

## Силабус

з вивчення дисципліни «Методи консолідації порошкових матеріалів та обробки матеріалів тиском» для аспірантів, спеціальність 132 «Матеріалознавство», ОНП «Матеріалознавство»  
Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Рішенням Вченої ради Інституту  
надтвердих матеріалів  
ім. В. М. Бакуля НАН України,  
від 27.11.2025 р. прот. № 9

### 1. Викладачі

**Куш Володимир Іванович, д.ф.-м.н., професор.**

Контактний телефон: (098) 829-22-67; [vkushch@bigmir.net](mailto:vkushch@bigmir.net)

*Наукові інтереси:* моделювання структурного стану та властивостей композиційних матеріалів, у тому числі з надтвердими складовими. Визначення термобаричних умов отримання композиційних матеріалів з потрібними властивостями. Дослідження працездатності композиційних матеріалів при експлуатаційному навантаженні.

**Пащенко Євген Олександрович, д.т.н., професор.**

Контактний телефон: (067) 501-92-53; [lab6\\_1@ism.kiev.ua](mailto:lab6_1@ism.kiev.ua)

*Наукові інтереси:* розробка абразивних композитів, а також матеріалів і покриттів широкого призначення з порошків алмазу і кубічного нітриду бору з використанням єднального різної фізико-хімічної природи, вивчення і інженерія структури і функціональної поведінки композиційних матеріалів; вивчення автохвильових і кооперативних хімічних та деформаційних процесів в енергетично збудженому твердому тілі; створення теоретичних основ і технологій отримання адаптивних композиційних матеріалів, здатних до зворотної зміни будови і властивостей в змінних зовнішніх умовах.

**Фесенко Ігор Павлович, д.т.н., старший науковий співробітник.**

Контактний телефон: (063) 707-09-10

*Наукові інтереси:* створення консолідованих композиційних функціональних і конструкційних матеріалів, властивості яких визначаються цілеспрямовано сформованою структурою, із застосуванням техніки високих та підвищених тисків, вакуумного і компресійного спікання, дослідження структури, фундаментальних фізико-хімічних характеристик створених матеріалів, встановлення взаємозв'язків між умовами отримання, структурою і властивостями, розробка нових промислових технологій.

**Беженар Микола Павлович, д.т.н., старший науковий співробітник.**

Контактний телефон: (096) 776-66-83; [bezhenar@ism.kiev.ua](mailto:bezhenar@ism.kiev.ua)

*Наукові інтереси:* Дослідження фізико-хімічних процесів в твердій фазі і розплавах, вивчення взаємодії надтвердих речовин з газами і рідким середовищем при формуванні в широкому діапазоні температур і тисків монокристалічних, полікристалічних, дисперсних, плівкових надтвердих матеріалів на основі кубічного нітриду бору, композитів на їх базі. Вивчення структури і властивостей синтезованих матеріалів. Фізичні дослідження кристалів сучасними методами.

**Лещук Олександр Олександрович, д.т.н., старший науковий співробітник.**

Контактний телефон: (067) 446-88-33; [leshchuk@ism.kiev.ua](mailto:leshchuk@ism.kiev.ua)

*Наукові інтереси:* Фізико-механічні дослідження матеріалів, їх неруйнівний контроль, нанотестування з урахуванням структурних особливостей і надвисокого тиску; комп'ютерне моделювання силових і теплових полів, оптимізація багатоелементних апаратів високого тиску, вдосконалення технологій отримання матеріалів і виробів, комп'ютерні розрахунки з механіки матеріалів і виробів.

**Майстренко Анатолій Львович, член-кореспондент НАН України, д.т.н., професор.**

Контактний телефон: (044) 432-95-44; [almaystrenko@voliacable.com](mailto:almaystrenko@voliacable.com)

*Наукові інтереси:* Дослідження міцності структурно-неоднорідних матеріалів і комп'ютерне моделювання фізико-механічних властивостей надтвердих композитів з урахуванням їх структурного стану і технологічної спадковості, а також розробки нових технологічних методів спікання композиційних алмазовмісних матеріалів (КАМ) для породоруйнівних інструментів.

## **2. Назва, код дисципліни та кількість кредитів.**

«Методи консолідації порошкових матеріалів та обробки матеріалів тиском», спеціальність 132 «Матеріалознавство», ОНП «Матеріалознавство», кількість кредитів – 4(5).

## **3. Місце проведення навчальної дисципліни та час.**

ІНМ ім. В. М. Бакуля НАН України; відповідно до розкладу.

Викладач	Час проведення (кількість) лекції (корп. 2, кімн. 303)	
	1 курс (модуль 1)	2 курс (модуль 2)
Беженар М.П.		
Майстренко А.Л.		
Фесенко І.П.		
Куш В.І.		
Лещук О.О.		
Пащенко Є.О.		

