

# С Т А Н О В И Щ Е

относно дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен  
„Доктор“

**Професионално направление** 4.1. Физически науки  
**Научна специалност** 01.03.19 „Физика на атомите и молекулите“

**Автор** на дисертационния труд: **Христо Светленов Тончев**  
докторант във Физически факултет на Софийския университет „Св. Климент  
Охридски“

**Тема** на дисертационния труд: **Квантови алгоритми**

**Научен ръководител:**  
професор дфзн Николай Витанов Витанов  
Физически факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“

**Автор на рецензията — Председател на научното жури:**  
доцент д-р Димитър Магдалинов Младенов  
Физически факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“

## 1 Актуалност на темата на дисертацията

През последните години интересът към всичко свързано с квантовите компютри и квантовите изчисления неизменно нараства, при това с изключително бързи темпове. Идеята при изчислителните процеси да се използват възможностите на квантови системи вместо класически дава изключително големи предимства при решаването на сложни задачи. Например с помощта на квантов компютър всяка квантова система може да бъде моделирана с използването на полиномиално число стъпки. Това от своя страна позволява да се предсказват свойствата на молекули и кристали, да се проектират микроскопични електронни устройства с размери от няколко десетки ангстрьома.

Въпреки че от известно време в областта на квантовата информация се провеждат активни експериментални изследвания перспективите за физическа реализация на квантовите компютри и досега не са докрай ясни. Все още основните достижения в областта на квантовата информация и квантовите изчисления носят чисто теоретичен характер. Това се обуславя и от факта, че за да работи ефективно квантовият компютър теорията трябва да бъде много интензивно изучавана, тъй като много важни конструкции все още чакат своята разработка.

Например би било много важно и интересно да се разработят както нови ефективни квантови алгоритми, така и да се усъвършенстват вече известните. Дадената дисертация е посветена на изучаването именно на такива въпроси, което определя тематиката ѝ като особено важна и актуална.

## 2 Структура на дисертацията

Дисертационният труд е написан на български език и се състои от 144 страници, разпределени в 6 глави, като първата представлява увод, а последната е заключение. В дисертацията е представен списък на използваната литература, който съдържа 90 заглавия, подредени по реда на цитирането им в текста. За онагледяване на представения материал в дисертацията са включени 76 фигури и 14 таблици.

В **Първата глава**, която представлява увод, е направен кратък обзор на изучаваните в дисертацията въпроси, като е отбелязана и тяхната актуалност.

Във **Втората глава** са представени предварителни сведения, необходими при изследванията в областта на дисертацията, а именно направен е кратък увод в квантовата информация и теорията на квантовите алгоритми.

В следващите глави са представени оригиналните резултати, включени в дисертацията.

**Трета глава** е посветена на алгоритъма на Гровер.

В **Четвърта глава** се изследва квантовия алгоритъм за определяне на фазата.

В **Пета глава** е изучен квантовият алгоритъм за търсене с произволно преместване.

В **Шеста глава**, която представлява заключение, са включени научните приноси, списък на публикациите, на които се основава дисертационният труд, участията на конференции, свързани с тематиката на дисертацията, както и списък със забелязаните досега цитати.

## 3 Основни приноси

Основните приноси на дисертацията могат да бъдат резюмирани по следния начин:

- Представен е нов метод за реализация на алгоритъма на Гровер с помощта на кютрити, като са въведени матрици, които са аналог на Адамаровата матрица в кюбитния случай. Направена е компютърна симулация на действието на алгоритъма на Гровер с кютрити както при различен брой кютрити, така и при различен елемент на търсене. Така предложените реализации на конфигурациите на системи от кудити са по-прости и по-ефективни от предложените в предишни работи.
- С помощта на кутрити е релизиран квантов алгоритъм за определяне на фазата. Тази реализация е използвана за направата на квантов брояч за алгоритъма на Гровер с кудити. С използването на числени симулации е показано, че в случая на използване на кутрити вероятността за намиране на броя решения нараства.
- Изучени са квантовото произволно движение върху хиперкуб и търсенето върху хиперкуб. Получени са оптимизации, при които вероятността за намиране на търсен елемент за хиперкуб се увеличава. С използването на асиметрични монети е реализиран нов метод за разделяне на хиперкуб на две, като в този

случай вероятността да се намери търсеният елемент при квантовото търсене се удвоява.

## 4 Научни публикации. Цитиране на научните трудове

Общият брой на представените в дисертацията публикации е **3**, като в това число:

A. В реферирани списания — **3**

A1. Physical Review **A** — **2**

A2. Journal of Quantum Information Science — **1**

Забелязаните досега независими цитирания са **6**.

## 5 Автореферат

Авторефератът правилно и точно отразява съдържанието на дисертацията.

## 6 Забележки

Съществени критични бележки по дисертацията нямам.

## 7 Обща характеристика на дисертацията

- Дисертационният труд на Христо Тончев е посветен на една от най-актуалните тематики на съвременната квантова информация, а именно на изучаването и усъвършенстването на възможностите на някои от известните квантови алгоритми.
- Целите на дисертацията са алгоритъмът на Гровер и квантовият алгоритъм за определяне на фазата да бъдат реализирани като се използва кютритен запис на информацията. Също така алгоритъмът квантово търсене с произволно преместване върху хиперкуб чрез използване асиметрични монети да бъде разширен и подобрен.
- В дисертацията са поставени и успешно решени интересни и важни за квантовата информация и квантовите изчисления задачи.
- При решението на поставените задачи са използвани, както аналитични техники, така и модерни техники на математическото моделиране и числения анализ.
- В резултат на изследванията, проведени в дисертацията, за някои от квантовите алгоритми, според мен, има перспектива да бъдат предложени и експериментални реализации. Безспорно, този факт бих окачествил като една от много хубавите страни на дисертацията.

- Научните резултати са публикувани във високо реномирани международни списания, такива като **Physical Review A** и **Journal of Quantum Information Science**. Публикациите са написани на много добро професионално ниво.
- При преглед на използваната литература, както в дисертацията, така и в публикуваните научни трудове, ясно се вижда, че дисертантът много добре познава изследваната област.
- Материалът в дисертацията е отлично онагледен, като за целта в нея са представени 76 фигури и 14 таблици.

Дисертацията на Христо Тончев напълно удовлетворява изискванията, отразени в Закона за развитие на академичния състав в Република България, както и вътрешните, специфични изисквания на Физическия факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“.

## 8 Заключение

Вземайки предвид всичко казано досега, без колебание, препоръчвам на многоуважаемото жури да присъди на Христо Светленов Тончев образователната и научна степен „Доктор“.

С уважение:

доцент д-р Димитър Младенов

15 септември 2017 година  
София