



Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Фізико-технічний інститут  
Кафедра прикладної фізики

## (Спецглави фізичного матеріалознавства)

(ПВ 1)

Галузь знань 10 Природничі науки  
Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Курс	5
Семестр	9

Освітньо-професійна програма Прикладна фізика  
Статус Вибіркова дисципліна  
Форма навчання Денна  
Семестровий контроль Екзамен  
Розподіл годин

ECTS	4,5
Годин	135

Аудиторні години			Самостійна робота
Лекції	Практичні	Лабораторні	
54	...	...	81
3 години / тиждень	...	...	

Гарант освітньої програми Завідувач кафедри Голова методичної комісії  
\_\_\_\_\_ Г.Є. Монастирський \_\_\_\_\_ С.О. Воронов \_\_\_\_\_ С.А. Смирнов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20... р. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20... р. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20... р.

Поточна редакція від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20... р.

### Інформація про викладача

	Лекція	Практичні/лабораторні
ПІБ	Воронов Сергій Олександрович	...
Посада	завідувач кафедри	...
Вчене звання	професор	...
Науковий ступінь	доктор технічних наук	...
Профіль викладача	<a href="http://apd.ipt.kpi.ua/pages/7/kafedra">http://apd.ipt.kpi.ua/pages/7/kafedra</a>	<a href="http://...">http://...</a>
e-mail	<a href="mailto:s.voronov.aph@gmail.com">s.voronov.aph@gmail.com</a> <a href="mailto:s.voronov@kpi.ua">s.voronov@kpi.ua</a>	...

### **Анотація навчальної дисципліни**

Навчальна дисципліна «Спецглави матеріалознавства» належить до циклу прикладних інженерних предметів з керованого синтезу полікристалічних покриттів на металевих підкладках, розрахунку та прогнозування властивостей матеріалів до початку синтезу в умовах реального виробництва. Дисципліна базується на найважливіших фізико-математичних науках, що відіграють значну роль у підготовці інженерів багатьох спеціальностей. У тому числі на фундаментальних законах фізики, процесів і апаратів хімічних виробництв, а також фізики твердого тіла промислового виробництва тощо. Найважливіші поняття дисципліни часто використовуються як приклади в різноманітних інженерних курсах із приладобудування та інших спеціальностей. За допомогою методів та принципів дисципліни вирішуються багато інженерно-технологічних задач реального виробництва, може здійснюватися проектування нового класу приладів для різних конкретних виробництв.

З метою найкращого засвоєння дисципліни необхідно не тільки досконально вивчити теоретичний матеріал, але також отримати добрі навички у його практичному застосуванні. Для цього слід самостійно розв'язати достатню кількість тестових завдань за всіма розділами курсу, або виконати контрольні роботи у вигляді рефератів. Дисципліна вимагає знань з загальних курсів математичного аналізу, математичної логіки, методів математичного моделювання, теорії імовірностей та математичної статистики, лінійного та нелінійного програмування, знань з методів проектування та розробки інформаційних систем, а також комплексних фізико-хімічних досліджень.

### **Місце навчальної дисципліни в програмі навчання**

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Спецглави матеріалознавства» можна використовувати в подальшому в навчальних дисциплінах, пов'язаних з застосуванням нових матеріалів, їх фізико-хімічними властивостями та моделюванням їх структури.

### **Необхідні навички**

Полягає в отриманні навичок та вмінь для керованого синтезу й прогнозування властивостей тепло-масообмінних відкладень, синтезу гетероструктур для радіоелектронного приладобудування. Це стосується отримання матеріалів із заданими властивостями й характеристиками, поповнення знань термінами фізичної лексики. Основні задачі вивчення дисципліни - навчити студентів термодинамічним та технологічним прийомам, вибору фізико-хімічних факторів та їх характеристик для отримання цілеспрямованого синтезу гетеро структур на металевих підкладках, керованої міграції атомних кластерів на гранях кристалів під час їх зародження та росту.

Навчити проводити автоматичний синтез та контроль гетеро структур за допомогою полікристалічних шаблонів. Окремо доцільно навчити спеціалістів методам та прийомам прогнозування властивостей фізико-хімічної кристалічної сполуки, а також оволодіння навичками отримання заздалегідь спроектованої властивості матеріалу, або готових радіоелектронних елементів на нанометровому рівні, починаючи з атомної шорсткості. Навчити прийомам атомного фасування, упаковки і міграції атомних кластерів на металевих підкладках із метою отримання кристалічної сполуки з очікуваними властивостями. Отримання навичок вирішення таких практичних задач дозволить магістрам створювати енерго-та ресурсозберігаючі технології, наноелектронні прилади, прогнозувати та уникати браку різної продукції, що дуже важливо для реального виробництва.

