

2. ПАРАЛЕЛНИ СТРУКТУРНИ МОДЕЛИ НА КВАНТОВИ ИЗЧИСЛЕНИЯ

В рамките на развиващата се в катедра "Компютърни системи и технологии" на Русенския университет "А. Кънчев" тематика за изследване на квантовите явления чрез моделирането им в паралелна изпълнителна среда се разглежда възможността за структурно моделиране на основните квантови явления (поляризация, суперпозиция, сплитане, квантова телепортация).

Получената структура, дори да е адекватна по количествени критерии, не е задължително тъждествена на вътрешната структура на моделирания обект. Такъв например е случаят с елементарните частици, квантите, които според основната им физическа дефиниция нямат вътрешна структура. Елементарните частици по правило се разглеждат като безструктурни, т.е. като материални точки. Подълбокото разбиране е, че тяхната вътрешна структура не е просто съединение на други частици. При това, независимо от вътрешната си структура, при взаимодействието си с други частици или полета те се държат като единно цяло. Разглеждането на елементарните частици като безструктурни е допустимо само при енергийни нива по-ниски от $2m_0c^2$, при които тяхната структура не влияе на поведението им¹.

Този раздел е посветен на по-детайлното разглеждане на най-важните моменти от предложените паралелни структурни модели. Паралелният структурен модел е тъждествен на структурата на квантовата верига, която извършва преобразуванията на вектора на състоянието.

На горното йерархично ниво, предложените модели представляват оператор *par* за паралелна композиция във варианта му *placed par*. Особеност на този вариант на паралелната композиция е явното разполагане на отделните активни обекти (процеси, нишки, задачи) по физическите ядра на системата. Контролният пример в първата точка на раздела илюстрира тази особеност на паралелната изпълнителна среда *XCORE/XC*.

Един от първите примери при изучаването на квантовите изчисления е явлението *поляризация*. Преди компютърното

1 Където m_0 е масата на покой на частицата [В.17].

моделиране на това явление е изготвен физически модел. Адекватността на предложения паралелен модел, базиран на класически вероятности, е оценена чрез сравнение на резултатите му с тези от физическия модел. Тези задачи са предмет на втората точка от раздела.

Следващото моделирано ключово явление е *суперпозицията* на квантовите състояния. Предложен и реализиран е моделът на интерферометъра на Мах-Цендер (Mach-Zehnder). Той представя и неприложимостта на класическите вероятностни алгоритми за моделиране на суперпозицията – квантова частица в суперпозиция не е просто в едното или другото възможно състояние с дадена вероятност, а едновременно в двете, независимо от разстоянието в маршрутите на двете състояния. При този модел се използва *1-qubit* квантов вентил на Адамар. В т. 2.3. се разглеждат основните моменти в три последователни варианта на модела, с което се илюстрира постепенното подобряване на адекватността му.

Сплитането (entanglement) е друго възлово за квантовите изчисления явление, моделирано в работата. То е в основата на *квантовата телепортация* - единственият начин за пренос на квантова информация на разстояние, поради невъзможността за копиране на съдържанието на квантовите регистри. В т. 2.4. е предложен предварителен паралелен структурен модел на квантовата телепортация, като освен вентила на Адамар е реализиран и *2-qubit* квантов *CNOT* вентил. Докато предните модели са завършени, този подлежи на развитие в два момента: сплитането като явление изисква допълнителни елементи, които на този етап от изследванията не са изяснени; *процедурата за измерване* състоянията на максимално сплитане (Bell state measurement) в момента е изпълнена като заглушка и предстои работа по нейното изясняване.

Така, предложената методика за работа, представеният подход за структурно моделиране, както и предложените модели, са добра изходна база за продължаване на изследванията.