**4. Пререквізити навчальної дисципліни:** знати основні поняття матеріалознавства, володіти знаннями основні закономірності консолідації порошкових матеріалів, про зміну структури та властивостей матеріалів під дією тиску; володіти методами керування властивостями матеріалів використовуючи різні технології їх отримання; знати основні підходи при оцінюванні варіантів створення матеріалів інструментального та функціонального призначення та факторів локального і глобального впливу на їх структуру та властивості; володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі технічних наук; знати основні закономірності та принципи застосування високого тиску при створенні сучасних інструментальних і конструкційних композиційних матеріалів у виробничому комплексі; вміти використовувати сучасні інформаційні джерела національного та міжнародного рівня для оцінки стану вивченості об'єкту досліджень і актуальності наукової проблеми; мати навички роботи з сучасним обладнанням при проведенні експериментальних досліджень з матеріалознавства.

**Постреквізити:** в результаті вивчення дисципліни будуть отримані знання основ закономірностей консолідації порошкових матеріалів, створення основних композиційних матеріалів, у тому числі з надтвердими, з використанням високого тиску; отримання матеріалів з певними властивостями (електричними, механічними, тепловими та іншими); на основі законів фізики та технічних дисциплін передбачати отримання матеріалів з наперед заданими властивостями; особливості побудови композиційних матеріалів, технологічні підходи до отримання композиційних матеріалів; сучасні методи вивчення структури та властивостей композиційних матеріалів; проектувати, аналізувати і вибирати технології отримання композиційних матеріалів; читати та оформляти технічну документацію; використовувати отримані знання при виконанні дослідження та захисті її результатів у вигляді дисертації на здобуття наукового ступеню доктора філософії.

#### **5. Вимоги навчальної дисципліни.**

Вивчення курсу «Методи консолідації порошкових матеріалів та обробки матеріалів тиском», являється обов'язковим. Об'єм навчального навантаження складає 4(5) кредитів із них 48(60) годин – лекції, 72(90) години – самостійна робота. 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.

#### **6. Характеристика дисципліни.**

*Завдання урочної дисципліни.* Освоїти сучасні уявлення щодо композиційних матеріалів, у тому числі з надтвердими складовими.

*Мета викладання дисципліни* – опанування новітніми знаннями щодо створення та властивостей сучасних композиційних матеріалів – фізико-механічних, хімічних властивості, експлуатаційних.

*План викладання дисципліни:*

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин		
	усього	у тому числі	
		аудиторні	само- стійна робота
<b>Модуль 1 – 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17 (1-15)</b>			
<b>Змістовний модуль 1. Консолідація порошків кубічного нітриду бору під дією високого тиску</b>			
<b>Тема 1. Основи консолідації порошків надтвердих матеріалів</b> (Беженар М.П.): – утворення полікристалів; – основи теорії консолідації частинок кубічного нітриду бору; – $p, T$ -діаграма спікання кубічного нітриду бору; – зміна властивостей матеріалів комірки АВТ під час консолідації порошків надтвердих матеріалів.	5	2	3
<b>Тема 2. Консолідація мікропорошків кубічного нітриду бору</b> (Беженар М.П.): – консолідація порошків кубічного нітриду бору під дією високого тиску за кімнатної температури – кінетика консолідації порошку кубічного нітриду бору за різних температур під дією високого тиску; – особливості консолідації та структурного стану сформованого полікристалічного кубічного нітриду бору у високотемпературній області.	5	2	3
<b>Тема 3. Вплив високого тиску на консолідацію нанопорошків кубічного нітриду бору</b> (Беженар М.П.): – вплив високого тиску на консолідацію порошків кубічного нітриду бору різної дисперсності; – рушійні сили консолідації порошків кубічного нітриду бору мікро- і нанодіапазонів за високого тиску; – консолідація нанопорошків кубічного нітриду бору під дією високого тиску і високої температури.	5	2	3
<b>Змістовний модуль 2.</b>			
<b>Тема 4. Композиційні функціональні матеріали на основі нітриду алюмінію</b>	5	2	3

