ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

5 - 12329

КУЛИЕВ
Вагиф Юсиф оглы

СВОЙСТВА СПЕКТРА И ОПЕРАТОРА РАССЕЯНИЯ ВО ВТОРИЧНО-КВАНТОВАННЫХ СИСТЕМАХ С ГЛАДКИМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

Специальность: 01.04.02 - теоретическая и математическая физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Дубна 1979

Работа выполнена в Институте физики Академии наук Азербайджанской ССР

Научный руководитель
кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник Л.А. ДАДАШЕВ

Официальные оппоненты:
доктор физико-математических наук
профессор
М.К. ПОЛИВАНОВ

доктор физико-математических наук
профессор
Г. ЛАССНЕР

Ведущее научно-исследовательское учреждение:
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Автореферат разослан " " __________ 1979 года.
Защита диссертации состоится " " __________ 1979 года на заседании Специализированного ученого совета К047.01.01 Лаборатории теоретической физики Объединённого института ядерных исследований, г. Дубна, Московской области

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук
В.И. ЖУРАВЛЕВ

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. Исследование вторично-квантованных систем с бесконечным числом степеней свободы является одним из центральных пунктов программы строгого рассмотрения проблем квантовой теории поля (КТП) и квантовой статистики, осуществляемой в последние два десятилетия. Эти системы возникают, например, из локальных и инвариантных моделей КТП при введении в них регуляризаций, делающих взаимодействие достаточно гладким: не приводящим к пространственным и ультрафиолетовым расходимостям и допускающим существование таких важных величин, как асимптотические поля и оператор рассеяния.

Фундаментальное значение для описания динамики систем вторичного квантования имеет вопрос о построении теории рассеяния в них/I/; оно было начато в работах/2,3/, где было указано существование асимптотических полей $a^{\#}_{\pm}(f)$, задающих в гильбертовом пространстве $\mathcal{H}$ состояний при $t \longrightarrow \pm\infty$ два, вообще говоря, приводимых представления канонических коммутационных (антикоммутационных) соотношений (КК(А)С(с неодномерными аннуляторами $\mathcal{F}_{0\pm}$. В связи с этим оказывается весьма важным изучение структуры W^*- алгебр $\mathfrak{A}_{\pm}$ таких представлений, называемых нами квазифоковыми; получаемые нами результаты об алгебрах $\mathfrak{A}_{\pm}$ являются, в частности, основой для введения оператора рассеяния S и исследования его общих свойств в изучаемом классе вторично -квантованных систем. В рамках развиваемого подхода становятся важными некоторые общие вопросы, например, -I) вопросы о совпадении $\mathfrak{A}_+ = \mathfrak{A}_-$, $\mathcal{F}_{0+} = \mathcal{F}_{0-}$, 2) о зависимости явления Хаага (дизъюнктности представлений КК(А)С, задаваемых $a^{\#}_{\pm}(f)$ и начальными операторами $a^{\#}(f)$) от глобальных симметрий и локальности, используемых обычно при доказательстве теоремы

Хаага в КТП, - и другие (см, § 2.I диссертации); заметим, что вопросы I) были сформулированы ранее в лекциях /4,5/ и оставались открытыми до настоящего времени.

Решение этих вопросов можно, оказывается, получить из детального анализа билинейных вторично-квантованных моделей, которые весьма интересны также в связи с задачами квантовой статистики /6/. Таким образом, становится необходимым проведение следующих исследований:

I) изучение квазифоковых представлений КК(А)С, порожденных из фокова представления линейным каноническим (необратимым) преобразованием; 2) изучение спектра билинейных гамильтонианов H с помощью их диагонализации; 3) применение полученных результатов для решения вышеупомянутых вопросов общей теории рассеяния квантово-полевых систем. Пункт I) этой программы означает обобщение теории линейных канонических преобразований, являющейся существенной частью метода вторичного квантования /7/; пункт 2), после фундаментальных работ Н.Н. Боголюбова /8/, привлек к себе внимание различных авторов (см., например, /9,7,I0,II/), однако до сих пор общая теория диагонализации H с помощью автоморфизма Боголюбова не была построена, это сделано в главе 4 представляемой диссертации.