### **Програмні результати навчання 1**

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Спецглави матеріалознавства» студенти зможуть продемонструвати *такі програмні результати навчання*:

1. оволодіння навичками визначення хвильових ефектів та їх вплив на властивості матеріалів і характеристики кристалічних сполук;
2. оволодіння навичками моделювання процесу когерентної кристалізації;
3. оволодіння навичками виявляти фактори стійкості та хисткості системи при моделюванні процесу когерентної кристалізації;
4. оволодіння навичками аналітичного описання розподілу концентрацій речовини;
5. оволодіння навичками визначення хімічного складу кластерів у реальних умовах виробництва;
6. оволодіння теоретичними навичками щодо міграційної перебудови границі під час синтезу кристалічних сполук;
7. оволодіння навичками розрахунку тепломасопереносу при зовнішньому впливі на кристалічні системи;
8. оволодіння сучасними теоріями синтезу кристалічних відкладень на підкладках;
9. оволодіння знаннями з тепломасообміну при кристалізації сполук на границі метал-дисперсне середовище – рідина;
10. оволодіння знаннями з кінетики утворення зародку і росту граней кристалів;
11. оволодіння навичками побудови сполук та керування рекристалізацією часток;
12. оволодіння навичками побудови кристалічних відкладень на поверхні;
13. оволодіння знаннями зі зміни габітусу кристалів однієї природи;
14. оволодіння знаннями з тепломасопереносу в системах кристалічних сполук;
15. оволодіння знаннями з тепломасопереносу в реальних системах;
16. виявлення параметрів для інтенсифікації еволюції граней кристалів;
17. оволодіння навичками щодо методів інтенсифікації, управління властивостями та придушення процесів кристалізації у реальних умовах;
18. оволодіння знаннями щодо сучасних фізико-хімічних досліджень фазового складу кристалічних сполук;
19. оволодіння навичками використання методів термодинаміки для прогнозування властивостей кристалічних сполук;
20. оволодіння навичками прогнозування властивостей компонентів відкладень;
21. оволодіння навичками виявлення стійкості кристалічних сполук;
22. оволодіння навичками прогнозування фазового складу кристалічних компонентів;
23. оволодіння навичками прогнозування властивостей кристалічних сполук.

Набуті знання та практичні навички сформують у студентів:

*Загальні компетентності СВО:*

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

*Фундаментальні компетентності СВО:*

ФК 4. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок.

ФК 5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК 6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

---

<sup>1</sup> Learning outcomes.

## (Спецглави фізичного матеріалознавства)

ФК 7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

Відповідність результатів навчання до компетентностей у стандарті вищої освіти можна переглянути у Додатку 1 «Програмні результати навчання (розширена форма)».

### Перелік тем, завдання та терміни виконання

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1	2	3	4	5
1	<i>Нові розробки в теорії кристалізації сполук</i>		<i>Тестування 1</i>	<i>3 тиждень</i>
1.1	Вступ. Хвильові явища в процесі кристалізації під зовнішніми впливами. Математичне моделювання процесу когерентної кристалізації.	1,2		
1.2	Еволюція автоколивального режиму. Фактори стійкості та хисткості системи. Аналітичне описання та фактичний розподіл концентрації речовини біля кристала, що росте.	3, 4		
2	<i>Вплив фізичних коливань на поведінку домішок - кластерів при кристалізації речовини</i>		<i>Тестування 2</i>	<i>5 тиждень</i>
2.1	Дослідження скупчення кластерів, як локальних дефектів кристалічної решітки. Хімічний склад кластерів в реальних умовах виробництва.	5		
2.2	Міграційна перебудова міжатомній границі під час синтезу. Метод розрахунку тепломасопереносу при фізичному впливі на багатокомпонентні кристалічні системи	6, 7		
3	<i>Існуючі теорії отримання кристалічних сполук на металевих підкладках</i>		<i>Тестування 3</i>	<i>8 тиждень</i>
3.1	Сучасні теорії синтезу кристалічних відкладень на металевих підкладках. Тепломасообмін при кристалізації сполук на границі метал-дисперсне середовище - рідина. Кінетика утворення зародку і росту граней кристалів.	8, 9,10		
3.2	Термодинамічне обґрунтування побудови сполук та керування рекристалізацією часток. Неоднорідність побудови кристалічних відкладень на поверхні. Зміни габітусу кристалів.	11,12,13		
3.3	Діаграми ізобар. Кінетика росту голчастих кристалів. Тепломасоперенос в системах кристалічних сполук. Тепломасоперенос у капілярно-пористих системах різної природи на металевих підкладках.	14,15		
4	<i>Фізичний вплив як інструмент управління властивостями сполук під час їх синтезу</i>		<i>Тестування 4</i>	<i>10 тиждень</i>
4.1	Параметри, які враховують інтенсифікацію еволюції граней кристалів під час їх росту. Вплив електричного поля на кінетику кристалізації.	15		