Створення консолідованих композиційних функціональних матеріалів на основі нітриду алюмінію із застосуванням спікання. (Фесенко І.П.)			
<b>Тема 5.</b> Дослідження структури консолідованих композиційних функціональних матеріалів на основі нітриду алюмінію. (Фесенко І.П.)	5	2	3
<b>Тема 6.</b> Теплофізичні характеристики надтвердих та функціональних матеріалів на основі нітриду алюмінію. (Фесенко І.П.)	5	2	3
<b>Змістовний модуль 3. Пружні властивості композитів</b>			
<b>Тема 7.</b> Потенційні поля взаємодіючих сферичних неоднорідностей (Кущ В.І.)	5	2	3
<b>Тема 8.</b> Пружне тверде тіло зі сферичними неоднорідностями (Кущ В.І.)	5	2	3
<b>Тема 9.</b> Пружність композитного півпростору, шару та об'єму (Кущ В.І.)	5	2	3
<b>Змістовний модуль 4. Комп'ютерне моделювання та оптимізація в технологіях термобаричної обробки матеріалів</b>			
<b>Тема 10.</b> Термомеханічне моделювання і оптимізація процесів спонтанної кристалізації і спікання надтвердих матеріалів у АВТ типу «ковадла із заглибленнями» та «белт» (Лещук О.О.): – процеси синтезу алмазних порошків; – процеси синтезу порошків cBN; – процеси спікання надтвердих матеріалів.	5	2	3
<b>Тема 11.</b> Моделювання процесу стиснення комірки шестипуансонного АВТ для спікання PDC (Лещук О.О.): – моделювання стиснення комірки; – розрахунок міцності пуансонів.	5	2	3
<b>Тема 12.</b> Моделювання і оптимізація процесу резистивного нагрівання шестипуансонного АВТ для спікання PDC (Лещук О.О.).	5	2	3
<b>Змістовний модуль 5. Структура та властивості пористих матриць на основі діоксиду кремнію</b>			
<b>Тема 13.</b> Кінетика і механізм консолідації пористих матриць із кремнеземного порошку,	5	2	3

одержаного методом випаровування - конденсації (Пащенко Є.О.)			
<b>Тема 14.</b> Структурутворення в кремнеземних матрицях під час гідротермальної обробки (Пащенко Є.О.)	5	2	3
<b>Тема 15.</b> Фізико-механічні властивості спечених кремнеземних матриць (Пащенко Є.О.)	5	2	3
<b>Змістовний модуль 6. Технології спікання композиційних алмазовмісних матеріалів</b>			
<b>Тема 16.</b> Композиційні алмазовмісні матеріали на металевих, керамічних і полімерних зв'язках (Майстренко А.Л.)	5	2	3
<b>Тема 17.</b> Композиційні алмазовмісні матеріали на твердосплавних зв'язках (Майстренко А.Л.)	5	2	3
<b>Модуль 2 – 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17 (1-15)</b>			
<b>Змістовний модуль 7. Активація консолідації порошків алмазу та кубічного нітриду бору</b>			
<b>Тема 1.</b> Вплив зміни розміру вихідних порошків алмазу та кубічного нітриду бору на їхнє ущільнення під дією високого тиску та високої температури (Беженар М.П.)	5	2	2
<b>Тема 2.</b> Вплив рідкої фази на консолідацію порошків алмазу та кубічного нітриду бору за високих тисків і температур (Беженар М.П.)	5	2	3
<b>Тема 3.</b> Особливості одержання та застосування композитів на основі кубічного нітриду бору груп ВН, ВЛ (Беженар М.П.)	5	2	3
<b>Змістовний модуль 8. Композиційні матеріали на основі AlN для поглинання мікрохвильового випромінювання</b>			
<b>Тема 4.</b> Особливості технології формування двофазного композиту з непровідною матрицею на основі AlN (Фесенко І.П.)	5	2	3
<b>Тема 5.</b> Фазовий склад, теплофізичні та електрофізичні властивості композиту з непровідною матрицею на основі AlN (Фесенко І.П.)	5	2	3

<b>Тема 6.</b> Діелектричні властивості в мікрохвильовій області композитів з матрицею на основі AlN (Фесенко І.П.)	5	2	3
<b>Змістовний модуль 9. Провідність твердого тіла зі сфероїдальними неоднорідностями</b>			
<b>Тема 7.</b> Температурне поле у періодичному композиті (Кущ В.І.)	5	2	3
<b>Тема 8.</b> Композит з ідеальною межею розділу (Кущ В.І.)	5	2	3
<b>Тема 9.</b> Композит з недосконалою межею розділу (Кущ В.І.)	5	2	3
<b>Змістовний модуль 10. Комп'ютерне моделювання та оптимізація в технологіях термобаричної обробки матеріалів</b>			
<b>Тема 10.</b> Моделювання процесу стиснення комірки шестипуансонного АВТ для спікання РСВН (Лещук О.О.): – стиснення комірки для спікання одношарових РСВН групи ВН; – стиснення комірки для спікання двошарових РСВН групи ВL	5	2	3
<b>Тема 11.</b> Моделювання і оптимізація процесу резистивного нагрівання шестипуансонного АВТ для спікання РСВН (Лещук О.О.).	5	2	3
<b>Тема 12.</b> Моделювання і оптимізація інжекційного формування керамічних виробів (Лещук О.О.): – процеси теплопереносу при інжекційному формуванні; – процеси заповнення прес-форм при інжекційному литті.	5	2	3
<b>Змістовний модуль 11. Термічна деструкція полімерної складової композитів матричного типу</b>			
<b>Тема 13.</b> Особливості структури полімерної складової та механізм її деструкції (Пащенко Є.О.)	5	2	3
<b>Тема 14.</b> Взаємозв'язок зносостійкості композитів та кінетики розкладу полімеру в порах кремнеземних матриць (Пащенко Є.О.)	5	2	3
<b>Тема 15.</b> Регулювання кінетичних параметрів деструкції полімерної матриці (Пащенко Є.О.)	5	2	3