Основные <u>цели работы</u> : I) нахождение условий существования оператора рассеяния S и исследование его свойств для класса вторично-квантованных систем с гладкими взаимодействиями;

2) детальный анализ динамики билинейных вторично-квантованных систем;

3) получение ответов на ряд общих вопросов теории рассеяния квантово-полевых систем, остававшихся ранее открытыми.

<u>Научная новизна работы</u> . Впервые получены результаты о

структуре W^* -алгебр квазифоковых представлений КК(А)С и соотношениях между двумя такими алгебрами $\mathfrak{A}_1$, $\mathfrak{A}_2$ и их аннуляторами $\mathcal{F}_{01}$, $\mathcal{F}_{02}$.

На основании этих результатов впервые доказаны теоремы о необходимых и достаточных условиях (н.и д.у) существования оператора рассеяния S и его основных свойствах во вторично-квантованных системах с гладкими взаимодействиями.

Найдены новые утверждения о линейных канонических преобразованиях, в частности, теорема о н.и д.у. квазифоковости представления КК(А)С, линейно порожденного из фокова, и таким образом произведено обобщение формализма метода вторичного квантования.

Впервые доказаны теоремы о н.и д.у. диагонализуемости билинейных гамильтонианов с помощью автоморфизмов Боголюбова в общем случае. Впервые полностью исследованы условия диагонализации вещественных билинейных гамильтонианов и асимптотическое поведение порожденных ими гейзенберговых полей, обнаружено новое явление роста этих полей.

Впервые получены ответы на ряд остававшихся ранее открытыми вопросов о свойствах рассеяния в квантово-полевых системах.

<u>Практическая ценность работы</u>. Результаты проведенных в диссертации исследований позволяют глубже понять динамическое поведение вторично-квантованных систем. Алгебраическое описание свойств квазифоковых асимптотических полей и S -оператора может явиться исходным пунктом для дальнейшего теоретического анализа систем вторичного квантования, в частности, для развития нового квантово-полевого подхода к теории многоканального рассеяния.

Теоремы о диагонализации билинейных гамильтонианов, доказанные в работе конструктивно, могут эффективно применяться во всех случаях аппроксимации рассматриваемых моделей билинейными, см., например,/6/. Развитый формализм описания билинейных моделей применим к задачам вторично-квантованных систем с внешним полем/12/.

Следующие результаты выдвигаются для защиты

1) Получение утверждений о структуре W^*- алгебр квазифоковых представлений КК(А)С и соотношений между парой таких алгебр и их аннуляторов.

2) Введение оператора рассеяния S вторично-квантованных систем и исследование условий его существования и общих свойств.

3) Обобщение теории линейных канонических преобразований.

4) Построение общей теории диагонализации билинейных ферми- и бозе - гамильтонианов с помощью автоморфизма Боголюбова.

5) Решение ряда открытых вопросов теории рассеяния квантово-полевых систем на основе детального анализа динамики билинейных вторично-квантованных систем.

Апробация работы. Основные результаты диссертации докладывались на семинарах Лаборатории теоретической физики Объединенного института ядерных исследований, Отделов квантовой теории поля и математической физики МИАН СССР им. В.А. Стеклова, Международных школах ОИЯИ по физике элементарных частиц.

Публикации. По результатам диссертации опубликовано пять статей.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и шести приложений, содержит 145 страниц, включая библиографический список из 60 названий. В начале каждой главы приводится ее аннотация.

Содержание работы

Во введении дается мотивировка и постановка основных задач диссертации и комментируется ее содержание.

В первой главе вводится важное для дальнейшего понятие квазифокова представления КК(А)С и изучаются его алгебраические свойства.

