ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Խաչատրյան Շահանե Ալբերտի

ՄԻ ՔԱՆԻ ՃՇԳՐԻՏ ԼՈՒԾՎՈՂ ՄՈԴԵԼՆԵՐ ՄԱՆՀԵԹԵՆԻ ԵՐԿՉԱՓ ՑԱՆՑԵՐԻ ՎՐԱ

Ա.04.02-«տեսական ֆիզիկա» մասնագիտությամբ
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների
թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ-2004

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Хачатрян Шагенэ Альбертовна

НЕКОТОРЫЕ ИНТЕГРИРУЕМЫЕ МОДЕЛИ НА ДВУМЕРНЫХ РЕШЕТКАХ МАНХЭТТЕНА

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук
по специальности 01.04.02 - "Теоретическая физика"

ЕРЕВАН 2004

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի Ֆիզիկայի ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝ ֆիզմաթ. գիտ.դոկտոր Ա.Գ.Սեդրակյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ ֆիզմաթ.գիտ.թ. Հ.Մ.Բաբուջյան (ԵրՖԻ),
ֆիզմաթ. գիտ. դոկտոր Ռ. Ֆլյումե
(ՏՖԻ, Բոննի համալսարան, Գերմանիա)

Առաջատար կազմակերպություն՝ Տեսական Ֆիզիկայի Ինստիտուտ,
Լեյպցիգի համալսարան, Գերմանիա

Պաշտպանությունը կայանալու է "28" սեպտեմբերի 2004թ. ժամը 14.00-ին Երևանի Ֆիզիկայի Ինստիտուտում գործող ԲՈՀ-ի 024 մասնագիտական խորհրդում (Երևան-36, Ալիխանյան եղբայրների փ. 2):

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ԵրՖԻ-ի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է "27" օգոստոսի 2004թ.

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար Ա.Թ. Մարգարյան

Тема диссертации утверждена в Ереванском физическом институте

Научный руководитель: доктор физ.-мат. наук А.Г. Седракян

Официальные оппоненты: канд. физ.-мат.наук Г.М.Бабуджян (ЕрФИ),
доктор физ.-мат. наук Р. Флюме
(ИТФ, Университет Бонна, Германия)

Ведущая организация: ИТФ, Университет Лейпцига, Германия

Защита состоится "28" сентября 2004 г. в 14.00 часов на заседании специализированного совета 024 ВАК-а, действующего в Ереванском физическом институте (Ереван 36, улица Братьев Алиханян 2)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЕрФИ.

Автореферат разослан "27" августа 2004 г.

Ученый секретарь спец. совета А. Т. Маргарян

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1. Актуальность темы.

Большой интерес, наблюдаемый в последнее время по отношению к точно-решаемым или интегрируемым моделям, обусловлен тем, что многие актуальные на сегодня проблемы физики, как физика высоких энергий или сильно коррелированные системы в физике твердого тела, требуют точных, непертурбативных решений. Методы для точного решения задач развиты в-основном для теорий с низкими размерностями пространства-времени ($1+1$-мерная теория поля, $1+0$-, $2+0$-мерная классическая статистическая физика), рассмотрение которых, помимо чисто теоретического и математического интереса, обосновано многочисленными разработками и экспериментами поставленными в последние десятилетия для систем, эффективно имеющих низкие размерности (проблема Кондо, квантовый эффект Холла), а также бурным развитием теории струн.

Один из наиболее мощных методов для решения задачи многих тел разработан Г.Бете и носит его имя - Координатный Анзатц Бэтте (КАБ) (1931). Этот метод был развит в последуюшие годы разными авторами. Все его основные положения можно воспроизвести в рамках Алгебраического Анзатца Бете, который является частью Квантового Метода Обратной Задачи (КМОЗ) [11]. Одним из ключевых свойств двумерных интегрируемых моделей является факторизация многочастичной матрицы рассеяния, в КАБ это свойсво выражается в том, что многочастичные волновые функции строятся в виде суммы от произведений двухчастичных волновых функций. Уравнения Янга-Бакстера, обеспечивающие непротиворечивость этого свойства гарантируют существование в интегрируемых моделей широкой симметрии, которая отражается в наличии бесчисленного количества сохраняющихся зарядов. Уравнения Янга-Бакстера обеспечивают коммутативность производящих функций этих зарядов - матриц переноса (трансфер-матриц), с различными спектральными параметрами, что влечет за собой взаимную коммутативность сохраняющихся зарядов.

