

# Интегрируемые модели двумерной квантовой теории поля

М. Ю. Лашкевич

## Аннотация

Квантовая теория поля — сложная теория. Математически строгое описание реалистических моделей квантовой теории поля на данный момент отсутствует. Поэтому представляют интерес специальные модели, допускающие в той или иной степени точное решение, так называемые интегрируемые модели. В курсе рассматриваются такого рода модели в двух измерениях — одном пространственном и одном временном. Рассматриваются главные классы таких моделей, изучаются их общие свойства. По окончании курса студенты должны владеть основными методами решения интегрируемых моделей, понимать их место среди локальных теорий поля, уметь получать точные результаты.

### 1. $O(2)$ -модель и переход 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.*

### 2. Бозонизация модели Тирринга.

*Представление фермионов через бозонные поля (бозонизация). Сокращение расходящихся частей в лагранжиане и точная связь между константами связи.*

### 3. Теория возмущений в модели Тирринга

*Вычисление  $S$ -матрицы в модели Тирринга по теории возмущений. Сокращение множественного рождения частиц и дополнительные интегралы движения. Идеально упругое рассеяние.*

### 4. Квантовые солитоны в модели синус-Гордона

*Квазиклассическое вычисление  $S$ -матрицы солитонов в модели синус-Гордона. Спектр связанных состояний и частица, ассоциированная с полем. Модель  $sh$ -Гордона.*

### 5. $O(N)$ -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.*

### 6. Модель Тирринга и $O(N)$ -модель: интегрируемость и точные $S$ -матрицы

*Высшие интегралы движения и факторизация  $S$ -матриц. Уравнение Янга–Бакстера. Вычисление  $S$ -матрицы модели Тирринга и  $O(N)$ -модели из условий факторизации и пертурбативного результата.*

### 7. Модель Тирринга. Анзац Бете и уравнения Бете

*Псевдовакуум и волновые функции модели Тирринга в анзаце Бете. Уравнения Бете и их термодинамический предел. Спектр модели.*

### 8. Модель Тирринга. Решение методом анзаца Бете. $S$ -матрица

*Вычисление  $S$ -матрицы методом анзаца Бете. Дробный заряд и перенормировка константы связи.*

### 9. Интегрируемые возмущения критической теории поля Изинга

*Критическая теория поля Изинга как теория свободных фермионов и как конформная минимальная модель (напоминание). Возмущение температурой и внешним полем. Дополнительные интегралы движения и интегрируемость.  $S$ -матрицы интегрируемых возмущений.*

### 10. Конформная теория возмущений

*Конформная теория возмущений. Перенормировка операторов. Резонансы.*

11. Интегрируемые возмущения минимальных конформных моделей

*Типы интегрируемых возмущений:  $\Phi_{13}$ ,  $\Phi_{21}$  и  $\Phi_{12}$ . Спектр интегралов движения. Кинки, бризеры и их  $S$ -матрицы.*

12. Точные формфакторы локальных и квазилокальных операторов

*Определение формфакторов. Бутстрэпный подход к вычислению формфакторов. Теорема Смирнова. Явное вычисление формфакторов в простейших моделях.*

13. Представления формфакторов свободными полями

*Представление Лукьянова для формфакторов в модели синус-Гордона. Вершинные операторы солитонов и бризеров. Обобщение на операторы-потомки.*

14. Нормировка локальных операторов

*Вакуумные средние локальных операторов по Лукьянову–Замолодчикову. Отражательные уравнения и их решение. Резонансные точки.*