

Міністерство освіти і науки України  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника  
Фізико-технічний факультет  
Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор \_\_\_\_\_

“ 30 ” серпня 2022 р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Фізика невідпорядкованих систем**

Освітня програма	Прикладна фізика та наноматеріали
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Галузь знань	10 Природничі науки

Івано-Франківськ  
2022

Робоча програма спецкурсу «Фізика неупорядкованих систем»  
для підготовки здобувачів третього рівня вищої освіти – доктора філософії  
спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали. “26” серпня 2022 р.

Розробники:

Рачій Богдан Іванович, професор кафедри матеріалознавства і новітніх  
технологій, доктор фізико-математичних наук, старший дослідник.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри матеріалознавства і новітніх  
технологій

Протокол № 1 від “29” серпня 2022 р.

Завідувач кафедри матеріалознавства і новітніх технологій

“29” серпня 2022 р.

\_\_\_\_\_ Богдан ОСТАФІЙЧУК

Схвалено методичною комісією фізико-технічного факультету.

Протокол від “30” серпня 2022 р. № 1

“30” серпня 2022 р.

Голова

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Михайло ЯЦУРА

(прізвище та ініціали)

© Прикарпатський національний  
університет імені Василя Стефаника,  
2022 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 10 Природничі науки	За вибором
Модулів – 1	Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали	<b>Рік підготовки:</b>
Змістових модулів – 2		II
Індивідуальне науково-дослідне завдання – проєкт		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин –90		3-й
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4	третій освітньо-науковий рівень – <u>доктор філософії</u>	<b>Лекції</b>
		20 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>
		10 год.
		<b>Лабораторні</b>
		___ год.
		<b>Самостійна робота</b>
60 год.		
<b>Індивідуальні завдання:</b>		
___ год.		
<b>Вид контролю:</b>		
___ залік ___		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:  $30/60=0,5$

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є вивчення основних понять фізики неупорядкованих систем, термінів та їх визначень, основ теоретичного забезпечення досліджень, методів математичного забезпечення і засобів їх реалізації, принципів побудови фундаментальних моделей, застосованих у фізиці неупорядкованих систем, як прикладів використання новітніх досягнень науки і техніки у вивченні вказаного середовища. Вивчення курсу “Фізика неупорядкованих систем” необхідне для розвитку у студентів наукової інтуїції, ознайомлення з теоретичними та експериментальними методами досліджень будови речовини, що були розроблені на протязі останніх років.

Основними цілями вивчення дисципліни є формування у майбутніх спеціалістів системи знань з фізики неупорядкованих систем і розуміння закономірностей утворення та взаємозв'язку їх структури з фізичними властивостями. Головна увага звертається на розуміння ролі міжчастинкової взаємодії при формуванні енергетичного спектру неупорядкованих систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач освіти повинен:

**знати:** основні поняття фізики неупорядкованих систем, основні терміни та їх визначення, основи теоретико-фізичного та математичного забезпечення досліджень, властивості та області застосування математичних методів, принципи формулювання та властивості загальноприйнятних моделей фізики неупорядкованих систем тощо;

**уміти** самостійно працювати з апаратурою та програмним забезпеченням автоматизації наукових досліджень, вибирати оптимальні для проведення досліджень математичні методи та засоби обчислювальної техніки на основі порівняльного аналізу та функціональних і експлуатаційних характеристик; мати уявлення про засоби глобального пошуку та розповсюдження наукової та технічної інформації, про їх функціонування та про користування ними; критично мислити та вирішувати повсякденні практичні задачі.

## 3. Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1.** Визначення ідеального просторового порядку. Критерії досягнення порядку. Розподіл Пуассона. Розподіл Гаусса. Еволюція безпорядок – порядок. Мережеві структури. Принципи самоорганізації. Види коміркової неупорядкованості. Непорядок заміщення. Магнітна неупорядкованість. Спектральний неупорядок. Топологічна неупорядкованість. Неупорядкований лінійний ланцюжок. Дислокаційна неупорядкованість. Ближній порядок. Дальній порядок. Розмірність і порядок

