

Интегрируемые модели квантовой теории поля

М. Ю. Лашкевич

План курса:

1. $O(2)$ -модель и переход Березинского—Костерлица—Таулеса.
Вихри в $O(2)$ -модели и кулоновский газ. Запись через нелокальное поле и эквивалентность модели синус-Гордона. Переход плазма — газ. Масштабная размерность возмущающего оператора и точное значение точки перехода.
Семинар: Экспоненциальные операторы в теории свободного скалярного поля.
2. Бозонизация модели Тирринга.
Представление фермионов через бозонные поля (бозонизация). Сокращение расходящихся частей в лагранжиане и точная связь между константами связи.
Семинар: Сохранение энергии и импульса в модели синус-Гордона.
3. Двухчастичные S -матрицы: теория возмущений.
Вычисление матрицы рассеяния фермионов в модели Тирринга и нейтральных бозонов в модели синус-Гордона по теории возмущений. Рассеяния нейтрального бозона на кинке.
Семинар: Сохранение энергии и импульса в модели синус-Гордона (продолжение).
4. $O(N)$ -модель: $1/N$ -разложение.
Теория возмущений по $1/N$ для $O(N)$ -модели. Генерация массы. Кинематические условия рассеяния и вычисление S -матрицы по теории возмущений.
Семинар: Пример высшего интеграла движения в возмущенной конформной теории поля.
5. $O(N)$ -модель: интегрируемость и точная S -матрица.
Высшие интегралы движения и факторизация S -матрицы. Уравнение Янга—Бакстера. Вычисление S -матрицы $O(N)$ -модели из условий факторизации и сравнение с пертурбативным результатом.
Семинар: Составляем и решаем уравнения Янга—Бакстера, унитарности и кроссинг-симметрии.
6. Бозоны и фермионы с контактным взаимодействием
Простейшие модели Янга—Годена с четырехчастичным дельта-функциональным взаимодействием. Простой и иерархический анзац Бете.
Семинар: Вычеты S -матрицы и связанные состояния.
7. Решение модели Тирринга методом анзаца Бете: построение собственных состояний.
Псевдовакуум и волновые функции модели Тирринга в анзаце Бете. Уравнения Бете и их термодинамический предел. Функция плотности состояний.
Семинар: Комплексные решения уравнений Бете.
8. Решение модели Тирринга методом анзаца Бете: спектр частиц и матрица рассеяния.
Перенормировка заряда. Спектр и S -матрица модели. Связанные состояния.
Семинар: Решение уравнения Янга—Бакстера для модели Тирринга.

9. Интегрируемые возмущения минимальных моделей двумерной конформной теории поля.
Построение высших интегралов движения, совместных с возмущением. Элементарные методы подсчета интегралов движения. Результаты для возмущенных минимальных конформных моделей.
Семинар: Вывод выражения для первых высших интегралов движения в конформной теории поля.
10. Интегралы движения и матрицы рассеяния.
Условия согласованности высших интегралов движения со спектром частиц и матрицами рассеяния.
Семинар: Вычисление матриц рассеяния некоторых теорий из спектра интегралов движения.
11. Термодинамический анзац Бете: основы метода.
Модель на вытянутом торе. Два описания: с помощью конформной теории поля и с помощью S -матрицы. Уравнение Янга—Янга. Основные формулы для термодинамических величин.
Семинар: Уравнение Янга—Янга для модели Либа—Линихера.
12. Термодинамический анзац Бете: результаты.
Вычисление эффективного центрального заряда и вакуумной энергии из термодинамического анзаца Бете. Y -системы.
Семинар: Вычисление вакуумной плотности энергии в системе из нескольких частиц.
13. Конформная теория возмущений.
Корреляционные функции, структурные константы и вакуумные средние. Перенормируемость теории возмущений для структурных констант. Задача о вычислении вакуумных средних.
Семинар: Некоторые методы вычисления вакуумных средних.
14. Точные формфакторы квазилокальных операторов.
Локальность операторов и формфакторные аксиомы. Примеры решений.
Семинар: Решаем формфакторные аксиомы в простейших случаях.