

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

Факультет/інститут фізико-технічний

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

**Силабус навчальної дисципліни**

**МЕТОДИ ОТРИМАННЯ КРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Освітньо-наукова програма 104 «Фізика та астрономія»

Освітній рівень третій (освітньо-науковий)

Спеціальність 104 «Фізика та астрономія»

Галузь знань 10 «Природничі науки»

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 11 від “22” червня 2021 р.

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Методи отримання кристалічних матеріалів
<b>Рівень вищої освіти</b>	Доктор філософії
<b>Викладач (-і)</b>	Горічок Ігор Володимирович – доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник
<b>Контактний телефон викладача</b>	59-60-82
<b>Е-mail викладача</b>	igor.horichok@pnu.edu.ua
<b>Формат дисципліни</b>	Очна
<b>Обсяг дисципліни</b>	3 кредити
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a>
<b>Консультації</b>	Згідно з графіком консультацій
<b>2. Анотація до курсу</b>	
Дисципліна «Методи отримання кристалічних матеріалів» є складовою циклу професійно-наукової підготовки для спеціальності 104 Фізика та астрономія для третього (доктор філософії) освітньо-наукового рівня вищої освіти. Курс передбачає одержання і застосування студентом знань основних методів отримання кристалічних матеріалів. Для вивчення курсу аспіранти повинні знати основні закони та поняття з курсів атомної, молекулярної фізики, а також термодинаміки та фізики твердого тіла.	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<b>Мета:</b> вивчення студентами основних методів отримання кристалічних матеріалів, поглиблення експериментальних навичок та знань.	
<b>Завдання:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- аналіз фазових діаграм, синтез сполук;</li> <li>- методи вирощування монокристалів;</li> <li>- методи отримання пресованих матеріалів;</li> <li>- методи отримання тонких кристалічних плівок;</li> <li>- методи контролю кристалічної структури.</li> </ul>	
<b>4. Компетентності</b>	
<p>ЗК01. Здатність до проведення самостійних досліджень для отримання нових знань і розуміння фізичного всесвіту на сучасному рівні.</p> <p>ЗК02. Здатність ефективно спілкуватися державною та іноземними мовами із спеціальною та загальною аудиторіями.</p> <p>ЗК04. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК07. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>СК04. Здатності здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті.</p> <p>СК07. Здатності до самокритики, оцінювання та інтерпретації результатів експериментів та розрахунків.</p>	
<b>5. Результати навчання</b>	
<p>ПРН03. Пропонувати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного, фізичного та комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.</p> <p>ПРН04. Створювати програмні продукти на різних мовах програмування відповідно до потреб дисертаційного дослідження, а також адаптувати, удосконалювати та вбудовувати програмні продукти, спочатку призначені для іншої мети.</p>	

ПРН06. Робити огляд та пошук інформації в спеціалізованій літературі, використовуючи різноманітні ресурси: журнали, бази даних, он-лайн ресурси.					
<b>6. Організація навчання курсу</b>					
Обсяг курсу					
Вид заняття				Загальна кількість годин	
лекції				20 год.	
семінарські заняття / практичні / лабораторні				10 год.	
самостійна робота				60 год.	
Ознаки курсу					
Семестр		Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний /вибірковий	
<b>3</b>		<b>104 Фізика та астрономія</b>	2	Нормативний	
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Тема 1.</b> Методи отримання матеріалів високої чистоти	Лекція, практичні заняття	1 – 3	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	10	До наступного заняття за розкладом
<b>Тема 2.</b> Фазові діаграми стану	Лекція, практичні заняття	1 – 3	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	10	До наступного заняття за розкладом
<b>Тема 3.</b> Методи синтезу сполук	Лекція, практичні заняття	1 – 3	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	10	До наступного заняття за розкладом
<b>Тема 4.</b> Методи отримання монокристалів	Лекція, практичні заняття	2 - 4	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	10	До наступного заняття за розкладом
<b>Тема 5.</b> Методи отримання пресованих матеріалів	Лекція, практичні заняття	5 - 7	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	10	До наступного заняття за розкладом
<b>Тема 6.</b> Методи отримання тонких плівок	Лекція, практичні заняття	1, 2, 8	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	10	До наступного заняття за розкладом
<b>Тема 7.</b> Методи контролю кристалічної структури	Лекція, практичні заняття	9 - 10	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	10	До наступного заняття за розкладом
<b>Підсумкове заняття</b>	Підсумкова робота			30	
<b>7. Система оцінювання курсу</b>					
Загальна система оцінювання курсу			<b>100 бальна:</b> <b>60 балів</b> підсумовуються за виконані практичні завдання: - Завдання: «Побудова розрахункового кластеру та оптимізація структури пропонованої системи» - <b>10 балів.</b> - Завдання: «Застосування наближень		