Еще один подход к решению задач сильно связанных систем заключается в попытке переформулировать теорию на язык новых переменных, в терминах которых взаимодействие оказывается слабым. Такой подход в двумерии может быть реализован благодаря нарушению закона о связи между спином и статистикой, что позволяет установить соответствие для систем с разными спинами. Первый пример такой эквивалентности был найден Йорданом и Вигнером в 1928 году, для анизотропной модели Гейзенберга: на одномерной цепочке были введены скалярные фермионы связанные со спиновыми переменными посредством нелокального преобразования. В работах [3,6,8] развито и использовано другое преобразование, которое локально и применимо для более широкого класса систем.

В данной работе, с использованием элементов обоих подходов, рассмотрены интегрируемые системы, которые связаны с задачей "Знакого Фактора" трехмерной модели Изинга и с краевыми возбуждениями, ответственными за переходы, наблюдаемые в опытах по Целочисленному Квантовому Эффекту Холла [4]. Обе задачи могут быть переформулированы на язык фермионного действия определенного на Решетках Манхэттена [2,6,10].

Целочисленный Квантовый Эффект Холла (ЦКЭХ) представляет большой интерес как в теоретическом, так и в экспериментальном плане. Многочисленные попытки теоретического объяснения полученных экспериментальных данных до сих пор не привели к удовлетворительным результатам.

Трехмерная модель Изинга является одной из простых моделей, сформулированных для трехмерных спиновых систем. Одним из подходов к ее исследованию является переформулировка на язык фермионных переменных: известно, что двумерная модель Изинга эквивалентна свободным фермионам вблизи критической точки. В работах [9] статистическая сумма трехмерной модели Изинга была представлена Поляковым в виде суммы по мировым поверхностям фермионных струн, вложенных в трехмерное пространство. Ключевой проблемой здесь является так называемый "Знаковый Фактор" (аналог фактора Каца-Уорда для 2МИ [5]), учет которого соответствует введению принципа Паули. Для этого в работе [6] "Знаковый Фактор" представлен в виде экспоненты от локального действия фермионных полей со спином 1/2, на Решетках Мамхэттена, сконструированных на замкнутых поверхностях трехмерной кубической решетки.

В силу скудного количества точно-решаемых систем в размерностях больше двух, нахождение интегрируемых трехмерных моделей само по себе предстовляет большой интерес. Если распространить концепцию Анзатца Бете на трехмерные системы, то аналогом уравнений Янга-Бакстера будут служить Тетраэдральные Уравнения Замолодчикова, впервые представленные в работе [12]. Надо отметить, что существующие немногочисленные решения для этих уравнений не имеют практического характера. В настоящей работе с помощью упрощенной версии уравнений тетраэдров предложены новые интегрируемые фермионные модели трехмерной статистической физики.

2. <u>Цель работы.</u>

- Исследование двумерных интегрируемых моделей на решетках Манхэттена, что может пролить свет на проблему Знакого-Фактора трехмерной задачи Изинга сформулированной на решетках с разными топологиями.
- Последовательное развитие интегрируемых двумерных моделей описываемых фермионным действием на решетках Манхэттена, с помощью концепции градуированных пространств [3,7] и метода трансфер-матрицы.
- Построение новых интегрируемых двумерных моделей с помощью "нефакторизуемых" трех-частичных R-матриц, удовлетворяющих модифицированным уравнениям Янга-Бакстера.
- Представление уравнений, достаточных для интегрируемости трехмерных систем (схожих с уравнениями тетраэдров Замолодчикова), и нахождение их решений.