<b>Змістовний модуль 12. Електроспінання порошкових сумішей тугоплавких сполук під тиском</b>			
<b>Тема 16.</b> Вплив тиску та температури на консолідацію сумішей порошків тугоплавких сполук (Майстренко А.Л.)	5	2	3
<b>Тема 17.</b> Структура, фазовий склад та механічні властивості керамічних матеріалів, сформованих електроспінанням (Майстренко А.Л.)	5	2	3
<b>Разом</b>	150	60	90

### 7. Контроль знань

В основі методів контролю знань використовуються поточне індивідуальне опитування та залік. Залік проводиться на другому році навчання.

Залікове оцінювання виконує кожний викладач, який викладає курс, протягом навчального періоду і при індивідуальному опитуванні після проведення остатнього заняття. Загальне рішення щодо заліку приймає завідувач випускаючої кафедри після отримання рішень від усіх викладачів.

Відповідно до розкладу дата отримання рішення щодо заліку – травень-червень 2025 р.

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Бали	Оцінки
95...100	відмінно
85...94	дужеобре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
Менше 60	незадовільно

### 8. Список базової літератури

1. Скороход В.В. Реологические основы теории спекания. Київ: Наукова думка, 1972. 152 с.

2. Ковальченко М. С. Теоретические основы горячей обработки пористых материалов давлением. Київ: Наукова думка, 1980. 240 с.

3. Керметы / П.С. Кислый, Г.К. Козина, Я.А. Крыль и др. Київ: Наукова думка, 1985. 271 с.

4. Физико-химические основы получения тугоплавких сверхтвердых материалов / П.С. Кислый, Я.А. Крыль, М.А. Маринич и др. Київ: Наукова думка, 1986. 208 с.

5. Шило А.Е. Стеклопокрытия для порошков сверхтвердых материалов. Київ: Наукова думка, 1988. 208 с.

6. Шульженко А.А., Гаргин В.Г., Шишкин В.А., Бочечка А.А. Поликристаллические материалы на основе алмаза. Київ: Наукова думка, 1989. 192 с.

7. Шило А.Е., Пашенко Е.А. Оксидополимерные материалы матричного типа.

Київ: Наукова думка, 1989. 168 с.

8. Синтез, спекание и свойства кубического нитрида бора / А.А. Шульженко, С.А. Божко, А.Н. Соколов, И.А. Петруша, Н.П. Беженарь, А.И. Игнатуша. Київ: Наукова думка, 1993. 255 с.

9. Сверхтвердые материалы Получение и применение. В 6 т. / под общ. ред. Н.В. Новикова. Т. 1: Синтез алмаза и подобных материалов / под ред. А.А. Шульженко. Київ: ІВЦ АЛКОН, 2003. 319 с.

10. Сверхтвердые материалы Получение и применение. В 6 т. / под общ. ред. Н.В. Новикова. Т. 3: Композиционные инструментальные материалы / под ред. А.Е. Шило. Київ: ІВЦ АЛКОН, 2005. 280 с.

11. Kushch V.I. Micromechanics of Composites. Multipole Expansion Approach/ Amsterdam: Elsevier, 2013.489 p.

12. Майстренко А.Л. Формирование структуры композиционных алмазосодержащих материалов в технологических процессах. Київ: Наукова думка, 2014. 344 с.

13. Алюмонітридні функціональні матеріали, одержані з нанодисперсних та мікронних порошків гарячим пресуванням та вільним спіканням / І.П. Фесенко, М.М. Прокопів, В.І. Часник та ін. Київ: ІВЦ АЛКОН, 2015. 172 с.

14. Електроспікання керамічних матеріалів / А. Л. Майстренко, В. Г. Кулич, В. А. Дутка, О. І. Боримський, Д. А. Стратійчук. Київ: Наукова думка, 2022. 296 с.

ПОГОДЖЕНО

Завідувач кафедри

чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф.



О.О. Бочечка