки на основі твердих розчинів С-форми Y_2O_3 (Ln_2O_3) системи HfO_2-ZrO_2-Y_2O_3 (Ln_2O_3).</i>	2	2	
Багатошарові, симетричні та градієнтні керамічні композитів, що вміщують ZrO_2 та Al_2O_3. <i>Фізико - хімічні аспекти проектування багатошарових композитів. Особливості мікроструктурного проектування багатошарових композитів на основі ZrO_2. Технологія формування багатошарових керамічних матеріалів методом шликерного лиття. Спінання. Визначення характеристик міцності спечених заготовок з різних хімічних і фазовим складом шарів.</i> <i>Зміна міцності симетричних шаруватих композитів в залежності від складу шарів. Застосування ефекту пластичної деформації при термічній обробці багатошарових матеріалів. Градієнтні мікрослоїсті матеріали.</i>	4		4
Створення фізико-хімічних основ синтезу нанокристалічних порошків і композиційних матеріалів функціонального та конструкційного призначення на основі Al_2O_3. <i>Класифікація зміцнених матеріалів на основі Al_2O_3. Оптимізація технології виготовлення нанокристалічних порошків на основі оксиду алюмінію системи Al_2O_3-ZrO_2(Y_2O_3,CeO_2). Низькотемпературний синтез - Al_2O_3 для мікроструктурного проектування композитів системи Al_2O_3 - ZrO_2 (Y_2O_3, CeO_2). Розробка методів формування заготовок виробів з нанокристалічних порошків на основі Al_2O_3, встановлення режимів їх термічної обробки. Оптимізація методів термічної обробки композитів.</i>	4	2	2
Мікроструктурне проектування біоінертних імплантатів на основі ZrO_2. <i>Низькотемпературна деградація властивостей матеріалів на основі ZrO_2 у присутності води та вологому середовищі (старіння). Дослідження стабільності фазового складу композитів методом прискореного старіння у гідротермальних умовах.</i> <i>Створення багатошарових біоімплантатів складного складу на основі ZrO_2 з біоактивним покриттям. Дослідження властивостей одержаних матеріалів. Високпоруваті біоімплантати з біоактивним покриттям.</i>	2	2	
Фізико-хімічні аспекти створення керамічного шару термобар'єрних покриттів.	4	2	2

Структура термобар'єрних покриттів. Роль діаграм стану у виборі складу керамічного шару. Фактори, що впливають на властивості термобар'єрних покриттів. Сучасні матеріали покриттів.			
Всього за модулем	30	16	14

3. Контроль знань

В основі методів контролю знань використовуються поточне індивідуальне опитування та залік.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за навчальну діяльність	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	-A, A, +A	відмінно
82-89	-B, B, +B	добре
74-81	-C, C, +C	задовільно
64-73	-D, D, +D	
60-63	E	незадовільно з можливістю повторного складання іспиту
35-59	FX	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
0-34	F	

4. Список базової літератури

- Скороход В.В. Иерархия структурных уровней и структурная инженерия неорганических материалов / В. В. Скороход // Неорганическое материаловедение – Т.1 – Киев : Наукова думка, 2008. – С. 339–357.
- Скороход В. В. Фізико-хімічна кінетика в наноструктурних системах / Скороход В. В., Уварова І. В., Рагуля А. В. – Київ : Академперіодика, 2001 – 180 с.
- Третьяков Ю. Д. Химические принципы конструирования твердофазных материалов / Ю. Д. Третьяков // Изв. СО АН СССР. – 1982. – № 6. – С. 16 –21.
- Третьяков Ю. Д. Принципы создания новых твердофазных материалов / Ю. Д. Третьяков // Изв. АН СССР сер. Неорган. матер. – 1985. – Т. 21, №5. – С. 693–701.
- Третьяков Ю. Д. Процессы самоорганизации в химии материалов / Ю. Д. Третьяков // Успехи химии. – 2003. – Т. 72, № 8. – С. 731–763.
- Микроструктурное проектирование материалов в системе $ZrO_2-Y_2O_3-CeO_2-Al_2O_3$ / Е. В. Дудник, А. В. Шевченко, А. К. Рубан [и др.] // Порошковая металлургия. – 2010. – № 9/10. – С. 43-54.
- Керамика из высокоогнеупорных окислов [Бакунов В. С., Балкевич В.Л., Власов А. С. и др.] – М. : Металлургия, 1977. – 304 с.
- Новые материалы/ [колл. авторов., под научн. ред. Карабасова Ю. С.] – М : МИССИС, 2002. – 736 с.
- Курдюмов А. В. Фазовые превращения в материалах / Курдюмов А. В. // Неорганическое материаловедение, т.1. – 2008. – Киев: Наукова думка. – С. 550–567.
- Butler, E. P. (1985). *Transformation-toughened zirconia ceramics. Materials Science and Technology*, 1(6), 417–432. doi:10.1179/mst.1985.1.6.417
- Hannink R. H. J. Transformation toughening in zirconia – containing Ceramics / R.H. J. Hannink, P. M. Kelly, V. C. Muddle. // J. Am. Ceram. Soc. – 2000. – Vol. 83, № 3. – P. 461–487.
- Рутман Д. С. Высокоогнеупорные материалы из диоксида циркония / [Д. С. Рутман, Ю. С. Торопов, С. Ю. Плинер, и др.] – М. : Металлургия, 1985. – 136 с.

