

1

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ХАРКІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Генеральний директор

Микола ШУЛЬГА

« 29 »

2017 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОЇ ФІЗИКИ В ТЕОРІЇ
НЕРІВНОВАЖНИХ ПРОЦЕСІВ

Назва навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

Доктор філософії

галузь знань

10 Природничі науки

спеціальність

104 фізика та астрономія

освітня програма

освітньо-професійна програма «Фізика та астрономія»

спеціалізація

«Теоретична фізика»

вид дисципліни

обов'язкова за вибором ННЦ ХФТІ

Інститут

Інститут теоретичної фізики ім. О.І.Ахієзера
ННЦ ХФТІ

Програму рекомендовано до затвердження
Науково-технічною радою ННЦ ХФТІ

Від "07" 12 2017 року, протокол № 9

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

д.ф.-м.н., професор, академік НАН України Юрій СЛЮСАРЕНКО

Програму схвалено на засіданні Вченої ради Інституту теоретичної фізики ім. О.І.Ахієзера ННЦ ХФТІ

від "31" 10 2017 року, протокол № 5

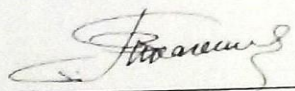
ТВО директора Інституту теоретичної фізики ім. О.І.Ахієзера ННЦ ХФТІ

 Леонід ДАВИДОВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Фізика та астрономія»

назва освітньої програми

Гарант освітньо-професійної програми «Фізика та астрономія»

 Віктор ТКАЧЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Дисципліна «Методи статистичної фізики в теорії нерівноважних процесів» є частиною професійної підготовки аспірантів за вибором ННЦ ХФТІ за напрямом 10 Природничі науки, за спеціальністю – 104 фізика і астрономія, яка викладається протягом другого року навчання.

1. Опис навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни "Методи статистичної фізики в теорії нерівноважних процесів" є: формування в аспірантів знань про закономірності й механізми релаксаційних процесів у класичних та квантових системах багатьох частинок різної природи; підготовка фахівців за спеціалізацією 01.04.02 – «Теоретична фізика» за напрямком вивчення й застосування загальних методів статистичної фізики із точки зору опису еволюційних процесів у фізичних системах.

1.1. Основними завданнями вивчення дисципліни «Методи статистичної фізики в теорії нерівноважних процесів» є

а) загальні позиції

(1) здобуття глибинних знань із теоретичної фізики, за якою аспірант проводить дослідження;

(2) набуття універсальних навичок дослідника, необхідних для успішної наукової, науково-організаційної і педагогічної діяльності, комунікації з науковою спільнотою в галузі фізики та астрономії (зокрема - теоретичної фізики), а також урядовими і громадськими організаціями;

(3) сприяння здобуттю рівня мовних можливостей, достатніх для представлення та обговорення результатів своєї наукової роботи іноземною мовою (англійською) в усній та письмовій формі, а також для повного розуміння іншомовних наукових текстів зі спеціальності «Фізика та астрономія»;

б) вузькопрофесійні завдання

(1) систематизація знань в галузі статистичної фізики та квантової механіки, необхідних для опису релаксаційних процесів у системах багатьох тотожних частинок;

(2) засвоєння аспірантами базових знань і методології, пов'язаних із описом релаксаційних процесів у класичних та квантових системах різної фізичної природи в рамках перших принципів статистичної фізики та квантової механіки.

1.2.1 Формування наступних загальних компетентностей

Здатність працювати в міжнародному контексті.

Здатність розв'язувати комплексні наукові проблеми на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням професійної етики та академічної доброчесності.

1.2.2. Формування наступних спеціальних (фахових) компетентностей

Здатність представляти та обговорювати результати своєї науково-дослідницької роботи державною мовою, а також англійською мовою чи

одною з офіційних мов Європейсько Союзу, в усній та в письмовій формі, опрацьовувати наукову літературу з фізики та/або астрономії і ефективно використовувати нову інформацію з різних джерел.