В § 1.1 формулируются некоторые используемые далее определения и обозначения, в частности, тщательно описываются свойства основополагающей конструкции операторов рождения-уничтожения $a^{\#}(f)$, канонически реализованных в пространстве Фока $\mathcal{F}^{\binom{s}{a}}(\mathcal{L})$ над гильбертовым пространством $\mathcal{L}$ с инволюцией $C: f \longmapsto \bar{f} \in \mathcal{L}$.

В 1.2 вводится определение: представление π КК(А)С над $\mathcal{L}$ в пространстве $\mathcal{H}$ называется квазифоковым, если для соответствующих операторов $a^{\#}(f)$, W^*- алгебры $\mathfrak{A}$ и некоторого подпространства $\mathcal{F}_0 \subset \mathcal{D}_a \subset \mathcal{H}$, называемого аннулятором, выполняются условия

$$1)\ a(f)\mathcal{F}_0 = \{0\}\ \forall f \in \mathcal{L}, \qquad 2)\ \mathfrak{A}\mathcal{F}_0 = \mathcal{H}. \tag{1}$$

В частном случае $\dim \mathcal{F}_0 = 1$, $\mathcal{F}_0 = \mathbb{C}\Omega_0$, $\Omega_0 \in \mathcal{H}$, представление π фоково и неприводимо, $\mathfrak{A}' = \mathbb{C}1$.

Для W^*-алгебры $\mathfrak{A}$ квазифокова представления КК(А)С, ее коммутанта $\mathfrak{A}'$ и пространств $\mathcal{H}$, $\mathcal{F}_0$ доказывается ряд утверждений, в частности:

$$\mathcal{H} \overset{W}{\approx} \mathcal{F}^{\binom{s}{a}}(\mathcal{L}) \otimes \mathcal{F}_0, \tag{2}$$

$$\mathfrak{A} \overset{W}{\approx} \mathcal{B}(\mathcal{F}^{\binom{s}{a}}(\mathcal{L})) \otimes 1, \tag{3}$$

$$\mathfrak{A}' \overset{W}{\approx} 1 \otimes \mathcal{B}(\mathcal{F}_0), \tag{4}$$

где W - изометрия $\mathcal{H}$ на $\mathcal{F}^{\binom{s}{a}}(\mathcal{L}) \otimes \mathcal{F}_0$, $\mathcal{B}(\mathfrak{H})$ - алгебра всех ограниченных операторов над $\mathfrak{H}$. Из (3.4) следует, что $\mathfrak{A} \cap \mathfrak{A}' = \mathbb{C}1$, то есть квазифоковы алгебры являются факторами (типа I_∞, $\mathfrak{A}'$ -типа $I_{\dim \mathcal{F}_0}$).

В § I.3 рассматриваются соотношения, существующие между двумя различными представлениями $a_i^{\#}(f),\ f\in\mathcal{L}$ КК(А)С, их W^*-алгебрами $\mathfrak{A}_i\subset\mathcal{B}(\mathcal{H})$ и аннуляторами $\mathcal{F}_{0i}\subset\mathcal{H},\ i=1,2$. В частности, доказывается, что I) н.и д.у. унитарной эквивалентности $\mathfrak{A}_1\sim\mathfrak{A}_2$,

$$a_1^{\#}(f)=Sa_2^{\#}S^*,\quad S^*=S^{-1} \qquad (5)$$

является $\dim\mathcal{F}_{01}=\dim\mathcal{F}_{02}$;

2) из $\mathfrak{A}_1=\mathfrak{A}_2=\mathfrak{A}$ следует $\dim\mathcal{F}_{01}=\dim\mathcal{F}_{02}$ и (5), причем любой оператор S, осуществляющий связь (5), имеет вид

$$S=S_0T,\quad S_0=S_0^{*-1}\in\mathfrak{A},\quad T=T^{*-1}\in\mathfrak{A}'. \qquad (6)$$

<u>Во второй главе</u> вводится общее описание рассеяния в квантово-полевой системе, которая определяется пространством состояний $\mathcal{H}$, в котором действует представление КК(А)С $a^{\#}(f)$ "начальных полей", $f\in\mathcal{L}$ гамильтонианом $H=H^*\in\mathcal{C}(\mathcal{H})$ и "законом дисперсии" свободных частиц $\omega=\omega^*\in\mathcal{C}(\mathcal{L})$; $\mathcal{C}(\mathfrak{h})$ – множество замкнутых операторов над $\mathfrak{h}$.