- Кайнарский И. С. Корундовые огнеупоры и керамика / Кайнарский И. С., Дегтярева Э. В., Орлова И. Г. – М. : Металлургия, 1981. – 168 с.
- Диаграммы состояния тугоплавких оксидных систем и микроструктурное проектирование материалов/Дудник Е.В., Лакиза С.Н., Тищенко Я.С., Рубан О.К., Редько В.П., †Шевченко А.В., †Лопато Л.М. (2014) Порошковая металлургия, #05/06, Киев: ИПМ им.И.Н.Францевича НАН Украины, С.67-78.
- Выдрик Г.А., Соловьева Т.В., Харитонов Ф.Я. Прозрачная керамика– М.: Энергия.– 980. – 97 с.
- Горшков В. С. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений / Горшков В. С., Савельев В.Г., Федоров Н.Ф. – М. : Высшая школа, 1988. – 400 с.
- Прозрачная керамика на основе оксидов лантаноидов иттриевой подгруппы иттрия и скандия Шевченко А.В., Дубок В.А., Дудник Е.В., Рубан О.К., Лопато Л.М. (2010) Порошковая металлургия, #09/10, Киев: ИПМ им.И.Н.Францевича НАН Украины, С.54-66.
- Основы криохимической технологии: учебное пособие / Ю. Д. Третьяков, Н. Н. Олейников, А. П. Можаяев. - Москва : Высш. шк., 1987. - 143 с. : ил.
- Шевченко А.В. Гидротермальные технологии в материаловедении / А.В.Шевченко // Неорганическое материаловедение. Основы науки о материалах. – Киев: Наукова думка.– 2008. – Т. 2. – С. 272 – 281.
- Скороход В. В. Физико-металлургические основы спекания порошков / В. В. Скороход, С. М. Солонин – М. : Металлургия, 1984. – 159 с.
- Олейник Г. С. Самоармированные керамические материалы / Олейник Г. С. – К. ИПМ НАНУ, 1993. – 46 с.// Препринт/ НАН Украины, Институт проблем материаловедения; ИПМ 1993–10.
- Спекание самоармированной керамики в системе $ZrO_2-Y_2O_3-CeO_2-Al_2O_3$ / Шевченко А.В., Дудник Е.В., Рубан О.К., Редько В.П., Лопато Л.М. (2010) Порошковая металлургия, #01/02, Киев: ИПМ им.И.Н.Францевича НАН Украины, С.56-65
- Скороход В. В. Слоистые композиты: структурная классификация, теплофизические и механические свойства / В. В. Скороход // Порошковая металлургия . – 2003.– №9/10. – С. 1–12.
- Функциональные градиентные материалы на основе ZrO_2 и Al_2O_3 . Методы получения / А. В. Шевченко, Е. В. Дудник, А. К.Рубан [и др.] // Порошковая металлургия. – 2003. – № 3/4. – С. 45–55.
- Chevalier J. Zirconia as a Biomaterial / J. Chevalier, L. Gremillard // Comprehensive Biomaterials. – 2011. – Vol. 1. – P. 95–108.
- Modeling the aging kinetics of zirconia ceramics / L. Gremillard, J. Chevalier, T. Epicier [et al.]// Journal of the European Ceramic Society. – 2004. – Vol. 24. – P. 3483–3489.
- Микрослоистые биоимплантаты на основе системы $ZrO_2-Y_2O_3-CeO_2-Al_2O_3$ / Дудник Е.В., †Шевченко А.В., Рубан О.К., †Лопато Л.М. (2009) Порошковая металлургия, #1/2, С.94-99.
- Микроструктурное проектирование биоинертных композитов в системе $ZrO_2-Y_2O_3-CeO_2-Al_2O_3-CoO$ / Шевченко О.В., Дудник О.В., Цукренко В.В., Рубан О.К., Редько В.П., †Лопато Л.М. (2012) Порошковая металлургия, #11/12, Київ: ИПМ ім.І.М.Францевича НАН України, С.139-151.
- Жаростойкие покрытия, осаждаемые в вакууме / Мовчан Б.А., Малашенко И.С. – Киев. – Наук. думка, 1983, - 232 с.
- Лакиза С.М. Теплобар'єрні покриття: сучасний стан, пошук і дослідження / С.М. Лакиза, М.І. Гречанюк , О.К. Рубан, В.П. Редько, М.С. Глабай, О.Б. Милосердов, О.В.Дуднік, С.В. Прохоренко // Порошковая металлургия. – 2018. – №1/2. – С. 107-143.