**Змістовий модуль 2.** Макромолекулярна неупорядкованість. Властивості полімерів у розчині. Надмолекулярна структура полімерів. Дифракційні та спектральні методи спостереження неупорядкованості. Пористі матеріали. Фрактальні моделі пористих матеріалів. Формування кластерних матеріалів. Основні групи та властивості кластерних речовин. Стрибкова провідність в неупорядкованих напівпровідниках, її температурна залежність. Провідність випадкової сітки опору. Перколяційне протікання.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
лек.		пр. (сем.)	лаб.	інд.	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Змістовий модуль 1.</b>						
Тема 1. Визначення ідеального просторового порядку. Критерії досягнення порядку. Розподіл Пуассона. Розподіл Гаусса.	9	2	1	–	–	6
Тема 2. Еволюція безпорядок – порядок. Мережеві структури. Принципи самоорганізації.	9	2	1	–	–	6
Тема 3. Види коміркової неупорядкованості. Неупорядок заміщення. Магнітна неупорядкованість. Спектральний неупорядок.	9	2	1	–	–	6
Тема 4. Топологічна неупорядкованість. Неупорядкований лінійний ланцюжок. Дислокаційна неупорядкованість.	9	2	1	–	–	6
Тема 5. Ближній порядок. Дальній порядок. Розмірність і порядок	9	2	1	–	–	6
<b>Змістовий модуль 2.</b>						
Тема 6. Макромолекулярна неупорядкованість. Властивості полімерів у розчині. Надмолекулярна структура полімерів.	9	2	1	–	–	6
Тема 7. Дифракційні та спектральні методи спостереження неупорядкованості.	9	2	1	–	–	6
Тема 8. Пористі матеріали. Фрактальні моделі пористих матеріалів.	9	2	1			6
Тема 9. Формування кластерних матеріалів. Основні групи та властивості кластерних речовин.	9	2	1	–	–	6
Тема 10. Стрибкова провідність в неупорядкованих напівпровідниках, її температурна залежність. Провідність випадкової сітки опору. Перколяційне протікання.	9	2	1	–	–	6
<b>Усього годин</b>	90	20	10	–	–	60

## 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Змістовий модуль 1.</b>		
1	Визначення ідеального просторового порядку. Критерії досягнення порядку. Розподіл Пуассона. Розподіл Гаусса.	1
2	Еволюція безпорядок – порядок. Мережеві структури. Принципи самоорганізації.	1
3	Види коміркової неупорядкованості. Неупорядок заміщення. Магнітна неупорядкованість. Спектральний неупорядок.	1
4	Топологічна неупорядкованість. Неупорядкований лінійний ланцюжок. Дислокаційна неупорядкованість.	1
5	Ближній порядок. Дальній порядок. Розмірність і порядок	1
<b>Змістовий модуль 2.</b>		
6	Макромолекулярна неупорядкованість. Властивості полімерів у розчині. Надмолекулярна структура полімерів.	1
7	Дифракційні та спектральні методи спостереження неупорядкованості.	1
8	Пористі матеріали. Фрактальні моделі пористих матеріалів.	1
9	Формування кластерних матеріалів. Основні групи та властивості кластерних речовин.	1
10	Стрибкова провідність в неупорядкованих напівпровідниках, її температурна залежність. Провідність випадкової сітки опору. Перколяційне протікання.	1
	<b>Усього годин</b>	<b>10</b>

## 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення ідеального просторового порядку. Критерії досягнення порядку. Розподіл Пуассона. Розподіл Гаусса.	6
2	Еволюція безпорядок – порядок. Мережеві структури. Принципи самоорганізації.	6
3	Види коміркової неупорядкованості. Неупорядок заміщення. Магнітна неупорядкованість. Спектральний неупорядок.	6
4	Топологічна неупорядкованість. Неупорядкований лінійний ланцюжок. Дислокаційна неупорядкованість.	6
5	Ближній порядок. Дальній порядок. Розмірність і порядок	6
6	Макромолекулярна неупорядкованість. Властивості полімерів у розчині. Надмолекулярна структура полімерів.	6
7	Дифракційні та спектральні методи спостереження неупорядкованості.	6
8	Пористі матеріали. Фрактальні моделі пористих матеріалів.	6
9	Формування кластерних матеріалів. Основні групи та властивості кластерних речовин.	6
10	Стрибкова провідність в неупорядкованих напівпровідниках, її температурна залежність. Провідність випадкової сітки опору. Перколяційне протікання.	6
	<b>Усього годин</b>	<b>60</b>

## 7. Методи контролю

- Перевірка засвоєння теоретичного матеріалу, в т. ч методом тестування.
- Перевірка якості виконання практичних робіт.
- Залік.

## 8. Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточне тестування, семінарські заняття та самостійна робота										
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль №2					Залік
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50

T1, T2 ... – теми змістових модулів.

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80 – 89	<b>B</b>	добре	
70 – 79	<b>C</b>		
60 – 69	<b>D</b>	задовільно	
50 – 59	<b>E</b>		
26 – 49	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 9. Методичне забезпечення

- 1) Лекції, завдання для практичних робіт.
- 2) Програмне забезпечення: навчально-контролюючі програми з кожної теми курсу.

