

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: **Калоян Николаев Златанов**
докторант във Физически факултет на Софийския университет
„Свети Климент Охридски“

Тема на дисертационния труд: **Квантов контрол на атомни системи**
(с приложения в нелинейната оптика)

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

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

1 Актуалност на темата на дисертацията

Задачите, свързани с управлението на системи и процеси, които се подчиняват на квантови закони, вече от доста дълго време са в центъра на вниманието на съвременната физика. Например, такива задачи за управление на микрообекти и ансамбли от микрообекти възникнаха и бяха успешно решени в такива далечни една от друга области като физика на плазмата, ядрената енергетика, както и при проектирането и експлоатацията на ускорители на елементарни частици и най-различни изчислителни устройства и системи за автоматично управление.

А с появата на лазерите, в началото на 60-те години на ХХ век, и по-нататъшното развитие на лазерните технологии, възникнаха много нови възможности за управление на квантови процеси. Кохерентното въздействие върху квантовите системи открива много нови перспективи и дава изключително големи възможности за развитие на съвременните технологии.

Динамиката на квантови обекти, такива като атоми, молекули, кондензирани среди, определена от взаимодействие със светлинно поле, е съществено нелинейна. Съвременната нелинейна оптика изучава, в частност, изключително разнообразните проявления на нелинейния отклик на различни среди. Методите на спектроскопията, основани на изучаването на нелинейните свойства на средите, се оказаха наистина универсални и позволиха да бъдат атакувани, и след това успешно решени, недостъпни преди това задачи.

В последно време се наблюдават интензивни процеси на взаимно проникване и успешно взаимодействие на такива области като квантовата физика, нелинейната оптика и теорията на управлението, като през последните години интересът към такава симбиоза все повече нараства, при това с изключително бързи темпове. Дадената дисертация е посветена на изучаването именно на такива въпроси, което и обуславя важността и актуалността на изследванията, проведени в нея.

2 Структура на дисертацията

Дисертационният труд с название “**Quantum control of atomic systems (with applications in nonlinear optics)**“ е написан на английски език и се състои от 109 страници, разпределени в 6 глави, първата от които е уводна. Дисертацията завършва с 4 приложения, в които са разгледани технически въпроси, свързани с основното изложение. По-нататък са представени научните приноси, списък на публикациите, на които се основава дисертационният труд, като са отбелязани и известните досега независими цитирания, отбелязани са също така и конференциите, на които са докладвани получените в дисертацията резултати. Най-накрая в дисертацията е представен и списък на използваната литература, който съдържа 68 заглавия, подредени по ред на цитиране в текста. За онагледяване на представения материал в дисертацията са включени 29 фигури.

Дисертацията е разделена на две части. **Част I** е посветена на въпроси, свързани с управлението на квантови системи и включва глави 1,2,3 и 4, а в **Част II** се изучават приложения към нелинейната оптика и включва глави 5 и 6.

Или по-конкретно, структурата на дисертацията е следната.

В **Първа глава**, която е уводна, накратко са изложени необходимите сведения за математическия апарат и квантомеханичните модели, които се използват в дисертацията.

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

Във **Втора глава** са разгледани точнорешаеми модели, които описват кохерентно възбуждане на система с две нива.

Трета глава е посветена на изследването на адиабатни техники на възбуждане на състояния на суперпозиция.

В **Четвърта глава** методите за генериране на състояния на суперпозиция, разгледани в Глава 2, са разширени и усъвършенствани.

В **Пета глава** и в **Шеста глава** са изследвани възможностите за приложение на нелинейната микроскопия за наблюдение на микрообекти.

В **Приложение А** са представени някои сведения за специалните функции, използвани в дисертацията.

В **Приложение В** са разгледани точни решения на модели, описващи системи с две нива.

В **Приложение С** са събрани факти, касаещи свойствата на преобразованията на подобие на системи с две нива.

В **Приложение D** е представен алгоритъм за стабилна генерация на импулси.

3 Основни приноси

Някои от основните приноси на дисертацията могат да бъдат резюмирани по следния начин:

- В дисертацията е изучена система с две нива, към която е приложено кохерентно възбуждане, като в разглежданията са включени и декохериращи процеси. Уравнения на Блох, които описват модела в този случай, се свеждат до линейно диференциално уравнение от трети ред, което е от хипергеометричен вид. Точното решение на модела в този случай е представено чрез обобщената хипергеометрична функция ${}_1F_2(a; b_1, b_2; x)$. Изучено е асимптотичното поведение на решението в случаи на ниски и високи стойности на дефазирането, както и при силно възбуждане и точен резонанс.
- Методът на адиабатното възбуждане е използван за генериране на кохерентни състояния на суперпозиция, който има редица предимства пред резонансните техники. Управляващите параметри в случая са формата на управляващият импулс $\Omega(t)$ и денастройката $\Delta(t)$, като различни състояния на суперпозиция могат да бъдат създадени чрез подбор на възбуждането, което от своя страна се изразява чрез избиране на различни асимптотики на съотношението $\Omega(t)/\Delta(t)$ на управляващите параметри.
- За случаите когато методът на адиабатното възбуждане не може да бъде използван, в дисертацията е предложен друг метод за генериране на състояния на суперпозиция, в който като управляващи параметри се използват фазовите скокове между два поредни адиабатни импулса.
- В дисертацията, за изучаване на важната задача за изследване и наблюдение на микрообекти, са използвани и подобрени различни техники на нелинейната микроскопия.

4 Научни публикации. Цитиране на научните трудове

Общият брой на представените в дисертацията публикации е **5**, като в това число:

А. В реферирани списания — **3**

А1. Physical Review **A** — **2**

А2. Optics Communications — **1**

В. Публикации, подготвени за изпращане — **2**.

Забелязаните досега независими цитирания са **4**.

5 Автореферат

С някои малки изключения авторефератът правилно и точно отразява съдържанието на дисертацията.

6 Забележки

Съществени критични бележки по дисертацията нямам.

7 Обща характеристика на дисертацията

- Дисертационният труд на Калоян Златанов е посветен на много актуални тематики на съвременната физика, а именно на изучаването на управлението на квантово-механични процеси и тяхното приложение към нелинейната оптика.
- Освен теоретичните изследвания, проведени в дисертацията, за някои от квантовите системи, са 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 **Optics Communications**.
- Материалът в дисертацията е отлично онагледен, като за целта в нея са представени 29 фигури.
- Остават още доста нерешени интересни задачи по тематика на дисертацията.

Дисертацията на Калоян Златанов 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 „Свети Климент Охридски“.

8 Заключение

Вземайки предвид всичко казано досега, без колебание, препоръчвам на многоуважаемото жури да присъди на Калоян Николаев Златанов образователната и научна степен „Доктор“.

С уважение:

доцент д-р Димитър М. Младенов

6 май 2019 година
София