3. <u>Научная новизна.</u>

- Предложены и решены новые интегрируемые фермионные модели на Решетках Манхэттена, которые связаны со струнным представлением трехмерной модели Изинга на кубической и дуальной объемно-центрированной кубической решетках.
- Для интегрируемых двумерных статистических моделей развит метод представления их с помощью действия фермионных полей (со спином нуль) на двумерном Эвклидовом дискретном пространстве-времени.
- Предложены новые интегрируемые модели, трансфер-матрицы которых в качестве операторов Лакса включают наряду с обычными двухчастичными, еще и трех-частичные R-матрицы, не допускающие факторизации на двух-частичные матрицы. Такие матрицы возникают при моделировании так называемого "Знакого Фактора" в виде фермионной теории, в задаче трехмерной модели Изинга на поверхностях дуальной объемно-центрированной кубической решетки.
- Упомянутые трех-частичные "нефакторизуемые" R-матрицы используются для построения трехмерных интегрируемых моделей. Найдены простые, допускающие интерпретацию в качестве "свободных фермионов", решения для уравнений, которые играют роль условия, достаточного для интегрируемости трехмерных систем. Для найденных

решений построен соответствующий двумерный квантовый Гамильтониан.

4. Научная и практическая ценность работы.

- Рассмотренные фермионные модели на решетках Манхэттена имеют непосредственное отношение к изучению трехмерной модели Изинга, представленной в виде фермионная струнная теория на двумерных поверхностях вблизи критической точки. Теория некритических струн играет важную роль в сильных взаимодействиях.
- Исследование на решетках Манхэттена также связаны с проблемой Целочисленного Квантового Эффекта Холла (ЦКЭХ), которая привлекает большое внимание в последние десятилетия. Краевые возбуждения описывающие переходы плато-плато, наблюдаемые в ЦКЭХ могут быть охарактеризованны феноменологической сетевой моделью Чалкера-Коддингтона [2], которая допускает представление посредством РМ, а трансфер-матрица перехода может быть записана в формулировке фермионного действия на РМ [10].
- Фермионная формулировка эвклидового действия в когерентном базисе может значительно облегчить задачу исследования двумерных систем.
- Предложенные уравнения для трехчастичных матриц рассеяния позволяют строить трехмерные интегрируемые модели, используя решения уравнений в виде Больцмановских весов в классической статистической физике, или при построении трансфер матриц для квантовых спиновых моделей. Число этих уравнений меньше, чем соответствующих уравнений тетраэдров, и численные вычисления для них могут быть более эффективными.

5. Научные положения выносимые на защиту.

1. Сформулирован способ представления интегрируемых моделей двумерной классической статистической физики на РМ с помощью дискретного эвклидового фермионного действия (1 + 1 пространсво-время), при помощи введения градуировки пространств и четности операторов. Для двух моделей вычислены соответствующие представления со скалярными фермионами.

2. В рамках проблемы "Знакого-Фактора" в трехмерной Модели Изинга на регулярной кубической решетке и на дуальной объемно-центрированной кубической решетке (ДОЦКР), рассмотрены и исследованы двумерные фермионные модели на шестиугольных Р М. Изучена их интегрируемость с точки зрения коммутативности трансфер матриц с разными спектральными параметрами. В случае ДОЦКР это приводит к возникновению так называемой "нефакторизуемой" трех-частичной матрицы перехода R.
3. С помощью "нефакторизуемой" трехчастичной R-матрицы и обычных двумерных матриц, которые удовлетворяют модифицированным уравнениям Янга-Бакстера, построены новые двумерные интегрируемые модели.
4. Предложены уравнения (Полу-Тетраэдральные), которые являются достаточным условием коммутативности трансфер матриц с разными спектральными параметрами для трехмерных систем (аналогично уравнениям Янга-Бакстера для двумерных систем), и эквивалентны Тетраэдральным Уравнениям Замолодчикова в одном частном случае. Найдены частные решения для этих уравнений, которые обладают вышеупомянутым свойством "нефакторизуемости" и имеют представление в виде "свободных фермионов".

6. Апробация работы.