Здатність організовувати та здійснювати науково-педагогічну діяльність у сфері фізики та/або астрономії.

Здатність застосовувати сучасні методи, методики, технології, інструменти та обладнання для проведення прикладних та фундаментальних наукових досліджень у галузі фізики та/або астрономії.

Компетентність у сфері методів статистичної фізики в теорії нерівноважних процесів.

1.3. Кількість кредитів – 4.

1.4. Загальна кількість годин – 120.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни:

Опис навчальної дисципліни «Методи статистичної фізики в теорії нерівноважних процесів»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	
Галузь знань	10 – Природничі науки
напрямок підготовки	104 – фізика та астрономія
спеціальність	
освітньо-кваліфікаційний рівень	Доктор філософії
Мова навчання	Українська
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Обов'язкова за вибором ННЦ ХФТІ
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Форма контролю	іспит
Показники навчальної дисципліни	
Рік підготовки	II
Лекційні заняття	32год.
Практичні/семінарські заняття	16год.
Самостійна робота	70год.
Консультації	2год.

1.6 Передумови для вивчення дисципліни.

Передумовою для вивчення дисципліни «Методи статистичної фізики в теорії нерівноважних процесів» є наявність фундаментальних знань з теоретичної механіки, квантової механіки, класичної електродинаміки, статистичної фізики та термодинаміки, а також знайомство з основами теорії поля.

1.7. Очікувані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки аспіранти повинні досягти таких результатів навчання:

Досягти професійного та культурного рівня здобувача наукового ступеня доктора філософії, який дозволяє:

Мати передові концептуальні та методологічні знання з фізики та астрономії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми фізики та астрономії державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях в провідних міжнародних наукових виданнях.

Глибоко розуміти загальні принципи і методи природничих наук, а також історію розвитку та методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері фізики (астрономії) та у викладацькій практиці.

Уміти сприймати і обробляти іншомовні наукові тексти з фізики або астрономії з наукових джерел, що містять новітню фахову інформацію, здійснювати письмовий та анотаційний переклад текстів з фізики або астрономії.

Знати історичні аспекти розвитку методів опису нерівноважних (у тому числі, незворотних) процесів у системах багатьох частинок; основні сучасні методи виведення динамічних рівнянь для опису кінетичного та гідродинамічного етапів еволюції багаточастинкових систем, як класичних, так і квантових; методи опису реакцій систем багатьох частинок на зовнішнє збурення. Уміти аналізувати етапи еволюції класичних та квантових систем багатьох частинок та ступені впливу на них зовнішніх чинників, обирати параметри мікроскопічного опису таких систем на відповідному етапі еволюції, застосовувати набуті навички для виведення кінетичних рівнянь та рівнянь гідродинаміки у випадках простих газоподібних систем.

Уміти: використовувати на належному рівні; розшукувати, опрацьовувати, аналізувати та синтезувати отриману інформацію, зокрема пов'язану з проблемами нерівноважних процесів у складних системах, формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу, усвідомлювати його актуальність і значення для розвитку теорії нерівноважних процесів у системах багатьох частинок, інших галузей науки, загального розвитку суспільства; застосовувати здобуті знання для аналізу, пояснення та опису нерівноважних процесів, ефектів та явищ, що відбуваються в класичних та квантових системах багатьох тотожних частинок різної фізичної природи з позицій статистичної фізики.

2. ЗМІСТ ТА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Кінетичні та гідродинамічні рівняння для класичних систем багатьох тотожних частинок

Тема 1.

1.1. Багаточастинкові функції розподілу. Густина ймовірності фазових точок і рівняння Ліувілля. Ланцюжок рівнянь ББГІК.