В § 2.I изучаются свойства автоморфизмов

$$\mu_t: a^{\#}(f)\longmapsto e^{iHt}a^{\#}(f)e^{-iHt}=a^{\#}_{(H)}(f,t), \qquad (7)$$

$$\overset{0}{\mu}_t: a^{\#}(f)\longmapsto a^{\#}(e^{\mp i\omega t}f)=a^{\#}_{(0)}(f,t), \qquad (8)$$

формулируются асимптотические условия (все приводимые здесь формулировки справедливы, строго говоря, для ферми-случая; в случае бозе-статистики необходимо соблюдение дополнительных технических условий, см. § 2.I диссертации):

$$\exists\ a_\pm^{\#}(f)=\underset{t\to\pm\infty}{norm\text{-}\lim}\ \mu_t^{-1}\overset{0}{\mu}_t(a^{\#}(f))=\mu_\pm(a^{\#}(f)); \qquad (9)$$

указывается[3], что при $H\geq E_0\cdot 1$, $\omega\geq m\cdot 1>0$, $a_\pm^{\#}(f)$, если выполнено (9), задают два квазифоковых представления КК(А)С. Далее приводится ряд общих вопросов о свойствах введенных величин, в частности, вопросы о совпадении $\mathfrak{A}_+=\mathfrak{A}_-,\ \mathcal{F}_{0+}=\mathcal{F}_{0-}$ /4,5/ W^*- алгебр и аннуляторов полей $a_\pm^{\#}(f)$, о "явлении Хаага" – возможности существования фоковых $a_\pm^{\#}(f)$ при нефоковых $a^{\#}(f)$, и т.д.

В § 2.2. дается краткий обзор результатов работ[3,4,13], используемых в дальнейшем.

В § 2.3 решается наиболее важная задача главы 2 : устанавливаются н.и д.у. существования оператора рассеяния, осуществляющего связь $Sa_-^{\#}(f)S^*=a_+^{\#}(f)$, – ими оказываются условия вещественности $H=\overline{H}$, $\omega=\overline{\omega}$ – и затем осуществляется программа исследования свойств S. Доказывается, что при $\mathfrak{A}_+=\mathfrak{A}_-=\mathfrak{A}$ гамильтониан H имеет единственное асимптотическое разложение

$$H=H_{0\pm}+h_\pm,\ H_{0+}=H_{0-},\ h_+=h_-, \qquad (10)$$

где $H_{0\pm}\,\eta\,\mathfrak{A}$, $h_\pm\,\eta\,\mathfrak{A}'$ ($A\,\eta\,\mathfrak{A}$ означает, что неограниченный оператор A ассоциирован с алгеброй $\mathfrak{A}$), и при этом существует единственный оператор рассеяния $S_0\in\mathfrak{A}$, который обладает свойством $[S_0,H]=0$.

Затем при $\mathfrak{A}_+=\mathfrak{A}_-$ вводится автоморфизм $\sigma_1=\mu_+^{-1}\circ\mu_-$ и доказывается, что для фоковых $a^{\#}(f)$ σ_1 унитарно-представим, $\sigma_1(A)=S_1AS_1^*$, $A\in\mathcal{B}(\mathcal{H})$; $S_1=S_1^{*-1}$ обладает свойствами оператора рассеяния в потенциальной теории рассеяния, в частности, $[S_1,H_0]=0$, где $H_0=a^*\omega a\ (=\int\omega(k)a_k^*a_k d^sk$ для $\mathcal{L}\approx\mathcal{L}_2(\mathbb{R}^s)$, $\omega\Leftrightarrow\omega(k)$); выводятся выражения для амплитуд рассеяния через S и S_1.