Все результаты, представленные в работе, получены аналитическими вычислениями. Основная часть результатов была представлена и обсуждалась на международных и республиканских научных конференциях (НорАмберд-2001, Ереван-1999, 2003 "Конференция молодых ученых") и во время научных семинаров, проводимых в Институтах теоретической физики университетов Галле, Бонна, в Ереванском физическом институте. Материалы диссертации опубликованы в международных научных журналах и в протоколах конференций.

7. Публикации.

По теме диссертации опубликовано пять научных работ, список которых приводится в конце автореферата.

8. Структура диссертации.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. В конце работы приводится список использованной литературы, включающей 106 ссылок на оригинальные работы, обзоры и доклады на конференциях. Объем работы составляет 108 страниц печатного текста, включая 23 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во *введении (первая глава)* дано краткое описание методов развитых в статистической физике и в квантовой теории поля для исследования двумерных интегрируемых систем (*Раздел 1.1*), в частности уделено внимание некоторым аспектам Метода Обратной Задачи Рассеяния (*Раздел 1.2*), используемым при решении большого класса точно решаемых задач.

В *Разделе 1.3* приводится краткое описание структуры работы и содержания последующих глав.

Раздел 2.1 второй главы посвящен Решеткам Манхэттена (РМ) и их приложениям. Эти матрицы встречаются в различных областях математики и физики (Задача Гамильтоного Шага, критическая модель Поттса, модель O(n) при низких температурах). Здесь эти решетки рассмотрены в связи с Трехмерной задачей Изинга и с Целочисленным Квантовым Эффектом Холла.

В *Разделе 2.2* содержится последовательное описание формулировки интегрируемых моделей на решетках с помощью фермионного действия. Применяется метод, развитый в работах [2,7,8] и использующий идею градуированных пространств с разными четностями для представления векторов состояния и операторов (R-матрица, трансфер-матрица, оператор Лакса) с помощью фермионных полей.

В качестве примера рассмотрены хорошо известные точно-решаемые модели. В *Подразделе 2.4.1* рассмотрена модель со симметрией $U_q(SU(N))$ (обобщение модели XXX) для случаев N=3,4, а в *Подразделе 2.4.2* - киральная модель Поттса Z_N для значений N=2 (модель Изинга) и N=3 (трикритичная модель Поттса).

В *третьей главе* мы рассмотрели фермионные системы с дискретным действием на двух гексагональных решетках. Первая решетка (*Раздел 3.1*) может быть получена двояко: из Решетки Кагомэ, при соединении центральных точек сторон элементарных ячеек стрелками (Дуальная Решетка Кагомэ), или посредством построения описанного в [10] на искривленной поверхности вложенной в регулярную кубическую решетку.

Системы представляют из себя модифицированные версии модели сконструированной для моделирования так называемого "Знакого Фактора" [1,6]. Последний вводится при представлении трехмерной задачи Изинга как фермионной струнной теории на искривленных поверхностях, вложенных в трехмерную решетку [1,5,6,10], чтобы аннулировать вклад от самопересекающихся замкнутых поверхностей в статистический сумме. В [6] для этого при помощи соединения центров сторон трехмерной решетки направленными линиями, строится дуальная решетка так, что на вложенных поверхностях образуются решетки Манхэттена. "Знаковый Фактор" строится введением фермионных полей на этих решетках, с локальным взаимодействием в присутствии калибровочного поля SU(2), а кинетические члены содержат только те квадратичные по отношению фермионным полям компоненты, которые описывают шаги вдоль стрелок решеток Манхэттена, приводя к неэрмитовому действию.

В работе рассмотрено калибровочное поле U(1) со взаимодействующими скалярными фермионами. При исследовании системы посредством трансфер матриц использованы методы развитые в работах [10] для квадратной решетки. В *Подразделе 3.1.2* получен фермионный спектр для квантовой одномерной системы, имеющую трансфер матрицу, которая при некотором выборе коэффициентов может описывать и краевые возбуждения в ЦКЭХ.