1	2	3	4	5
4.2	Вплив акустичних коливань на кінетику кристалізації. Вплив домішок на швидкість росту кристалів. Управління накопиченням домішок та властивостями сполук.	16		
5	<i>Фізико-хімічні дослідження складу і структури кристалічних сполук на металевих підкладках</i>		Тестування 5	12 тиждень
5.1	Фізико-хімічні та диференціально-термічні дослідження фазового складу кристалічних сполук на металевих підкладках.	18		
5.2	Рентгенофазові дослідження кристалічних сполук на металевих підкладках.	18		
6	<i>Прогнозування складу і властивостей кристалічних сполук на металевих підкладках</i>		Тестування 6	14 тиждень
6.1	Діаграми стану середовищ. Реакції гідратації. Прогнозування синтезу деяких компонентів відкладень термодинамічним методом в системах $\text{Ca}(\text{OH})_2 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ і $\text{CaO} - \text{CaCO}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$ .	19,20		
6.2	Стійкість і руйнування кристалічних компонентів. Прогнозування фазового складу кристалічних компонентів. Побудова моделі прогнозування термічного опору підложки під час синтезу кристалічних компонентів.	21,22,23		

**Система оцінювання**

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Тестування	30	5	6	30
2.	Виконання та захист реферату	10	10	1	10
3.	Модульна контрольна робота	10	10	1	10
4.	Екзамен	50	50	1	50
	Всього				100

Оцінювання результатів тестування за темами дисципліни здійснюється на основі закритих тестів різної довжини (кількість контрольних питань, як правило 5) з урахуванням можливості випадкового вгадування правильної відповіді, і залежить від тривалості контрольного заходу (5-20 хвилин). Тобто на кожне питання заплановано не менше 1 хвилини. Кожний блок тестів відповідає вимогам змістової валідності тем, тобто весь комплекс запитань блоку тестів повністю охоплює зміст навчання. Всі закриті тести мають від 7 до 21 варіантів відповідей. Всі тести скомпановані таким чином, що питання мають індивідуальні відповіді і не мають повторів в інших тестах, а кожен студент отримує індивідуальні питання, які відрізняються від інших. Це дає змогу кожному студенту індивідуально працювати лише зі своїм тестовим завданням, яке не має аналогів.

Реферативна робота передбачає творчий підхід до розробки та обґрунтованого розкриття проблеми, відображення власної позиції за темами дисципліни. Реферативна робота оцінюється в 10 балів та передбачає захист означених проблем. Тема реферату обирається студентом за індивідуальною консультацією з викладачем.

## (Спецглави фізичного матеріалознавства)

Завдання модульної контрольної роботи складаються з двох питань: одного теоретичного та визначення фізичного терміну за темами дисципліни. Кожне питання модульної контрольної роботи оцінюється у 5 балів відповідно до системи оцінювання.

### Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку		Критерій
1.	Поточний рейтинг	$RD \geq 25$
2.	Поточний контрольний захід	Модульна контрольна робота
3.	Виконання та захист реферату	Виконання індивідуального завдання

### Додаткові умови допуску до екзамену/заліку:

1. Активність на заняттях.
2. Відвідування лекційних занять

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою 2

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	...
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	...
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	...
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	...
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	...
$RD < 60$	Незадовільно	...
Невиконання умов допуску	Не допущено	...

### Екзамен

Семестрова атестація проводиться письмово зі студентами, які змогли отримати за рейтингом достатню кількість балів (набрали протягом семестру не менше ніж 25 балів ( $RD \geq 25$ )), внаслідок чого були допущені до семестрової атестації. Рейтингова оцінка складається з результатів роботи в семестрі (RD) та результатів письмового екзамену. Під час екзамену, забороняється використання будь-яких додаткових довідкових матеріалів. Студенти, які протягом семестру отримали менше ніж 25 балів, можуть з метою допуску до семестрової атестації (екзамену) виконувати додаткове завдання (містить два теоретичні питання та дві практичні задачі) і оцінюється максимум в 20 балів. Якщо результати написання додаткового завдання є позитивними, студент отримує додаткові бали і допуск до екзамену.