	<p>локальної електронної густини (LDA) та узагальненого градієнтного наближення (GGA) для аналізу електронних станів» - <b>20 балів</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Завдання «Обмінно-кореляційні потенціали для різних типів напівпровідникових структур» - <b>20 балів</b>.</li> <li>- Завдання «Моделювання поведінки структурних та термодинамічних характеристик реальних кристалічних структур» - <b>10 балів</b>.</li> </ul> <p>На <b>40 балів</b> – оцінюється виконання тестів у системі дистанційного навчання. Деякі теми можуть поєднуватися (замінятися) із тестами у системі дистанційного навчання. Кількість балів за тести еквівалентна кількості балів за практичну роботу.</p> <p><b>Зараховано-“відмінно”</b> – студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обгрунтоване формулювання практичних висновків, наводить повний обгрунтований розв’язок прикладів та задач, аналізує причинно-наслідкові зв’язки; вільно володіє науковими термінами;</p> <p><b>Зараховано-“добре”</b> – студент демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосувати його до розв’язання конкретних прикладів та задач, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності розв’язках;</p> <p><b>Зараховано-“задовільно”</b> – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні пропуски у відповіді, не завжди вміє правильно застосувати набуті знання до розв’язання конкретних прикладів та задач, нечітко, а інколи й невірно формулює основні твердження та причинно-наслідкові зв’язки;</p> <p><b>Незараховано</b> – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами/</p>
<p>Вимоги до практичної роботи</p>	<p>Практичне заняття проводиться з метою формування у аспірантів практичних умінь і навичок з предмету, формулювання та вирішення прикладних завдань, їх перевірка та оцінювання. За метою і структурою практичні заняття є ланцюжком, який пов’язує теоретичне навчання і навчальну практику з дисципліни, а також передбачає попередній контроль знань. Оцінка за кожне практичне заняття підсумовується і враховується при виставленні підсумкової оцінки з дисципліни.</p>

	Практичні завдання виконуються із використанням прикладних програмних пакетів GAMESS US (відкритий код), Vuga1 (відкритий код), Wien 2k (наявна комерційна версія) та програмах обробки / аналізу розрахованих значень (Avogadro, Chemcraft, GaussSum, Molden, Xcrysden тощо – із відкритим кодом для академічного застосування)
Вимоги до письмової роботи	Мають бути представлені рисунки, вихідні дані: символічне і числове значення, у вигляді формул означення, закони і принципи, перетворення наведених формул. Обчислення результату із заданою точністю.

### 8. Політика курсу

Жодні форми порушень академічної доброчесності не толеруються.  
 Засвоєння пропущеної теми лекції з поважної причини перевіряється під час складання підсумкового контролю.  
 Поточні негативні бали, отримані аспірантом під час засвоєння відповідної теми на практичному занятті перескладаються до складання підсумкового контролю з відміткою у журналі обліку роботи академічних груп.

### 9. Рекомендована література

#### Базова

1. Ежовский Ю.К., Денисова О.В. Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов: Учебное пособие. - СПб.: СЗТУ, 2005. - 80 с.
2. Ключников Н.Г. Неорганический синтез. Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по хим. и биол. спец. — 2-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1988. — 240 с.
3. Козлова О.Г. Рост кристаллов. М., 1967 г., 238 стр.
4. Мурашкевич А.Н., Жарский И.М. Теория и методы выращивания монокристаллов Учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий». Минск: БГТУ, 2010. — 214 с.
5. S. Skipidarov, M. Nikitin (eds.), Novel Thermoelectric Materials and Device Design Concepts,. Springer Nature Switzerland AG 2019.
6. Попильский Р.Я., Пивинский Ю.Е. Прессование порошковых керамических мас. М.: Металлургия, 1983, 176 с.
7. Гегузин Я.Е. Физика спекания. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука., 1984. 312 с.
8. Прокопів В.В. Фізика і технологія тонких плівок: навчальний посібник. Івано-Франківськ: ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2020. 252 с
9. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. — М.: Высш. школа, 1982. — 528 с.
10. Равич Ю.Н., Ефимова В.А., Смирнова В.А.. Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца PbTe, PbSe, PbS. М.: Наука, 1968. 384 с.

Викладач

