

**XLVI**

**ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО ПРОБЛЕМАМ МАТЕМАТИКИ,  
ИНФОРМАТИКИ, ФИЗИКИ  
И ХИМИИ**

**Конференция посвящена 50-летию юбилею  
Российского университета дружбы народов**

*19 – 23 апреля 2010 г.*

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**СЕКЦИЯ ФИЗИКИ**

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ КВАНТОВОЙ ФАЗЫ

М.Н. Геворкян, Д.С. Кулябов, Л.А. Севастьянов

### «COMPARATIVE OVERVIEW OF THE QUANTUM PHASE CONSTRUCTION METHODS»

Gevorkyan M.N., Kulyabov D.S., Sevastianov L.A.

*Российский университет дружбы народов, Москва, Россия  
e-mail: mngevorkyan@sci.pfu.edu.ru, dharmamx@mx.pfu.edu.ru,  
leonid.sevast@gmail.com*

Первым на задачу построения оператора квантовой фазы обратил внимание еще Дирак («Квантовая теория испускания и поглощения света», 1927г), он же предложил вариант ее решения. Однако в дальнейшем был отмечен неэрмитов характер построенного им оператора (Louisell, 1963г).

В последующие годы многие исследователи предлагали свои варианты формализма. Одним из наиболее удачных формализмов -- формализм Сюскинда-Глогвера (Susskind and Glogowerr 1964, Carruthers and Nieto 1965, 1968). Этот формализм представляет собой наиболее полный формализм из ныне существующих.

Однако он имеет несколько существенных недостатков. Во-первых, формализм оперирует «функциями» от оператора фазы (по-видимому, построить фазовый оператор непосредственно невозможно). Во-вторых, операторы «синуса» и «косинуса», определенные в этом формализме некоммутативны и отсутствует ясная интерпретация их собственных состояний.

Наряду с формализмом Сюскинда-Глогвера стоит упомянуть формализм Пауля (Paul, 1974). Построенные Паулем операторы удобнее применять для вычислений, а также при фазово-пространственном подходе к проблеме фазового оператора.

Были попытки построить оператор фазы, отказавшись от некоторых канонических положений квантовой механики. Формализм Гаррисона-Вонга-Галиндо (Garrison, Wong and Galindo) изменяет канонические коммутационные соотношения, а формализм Леви-Леблонда (Levy and Leblond, 1976) предлагает отказаться от постулата об эрмитовости операторов, отвечающих физическим наблюдаемым. Однако, такие подходы не достигли особых успехов.

В дальнейшем Пегг и Барнет (Pegg and Barnett 1988) предложили построить оператор на основе проекционного оператора на фазовые состояния. Схожий подход предложили В. Н. Попов и В. С. Ярунин («Оператор фазы фотона», 1991).

Стоит выделить формализмы, в которых вводится оператор разности фаз. Такой подход применили Нах, Фугерес и Мандель (Nah, Fougeres and Mandel, 1991). Они вводят операторы разности фаз на основе экспериментальных данных.

Как видно, существует множество формализмов оператора фазы, однако нельзя выделить метод, который можно было бы считать

окончательным решение проблемы, поэтому задача построения оператора фазы до сих пор актуальна.

В данной работе дан сравнительный анализ различных формализмов оператора фазы. Вначале рассматривается гармонический квантовый осциллятор, вводятся необходимые операторы и соотношения между ними. Следуя [1] приводятся некоторые теоремы, сильно облегчающие вывод соотношений между используемыми операторами. Далее рассматриваются формализмы указанные выше. Все разбираемые методы сравниваются с формализмом Сюсскинда-Глоговера (т.к. он считается наиболее полным). Указываются сильные и слабые стороны каждого метода.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 10-01-00467*

### **Литература**

- [1] Л. Мандель, Э. Вольф. Оптическая когерентность и квантовая оптика. — Москва, Физматлит 2000.
- [2] Р. Лоудон. Квантовая теория света. — Москва: Мир, 1976.
- [3] Lynch R. The quantum phase problem // Physics Reports. — 1995. — 256. — 367.