1.2. Метод Боголюбова – Пелетминського скороченого опису незворотних процесів у класичних системах. Основні постулати: ідея про ієрархію часів релаксації системи, ергодичне співвідношення, принцип просторового послаблення кореляцій. Незворотність макроскопічних процесів та ергодична гіпотеза.

1.3. Інтегральні рівняння для багаточастинкових функцій розподілу. Теорія збурень для випадків слабкої взаємодії і малої густини числа частинок. Кінетичні рівняння Больцмана та Фоккера-Планка. Явища переносу в газах. Ефективні початкові умови до рівнянь гідродинаміки.

Тема 2.

1.4. Кінетичні рівняння для частинок, що взаємодіють із середовищем. Теорія броунівського руху. Теорія уповільнення нейтронів у середовищі.

1.5. Статистична механіка класичних систем заряджених частинок. Кінетичне рівняння для електронів плазми. Теорія екранування. Дисперсійне рівняння для хвиль у плазмі.

Розділ 2. Методи опису еволюції довгих нерівноважних флуктуацій в статистичній механіці багатьох тотожних частинок

Тема 3.

2.1. Метод скороченого опису в теорії довгохвильових нерівноважних флуктуацій. Статистична механіка довгих нерівноважних флуктуацій. Загальні кінетичні рівняння довгохвильових флуктуацій. Теорія квазілінійної релаксації плазми в рамках кінетичної теорії довгохвильових флуктуацій.

2.2. Загальні рівняння гідродинаміки довгохвильових нерівноважних флуктуацій та їх роль у фізиці турбулентності та теорії розповсюдження нейтронів у гідродинамічних середовищах. Теорія «довгих гідродинамічних хвостів».

Тема 4.

2.3. Стохастична теорія макроскопічних флуктуацій. Усереднення рівнянь еволюції за випадковими початковими умовами або за зовнішніми випадковими впливами на систему.

2.4. Метод скороченого опису в кінетичній теорії «екзотичних» систем багатьох тотожних частинок – дисипативних систем з активними й пасивними кореляціями (активних середовищ). Кінетичні рівняння для опису явищ

самоорганізації й самохідних властивостей в активних середовищах. Стаціонарні часткові розв'язки кінетичних рівнянь для активних середовищ.

Розділ 3. Загальні принципи статистичної механіки квантових систем багатьох частинок

Тема 5.

3.1. Принципи квантової механіки. Чисті стани й суміші. Динамічний закон квантової механіки. Рівняння Ліувілля. Процес вимірювання.

3.2. Вторинне квантування. Оператори народження та знищення частинок. Оператори фізичних величин у термінах операторів народження та знищення частинок.

3.3. Метод вторинного квантування за наявності зв'язаних станів частинок. Оператори фізичних величин. Рівняння руху для операторів фізичних величин за наявності зв'язаних станів частинок.

Тема 6.

3.4. Симетрія рівнянь квантової механіки. Інваріантність рівнянь квантової механіки відносно неперервних перетворень. Інваріантність рівнянь квантової механіки відносно просторового віддзеркалення й обернення часу.

3.5. Багаточастинкові функції розподілу частинок для квантових систем. Принцип просторового послаблення кореляцій і ергодичні співвідношення для квантових систем.

Розділ 4. Методи дослідження нерівноважних станів квантових систем багатьох частинок

Тема 7.

4.1. Реакція квантово-механічної системи багатьох тотожних частинок на зовнішнє збурення. Статистичний оператор системи, що знаходиться під впливом слабого зовнішнього поля. Функції Гріна та їх властивості.

Тема 8.

4.2. Загальна теорія релаксаційних процесів для квантових систем багатьох частинок. Інтегральне рівняння для статистичного оператора у випадку слабкої міжчастинкової взаємодії. Інтегральне рівняння для статистичного оператора у випадку малих неоднорідностей. Інтегральне рівняння для статистичного оператора неоднорідних систем за слабкої взаємодії між частинками.

