

Для студентов 4-6 курсов ФФ и ММФ,
а ТАКЖЕ для всех ЖЕЛАЮЩИХ
объявляется спецкурс „Нелинейные волны“
чл.-корр. РАН Е.А. Кузнецова
(ФИАН, Москва и Лаборатория нелинейных
волновых процессов НГУ)

Лекции будут прочитаны в течении трех
недель в феврале, апреле и мае.
Первая лекция состоится 14 февраля 2011
(СЛЕДИТЕ ЗА ОБЪЯВЛЕНИЯМИ!)

Программа спецкурса „Нелинейные волны“

1. Нелинейные эффекты в классической механике. Гамильтоновский формализм. Нелинейный осциллятор. Введение нормальных переменных. Теория возмущений. Вычисление нелинейного сдвига частоты. Нелинейный резонанс. Параметрический резонанс.
2. Линейные волны. Закон дисперсии. Распространение волнового пакета в линейной среде. Групповая скорость, дисперсионное расплывание пакета, дифракция. Гамильтоновский формализм для нелинейных волн. Введение канонических переменных. Классификация нелинейных процессов.
3. Канонические переменные для звуковых волн. Вычисление матричных элементов. Каноническое описание электромагнитных волн в нелинейных диэлектриках и вычисление матричных элементов.
4. Трех-волновые нелинейные процессы. Распадная неустойчивость монохроматической волны. Нелинейное взаимодействие трех резонансно связанных волновых пакетов. Связь с волчками. Генерация второй гармоники. Коэффициент усиления. Роль отстройки при генерации второй гармоники.
5. Четырех-волновое нелинейное взаимодействие. Вклад трех-волновых процессов в матричный элемент взаимодействия. Неустойчивость монохроматической волны. Модуляционная неустойчивость. Вывод нелинейного уравнения Шредингера. Применение к нелинейной оптике (керровская нелинейность). Взаимодействие квазимонохроматической электромагнитной волны со звуковыми волнами.
6. Солитоны в модели нелинейного уравнения Шредингера (НУШ). НУШ как система гидродинамического типа с дисперсией. Устойчивость одномерного солитона относительно одномерных возмущений. Использование оптических солитонов в качестве бита информации в световолоконных линиях связи. Темные и яркие солитоны. Роль аномальной и нормальной дисперсии.

7. Неустойчивость одномерных солитонов относительно поперечных возмущений: неустойчивости типа перетяжек и типа змейки. Неустойчивость Кадомцева-Петвиашвили темных солитонов. Уравнение Кадомцева-Петвиашвили.
8. Самофокусировка и коллапс в НУШ. Качественное объяснение. Масштабные преобразования и неустойчивость многомерных солитонов. Коллапс как нелинейная стадия модуляционной неустойчивости. Теорема Власова-Петрицева-Таланова (вириала). Критерий коллапса. Роль солитонов и размерности. Коллапс в критическом НУШ. Линзовые преобразования и критическая мощность.
9. Автомодельный режим коллапса. Сверхкритический коллапс. Классификация коллапсов. Квазиклассический коллапс. Режим черных дыр. Коллапс бозе-эйнштейновского конденсата.
10. Взаимодействие квазимонохроматической электромагнитной волны со звуковыми волнами. Коэффициенты усиления для рассеяния Мандельштамма-Бриллюена. Конвективная и абсолютная неустойчивости. Тепловая самофокусировка.
11. Нелинейные звуковые волны. Характеристики. Инварианты Римана и простая волна Римана. Образование ударных волн. Ударная адиабата и автомодельные решения. Ударные электромагнитные волны.
12. Роль вязкости и теплопроводности. Ударные волны слабой интенсивности. Уравнение Бюргерса. Неупругое взаимодействие ударных волн.
13. Звуковые волны со слабой дисперсией. Вывод уравнений КДВ и Кадомцева-Первиашвили из НУШ с дефокусирующей нелинейностью. Роль дисперсии для солитонов. Устойчивость солитонов по Ляпунову. Солитоны и бесстолкновительные ударные волны. Уравнение КДВ-Бюргерса. Нелинейная дифракция Фраунгофера (дефокусирующая нелинейность).
14. Метод обратной задачи рассеяния для уравнения КДВ. Прямая задача рассеяния для оператора Шредингера. Обратная задача рассеяния: вывод уравнения Гельфанда-Левитана-Марченко. Солитоны, рассеяние солитонов. Асимптотические состояния.

15. Бифуркации солитонов. Мягкая бифуркация. Роль черенковского излучения. Трансформация солитонов в солитоны огибающих. Универсальное поведение солитонов вблизи бифуркационной точки. Пример - солитоны НУШ. Жесткие бифуркации солитонов. Роль эффектов опрокидывания.
16. Бифуркации в диссипативных системах. Простейшая модель генерации лазера. Генерация в режиме мягкого возбуждения. Закон Ландау. Устойчивость и функция Ляпунова. Жесткий режим возбуждения. Скачок параметра порядка. Бистабильность и гистерезис.
17. Понятие аттрактора. Фокусы и предельные циклы. Теория Ландау-Хопфа перехода к турбулентности. Отображение Пуанкаре. Явление странного аттрактора. Переход к хаосу путем удвоения периода (теория Фейгенбаума).
18. Уравнение Гинзбурга-Ландау и его применение к генерации лазеров. Керровская и диссипативная нелинейности. Появление спайков. Пичковый режим генерации.