Завершает § 2.3 последовательность утверждений о свойствах меллеровских операторов (если они существуют) или их более общих аналогов для рассматриваемого класса вторично-квантованных систем.

<u>В третьей главе</u> приводится обобщение теории линейных канонических преобразований (ЛКП).

В § 3.I, вслед за [7], вводится оператор $\mathcal{A}\in\mathcal{B}(\mathcal{L}\oplus\mathcal{L})$, задающий ЛКП $\lambda : a^{\#}\mapsto b^{\#}$. Показывается, что множества $\mathcal{M}_{\pm}$ операторов $\mathcal{A}$, задающих ЛКП в ферми- и бозе-случаях, имеют вид:

$$\mathcal{M}_{+}=\{\mathcal{A}\in\mathcal{B}(\mathcal{L}\oplus\mathcal{L})|\,\mathcal{A}=I_1\bar{\mathcal{A}}I_1,\ \mathcal{A}^{r}=\mathcal{A}^{*}\}, \qquad (\text{I}1)$$

$$\mathcal{M}_{-}=\{\mathcal{A}\in\mathcal{B}(\mathcal{L}\oplus\mathcal{L})|\,\mathcal{A}=I_1\bar{\mathcal{A}}I_1,\ \mathcal{A}^{r}=I_3\mathcal{A}^{*}I_3\}, \qquad (\text{I}2)$$

где

$$I_1=\begin{pmatrix}0&1\\1&0\end{pmatrix},\qquad I_3=\begin{pmatrix}1&0\\0&-1\end{pmatrix}, \qquad (\text{I}3)$$

и $\mathcal{A}^{r}$ - правый обратный к $\mathcal{A}$ оператор:

$$\mathcal{A}\mathcal{A}^{r}=1,\qquad \mathcal{A}^{r}\mathcal{A}=\mathcal{P}, \qquad (\text{I}4)$$

проектор $\mathcal{P}$ является ортогональным, $\mathcal{P}=\mathcal{P}^{*}$, в ферми-случае и псевдо-I_3- ортогональным, $\mathcal{P}=I_3\mathcal{P}^{*}I_3$, в бозе - случае.

Если ЛКП, задаваемое $\mathcal{A}$, обратимо, то $\mathcal{A}^{r}=\mathcal{A}^{-1}$; в таком случае оно называется автоморфизмом Боголюбова. Операторы $\mathcal{A}$, порождающие автоморфизмы Боголюбова, образуют группы $\mathcal{G}_{\pm}\subset\mathcal{M}_{\pm}$. Доказывается, что если $a^{\#}(f)$ неприводимы, $\mathcal{A}$ задает ЛКП, то н.и д.у. неприводимости $b^{\#}(f)$, где $b^{\#}=\mathcal{A}a^{\#}$, является $\mathcal{A}\in\mathcal{G}_{\pm}$. Автоморфизм Боголюбова, порожденный $\mathcal{A}\in\mathcal{G}_{\pm}$, называется собственным, если он унитарно-представим. Для произвольного $\mathcal{A}\in\mathcal{G}_{+}$ доказывается существование такого представления КАС $a^{\#}(f)$, что $\lambda: a^{\#}\mapsto\mathcal{A}a^{\#}$ - собственный автоморфизм Боголюбова.

В § 3.2 доказывается важная теорема: н.и д.у. квазифоковости представления ККС $b^{\#}(f)$, получаемого из фоковых $a^{\#}(f)$ в результате ЛКП, $b^{\#}=\mathcal{A}a^{\#}$, $\mathcal{A}\in\mathcal{M}_{-}$ является $[\mathcal{A},I_3]\in\mathfrak{S}_2(\mathcal{L}\oplus\mathcal{L})$ (здесь и далее $\mathfrak{S}_i(\mathfrak{H})$ означает класс операторов Гильберта-Шмидта, при $i=2$, или ядерных, при $i=1$, над $\mathfrak{H}$).