4.3. Кінетичні рівняння для квантових систем. Кінетичний етап еволюції системи. Кінетичні рівняння для газу бозонів та ферміонів.

4.4. Кінетичні рівняння для частинок та випромінювання, взаємодіючих із середовищем. Кінетичні рівняння для частинок, що взаємодіють із середовищем. Кінетичне рівняння для фотонів у середовищі.

Тема 9.

4.5. Рівняння еволюції нормальної фермі-рідини. Нульовий звук у нормальній фермі-рідині. Динаміка довгохвильових флуктуацій у нормальній фермі-рідині та квазілінійна релаксація на нульовому звуці. Розвиток нестійкостей та фрагментація ядерної матерії на основі розвитку наростаючих коливань різної

природи: модифікованого нульового звуку, модифікованих спінових, ізоспінових хвиль або їх різних комбінацій.

Розділ 5. Рівняння макроскопічної фізики (квантові системи)

Тема 10.

5.1. Рівняння гідродинаміки нормальної рідини. Рівняння гідродинаміки ідеальної рідини. Рівняння гідродинаміки неідеальної рідини. Кінетичні коефіцієнти в термінах кореляційних функцій.

5.2. Рівняння гідродинаміки надплинної рідини. Потоки гідродинамічних величин. Рівняння руху для статистичного оператора надплинної рідини. Рівняння гідродинаміки ідеальної надплинної рідини.

Тема 11.

5.3. Рівняння макроскопічної електродинаміки. Рівняння Максвелла-Лоренца для операторів електромагнітних полів. Відгук системи на зовнішнє електромагнітне збурення. Зв'язок між зовнішніми та внутрішніми сприйнятливостями електромагнітного поля.

5.4. Уповільнення електромагнітних хвиль у бозе-ейнштейнівському конденсаті.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	усього	у тому числі						усього	у тому числі				
		л	п	ко нс	к.р.	екз.	с.р		л	п	лаб.	інд.	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Розділ 1. Кінетичні та гідродинамічні рівняння для класичних систем багатьох тотожних частинок	23	6	3				14						
Розділ 2. Методи опису еволюції довгих нерівноважних флуктуацій в статистичній механіці багатьох тотожних частинок	23	6	3				14						
Розділ 3. Загальні принципи	23	6	3				14						

статистичної механіки квантових систем багатьох частинок													
Розділ 4. Методи дослідження нерівноважних станів квантових систем багатьох частинок	23	6	3				14						
Розділ 5. Рівняння макроскопічної фізики (квантові системи)	28	8	4	2			14						
Усього годин	120	32	16	2			70						

4. Теми лекцій

1.	Багаточастинкові функції розподілу. Густина ймовірності фазових точок і рівняння Ліувілля. Ланцюжок рівнянь ББГК.	2
2.	Метод Боголюбова – Пелетминського скороченого опису незворотних процесів у класичних системах. Основні постулати: ідея про ієрархію часів релаксації системи, ергодичне співвідношення, принцип просторового послаблення кореляцій. Незворотність макроскопічних процесів та ергодична гіпотеза.	2
3.	Інтегральні рівняння для багаточастинкових функцій розподілу. Теорія збурень для випадків слабкої взаємодії і малої густини числа частинок. Кінетичні рівняння Больцмана та Фоккера-Планка.	2
4	Кінетичні рівняння для частинок, що взаємодіють із середовищем. Теорія броунівського руху.	2
5.	Метод скороченого опису в теорії довгохвильових нерівноважних флуктуацій. Статистична механіка довгих нерівноважних флуктуацій. Загальні кінетичні рівняння довгохвильових флуктуацій.	2
6.	Загальні рівняння гідродинаміки довгохвильових нерівноважних флуктуацій та їх роль у фізиці турбулентності та теорії розповсюдження нейтронів у гідродинамічних середовищах.	2
7	Стохастична теорія макроскопічних флуктуацій. Усереднення рівнянь еволюції за випадковими початковими умовами або за зовнішніми випадковими впливами на систему.	2
8.	Метод скороченого опису в кінетичній теорії «екзотичних» систем багатьох тотожних частинок – дисипативних систем з активними й пасивними кореляціями (активних середовищ).	3
9.	Вторинне квантування. Оператори народження та знищення частинок. Оператори фізичних величин у термінах операторів народження та знищення частинок.	2

