

# 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  
«Композиційні матеріали»,  
складається в межах ОПН підготовки доктора філософії  
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
для здобувачів за спеціальністю 132 "Матеріалознавство" та 102 «Хімія»**

## 1. Загальна характеристика курсу

|  |  |
|--|--|
| <b>Назва дисципліни</b>  | Композиційні матеріали   |
| <b>Адреса викладання дисципліни</b>                              | вул. Кржижановського, 3, Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України, Київ, 03680, Україна   |
| <b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>                 | 13 «Механічна інженерія», 132 «Матеріалознавство»<br>10 «Природничі науки», 102 «Хімія»  |
| <b>Викладачі дисципліни</b>                                      | к.т.н., зав.від. О.В.Мазна   |
| <b>Контактна інформація викладачів</b>                           | 0677696031, 0503843439 – О.В.Мазна<br><a href="mailto:mazna@i.ua">mazna@i.ua</a> ; <a href="mailto:Alexandra.mazna@gmail.com">Alexandra.mazna@gmail.com</a>  |
| <b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b> | В дні лекцій за попередньою домовленістю   |
| <b>Інформація про дисципліну</b>                                 | Курс розроблено таким чином, щоб надати слухачам знання основ створення композиційних матеріалів (з полімерною, керамічною та металевою матрицями), особливостей їх складу та структури; теоретичне і практичне освоєння сучасних технологій виготовлення композиційних матеріалів; формування принципів системного аналізу технологічних і експлуатаційних властивостей композиційних матеріалів; формування здатності застосовувати системний підхід до вирішення питань з обрання матеріалів та технологій їх отримання для проведення наукових досліджень в рамках виконання дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеню доктора філософії.   |
| <b>Коротка анотація дисципліни</b>                               | Дисципліна “Композиційні матеріали” є дисципліною за вільним вибором аспірантів зі спеціальності 132 Матеріалознавство та 102 «Хімія» для освітньої програми підготовки доктора філософії, яка викладається в Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України в 3-4 семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).  |
| <b>Мета та цілі дисципліни</b>                                   | Мета викладання дисципліни - опанування новітніми знаннями щодо структури, властивостей та технологічних процесів отримання сучасних композиційних матеріалів в залежності від складу, природи матриці та наповнювача, виду наповнювача, взаємного впливу матриці та наповнювача.<br>Цілі дисципліни: <ul style="list-style-type: none"> <li>• надати аспіранту необхідні знання про класифікацію, особливості структури, типи армування, критерії вибору і взаємного впливу компонентів композиційних матеріалів;</li> <li>• систематизувати і узагальнити знання про матеріали матриць композиційних матеріалів (керамічні, полімерні, металеві), вивчені протягом попередніх років навчання;</li> <li>• ознайомити з усіма типовими класами наповнювачів для композиційних матеріалів;</li> <li>• набути навиків практичної самостійної роботи з визначення оптимальних технологічних параметрів отримання композиційних матеріалів з заданими фізико-механічними характеристиками, що дозволить створення</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
|   | нових цілісних знань з планування і здійснення наукового експерименту для успішного розв'язання поставлених задач підготовки та захисту дисертації  |
| <b>Вимоги навчальної дисципліни</b>   | Курс є дисципліною за вільним вибором аспірантів. Обсяг курсу – 4 кредити ECTS, 120 годин, з них 24 год лекції, 16 год практичні заняття та 80 год самопідготовка аспірантів. 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.  |
| <b>Підсумкова форма контролю знань</b>  | Екзамен   |
| <b>Очікувані результати навчання</b>  | <p><i>Після завершення цього курсу студент буде:</i></p> <p><b>- знати:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основні поняття і принципи побудови структури новітніх композиційних матеріалів;</li> <li>• закономірності керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення</li> <li>• основні тенденції розвитку й сучасні досягнення в технологіях композиційних матеріалів</li> </ul> <p><b>- вміти:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• використовувати сучасні інформаційні джерела для оцінки стану вивченості об'єкту досліджень і актуальності наукової проблеми;</li> <li>• застосовувати знання про закономірності взаємозв'язку складу, структури та технології виготовлення з фізико-механічними властивостями композиційних матеріалів під час розв'язання теоретичних та прикладних завдань при створенні нових матеріалів;</li> <li>• системно підходити до розв'язання прикладних задач вибору технологій виготовлення, оброблення та визначення властивостей матеріалів для конкретних умов експлуатації;</li> <li>• виконувати експериментально-дослідницьку роботу з розробки та дослідження перспективних матеріалів, при проведенні дисертаційних досліджень..</li> </ul> |
| <b>Ключові слова</b>  | <i>Композиційні матеріали, матриця, наповнювач, структура, фізико-механічні властивості, технологія виготовлення</i>  |
| <b>Пререквізити</b>   | 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.  |
| <b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b> | Презентація, лекції, дискусія, практичні заняття  |
| <b>Необхідне обладнання</b>   | мультимедійне обладнання, демонстраційні та дослідні зразки композиційних матеріалів, наповнювачів та матеріалів матриць; лабораторне обладнання для проведення практичних занять   |