В § 3.3 рассматривается пара ЛКП $c^{\#}\mapsto a_i^{\#}=\mathcal{A}_i c^{\#}$, где $c^{\#}(f)$ - фоковы, $\mathcal{A}_i\in\mathcal{M}_{-}$, $i=1,2$ и изучаются соотношения между $\mathcal{A}_1,\mathcal{A}_2$; $\mathfrak{A}_1,\mathfrak{A}_2$; $\mathcal{F}_{01},\mathcal{F}_{02}$, где $\mathfrak{A}_i$ — W^{*}-алгебры представлений $a_i^{\#}(f)$ ККС, $\mathcal{F}_{0i}$ -их аннуляторы (в случае, если $a_i^{\#}(f)$- квазифоковы). Доказывается, что н.и д.у. $\mathfrak{A}_1=\mathfrak{A}_2$ является существование "блочно-диагонального" оператора $\mathcal{V}_d\in\mathcal{G}_{-}$ со свойствами $\mathcal{A}_1=\mathcal{V}_d\mathcal{A}_2$, $[I_3,\mathcal{V}_d]=0$; н.и д.у. $\mathfrak{A}_1=\mathfrak{A}_2$ является $\mathcal{P}_1=\mathcal{P}_2$, причем из $\mathcal{F}_{01}=\mathcal{F}_{02}$ следует $\mathfrak{A}_1=\mathfrak{A}_2$ (в общем случае пары квазифоковых представлений это не так, соответствующий контрпример приведен в § I.3).

<u>Четвертая глава</u> диссертации посвящена общей теории диагонализации билинейных ферми- и бозе-гамильтонианов

$$H=\tfrac{1}{2}(a^{*}Ta^{*}\pm a\bar{T}a+a^{*}S_1a\pm aS_2a^{*}), \qquad (\text{I}5)$$

$$T=\pm T',\quad S_i=S_i^{*},\quad i=1,2, \qquad (\text{I}6)$$

с помощью автоморфизмов Боголюбова $a^{\#}=\mathcal{A}b^{\#}$, - то есть приведению (I5) подстановкой $a^{\#}=\mathcal{A}b^{\#}$ к виду

$$H=b^{*}\Omega b+k,\ \Omega=\Omega^{*},\ |k|<\infty, \qquad (\text{I}7)$$

где $b^{\#}(f)$ - фоковы; постановка задачи детально анализируется в § 4.I.

В § 4.2. устанавливается, что в ферми-случае (нижние знаки в (I5,I6) гамильтониан H (I5) всегда может быть алгебраически диагонализован, то есть приведен к виду $H=b^*\Omega_1 b - b\Omega_2 b^*$, близкому к (I7), но с нефоковыми $b^\#(f)$; однако удается построить контрпример, показывающий, что собственная диагонализуемость H не всегда имеет место. Вместе с теоремой 4.3 из § 4.3, где параллельно для ферми- и бозе-случая приводятся весьма общие достаточные условия для собственной диагонализуемости H, эти результаты являются существенным усилением результатов /I0/.

Что касается бозе-случая, то в 4.3 доказывается, что н.и д.у. алгебраической диагонализуемости H является скалярность оператора $\mathcal{K}=\begin{pmatrix} S & T \\ -\bar{T} & -\bar{S}\end{pmatrix}\in\mathcal{C}(\mathcal{L}\oplus\mathcal{L})$, где $S=\dfrac{S_1+S_2}{2}$, и затем доказывается упомянутая выше теорема §4.3 о собственной диагонализуемости H.