10.	Метод вторинного квантування за наявності зв'язаних станів частинок. Оператори фізичних величин.	2
11.	Реакція квантово-механічної системи багатьох тотожних частинок на зовнішнє збурення. Статистичний оператор системи, що знаходиться під впливом слабого зовнішнього поля. Функції Гріна та їх властивості.	2
12.	Загальна теорія релаксаційних процесів для квантових систем багатьох частинок. Інтегральне рівняння для статистичного оператора у випадку слабкої міжчастинкової взаємодії. Інтегральне рівняння для статистичного оператора у випадку малих неоднорідностей. Інтегральне рівняння для статистичного оператора неоднорідних систем за слабкої взаємодії між частинками.	2
13.	Кінетичні рівняння для квантових систем. Кінетичний етап еволюції системи. Кінетичні рівняння для газу бозонів та ферміонів.	2
14.	Рівняння еволюції нормальної фермі-рідини.	2
15.	Рівняння гідродинаміки нормальної рідини. Рівняння гідродинаміки ідеальної рідини. Рівняння гідродинаміки неідеальної рідини. Кінетичні коефіцієнти в термінах кореляційних функцій.	2
16.	Рівняння гідродинаміки надплинної рідини. Потoki гідродинамічних величин. Рівняння руху для статистичного оператора надплинної рідини. Рівняння гідродинаміки ідеальної надплинної рідини.	2
	Усього	32

5. Теми практичних занять

1.	Розділ I. Ефективні початкові умови до рівнянь гідродинаміки.	3
2.	Розділ II. Теорія «довгих гідродинамічних хвостів».	3
3.	Розділ III. Рівняння руху для операторів фізичних величин за наявності зв'язаних станів частинок.	3
4.	Розділ IV. Нульовий звук у нормальній фермі-рідині.	3
5.	Розділ V. Зв'язок між зовнішніми та внутрішніми сприйнятливостями електромагнітного поля.	4
	Усього	16

6. Завдання для самостійної роботи

1.	Явища переносу в газах.	5
2.	Теорія уповільнення нейтронів у середовищі.	5
3.	Статистична механіка класичних систем заряджених частинок. Кінетичне рівняння для електронів плазми. Теорія екранування.	5

	Дисперсійне рівняння для хвиль у плазмі.	
4	Теорія квазілінійної релаксації плазми в рамках кінетичної теорії довгохвильових флуктуацій.	5
5.	Кінетичні рівняння для опису явищ самоорганізації й самохідних властивостей в активних середовищах. Стаціонарні часткові розв'язки кінетичних рівнянь для активних середовищ.	5
6.	Принципи квантової механіки. Чисті стани й суміші. Динамічний закон квантової механіки. Рівняння Ліувілля. Процес вимірювання.	5
7.	Симетрія рівнянь квантової механіки. Інваріантність рівнянь квантової механіки відносно неперервних перетворень. Інваріантність рівнянь квантової механіки відносно просторового віддзеркалення й обернення часу.	5
8.	Багаточастинкові функції розподілу частинок для квантових систем. Принцип просторового послаблення кореляцій і ергодичні співвідношення для квантових систем.	5
9.	Кінетичні рівняння для частинок та випромінювання, взаємодіючих із середовищем. Кінетичні рівняння для частинок, що взаємодіють із середовищем. Кінетичне рівняння для фотонів у середовищі.	5
10.	Динаміка довгохвильових флуктуацій у нормальній фермі-рідині та квазілінійна релаксація на нульовому звуці. Розвиток нестійкостей та фрагментація ядерної матерії на основі розвитку наростаючих коливань різної природи: модифікованого нульового звуку, модифікованих спінових, ізоспінових хвиль або їх різних комбінацій.	5
11.	Рівняння макроскопічної електродинаміки. Рівняння Максвелла-Лоренца для операторів електромагнітних полів. Відгук системи на зовнішнє електромагнітне збурення.	5
12	Уповільнення електромагнітних хвиль у бозе-ейнштейнівському конденсаті.	15
	Усього	70

