

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

Фізико-технічний факультет

**Кафедра фізики і хімії твердого тіла**

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Фрактали**

Освітня програма магістра

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол №1 від 25 серпня 2022 р.

м. Івано-Франківськ - 2022

## ЗМІСТ

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

<b>1. Загальна інформація</b>			
<b>Назва дисципліни</b>	Фрактали		
<b>Викладач (-і)</b>	Салій Ярослав Петрович		
<b>Контактний телефон викладача</b>	59-60-82		
<b>Е-mail викладача</b>	Yaroslav.saliy@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 «Фрактали» є вибірковою дисципліною циклу дисциплін вільного вибору студентів і націлена на засвоєння основних ідей і принципів теорії фрактальних та перколяційних систем			
<b>3. Мета та цілі курсу</b>			
Засвоєння студентом основних методів теорії фракталів, фрактального аналізу для використання у сучасній фізиці та розв'язування прикладних проблем, формування фрактального світогляду.			
<b>4. Основні програмні результати</b>			
У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: поняття фрактала, монофрактала, мультифрактала, основні властивості та відмінності математичних і фізичних фракталів, визначення та класифікацію фрактальних розмірностей, приклади фракталів у математиці та навколишньому світі, зв'язок між фракталами та нелінійною парадигмою; поняття самоподібності та самоафінності, властивості та приклади регулярних, нерегулярних випадкових фракталів; властивості та приклади мультифракталів; поняття фрактальних сигналів і процесів, основні методи їх описання та моделювання; основи фрактального аналізу сигналів, процесів і двовимірних структур; основи мультифрактального аналізу фізичних сигналів і процесів; приклади, результати та тлумачення результатів фрактального і мультифрактального аналізу реальних фізичних процесів; елементи теорії перколяції на регулярних ґратках для пояснення протікання як критичного явища. вміти: обчислювати фрактальні розмірності модельних фракталів, проводити фрактальний і мультифрактальний аналізи реальних фрактальних сигналів і процесів, використовуючи можливості систем комп'ютерної математики, давати фізичне тлумачення отриманих результатів; проводити фрактальний аналіз реальних двовимірних фізичних об'єктів.			
<b>3. Організація навчання курсу</b>			
Обсяг курсу			
Вид заняття			Загальна кількість годин
лекції			20
семінарські заняття / практичні			10
лабораторні			-
самостійна робота (виконання індивідуальних завдань)			60
Ознаки курсу			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибіркового
1	105 Прикладна фізика та наноматеріали	1	Вибіркові дисципліни (дисципліни вільного вибору студента)
Тематика курсу			

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Тема 1.</b> Основи теорії фракталів. Фрактальна концепція в фізиці. Фрактальність фізичних явищ.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи (12 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу
<b>Тема 2.</b> Монофрактали. Регулярні фрактали. Довжина берегової лінії. Фрактальна розмірність множини. Канторова множина. Сніжинка Коха. Килим Серпинського. Губка Менгера. Піраміда Серпинського. Ітерації лінійних систем. Нелінійні комплексні відображення.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)		Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. (12 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу
<b>Тема 3.</b> Нерегулярні випадкові фрактали. Траєкторія руху броунівської частинки. Статистична самоподібність. Показники скейлінга. Самоподібність і самоафінність. Скейлінг.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. (12 год.)	1-10 балів,	Згідно розкладу
<b>Тема 4.</b> Методи розрахунку фрактальної розмірності: підрахунок зайнятих комірок; ковзаючи вікно; розділення; співвідношення периметр-площа.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. (12 год.)	1-10 балів,	Згідно розкладу
<b>Тема 5.</b> Мультифрактали. Визначення мультифрактала. Неоднорідні фрактали. Неоднорідна канторова множина. Неоднорідний трикутник Серпинського. Інші	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. (12 год.)	1-10 балів,	Згідно розкладу

приклади мультифракталів. Фрактальна геометрія в фізиці					
<b>Тема 6.</b> Теорії перколяції. Перколяція на регулярних ґратках. Протікання як критичне явище. Структура перколяційного кластера. Точний розв'язок проблеми перколяції в одновимірному випадку.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. (12 год.)	1-10 балів,	Згідно розкладу
<b>Тема 7.</b> Перколяція на дереві Кейлі. Рівень протікання. Задача кіл.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. (12 год.)	1-10 балів,	Згідно розкладу
<b>Тема 8.</b> Перколяція у градієнті концентрації. Напрявлене протікання. Прикладні аспекти. Часові ряди. Фрактальні поверхні.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. (12 год.)	1-10 балів,	Згідно розкладу
<b>Тема 9.</b> Рангові розподіли. Перколяція в дисперсних системах.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. (12 год.)	1-10 балів,	Згідно розкладу
<b>Тема 10.</b> Фрактальні сітки і лабіринти. Перколяція в активних середовищах.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. (12 год.)	1-10 балів,	Згідно розкладу
<b>6. Система оцінювання курсу</b>					
Загальна система оцінювання курсу		Для перевірки знань, умінь і навичок студентів при			

	вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (залік). Поточний контроль передбачає оцінювання, контрольний робіт студентів та результатів тестування. Підсумковий контроль здійснюється на основі накопичених балів протягом семестру в процесі поточного контролю.
Вимоги до письмової роботи	-
Семінарські заняття	-
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності виконаних контрольних робіт та виконанню, а також результатів тестування по тематиці практичних занять.
<b>7. Політика курсу</b>	
Жодні форми порушень академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 <u>Положення та Кодексу честі</u> .	
<b>8. Рекомендована література</b>	
<b>Базова</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Harte, David. Multifractals : theory and applications, 2001.</li> <li>2 Mandelbrot, B. B. The Fractal Geometry of Nature/ B. B. Mandelbrot. – N. Y.: Freeman, 1982. 468 p.</li> <li>3. Jullien R. Fractal Aggregates//Comm. Cond. Mat. Phys. (Gomm. Mod. Phys. Pt B) 1987. V. 13, No 4. Pp. 177—205.</li> <li>4. Fractals in physics // Proceedings of the Sixth Trieste International Symposium on Fractals in Physics, ICTP, Trieste, Italy, July 9—12, 1985</li> <li>5. Х. Гулд, Я. Тобочник Комьютерное моделирование в физике: Часть 2.</li> <li>6. R. Besselink, T. M. Stawski, A. E. S. Van Driessche Not just fractal surfaces, but surface fractal aggregates: Derivation of the expression for the structure factor and its applications Cite as: J. Chem. Phys. 145, 211908 (2016); <a href="https://doi.org/10.1063/1.4960953">https://doi.org/10.1063/1.4960953</a></li> <li>7. Yingchun Li ,1 Shengyue Sun, and Hongwei Yang Scale Dependence of Waviness and Unevenness of Natural Rock Joints through Fractal Analysis Hindawi Geofluids Volume 2020, Article ID 8818815, 18 pages <a href="https://doi.org/10.1155/2020/8818815">https://doi.org/10.1155/2020/8818815</a></li> <li>8. Wenxue Ju, Nina S.-N.Lam An improved algorithm for computing local fractal dimension using the triangular prism method Computers &amp; Geosciences 35 (2009) 1224–1233</li> </ol>	

**Викладач \_\_\_\_\_ Салій Я.П.**