

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

Кафедра теоретичної фізики та астрономії



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

О.В.Запорожченко

2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФРАКТАЛЬНІ СТРУКТУРИ У ФІЗИЦІ

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий) рівень – доктор філософії

Галузь знань 10 – природничі науки

(шифр і назва)

Спеціальність 104 - фізика та астрономія

(шифр і назва)

Освітня програма фізика та астрономія

Вид дисципліни вибіркова

Факультет математики, фізики, та інформаційних технологій

(назва факультету)

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробники програми:

доктор фізико-математичних наук, професор Панько О.О.

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної фізики та астрономії. Протокол № 1 від "31" серпня 2020 року

Завідувач кафедри

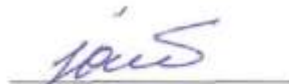

(підпис)

Адям'ян В.М.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:

Протокол № 1 від " 3 " вересня _____ 2020 року

Голова НМК


(підпис)

Ніцук Ю.А.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Фрактальні структури у фізиці» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії).

Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальність: 104 – «Фізика та астрономія». Освітньо-наукова програма: «Фізика та астрономія».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є: надати майбутнім докторам філософії з фізики та астрономії необхідного мінімуму знань сучасних методів, що використовуються для опису статистики і кінетики фізичних об'єктів, складної форми, а також сучасних методів вивчення особливостей фізичних процесів.

Засвоєння фундаментальних фізичних складових, отримання практичних навичок, що здобуваються в межах дисципліни «Фрактальні структури у фізиці» є умовою для подальшого засвоєння дисциплін за вибором з циклу професійної підготовки, успішного виконання експериментальної наукової роботи.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є: вивчення основ фрактальної геометрії і використання уявлень про фрактальність для опису еволюції реальних об'єктів, розгляд проблеми геометричних фазових переходів, еволюції кластерів і різних типів перколяційних явищ.

Загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу(ЗК 1);
- Здатність управління інформацією (пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел) (ЗК 2);
- Здатність породжувати нові ідеї (креативність) (ЗК 5);
- Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях (ЗК 7);
- Здатність проведення самостійних досліджень (ЗК 9).

Фахові компетентності:

- Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем (ФК 1);
- Здатність використовувати фундаментальні та практичні знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів Всесвіту(ФК 2);
- Усвідомлення мети й завдань сучасної фізики та астрономії, здатність вирішувати проблеми й задачі інноваційного характеру в одній із галузей фізики або астрономії(ФК 9);
- Здатність організовувати навчальний процес та проводити заняття з фізичних та астрономічних навчальних дисциплін у закладах вищої освіти (ФК 10).

1.3. Кількість кредитів 3

1.4. Загальна кількість годин 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна/за вибором
Денна/вечірня форма навчання
Рік підготовки
1-й
Лекції

16 год.
Практичні/семінарські
14 год.
Лабораторні
-
Самостійна робота
60 год.
У тому числі індивідуальні завдання
-

1.6. Заплановані результати навчання:

Згідно з освітньо-науковою програмою «Фізика та астрономія» спеціальності 104 – «Фізика та астрономія» аспіранти можуть досягти наступних результатів навчання:

- володіти методами визначення фрактальної розмірності множин; використовувати властивості фракталів при вивченні фізичних явищ та об'єктів;
- знати що таке фрактали та фрактальні множини, типи фракталів; що таке розмірність Хаусдорфа-Бізіковича та як її обчислити; загальні схеми побудови конструктивних фракталів, а також актуальні напрями наукових досліджень з фізики і астрономії та аналізувати історію розвитку фізики та астрономії в порівнянні з сучасною проблематикою науки.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

1 рік

Розділ 1. Фрактальні методи аналізу.

Тема 1. Розвиток вчення про фрактали. Основні визначення. Розмірність подібності, розмірність Хаусдорфа-Бізіковича. Приклади фракталів: Канторова множина, тріадная крива Кох, крива Мандельброта-Гивена, криві Пеано, килим і серветка Серпінського, функція Вейерштрасса-Мандельброта. Загальна схема побудови конструктивних фракталів. Крива «Дракона». Дерево Піфагора. Самоподібність і скейлінг.

Тема 2. Фрактальна розмірність ліній. Випадковість у фракталах. Експеримент Річардсона, берегова лінія. Броунівська крива. Квазівипадковість в динаміці. Визначення детермінованого хаосу. Методи вимірювання фрактальних розмірностей: Річардсона, Колмогорова, Мінковського і Корчака.

Тема 3. Найбільш значущі фрактали. Фрактали Жюліа і Мандельброта, басейни Ньютона.

Тема 4. Фрактальні агрегати. Детерміновані фрактальні агрегати. Природні обмежуючі масштаби. Агрегационні моделі частіца-кластер і кластер-кластер. Способи побудови і моделювання зростання кластерів.