Наконец, в § 4.4 детально рассматривается класс вещественных билинейных бозе-гамильтонианов $H=\bar{H}$, $T=\bar{T}$, $S=\bar{S}$. Доказывается, что диагонализуемость H эквивалентна разрешимости уравнения

$$Z\alpha Z=\beta, \quad \alpha\equiv S+T, \quad \beta\equiv S-T \tag{I8}$$

в классе операторов $Z=\bar{Z}>0$, $Z-1\in\mathfrak{S}_2(\mathcal{L})$ (при слабом дополнительном предположении $\exists\alpha^{-1},\beta^{-1}\in\mathcal{B}(\mathcal{L})$). Далее устанавливается, что н.и д.у. разрешимости этой задачи являются скалярность оператора $\delta=\alpha\beta$ (и выполнение слабого дополнительного предположения, приведенного в формулировке теоремы 4.5); таким образом, получается обобщение результатов /7,II/. Теорема 4.7 устанавливает диагонализуемость полуограниченных бозе-гамильтонианов $H=\bar{H}$ (I5) . § 4.4 заканчивается рассмотрением некоторых классов недиагонализуемых бозе-гамильтонианов, приведением их к более общей, чем (I7), "канонической форме" и утверждениями об их спектре.

<u>В пятой главе</u> результаты предыдущих глав используются для детального исследования динамики билинейных вторично-квантованных систем.

В § 5.I приведена переформулировка задачи рассеяния асимптотических условий, выражений для S -матрицы в терминах операторов над $\mathcal{L}\oplus\mathcal{L}$. Для H вида (I5) получается

$$\overset{(\omega)}{\mu}_t(a^\#(f))=(e^{-i\mathcal{K}_{(0)}t}a^\#)(f), \tag{I9}$$

где

$$\mathcal{K}=\begin{pmatrix} S & T \\ -\bar{T} & -\bar{S}\end{pmatrix}, \quad \mathcal{K}_0=\begin{pmatrix} \omega & 0 \\ 0 & -\bar{\omega}\end{pmatrix}, \quad S=\frac{S_1+S_2}{2}; \tag{20}$$

асимптотические условия (9) переходят в

$$\exists a^\#_\pm(f)=\mu_\pm(a^\#(f)), \; a^\#_\pm=\mathcal{V}_\mp a^\#, \tag{2I}$$

где

$$\mathcal{V}^{-1}_\pm=\mathcal{W}_\pm=s\text{-}\lim_{t\to\pm\infty}e^{i\mathcal{K}t}e^{-i\mathcal{K}_0 t}, \tag{22}$$

и при $\mathcal{U}_+=\mathcal{U}_-=\mathcal{U}$,

$$Sa^\#_-(f)S^*=a^\#_+(f)=(\mathcal{S}a^\#_-)(f), \tag{23}$$

где

$$\mathcal{S}=\begin{pmatrix} s & 0 \\ 0 & \bar{s}\end{pmatrix}, \quad s=s^{*-1}\in\mathcal{B}(\mathcal{L}). \tag{24}$$

В § 5.2 строятся билинейные модели, на примере которых получаются ответы на вопросы из § 2.I. В частности, показывается, что н.и д.у. ограниченности гейзенберговых полей $\mu_t(a^\#(f))$ (I9) является скалярность $\mathcal{K}$ (20), а в случае $H=\bar{H}$ -скалярность $\delta=\alpha\beta$;"явление Хаага" не зависит от наличия в системе глобальных симметрий, используемых при доказательстве теоремы Хаага в КТП, и может возникать даже в случае $S=1$ тривиального рассеяния; условия $\mathfrak{U}_+=\mathfrak{U}_-, \mathcal{F}_{0+}=\mathcal{F}_{0-}$ могут быть невыполнены.

В качестве иллюстрации к развитому формализму в § 5.3 рассматривается билинейная модель Вентцеля, позволяющая явно проследить за некоторыми характерными особенностями рассеяния в квантово-полевых системах, в частности, неаналитичности по константе связи λ, зависимости от λ представлений асимптотических полей, их существования, роста гейзенберговых полей и т.д.

В Заключении кратко сформулированы некоторые основные результаты диссертации.