## 10. Рекомендована література

### Базова

1. А.П. Шпак, Ю.А.Куницький, О.Коротченков, С.Ю. Смик. Квантові низькорозмірні системи К.:Академперіодика, 2003. -310 с.
2. Заячук Д.М. Нанотехнології і наноструктури. Львів:"Львівська політехніка",2009 .-580 с.
3. А.Л. Петров, А.А. Гаврилюк, С.М.Зубрицкий. Структура и свойства неупорядоченных твердых тел. Иркутск, 2004. – 70 с.

4. В.В. Старостин; под общ. ред. Л.Н. Патрикеева Материалы и методы нанотехнологии М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 431 с.
5. Шпак А. П. Кластерные и наноструктурные материалы / А. П. Шпак, Ю. А. Куницкий, В. Л. Карбовский. – К. : Академперіодика, 2001. – 588 с.
6. Аморфні та мікросталічні матеріали. Навчально-методичний посібник / І.П. Яремій, Р.В. Ільницький, С.І. Яремій – Івано-Франківськ, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2011. – 62 с.
7. І.П. Яремій Структура і властивості аморфних матеріалів. / Івано-Франківськ, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2014. – 120 с.
8. Ющенко, К.А. Інженерія поверхні [Текст] : Підручник для студентів навчальних закладів / К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, та інш.; – К.: Наук. думка, 2007. – 558 с.
9. Харламов, Ю.О. Фізика, хімія та механіка поверхні твердого тіла [Текст]: Навчальний посібник / Ю.О. Харламов, М.А. Будаг'янц - Луганськ: Вид-во СУДУ, 2000. - 624 с.
10. Кузнецов, В.Д. Фізико-хімічні основи інженерії поверхні [Текст]: Навч. посібник / В.Д. Кузнецов, К.А. Ющенко, Ю.С. — Київ: ВІПОЛ, 2005. - 372 с.
11. О.І. Товстоліткін, М.О. Боровий, В.В. Курилюк, Ю.А. Куницький. Фізичні основи спітроніки. Навчальний посібник. Вінниця, Нілан-ЛТД, 2014. 500 с.
12. Петров А. Л. Структура и свойства неупорядоченных твердых тел / А. Л. Петров, А. А. Гаврилюк, С. М. Зубрицкий. – Иркутск, 2004. – 70 с.

#### **Допоміжна**

1. Д.К Белашенко. Структура жидких аморфных металлов. М.: Металлургия, 1985.
2. К. Судзуки, Х. Футзимори, К. Хасимото. Аморфные металлы. М.: Металлургия, 1987. 327 с.
3. Аморфные металлические сплавы / Немошкаленко В. В., Романова А. В., Ильинский А. Г. [и др.] ; под ред. В. В. Немошкаленко. – К. : Наук. Думк, 1987. – 248 с.
4. Фельц А. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела / А. Фельц. – М. : Мир, 1986. – 556 с.
5. Ковнеристый Ю. К. Физико-химические основы создания аморфных металлических сплавов / Ю. К. Ковнеристый, Э. К. Осипов, Е. А. Трофимова. – М. : Наука, 1983. – 144 с.
6. Под ред. Г.Й. Гьонтеродта, Г. Бека. Металлические стекла: ионная структура, электронный перенос и кристаллизация. М.: Мир, 1983.
7. Комник Ю. Ф. Физика металлических пленок. Размерные и структурные эффекты / Ю. Ф. Комник. – М. : Атомиздат, 1979. – 264 с.
8. Хандрих К. Аморфные ферро- и ферритмагнетики : пер. с нем. / К. Хандрих, С. Кобе. – М. : Наука, 1982. – 293 с.
9. M. Getzlaff. Fundamentals of Magnetism. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2008. 387 p.
10. А.П. Шпак, Ю.А. Куницький, М.І. Захаренко, А.С. Волощенко. Магнетизм аморфних та нанокристалічних систем. Київ: Академперіодика, 2003 208 с.
11. Denny D. Tang, Yuan-Jen Lee, "Magnetic Memory: Fundamentals and Technology", Cambridge University Press, 2010
12. Губар, Є.Я. Практикум з матеріалознавства [Текст]: Навч. посіб. / Є.Я. Губар, І.І. Фенько. - М-во освіти і науки України, Черкас, держ. технол. ун-т. - Черкаси : ЧДТУ, 2010. - 235 с.
13. Большаков, В.І. Прикладне матеріалознавство [Текст]: Навчальний посібник / В.І.Большаков, О.Ю.Берега, В.І. Харченко – Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-VAL», 2000. – 290 с.