2. Методи контролю

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

1. Експрес-контроль (загальний ваговий бал - 40) проводиться з метою перевірки якості роботи аспіранта на лекційних або практичних заняттях в аудиторії. Тривалість експрес-контролю 5 – 10 хвилин. Кожний експрес – контроль містить два простих завдання, за кожен правильну відповідь аспірант отримує 2 бали. Відсутність аспіранта на занятті або невиконання експрес – контролю приносить аспіранту 0 балів.
2. Модульний контроль (загальний ваговий бал – 18) проводиться у вигляді двох модульних контрольних робіт тривалістю 2 академічних години кожна. Кожна модульна контрольна робота складається з 2 задач різної складності, які

оцінюються у 4 та 6 балів. Максимальна кількість балів за модульні контрольні роботи $2 \times 10 = 20$ балів.

Критерії оцінювання:

- а) Повністю правильно виконане завдання оцінюється в 4 або 5 (у залежності від складності) бали;
- б) Завдання, виконане з несуттєвими помилками, оцінюється в 3 або 4 (у залежності від складності) бали (незначні помилки в розрахунках);
- с) Часткове виконання завдання оцінюється в 2 або 3 (у залежності від складності) бали (правильно обрана логіка розв'язку проблеми за присутності грубих помилок в розрахунках);
- д) Часткове виконання завдання оцінюється в 1 бал (правильно обрана логіка розв'язку проблеми за відсутності розрахунків);
- е) Неправильне виконання завдання оцінюється в 0 балів.

Якщо аспірант отримав оцінку 4 балів за модульну контрольну роботу, то він зобов'язаний переписати цю роботу, але не більше двох разів.

- 3. Екзаменаційна робота (ваговий бал - 40). Необхідною умовою допуску аспіранта до екзамену з дисципліни є позитивний рейтинг з усіх форм семестрової атестації (позитивний рейтинг з модульної контрольної роботи та експрес - контролю), але не менше 30 балів.

Екзаменаційний білет містить два теоретичних завдання з різних розділів навчальної дисципліни.

Критерії оцінювання.

- Повністю правильно виконане завдання оцінюється в 20 балів;
- Завдання, виконане з несуттєвими помилками, оцінюється в 15 балів (незначні помилки в розрахунках);
- Часткове виконання завдання оцінюється в 10 балів (правильно обрана логіка розв'язку проблеми за присутності грубих помилок в розрахунках);
- Часткове виконання завдання оцінюється в 5 балів (правильно обрана логіка розв'язку проблеми за відсутності розрахунків);
- Неправильне виконання завдання оцінюється в 0 балів.

Форма підсумкового контролю знань – екзамен.

8. Схема нарахування балів

		Поточний контроль, самостійна робота													Екзамен	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Розділ 3		Розділ 4			Розділ 5		Контрольні роботи		Разом			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	Kp1	Kp2				
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	10	10	60		40	100

T1, T2, ...T11 – теми розділів.

9. Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 - 100	відмінно	зараховано
70 - 89	добре	
50 - 69	задовільно	
1 - 49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література.