В приложениях собраны некоторые леммы технического характера, используемые в тексте.

Основные результаты, полученные в диссертации

I. Установлены общие свойства W^*- алгебр квазифоковых представлений КК(А)С и соответствующих операторов $a^{\#}(f)$. Для двух различных таких представлений получены необходимые и достаточные условия (н.и д.у.) унитарной эквивалентности соответствующих W^*- алгебр $\mathfrak{U}_1$, $\mathfrak{U}_2$, их совпадения, $\mathfrak{U}_1=\mathfrak{U}_2$ и совпадения их аннуляторов $\mathcal{F}_{01}=\mathcal{F}_{02}$.

2. Найдены н.и д.у. существования оператора рассеяния S вторично-квантованных систем и исследованы его основные свойства.

3. Доказаны н.и д.у. квазифоковости представления ККС, получаемого линейным каноническим (необратимым)преобразованием из фокова. Получены н.и д.у. совпадения аннуляторов и W^*-алгебр двух таких квазифоковых представлений.

4. Установлены в общем случае н.и д.у. алгебраической диагонализуемости билинейных ферми- и бозе- гамильтонианов с помощью автоморфизмов Боголюбова. Получены общие достаточные условия для их собственной диагонализуемости .

5. Найдены н.и д.у. диагонализуемости вещественных билинейных гамильтонианов, доказана диагонализуемость полуограниченных вещественных билинейных гамильтонианов. Изучена антидиагональная и более общая "каноническая форма" билинейных гамильтонианов.

6. Детально исследована динамика билинейных вторично-квантованных систем, и на этой основе построены контрпримеры, дающие ответ на ряд вопросов общей теории рассеяния в квантово-полевых системах.

Результаты диссертации опубликованы в работах:

Л.А. Дадашев, В.Ю. Кулиев, в кн. "Физика элементарных частиц" (Школа-семинар молодых ученых, Сочи, I974), I59, Изд. ОИЯИ, PI,2-8529, Дубна, I975.

Л.А. Дадашев, В.Ю. Кулиев, ТМФ, 27, 297,I976.

Л.А. Дадашев, В.Ю. Кулиев, препринт ИФАН Азерб. ССР, № 52, Баку, I977.

Л.А. Дадашев, В.Ю. Кулиев, Изв. АН Азерб. ССР, № 4, 3, I977.

Л.А. Дадашев, В.Ю. Кулиев, ДАН СССР, 244, 320, I979.

Литература:

I. К.О. Фридрихс, Возмущение спектра операторов в гильбертовом пространстве, Мир, М., I969.
2. Y.Kato, N.Mugibayashi, Progr.Theor.Phys., 30, 103, 1963.
3. R.Hoegh-Krohn, Journ.Math.Phys., 9, 2075, 1968; Comm.Math. Phys., 12, 216, 1969.
4. S.Albeverio, in Scattering Theory in Math.Phys., ed. by J.A.Lavita and J.P.Marchand, D.Reidel Publ.Company, 1973.
5. B.Simon, in Statistical Mechanics and Field Theory, ed.by R.N.Sen and C.Weil, N.Y.-Jerusalem-London, 1972.

6. N.N.Bogolubov (Jr.), Physica, 32, 933, 1966;
Метод исследования модельных гамильтонианов, М., 1974.
7. Ф.А. Березин, Метод вторичного квантования,"Наука", М., 1965.
8. Н.Н. Боголюбов, УФН, 67, 549, 1959.
9. K.O.Friedrichs, Mathematical Aspects of the Quantum Theory of Fields, N.Y., 1953.
10. H.Araki, Publications of the Research Inst. for Math. Science, Kyoto Univ., ser. A, 4, 387, 1968.
11. Y.Kato, N.Mugibayashi, Progr.Theor.Phys., 38, 813, 1967.
12. R.Seiler, Comm.Math.Phys., 36, 59, 1974.
13. E.Prugovečki, Journ.Math.Phys., 13, 969, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 марта 1979 года.