<sup>2</sup> Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

## Політика навчальної дисципліни

### Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни)	5-10 балів в залежності від місця, яке зайняв	Порушення термінів виконання тестування, модульної контрольної роботи без поважної роботи	-5 балів
Виступ на лекції з ініціативною доповіддю на обрану творчу тему за програмою дисципліни	5 балів	Порушення термінів виконання та захист реферату	-2 бали

### Відвідування занять

Відвідування лекцій, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання тестування, реферату та його захисту, а також написання модульної контрольної роботи. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

### Пропущені контрольні заходи

Результат модульних контрольних робіт для студента(-ки), який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, студент(-ка) має можливість написати модульну контрольну роботу. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

### Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами 3.

Критерій			Перша атестація	Друга атестація
1			2	3
Термін атестації 4			8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг 5		≥ 8 балів	≥ 8 балів
	Поточний контрольний захід	Тестування 1-3	+	–
	Поточний контрольний	Виконання та	+	–

<sup>3</sup> Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

## (Спецглави фізичного матеріалознавства)

	захід	захист реферату		
1			2	3
	Поточний контрольний захід	Тестування 4-6	–	+
	Поточний контрольний захід	Модульна контрольна робота	–	+

### Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

<sup>4</sup> Там само.

<sup>5</sup> Там само.



## Додатки

### Додаток 1. Програмні результати навчання (розширена форма)

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Спецглави матеріалознавства» студенти зможуть:

Результати навчання (ПРН12, ПРН37, ПРН 40)		Відповідність результатів навчання до компетентностей у СВО 6	
		Загальні компетентності (soft skills)	Спеціальні компетентності (фахові)
1		2	3
1.	оволодіння навичками визначення хвильових ефектів та їх вплив на властивості матеріалів і характеристики кристалічних сполук;	ЗК1, ЗК2, ЗК7	КФ4, КФ5, КФ6, КФ7
2.	оволодіння навичками моделювання процесу когерентної кристалізації;		
3.	оволодіння навичками виявляти фактори стійкості та хисткості системи при моделюванні процесу когерентної кристалізації;		
4.	оволодіння навичками аналітичного описання розподілу концентрацій речовини;		
5.	оволодіння навичками визначення хімічного складу кластерів у реальних умовах виробництва;		
6.	оволодіння теоретичними навичками щодо міграційної перебудови границі під час синтезу кристалічних сполук;		
7.	оволодіння навичками розрахунку тепломасопереносу при зовнішньому впливі на кристалічні системи;		
8.	оволодіння сучасними теоріями синтезу кристалічних відкладень на підкладках;		
9.	оволодіння знаннями з тепломасообміну при кристалізації сполук на границі метал-дисперсне середовище – рідина;		
10.	оволодіння знаннями з кінетики утворення зародку і росту граней кристалів;		
11.	оволодіння навичками побудови сполук та керування рекристалізацією часток;		
12.	оволодіння навичками побудови кристалічних відкладень на поверхні;		
13.	оволодіння знаннями зі зміни габітусу кристалів однієї природи;		

<sup>6</sup> Наказ Міністерства освіти і науки України №... від ... . ... . ... року «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю ...» для ... (...) рівня вищої освіти».

1		2	3
14.	оволодіння знаннями з тепломасопереносу в системах кристалічних сполук;		
15.	оволодіння знаннями з тепломасопереносу в реальних системах;		
16.	виявлення параметрів для інтенсифікації еволюції граней кристалів;		
17.	оволодіння навичками щодо методів інтенсифікації, управління властивостями та придушення процесів кристалізації у реальних умовах;		
18.	оволодіння знаннями щодо сучасних фізико-хімічних досліджень фазового складу кристалічних сполук;		
19.	оволодіння навичками використання методів термодинаміки для прогнозування властивостей кристалічних сполук;		
20.	оволодіння навичками прогнозування властивостей компонентів відкладень;		
21.	оволодіння навичками виявлення стійкості кристалічних сполук;		
22.	оволодіння навичками прогнозування фазового складу кристалічних компонентів;		
23.	оволодіння навичками прогнозування властивостей кристалічних сполук.		
24.	оволодіння навичками визначення хвильових ефектів та їх вплив на властивості матеріалів і характеристики кристалічних сполук;		