В *Разделе 3.2* модифицированная модель "Знакого Фактора" с фоновым U(1) полем сформулирована на одной из поверхностей дуальной объемно-центрированной кубической решетки, особенностью которой является отсутствие самопересекающихся поверхностей. Построение "нерегулярной" решетки Манхэттена здесь приводит к еще одной гексагональной решетке, которая существенно отличается от предыдущей. Как и в предыдушем случае изучена модель с использованием трансфер матриц, рассмотрен спектр Гамильтониана для разных значений параметров модели (*Подраздел 3.2.1*). При рассмотрении трансфер матриц, для их построения, наряду с обычными двухчастичными матрицами, в качестве операторов Лакса оказывается необходимым ввести еще и трехчастичные R−матрицы, которые не допускают факторизации в произведение двухчастичных R−матриц. На графическом языке, используемом в работе, они соответствуют неориентированным шестиугольникам, в то время, как двухчастичные R−матрицы изображаются неориентированными квадратными фигурами.

В *Подразделе 3.2.2* изучена интегрируемость в общем случае, приведены локальные уравнения Янга-Бакстера, которые являются достаточным условием для коммутативности соответствующих трансфер матриц с различными спектральными параметрами.

В *Приложении* (*Подраздел 3.2.3*) приведена трехчастичная R−матрица в общем случае, которая имеет интерпретацию на языке "свободных фермионов", в том смысле, что может быть представлена как экспонента от выражения, квадратичного по фермионным полям. Такой структурой обладают матрицы, которые рассмотрены в предыдущих разделах.

В *четвертой главе* рассмотрены двумерные интегрируемые модели (*Подразделы 4.1, 4.4*), которые построены посредством трансфер матриц, содержащих двухчастичные и трехчастичные матрицы Лакса, полученные в Разделе 3.2.

Нужно отметить, что при возвращении к начальной модели "Знакого Фактора" на случайных РМ, шестиугольные R−матрицы соответствуют граням вложенных поверхностей, которые несут кривизну (в то время, как квадратные R−матрицы соответствуют плоским граням). В кусочно-линейной геометрии хорошо известно, что кривизна

$$K_n = \pi \ (n-2)/4$$

связана с n-гранями двумерных множеств. Следовательно $K_6 = -\pi$ для шестиугольных граней, а для квадратов $K_4 = 0$.

Хотя фермионы в выражении для действия возникают в квадратичных комбинациях, тем не менее рассматриваемую модель, благодаря наличию кривизны, нельзя считать моделью свободных фермионов. Фермионы взаимодействуют с фоновым гравитационным полем.

В *Разделе 4.2* приведены модифицированные локальные уравнения Янга-Бакстера, соответствующие трансфер матрице, определенной в Разделе 4.1. В качестве сплетающих R-матриц взяты двухчастичные матрицы. Найдены довольно общие решения уравнений. В *Разделе 4.3* трансфер матрица представлена как нормально-упорядоченная экспонента от нелокального фермионного "Гамильтониана", определенного на одномерной цепочке. Такое представление дает возможность легко диагонализовать оператор трансфер матрицы, так как его ядро в когерентном базисе имеет Гауссов вид.

Все вычисления проведены аналитически, в когерентном базисе скалярных фермионов. Технически возможно перейти от нормально-упорядоченной экспоненты к представлению трансфер матрицы в виде обычной экспоненты от Гамильтониана, используя технику Фурье-преобразования.

Если распространить метод трансфер матрицы для трехмерных систем, то в качестве условия интегрируемости возникнут Тетраэдральные Уравнения Замолодчикова. В таком случае, матрицы рассеяния в уравнениях тетраэдров могут играть роль локальных матриц переноса двумерных квантовых систем или Больцмановских весов в трехмерной статистической физике. Те же уравнения могут быть реализованы еще как условие факторизации матриц рассеяния более чем трех одномерных объектов — струн. В *пятой главе* представлены более простые уравнения на трехмерные R-матрицы (Полу-Тетраэдральные Уравнения), для которых в качестве сплетающих матриц операторов Лакса выбраны двумерные R-матрицы.

