

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

СТОХАСТИЧНІ МЕТОДИ та ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

(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)

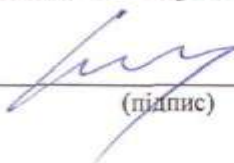
Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробники програми:

доктор фізико-математичних наук, професор Кулінський В.Л.

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

Завідувач кафедри


_____ (підпис)

Адамян 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 «Стохастичні методи та їх застосування» 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 відомостей із сучасних методів статистичної фізики та квантової теорії поля.

Засвоєння фундаментальних фізичних складових, отримання практичних навичок, що здобуваються в межах дисципліни «Стохастичні методи та їх застосування» є умовою для подальшого засвоєння дисциплін за вибором з циклу професійної підготовки, успішного виконання наукової роботи.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

засвоєння аспірантами основних методів вивчення нерівноважних процесів на основі теорії випадкових процесів та побудови кінетичних рівнянь.

Інтегральна компетентність (ІК) - здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1),
- Здатність управління інформацією (пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел) (ЗК2),
- Здатність проведення самостійних досліджень (ЗК 9),

Фахові компетентності:

- Здатність застосовувати знання нерівноважної статистичної фізики для дослідження кінетичних процесів у складних системах (ФК 4),
- Усвідомлення мети й завдань сучасної фізики та астрономії, здатність вирішувати проблеми й задачі інноваційного характеру в одній із галузей фізики або астрономії (ФК -9).

1.3. Кількість кредитів 3

1.4. Загальна кількість годин 90

| |
|---|
| 1.5. Характеристика навчальної дисципліни |
| Нормативна/за вибором |
| Денна форма навчання |
| Рік підготовки |
| 2-й |
| Лекції |
| 24 год. |
| Практичні/семінарські |
| 24 год. |
| Лабораторні |
| - |
| Самостійна робота |
| 42год. |
| 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 теорії випадкових процесів та нерівноважної статистичної фізики; вміти застосовувати методи для рішення задач та аналізу реальних систем; вміти оцінювати просторово-часові масштаби нерівноважних процесів для побудови адекватних стохастичних моделей;

– Знати актуальні напрями наукових досліджень з теоретичної фізики і астрономії та аналізувати історію розвитку фізики та астрономії в порівнянні з сучасною проблематикою науки;

2. Тематичний план навчальної дисципліни

2 рік

Розділ 1. Елементи теорії випадкових процесів

Тема 1. Характеристична функція та її властивості. Огляд основних понять теорії ймовірностей. Характеристична функція розподілу. Центральна гранична теорема. Дискретне блукання на ґратках.

Тема 2. Випадкові процеси та характеристичні функціонали. Теорема Колмогорова. Рівняння Чепмена-Колмогорова. Процеси Орнштейна-Уленбека, та Вінера. Теорема Вінера-Хінчина.

Розділ 2. Кінетичні рівняння. Стохастичні ДУ

Тема 3. Побудова кінетичного рівняння. Балансова форма кінетичного рівняння. КР для простих процесів випадкового блукання. Рівняння Фокера-Планка. Рівняння Ланжевена та його фізичний зміст. ФДТ для рівняння Ланжевена.

Тема 4. Стохастичні ДУ. Стохастичне ДУ за Іто та Стратоновичем, їх зв'язок. Континуальний інтеграл.

Розділ 3. Теорія лінійної реакції Кубо

Тема 5. Формули Кубо класичний випадок. Формули Кубо. Принцип причинності. Співвідношення Келена-Вельтона.

Тема 6. Формули Кубо квантовий випадок. Функції Гріна, їх фізичний зміст, властивості та спектральне представлення. Правила сум.

3. Структура навчальної дисципліни

| Тема | Кількість годин | | | | | |
|--|-----------------|------|-----|------|------|----|
| | Усього | Лек. | Пр. | Лаб. | Інд. | СР |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Розділ 1. Елементи теорії випадкових процесів | | | | | | |
| Тема 1 | 15 | 4 | 4 | - | - | 7 |
| Тема 2 | 15 | 4 | 4 | - | - | 7 |
| Розділ 2. Кінетичні рівняння. Стохастичні ДУ | | | | | | |
| Тема 3 | 15 | 4 | 4 | - | - | 7 |
| Тема 4 | 15 | 4 | 4 | - | - | 7 |
| Розділ 3. Теорія лінійної реакції Кубо | | | | | | |
| Тема 5 | 15 | 4 | 4 | - | - | 7 |
| Тема 6 | 15 | 4 | 4 | - | - | 7 |

| | | | | | | |
|--------------|----|----|----|---|---|----|
| Усього годин | 90 | 24 | 24 | - | - | 42 |
|--------------|----|----|----|---|---|----|

4. Теми практичних занять

1. Задача про випадкове блукання на кубічній гратці в n -вимірному просторі.
2. Дослідження випадкового блукання на площині на трикутній та сотовій гратках.
3. Кінетичне рівняння для дипольних переходів осцилятора у зовнішньому ЕМП.
4. Побудова рівняння Ланжевена (рішення задач з [1,2])
5. Зв'язок континуального інтеграла та граничних задач для ДР типа дифузії.
6. Правила сум для багаточастинкових систем

5. Завдання для самостійної роботи

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним і робочим планом

7. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються інтерактивні методи навчання, наочні методи навчання. Базовим методом навчання є поєднання лекції та практичних занять. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; дискусійний метод; 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 | 5 |
| 2 | Активність на семінарах | | 3-5 |
| | | | |
| ∑ Разом | | | 8-10 |

9. Схема нарахування балів

| | | |
|--|-----------------|------|
| Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання | Залікова робота | Сума |
|--|-----------------|------|

Розділ 1-3

| | | | |
|---|----|---------------------------|-------|
| Контрольна робота, передбачена навчальним планом | | Індивідуальне завдання | Разом |
| T1 | T2 | | |
| 20 | 20 | 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 кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 20 балів, за кожну 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

1. Основна література

1. Н. ван Кампен, Стохастичні процеси в фізиці та хімії, Мир, **1991**
2. Гардинер, К. В. Стохастичні методи у природничих науках Мир, **1988**
3. Гіхман, И. И., Скороход, А. В., Ядренко, М. И. Теорія ймовірностей і математична статистика Наука, **1991**
4. Кац М. Ймовірність і суміжні питання в фізиці. М.: Мир, 1965
5. Зубарев, Д. Н.; Морозов, В., Репке, Г. Статистична механіка нерівноважних процесів Фізматліт, 2002, *т. 1,2*
6. Репке, Г. Нерівноважа статистична механіка, *Мир*, 1990
7. R. Kubo, Statistical mechanics (Interscience Publishers, NY, 1965)
8. Климонтович, Ю. Л. Статистична фізика, Наука, 1982
9. Квасников И.А., Теорія нерівноважних систем, УРСС, 2003
10. Гроот С. де, Мазур П. Нерівноважна термодинаміка. Мир, 1964

2. Додаткова література

11. S. Chandrasekhar, Stochastic Problems in Physics and Astronomy, Rev. Mod. Phys. 15, 1 1943
12. R. D. Richtmyer, Principles of Advanced Mathematical Physics, Vol. 1 (Springer-Verlag, 1978).
13. Арнольд, В. И. Математические методы классической механики, Наука, **1989**
14. Арнольд, В. И. Дифференциальные уравнения, Наука, **1989**