Розділ 2. Використання фрактальних методів у фізиці та астрофізиці

Тема 5. Теорія протікання. Задачі зв'язків і вузлів. Перколяція в різних ґратках. Кластерний підхід. Утворення кластера на порозі протікання. Самоподібність перколяційних кластерів. Розподіл кластерів за розмірами. Остов перколяційного кластера. Фрактальний дифузійний фронт.

Тема 6. В'язкі пальці. Утворення в'язких пальців в пористому середовищі. В'язкі пальці в дво- і тривимірних пористих матеріалах.

Тема 7. Фрактальні часові ряди. Емпіричний закон Херста. Приклади природних процесів. Випадкове блукання і фрактали. Подібність одновимірних випадкових

блукань. Узагальнений броунівський рух. Персистентність і антиперсистентність. Моделювання узагальненого броунівського руху.

Тема 8. Обробка результатів вимірювань. Статистика висоти хвиль. Метод нормованого розмаху для обробки експериментальних результатів. Очищення від сезонних варіацій.

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	Усього	Лек.	Пр.	Лаб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Фрактальні методи аналізу						
1. Розвиток вчення про фрактали. Основні визначення.	6	2		-	-	4
2. Фрактальна розмірність ліній.	12	2	2	-	-	8
3. Найбільш значущі фрактали.	12	2	2	-	-	8
4. Фрактальні агрегати.	12	2	2			8
Розділ 2. Використання фрактальних методів у фізиці та астрофізиці						
5. Теорія протікання.	12	2	2	-	-	8
6. В'язкі пальці.	12	2	2	-	-	8
7. Фрактальні часові ряди.	12	2	2	-	-	8
8. Обробка результатів вимірювань.	2	2	2	-	-	8
Усього годин	90	16	14	-	-	60

4. Теми практичних занять

1. Визначення фрактальної розмірності класичних фракталів.
2. Вивчення основних властивостей фракталів Жюліа, Мандельброта, басейна Ньютона..
3. Способи побудови і моделювання зростання фізичних кластерів.
4. Перколяція, кластерний підхід. Утворення кластера на порозі протікання. Самоподібність перколяційних кластерів.
5. В'язкі пальці в дво- і тривимірних пористих матеріалах.
6. Фрактальні часові ряди.
7. Обробка результатів вимірювань (за темою дослідження).

5. Завдання для самостійної роботи

1. Дво- та тривимірні класичні фрактали.
2. Фрактальні антени, підвищення якості зв'язку.
3. В'язкі пальці у туманностях. Утворення протозір.

6. Індивідуальні завдання

1. Природні обмежуючі масштаби для фрактальних агрегатів.
2. Моделювання узагальненого броунівського руху.
3. Метод нормованого розмаху для обробки експериментальних результатів.

7. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

Під час практичних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовуються наступні методи навчання: дослідницький метод.

8. Методи контролю

Для кожної теми формами контролю навчальних здобутків студентів можуть бути поточний контроль: конспект з лекцій; оцінка активності роботи на лекціях; аудиторне поточне опитування; домашні завдання. Підсумковий семестровий контроль (залік). Підсумкові бали для оцінки знань студентів за розділ розраховуються таким чином:

№	Вид роботи	Форма контролю	Число балів
1.	Відвідування лекцій	Конспект	3
2.	Активність на семінарах		3
3.	Сума		6

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання							Залікова робота	Сума
Розділ 1				Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальні завдання	Разом		
T1	T2	T3	T4					
6	6	6	6		16	40	60	100
Розділ 2								
T5	T6	T7	T8					
6	6	6	6		16	40	60	100

9. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Підсумковий семестровий контроль (залік) проводиться у письмовій формі. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 30 бальною шкалою

Критерії оцінювання теоретичного питання:

- повна розгорнута відповідь – 30 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 25 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 26 балів, за кожен наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 20 балів, за кожен наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Кількість балів, що аспірант отримав на екзамені, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка		
	За шкалою ЄКТС	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано
1-34	F		

10. Рекомендована література

Перелік навчально-методичної літератури

1. Основна література

1. Мандельброт Б. Фракталы. – М., Ижевск: РХД, 2002.
2. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991.
3. Смирнов Б.М. Физика фрактальных кластеров. – М.: Наука, 1991.

2. Додаткова література

1. Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1985.
2. Странные аттракторы. // Под редакцией Синая Я.Г. и Шильникова Л.И. – М.: Мир, 1981.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <https://sites.google.com/a/bpedk.com.ua/informatika/temi/fraktalna-grafika>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=HJSnObLxAoM>
3. <http://info-iae.ru/ru/fraktalnye-podxody-v-mexanike-razrusheniya/>
4. <https://www.mql5.com/ru/forum/305952/page3>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=e0yg-eGODB0>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=-WBFUPTSlew>