

Миколайчук
Горбуненко
Горбуненко
Б.О. Пташенко
Біг
19.04.2001р.

О С Н О В И
НЕЛІНІЙНОЇ
ФІЗИКИ

Одеса
"Астропринт"
2001

ББК 22.3я73
П.87

УДК 530.182(075.8)

У навчальному посібнику подано основні поняття та ідеї нелінійної фізики частинок та фізики нелінійних хвиль. Значна увага приділена солітонам, кіншам, питанням самоорганізації та динамічності стократичності руху нелінійних систем. Посібник призначений для студентів фізиків старших курсів і може бути корисним для аспірантів та наукових співробітників.

Рецензенти: Михайленко Віталій Іванович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри Одеської державної морської академії;

Шевць Валерій Тимофійович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри Одеської державної академії козлаку

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей вищих навчальних закладів". Лист №2/1715 від 30.10.2000 р.

166430000 — 004
П 549 — 2001 Без оценок.

ISBN 966-549-523-2.

© О. О. Пташанко, 2001

Вступ

Опис руху за допомогою лінійних диференціальних рівнянь може вважатися лише для малих переміщень тіл, які рухаються з достатньо малими швидкостями. Реальні фізичні процеси, як правило, нелінійні. Тому розглянути, наприклад, режим роботи двигуна, рух ракети, поширення хвилі на поверхні води, коливальні процеси у радіотехнічних приладах, генерацію лазера можна методами нелінійної фізики.

Успіх теорії горіння та вибуху, аеро- та гідродинаміки, фізики твердого тіла та твердотілової електроніки, фізики плазми, фізики шумів електронних та оптичних кіл, лазерної оптики пов'язані з використанням нелінійних методів розрахунку. Розвиток сучасних теорій елементарних частинок, теорії поля та загальної теорії відносності відбувається у напрямку впровадження нелінійних ефектів. Фізика частинок надвисоких енергій, надпотужних поєвів, надмалих відстаней та надкоротких тривалостей істотно нелінійна.

Впровадження реальних властивостей фізичних систем у нелінійній фізиці дозволяє пояснити та описати виникнення коливальних рухів таких систем за відсутності коливальних зовнішніх дій на них. Нелінійна фізика дозволяє також передбачити та розрахувати вплив самоорганізацій руху, зокрема, автономування хвильових процесів.

Даний посібник написаний як частина курсу лекцій з проблем сучасної фізики, що читався для студентів фізичного факультету Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. Метою посібника є ознайомлення студентів з основними поняттями нелінійної фізики. Автор не ставив своєї задачею викладення математичних методів нелінійної фізики. Разом з тим автор прагнув показати універсальність методів нелінійної фізики, різноманітність явищ, що піддаються одному математичному опису.

Автор широко вдячний професорам В. А. Смітінці, В. І. Михайленку та В. М. Шевцю за цінні зауваження, які допомогли полішити зміст цього посібника.

1. Заславский Г. М., Сагалова Р. З. Введение в нелинейную физику. — М.: Наука, 1988. — 368 с.
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. 1. Механика. — М.: Наука, 1973. — 208 с.
3. Мигулин В. В., Мельник В. Н., Мустель Е. Р., Парицки В. Н. Основы теории колебаний, 2-е изд. — М.: Наука, 1988. — 392 с.
4. Бислингсгей П. Эргодическая теория и информация. — М.: Мир, 1969. — 238 с.
5. Корфелда И. П., Сивый Я. Г., Фомин С. В. Эргодическая теория. — М.: Наука, 1980. — 383 с.
6. Ликтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. — М.: Мир, 1984. — 528 с.
7. Заславский Г. М. Стохастичность динамических систем. — М.: Наука, 1984. — 272 с.
8. Заславский Г. М. Статистическая необратимость в нелинейных системах. — М.: Наука, 1970. — 143 с.
9. Лайтхилл Дж. Волны в жидкостях. — М.: Мир, 1981. — 598 с.
10. Уилем Дж. Линеарные и нелинейные волны. — М.: Мир, 1977. — 622 с.
11. Карпови В. Н. Нелинейные волны в диспергирующих средах. — М.: Наука, 1973. — 175 с.
12. Скотт Э. Волны в активных и нелинейных средах в приложениях к электронике. — М.: Сов. радио, 1977. — 368 с.
13. Бегалов В. И., Литвак А. Г., Таланов В. Н. Нелинейная оптика. — Новосибирск: Наука, сиб. отделение, 1968. — 482 с.
14. Корнотев Н. И., Шумай Н. Л. Физика мощного лазерного излучения. — М.: Наука, 1991. — 312 с.
15. Аршавинич Л. А., Сагалова Р. З. Физика плазмы для физиков. — М.: Атомиздат, 1979. — 317 с.
16. Ван дер Зил А. Шум. Источник, описание, измерение. — М.: Сов. радио, 1973. — 229 с.
17. Делоне Н. Б., Крайнов В. П. Атом в сильном световом поле. — М.: Атомиздат, 1978. — 288 с.
18. Солнговы / Под ред. Р. Булафа и Ф. Коарн. — М.: Мир, 1983. — 408 с.
19. Ньюэлл А. Солнговы в математике и физике. — М.: Мир, 1989. — 323 с.
20. Солнговы в действии / Под ред. К. Лонгрена и Э. Салгги. — М.: Мир, 1981. — 312 с.

Вступ.....	3
1. ДИНАМІКА НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ	4
1.1. Основні поняття динаміки.....	4
1.2. Особливості динаміки нелінійних систем. Нелінійний маятник.....	8
1.3. Форма і спектр коливань нелінійного маятника. Нелінійний резонанс.....	13
1.4. Структурні властивості фазових портретів нелінійних систем.....	20
2. НЕЛІНІЙНІСТЬ І ХАОС	32
2.1. Ергодичні та стохастичні рухи динамічних систем.....	32
2.2. Дослідження нелінійних систем за критерієм стохастичності.....	40
2.3. Закономірності хаосу.....	46
2.4. Фрактали і хаос.....	53
3. НЕЛІНІЙНІ ХВИЛІ	60
3.1. Лнійні та нелінійні хвилі.....	60
3.2. Нелінійні хвилі в дисипативному середовищі.....	69
3.3. Нелінійні хвилі в середовищі з дисперсією.....	76
3.4. Самоорганізація хвильових пакетів.....	84
3.5. Хвилі в середовищі з періодичною нелінійністю.....	98
Контрольні питання	104
Список літератури	106