## 2. План викладання дисципліни

| Тема, план   | Кількість годин |              |                           |
|--|-----------------|--------------|---------------------------|
|  | усього          | у тому числі |                           |
|  |                 | аудиторні    | Само-<br>стійна<br>робота |
| <p><b>Тема 1 «Основні визначення і класифікація композиційних матеріалів»</b><br/>           Загальне уявлення про композити. Класифікація композиційних матеріалів за типом матеріалу матриці, по виду арматури. Класифікація композиційних матеріалів за структурою, по розташуванню арматури. Вимоги до компонентів КМ. Поняття хімічної та фізичної сумісності компонентів. Ознаки композиційних матеріалів.</p>   | 5               | 2            | 3                         |
| <p><b>Тема 2 «Композиційні матеріали з металевими матрицями»</b><br/>           Види металевих композиційних матеріалів і їх застосування. Вимоги до матеріалу матриці та арматури металевих композиційних матеріалів. Різновиди МКМ по способу отримання: МКМ отримані рідкофазним методом (евтектичні, ливарні, псевдосплави); МКМ отримані твердофазним методом (дисперснозміцнені, армовані, шаруваті); МКМ отримані газофазним методом (армовані, шаруваті)..</p> | 5               | 2            | 3                         |
| <p><b>Тема 3 «Композиційні матеріали з керамічними матрицями»</b><br/>           Класифікація керамічних композиційних матеріалів. Вимога до матеріалу матриці та арматури. Армовані ККМ. Дисперсно-зміцнені ККМ. Шаруваті керамічні композиційні матеріали. Методи виготовлення. Властивості і застосування в техніці</p>   | 5               | 2            | 3                         |
| <p><b>Тема 4 «Волокнисті композиційні матеріали з вуглецевою матрицею»</b><br/>           Вуглецеві волокна, одержані з віскозних, ПАН та пекових прекурсорів. Методи виготовлення об'ємних преформ з вуглецевих волокон. Методи отримання вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів. Властивості та використання вуглець-вуглецевих матеріалів</p>  | 5               | 2            | 3                         |
| <p><b>Тема 5 «Полімерні композиційні матеріали»</b><br/>           Класифікація полімерних композиційних матеріалів, їх властивості, призначення та особливості виготовлення. Види полімерних композиційних матеріалів: наповнені, волокнисті, шаруваті.</p>   | 5               | 2            | 3                         |
| <p><b>Тема 6 «Армуючі волокнисті наповнювачі для композиційних матеріалів»</b><br/>           Критерії вибору волокнистого наповнювача. Характеристика волокнистих наповнювачів (дискретні, нитки, джгути, стрічки, тканини, плетені текстильні матеріали, трикотажні структури, неткані матеріали, комбіновані та гібридні волокнисті матеріали). Особливості отримання волокнистих наповнювачів з високоміцних та висомодульних волокон.</p>                         | 5               | 2            | 3                         |

|   |   |   |    |
|---|---|---|----|
| <b>Тема 7 «Полімерні матриці для композиційних матеріалів»</b><br>Основні види полімерних матриць. Особливості термопластів. Особливості реактопластів. Взаємодія і взаємний вплив компонентів в композиті (змочування, сорбція, дифузія, адгезія).   | 5 | 2 | 3  |
| <b>Тема 8 «Властивості ПКМ»</b><br>Вплив складу та структури ПКМ на його властивості. Функціональні ПКМ (конструкційні, електротехнічного призначення, електрофізичні) Механічні властивості і методи їх визначення.  | 5 | 2 | 3  |
| <b>Тема 9 «Механіка композитів»</b><br>Особливості механіки композитів. Деформування ПКМ при різному співвідношенні механічних властивостей компонентів Адгезійна взаємодія на границі наповнювач – матриця. Критична довжина волокон в композиті. Особливості руйнування КМ.   | 5 | 2 | 3  |
| <b>Тема 10 «Технології отримання ПКМ»</b><br>Основні методи та стадії отримання ПКМ. Напівфабрикати для отримання наповнених та армованих композитів (премікси, волокніти, гранули, препреги, дубльовані тканини, гібридний наповнювач). Методи формування виробів з термопластичних напівфабрикатів. Методи отримання виробів на основі реактопластів. | 5 | 2 | 3  |
| <b>Тема 11 «Практичне використання композиційних матеріалів»</b><br>Використання композиційних матеріалів в сучасній техніці. Аерокосмічне застосування композитів. Композиційні матеріали для машинобудування. Використання в військовій техніці. Вироби медичного призначення. Спортивне спорядження.   | 5 | 2 | 3  |
| <b>Тема 12 «Сучасні композиційні матеріали»</b><br>ЗАКЛЮЧНА ЛЕКЦІЯ. ПІДВЕДЕННЯ ПІДСУМКІВ.<br>АТЕСТАЦІЯ  | 5 | 2 | 15 |