В *Разделе 5.1* приведено детальное доказательство того, что эти уравнения являются достаточными условиями для коммутативности двух трансфер матриц с различными спектральными параметрами, определенных для трехмерных вершинных моделей. В одном частном случае уравнения тетраэдров (сформулированные в вершинных индексах) могут быть эквивалентны им, а в общем случае они имеют то отличие, что содержат меньшее количество уравнений, и не играют роль условия факторизации для матриц рассеянии четырех и более струн.

В *Разделе 5.2* приведено решение для этих уравнений, где трехчастичные R-матрицы имеют структуру, найденную в Главе 4, и допускают представление "свободных фермионов". С этим решением связана двумерная спиновая модель, которая в фермионных операторах имеет нелокальный вид.

Последняя, *заключительная глава* включает краткое обсуждение и резюме главных результатов, полученных в данной работе.

- Сделана последовательная разработка метода, позволяющего представить интегрируемые модели двумерной классической статистической физики с помощью фермионных степеней свободы. Приведены примеры для некоторых известных моделей. Как следствие, исходя из статистических весов на фермионном языке, сформулировано представление для соответствующих моделей с эвклидовым дискретным действием на двумерных решетках Манхэттена.
- Изучены новые фермионные интегрируемые модели на РМ, исходящие из формулировки проблемы "Знакого Фактора" трехмерной задачи Изинга на кубической и ДОЦК решетках.
- С помощью "нефакторизуемых" трехчастичных R-матриц сконструированы и изучены новые интегрируемые двумерные

модели. Те же матрицы использованы для моделирования интегрируемых трехмерных систем.

- Представлено условие интегрируемости для трехмерных систем несколько отличающийся от уравнений тетраэдров.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Casher, D. Forester, P. Windey, *On the reformulation of the D = 3 Ising model in terms of random surfaces* - Nucl.Phys. B 251, 1985, p. 29-54.
2. J. Chalker, P.D. Coddington, *Percolation, quantum tunneling and the integer Hall effect* - J. Phys. C 21, p. 2665-2679, 1988.
3. F. Gouhmann, Sh. Murakami, *Fermionic representations of integrable lattice systems* - J.Phys. A 31, p. 7729-7744, 1998.
4. B. Halperin, *Quantized Hall conductance, current carrying edge states, and the existence of extended states in a two-dimensional disordered potential* - Phys. Rev. B 25, p. 2185-2190, 1982.
5. M. Kac, J. Ward, *A combinatorial solution of the two-dimensional Ising model* - Phys. Rev. 88, p.1332-1337, 1952.
6. A. R. Kavalov, A. G. Sedrakyan, *Sign-factor of three dimensional Ising model and quantum fermionic string* - Phys.Lett. B 173, p. 449-452, 1986; *Fermion representation of the three-dimensional Ising model* - Nucl.Phys. B 285, p. 264-274, 1987.
7. P. P. Kulish, E. K. Sklyanin, *On the solution of the Yang-Baxter equation* - J. Soviet Math. 19, p.1596-1601, 1982; Zap.Nauchn.Semin. 95, p.129-160, 1980.
8. A. Avakyan, T. Hakobyan, A. Sedrakyan, *Family of affine quantum group invariant integrable extensions of Hubbard Hamiltonian* - Nucl. Phys. B 490, p.633-651, 1997.
9. A. Polyakov, *String representation and hidden symmetries for gauge fields* - Phys.Lett. B 82, p. 247-250, 1979; *Quantum geometry of bosonic strings* - Phys.Lett. B 103, p. 207-210, 1981; Quantum *geometry of fermionic strings* - Phys.Lett. B103, p. 211-215, 1981.
10. A. G. Sedrakyan, *Action formulation of the network model of plateau-plateau transitions in the quantum Hall effect,* Phys. Rev. B 68, 235329, pp.5, 2003; *Edge excitations of an incompressible fermionic liquid in a staggered magnetic field*- Nucl.Phys. B 554 [FS], p. 514-536, 1999.
11. E. K. Sklyanin, L. A. Takhtajan, L. D. Faddeev, *Quantum Inverse Problem Method. I.* - Teor. Mat. Fiz. 40, N. 2, p.194-244, 1979.
12. A. B. Zamolodchikov, *Tetrahedron equations and integrable models in three-dimensions* - Zh. Eksp. Teor. Fiz. 79, p. 641-659, 1980 [English trans.: JETP 52, p.325, 1981].