Основна

1. A.I. Akhiezer and S.V. Peletminskii, Methods of Statistical Physics International Series in Natural Philosophy, 1981, vol. 104 (Oxford: Pergamon).
2. N.N. Bogoliubov Problems of a Dynamical Theory in Statistical Physics, 1959 (Providence, RI: Providence College); Боголюбов Н.Н. Избранные труды в трех томах. Том 2, — Киев: Наукова думка, 1970. — 523 с.
3. L.D. Landau, E.M. Lifshitz and L.P. Pitaevskii, Course of Theoretical Physics, vol 5, Statistical Physics, 1980 (Oxford: Pergamon).
4. L.D. Landau, E.M. Lifshitz and L.P. Pitaevskii, Course of Theoretical Physics, vol 9, Statistical Physics, 1981 (Oxford: Pergamon).
5. S.V. Peletminskii, Yu.V. Slyusarenko, On theory of long-wave nonequilibrium fluctuations, Physica, 1994, v. A 210, p.165-204.
6. С.В. Пелетминський, Ю.В. Слюсаренко, Стохастичне виведення рівнянь кінетики та гідродинаміки довгохвильових флуктуацій, УФЖ, 1994, т. 39, № 1, с.112-119.
7. S.V. Peletminskii, A.I. Sokolovsky, Yu.V. Slyusarenko, Kinetics and hydrodynamics of long-wave fluctuations under external random force, Physica, 2003, v. A 326, p.412-429.

8. O.Yu. Sliusarenko, A.V. Chechkin, Yu.V. Slyusarenko, The Bogolyubov-Born-Green-Kirkwood-Yvon hierarchy and Fokker-Planck equation for many-body dissipative randomly driven systems, *J. Math. Phys.*, 2015, Vol. 56, 043302 (1-15).
9. O.Yu. Sliusarenko, Yu.V. Slyusarenko, Reduced description method in the kinetic theory of Brownian motion with active fluctuations, *J. Phys. A: Math. Theor.*, 2019 v. 52 445001 (1-29).
10. S.V. Peletminskii, Yu.V. Slyusarenko, Second quantization method in the presence of bound states of particles, *J. Math. Phys.*, 2005, v.46, p. 022301-022335.

Додаткова

11. Yu.V. Slyusarenko, O.Yu. Sliusarenko, Kinetic theory of weakly ionized dilute gas of hydrogen-like atoms of the first principles of quantum statistics and dispersion laws of eigenwaves, *J. Math. Phys.*, 2017, Vol. 58, 113302 (1-28).
12. Yu.V. Slyusarenko, Collisionless mechanism of zero-point sound attenuation in a normal Fermi liquid, *Low Temperature Physics* **24**, 219 (1998); <https://doi.org/10.1063/1.593588>.
13. Yu.V. Slyusarenko, Long-wave fluctuation kinetics and quasi-linear relaxation for zero-point sound in a normal Fermi liquid, *Low Temperature Physics* **24**, 393 (1998); <https://doi.org/10.1063/1.593607>.
14. Yu.V. Slyusarenko, A.G. Sotnikov, Green-function method in the theory of ultraslow electromagnetic waves in an ideal gas with Bose-Einstein condensates, *Phys. Rev. A*, 2008, Vol.78, No.5, DOI 053622(1-14).
15. Yu.V. Slyusarenko, A.G. Sotnikov, Role of temperature effects in the phenomenon of ultraslow electromagnetic pulses in Bose-Einstein condensates of alkali-metal atoms, *Phys. Rev. A*, 2009, Vol.80, No.5, DOI 0536604 (1-9).
16. Yu.V. Slyusarenko, A.G. Sotnikov, Propagation of relativistic charges particles in ultracold atomic gases with Bose-Einstein condensates, *Phys. Rev. A*, 2011, Vol.83, No.2, 023601 (5).
17. A.P. Ivashin, S.V. Peletminskii, Yu.V. Slyusarenko, Fermi-liquid approach for the description of the initial stage of fragmentation at heavy nuclei collisions, *Ukr. J. Phys.*, 2007, v. 52, № 2, p. 128-141.