Самостійна робота аспіранта включає самостійне опрацювання додаткової літератури для розширення розуміння лекційних тем, підготовку до практичних занять, засвоєння змісту навчального матеріалу, а також підготовки індивідуального завдання.

Метою практичних занять є закріплення на практиці знань, отриманих на лекціях і набуття навиків практичного використання теоретичних знань в науковій роботі.

| Тема, план   | Кількість годин |              |                           |
|--|-----------------|--------------|---------------------------|
|  | усього          | у тому числі |                           |
|  |                 | аудиторні    | Само-<br>стійна<br>робота |
| Практичне заняття 1 Порівняльний аналіз структури та властивостей вуглецевих волокнистих наповнювачів для композиційних матеріалів | 6               | 2            | 4                         |
| Практичне заняття 2 Порівняльний аналіз структури та   | 6               | 2            | 4                         |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| властивостей наповнювачів для композиційних матеріалів з неорганічних (скляних) та органічних (арамідних) волокон                            |   |   |   |
| Практичне заняття 3 Порівняльний аналіз сполучних як матриць для композиційних матеріалів. Приготування сполучного на основі епоксидних смол | 6 | 2 | 4 |
| Практичне заняття 4 Вибір компонентів для ПКМ. Розрахунок вмісту вихідних компонентів для виготовлення ПКМ.                                  | 6 | 2 | 4 |
| Практичне заняття 5 Виготовлення зразків ПКМ методом пошарової викладки та формування в пресформі  | 6 | 2 | 4 |
| Практичне заняття 6 Виготовлення зразків ПКМ методом вакуумної інфузії   | 6 | 2 | 4 |
| Практичне заняття 7 Наномодифікування ПКМ. Приготування сполучного з вмістом наночастинок  | 6 | 2 | 4 |
| Практичне заняття 8 Виготовлення зразків наномодифікованих мікропластиків  | 6 | 2 | 4 |

### 3. Контроль знань

В основі методів контролю знань використовуються поточне індивідуальне опитування, підготовка та захист індивідуального завдання. Залік проводиться на другому році навчання.

#### 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

1. Неорганическое материаловедение. Энциклопедическое издание в двух томах/под редакцией Г.Г. Гнесина, В.В. Скорохода. – Киев: Наукова думка - 2008
2. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. — 3-е изд., перераб. и доп. —М.: Машиностроение, 1990. —528 с
3. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения. Справочник/И.М. Федорченко, И.Н. Францевич, И.Д. Радомысльский и др.; отв. Ред. И.М. Федорченко – Киев: Наукова думка. – 1985. – 624 с.
4. Степанчук А.С., Билык И.И., Бойко П.А. Технология порошковой металлургии. – К.: Вища школа.- 1989 – 415 с.
5. Карпинос Д.М., Тучинский Л.И., Вишняков Л.Р. Новые композиционные материалы. - К.: Вища школа, 1997. - 312 с
6. Композиционные материалы. Справочник. под ред.Д.М. Карпиноса. Киев: Наукова думка. – 1985.- 592 с.

7. Полимерные композиционные материалы; структура, свойства, технология: Учеб пособие/М.Л.Кербер, В.М.Виноградов, Г.С.Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. – СПб: Профессия, 2008. – 560 с.
8. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. — СПб.: Научные основы и технологии, 2009. — 380 с.
9. Буря А.И., Байгушев В.В. Фен Син-ин Углерод-углеродные композиты: Области применения технологии получения и перспективы развития. – Днепропетровск: Типография Украина. – 2013.-304 с.
10. Микульонюк І.О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2020. – 291 с.
11. Справочник по композиционным материалам. В 2-х кн./ Под ред. Дж.Любина. Пер.с англ. – М.: Машиностроение. – 1988. – 448 с.