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ш. Хачатрян, *Фермионные Возбуждения на Гексагональной Решетке Манхэттена,* Известия НАН, Физика, Том. 35, No. 6, 2000, стр. 283-287.
2. Sh. Khachatryan, A. Sedrakyan, *The Sign factor of the 3D Ising Model on Dual BBC Lattice,* Physics Letters A, Vol. 293, 2002, p.173-182.
3. J. Ambjorn, Sh. Khachatryan, A. Sedrakyan, *3D Ising Model on Dual BCC Lattice: the Sign-Factor,* From gauge theories to integrable models, eds. V.Gurzadyan, A.Sedrakyan, World Scientific, 2002, p.1-13.
4. Ш. Хачатрян, *Решение Уравнений Янга-Бакстера для одной интегрируемой модели,* Известия НАН, Физика, Том. 35, No. 4, 2004, стр. 221-224.
5. J. Ambjorn, Sh. Khachatryan, A. Sedrakyan, *An Integrable Model with Non-reducible Three Particle R-Matrix,* Journal of Physics A, Vol. 37, Math. General, 2004, p. 7397-7406.

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Ատենախոսությունը նվիրված է ինտեգրվող մոդելների որոշակի դասի, դիտարկված Մանհեթենի երկչափ անկանոն ցանցերի (որոշակի ուղղորդված կառուցվածքով ու փոխհաջորդող դասավորվածությամբ ցանցեր) վրա, որոնք առնչվում են Քվանտային Հոլլի խնդրին և եռաչափ Իզինգի մոդելին, ինչպես նաև ունեն առանձին հետաքրքրություն որպես ֆերմիոնային ցանցային մոդելներ, կառուցված ելակետային կորացված երկչափ մակերևույթների վրա: Ընդ որում, վեցանկյուն ցանցերի վրա դիտարկված մոդելների համար տրանսֆեր մատրիցի եղանակը կիրառելիս հանդիպում են եռամասնիկանի ցրման մատրիցներ, որոնք հետաքրքիր են նաև եռաչափ ինտեգրվող խնդիրների դիտարկման առումով:

Ատենախոսությունը պարունակում է ներածական մաս, հինգ գլուխ, եզրափակիչ մաս և օգտագործված գրականության ցանկ:

Առաջին, ներածական գլուխը նվիրված է ինտեգրվող մոդելների և նրանց լուծման եղանակների հակիրճ նկարագրությանը, մասնավորապես Ցրման Հակադարձ Քվանտային Մեթոդին (և նրա մասնավոր դեպքին՝ Հանրահաշվական Բեթեի Անզացին), զարգացված Համիլտոնիան համակարգերի մի լայն դասի ինտեգրման համար: Այստեղ գլխավոր դեր են խաղում Յանգ-Բաքստերի հավասարումները, որպես բավարար պայման ինտեգրելիության համար:

Երկչափ մոդելներում սպինի և վիճակագրության միջև կապի խախտումը թույլ է տալիս տարբեր վիճակագրությամբ նկարագրվող համակարգերի միջև կապեր հաստատել, ինչը որոշ դեպքերում պարզեցնում է խնդիրը՝ ուժեղ փոխազդող համակարգերը ներկայացնելով թույլ փոխազդող ազատության աստիճաններով: Նման ձևափոխության օրինակ է Ջորդան-Վիգների ձևափոխությունը, որում սպինային փոփոխականները ներկայացվում են ֆերմիոնային օպերատորների միջոցով: *Երկրորդ գլխում* նկարագրված է այս ձևափոխությանը համարժեք մի եղանակ, կիրառելի կամայական ինտեգրվող մոդելների նկատմամբ, հիմնված աստիճանավորված տարածությունների գաղափարի վրա: Ուսումնասիրված են օրինակներ մի քանի քաջ հայտնի ինտեգրվող մոդելների համար:

