

И.А. ЮХНОВСКИЙ

26 октября 2020 г.

Квантовые вычисления на токах внутри пакета ускоренного пучка частиц

Quantum calculations on currents inside a packet of an accelerated particle beam

Аннотация

В статье рассматривается абстрактная математическая модель квантовых высокочастотных вычислений. Ближайшая физическая аналогия модели - изменение состояния пакета частиц в ускорителе с оценкой излучения и измерением конечного состояния методом столкновения пучков или рассеивания. Практическое применения предлагаемого алгоритма - популяционные алгоритмы в биологии, использующие модели, построенные на цепях Маркова.

Annotation

The article discusses an abstract mathematical model of quantum high-frequency computing. The closest physical analogy of the model is the change in the particle packet in the accelerator with the estimation of radiation and measurement of the final state by the method of collision of beams or scattering. Practical application of the proposed algorithm is population algorithms in biology using models based on Markov chains.

Рассмотрим открытую квантовую релятивистскую систему, в которой частицы движутся параллельно (ближайших аналог - пучок заряженных частиц в коллайдере).

Введем абстрактный бозон - частицу поля взаимодействия - с-бозон (calculation-бозон).

Пусть все взаимодействия между частицами на диаграмме Феймана будут в виде представленном на Рис.1:

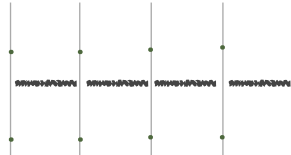


Рис.1 - Абстрактные диаграммы Феймана для взаимодействия частиц внутри квантового пакета

Где точки - направление процесса - \uparrow , \downarrow .

Пусть в системе будут "барьеры" - через которые взаимодействие не передается:

- потенциальный барьер,
- исчезновение бозона (поглощение внешней средой, разложение).

Тогда по аналогии со спиновыми волнами - волна будет доходить только до барьера. Пусть в системе будут только действия на короткие расстояния (взаимодействие только с соседом).

Энергия системы будет складываться:

$$E_{\text{потока } t+dt} = E_{\text{потока } t} + E_{\text{бозон}} + E_{\text{излуч}}$$

где:

$E_{\text{потока } t}$ - энергия системы в момент времени t

$E_{\text{потока } t+dt}$ - момент времени $t+dt$

$E_{\text{излуч}}$ - энергия покинувшая систему в виде излучения

$E_{\text{бозон}}$ - энергия переданная системе

Поскольку частицы движутся параллельно, то с излучением, некоторые частицы будут смещаться в конец квантового пакета, а с поглощением с-бозона - смещаться к голове пакета. Тем самым будет возникать ток частиц. Ток будет создавать поле

внутри квантового пакета и смещать по координатам пакета волновые функции частиц.

Поскольку с-взаимодействие короткое, то в каждый момент времени dt взаимодействия будут происходить между разными параллельными частицами, что можно представить схематично, а также будет наблюдаться и движение барьеров (Рис.2):

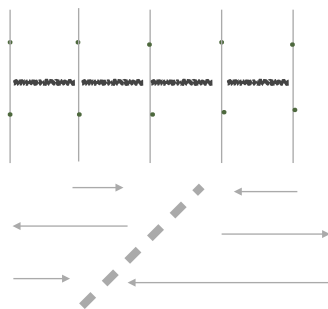


Рис.2 - Последовательность взаимодействий между параллельными частицами в пакете

где стрелками показаны взаимодействия между параллельными частицами в момент времени $t+dt$, $t+2dt$, $t+3dt$, а пунктирной линией условное движение барьера. После обмена с-бозоном волновая функция частицы принявшей бозон сместится ближе к голове пакета, а излучившей - к концу. Таким образом в следующий момент времени dt частицы будут иметь состояние в зависимости от предыдущего и взаимодействовать уже с другими частицами. Таким образом мы имеем цепочку взаимодействий или другими словами последовательность квантовых вычислений. Эта последовательность имеет математическую модель - Цепь Маркова[1] "последовательность случайных событий с конечным или счётным числом исходов, где вероятность наступления каждого события зависит от состояния, достигнутого в предыдущем событии".



Рис.3 - Схема промежуточных измерений и внешнего воздействия на пакет

Итеративно мы можем вносить изменения в квантовый пакет и регистрировать излучение до бесконечности. Регистрация излучения будет являться неразрушающим промежуточным вычислением системы (Рис. 3).

Итоговый результат вычислений - будет разрушающее измерение полученного квантового пакета - продукта. Измерение можно проводить разными способами - столкновением двух пучков, рассеиванием пакета на мишени.

Полученный продукт - есть результат большого количества возмущений и бесконечно большого количества взаимодействий элементов в системе, что приводит к моделированию бесконечно длинных марковских цепочек. Излучение системы - отклик на бесконечно малые по величине и бесконечно больших по количеству возбуждений.

Теоретически не видно ограничений на с-бозон и частицы в пучке. Но математическая и квантовая модель вычислений должна быть уточнена.

Преимущество таких вычислений - частота. Возможно достижение экстремально низких вероятностей событий.

Описанный алгоритм может быть востребован в задачах биологического моделирования, например [2,3,4]. В [5] "в качестве модели наблюдаемой динамики предложена дискретная марковская цепь из четырех состояний". В связи с невозможностью точно проследить все марковские звенья цепи: "для массовых вариантов перехода расчет критерия Мантеля-Хензеля показал однородность выборок, что позволило перейти от осреднения переходных матриц к осреднению вероятностей"[5].

В описанном квантовом алгоритме - осреднение результатов происходит при измерении, а весь процесс моделирования идет на неусредненных значениях, т.е. моделируется марковская цепь.

Если удастся уточнить математические требования к модели, теоретически произвести расчет и сравнить с биологическими результатами - то будет, разработан квантовый алгоритм для решения цепей Маркова.

Формализованный алгоритм позволит построить модель квантовой системы и сравнить с существующими физическими процессами. Как было сказано в начале - физическая модель может быть построена на базе коллайдера, где с-бозон будет фотон, а частицы ускоренного пучка - протоны.

1. Кельберт М. Я., Сухов Ю. М. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Т. II: Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложения. — М.: МЦНМО, 2010. — 295 с. — ISBN 978-5-94057-252-7.
2. Д. О. Логофет, Е. С. Казанцева, И. Н. Белова, В. Г. Онипченко
Ценопопуляция незабудочника кавказского (*Eritrichium saucasicum*) как объект математического моделирования. III. Рост популяции в случайной среде — М.: Журнал общей биологии, том 79, №4 -2018
3. А.И.Азовский Анализ многолетних рядов биологических данных: методологические проблемы и возможные переходы — М.: Журнал общей биологии, том 79, №5 -2018
4. А.Ю.Переварюха Метод моделирования резких изменений в популяционных процессах — М.: Журнал общей биологии, том 81, №3 -2020
5. Совместная динамика популяций черники и брусники в заповедном послепожарном сосняке-зеленомошнике. Модель с осредненными вероятностными переходами — М.: Журнал общей биологии, том 81, №3 -2020