Այս գլխում նկարագրված են նաև Մանիեբենի ցանցերը, կանոնավոր և անկանոն, բերված է նրանց կիրառությունը: Ինչպես նաև ներկայացված է երկչափ ինտեգրվող մոդելների համար ընդհանուր կիրառելի եղանակ, նրանց ներկայացնելու երկչափ էվկլիդյան դիսկրետ գործողության միջոցով, զրոյական սպինով ֆերմիոնների կոհերենտ բազիսում (մասնավորապես, Մանիեբենի կանոնավոր քառակուսային ցանցերի վրա), ունենալով Յանգ-Բաքստերի հավասարումներին բավարարող R - մատրիցներ:

Երրորդ գլխում դիտարկված են ֆերմիոնային մոդելներ վեցանկյուն Մանիեբենի ցանցերի վրա՝ կապված եռաչափ Իզինգի մոդելի ֆերմիոնային լարային ներկայացմանն առնչվող նշանային ֆակտորի մոդելավորման հետ, որը հետևանք է մակերևույթների ինքնահատումներով պայմանավորված եզակիությունների: Մասնավորապես, երկրորդ մոդելը հետաքրքրություն է ներկայացնում այն պատճառով, որ այստեղ դիտարկված ցանցերը գտնվում են ինքնահատվող մակերևույթներ չպարունակող դուալ կենտրոնահամաչափ խորանարդային ցանցերի վրա: Մոդելները ուսումնասիրված են Յանգ-Բաքստեի հավասարումների, ինչպես նաև տրանսֆեր մատրիցի ու միաչափ Համիլտոնիանի գտնման տեսանկյունից: Ստացվել է Համիլտոնիանի սպեկտրը, հետազոտվել է նրանց վարքը

Չորրորդ գլխում կառուցված են ինտեգրվող մոդելներ, որոնք սովորական երկմասնիկանի R-մատրիցների հետ մեկտեղ, պարունակում են նաև երեք մասնիկանի R-մատրիցներ: Վերջիններս, ի տարբերություն ինտեգրելի մոդելների համար սովորական դեպքի, չեն բերվում երկու մասնիկանի R-մատրիցների արտադրյալի: Նման մատրիցներ հանդիպում են, օրինակ, նախորդ գլխում ուսումնասիրված վեցանկյուն Մանիեբենի ցանցի վրա դիտարկված խնդրում: Առաջարկված մոդելների համար գրված են Յանգ-Բաքստերի հավասարումները և գտնված են բավական ընդհանուր լուծումներ: Տրանսֆեր մատրիցը ներկայացված է որպես նորմալ կարգավորված զանւյան էքսպոնենտ՝ ֆերմիոնային ծնման և ոչնչացման օպերատորների նկատմամբ, ինչը հեշտացնում է տրանսֆեր մատրիցի սեփական արժեքների խնդրի լուծումը կոհերենտ վիճակների բազիսում:

Հինգերորդ գլխում որպես եռաչափ դասական վիճակագրական մոդելների համար ինտեգրման բավարար պայման (համարժեք Յանգ-Բաքստերի հավասարումներին երկչափում) առաջարկվել են հավասարումներ, որոնք մի մասնավոր դեպքում կարող են համարժեք լինել ՁՏՀ-ին: Բերվել է մանրամասն ապացույց ցույց տալու նրանց բավարարությունը՝ տարբեր սպեկտրալ

պարամետրերով տրանսֆեր մատրիցների կոմուտատիվությունը ապահովելու համար: Վերը հիշված չբերվող եռամասնիկանի ցրման մատրիցների միջոցով կառուցվել են լուծումներ այս հավասարումների համար: Ստացվել է համապատասխան երկչափ քվանտային Համիլտոնիանը:

Ատենախոսության վերջին, եզրափակիչ մասը նվիրված է ստացված արդյունքների ամփոփմանը:

Технический редактор А. С. Абрамян
Подписано в печать 25.08.2004 Формат 60x84/16
Офсетная печать. Тираж 50.
Зак. Тип. 072.

Отпечатано в Ереванском Физическом Институте
Ереван-36, ул. Братьев Алиханян, 2.