

Становище

относно дисертационния труд на **Калоян Николаев Златанов**
на тема „**Квантов контрол на атомни системи (с приложения в нелинейната оптика)**“

за получаване на образователната и научна степен „доктор“
по професионално направление 4.1 Физически науки

от **чл. кор. проф. дфзн Николай Витанов Витанов**

Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Физически факултет, катедра „Теоретична физика“
член на научното жури и научен ръководител на докторанта

Представеният дисертационен труд описва теоретични и експериментални изследвания в две различни, но свързани области: кохерентен контрол на квантови системи и нелинейна оптика. Общото между двете области е математическият формализъм и използваните методи за контрол. В работите по квантов контрол ударението е върху въвеждането на нови методи за контрол и тяхната теоретична обосновка, с отчитане на възможните експериментални реализации. В работите по нелинейна оптика, които са извършени в сътрудничество с групата на проф. Томас Халфман от Техническия университет в Дармщат, Германия, са представени експериментални резултати, като приносите на дисертанта са в теоретичната поддръжка на експериментите.

Дисертацията е написана на английски на 111 страници и включва 29 фигури и 68 литературни заглавия. Авторефератът е написан на български на 41 страници и отразява правилно съдържанието на дисертацията. Прави впечатление все пак, че главите в дисертацията и автореферата се различават, например глави 5 и 6 в дисертацията са обединени в глава 5 в автореферата. Отдавам го повече на недоглеждане, отколкото на немарливост. Следва да се споменат и някои граматични грешки в автореферата, които не променят цялостното впечатление.

Дисертацията е оформена в две части. Първата част обхваща глави от 1 до 4 и представя изследванията на докторанта по методи за квантов контрол. Втората част обхваща глави 5 и 6 и представя изследванията му по нелинейна микроскопия. И двете части съдържат уводни текстове, които въвеждат в проблематиката в сбит вид. Дисертацията завършва с 4 приложения, списък на приносите, използваната литература и неговите публикации, произлезли от докторантурата и отразени в дисертацията, независимите цитирания на тези публикации (4 според докторанта и 5 според Google Scholar) и докладите на конференции.

Първата част от дисертацията е в областта на квантовия контрол, който пък е ключов подход за една нова област на науката – квантовата информатика – интердисциплинарна област, която се развива изключително активно през последния четвърт век. Квантовата информатика използва кубити – квантови системи с две състояния. За разлика от класическия бит, кубитът може да съществува както във всяко едно от състоянията си, така и в произволна кохерентна суперпозиция от тях. Принципът на суперпозицията предлага качествено различни възможности и предимства на квантовия компютър пред класическия. В тази връзка, в дисертацията са предложени реализации на няколко нови методи за създаване на произволни кохерентни суперпозиции на кубити. Тези методи могат да бъдат реализирани експериментално с наличните ресурси в типични експерименти с атоми или йони.

След уводната първа глава дисертантът представя точно решим модел, който представлява обобщение на известния модел на Демков с включването на дефазиращи процеси. Точното решение на модела, което изисква решаването на диференциално уравнение от трети ред, се изразява с обобщени хипергеометрични функции. Разгледани са и няколко асимптотики в различни гранични случаи. Основният принос в тази глава, изискваща сериозни математични

методи, е в разширяването на модела на Демков към по-реалистични експериментални условия.

В глава 3 е представен нов метод за генериране на предварително зададени кохерентни суперпозиции от състоянията на кубит с адиабатна еволюция. Представени са освен общото адиабатно решение (което е приблизително), така и три точно решими аналитични модела. В глава 4 е представен друг принципно нов адиабатен метод за създаване на кохерентни суперпозиции на кубит чрез фазов скок на амплитудата на приложеното електромагнитно поле. Отново, освен общото адиабатно решение, са представени и два точно решими аналитични модела. Предимството на тези два адиабатни метода в сравнение със съществуващите методи за създаване на кохерентни суперпозиции е в устойчивостта им към експериментални грешки.

Втората част на дисертацията, оформена в глави 5 и 6, описва участието на дисертанта в експерименти по нелинейна микроскопия с трета хармонична в групата на проф. Томас Халфман от Техническия университет в Дармщат. Основното приложение на нелинейната микроскопия е за проби, чиито компоненти имат сходен линеен отклик, но различен нелинеен такъв. В глава 5 е изследвано подобрието на контраста чрез оптимизиране на работната дължина на вълната. В глава 6 е представено подобрието на контраста с повече от 3 порядъка чрез оптично стимулиране, при което в допълнение на третата хармонична, идваща от пробата, се прилага и външно поле със същата честота. Освен това е наблюдавано подобрието и на резолюцията с повече от един порядък. Тези две изследвания съчетават теория с експеримент, което е безценен опит за един млад учен. Резултатите от тях имат значителен приложен потенциал.

Резултатите в дисертацията са отразени в две статии, публикувани във *Physical Review A*, една статия, публикувана в *Optics Communications*, както и две статии, изпратени за разглеждане в списания. В три от статиите дисертантът е на първо място и има водеща роля, а в останалите две е втори автор. Същественият принос на дисертанта във всички пет публикации е безспорен.

Като цяло дисертантът показва задълбочено познаване на материята и проблемите и силна мотивация. Прогресът, който направи през четирите години на докторантурата, беше един от най-сериозните измежду моите докторанти. Изследванията, които дисертантът извърши в Германия без моето участие, са свидетелство за неговата адаптивност в различна среда. Двете части на дисертацията, базиращи се на работата му в София и Дармщат, макар и съдържащи много допирни точки, са доста различни като тематика и методи, което изискваше значително повече усилия от дисертанта в сравнение с традиционните монотематични докторантури.

В заключение, дисертацията удовлетворява формалните минимални изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника към Закона, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Софийския университет "Св. Климент Охридски", както и допълнителните Препоръчителни изисквания и условия към кандидатите за придобиване на научните степени и заемане на академичните длъжности във Физическия факултет на Университета, които изискват поне две публикации в списания с импакт-фактор, в поне една от които дисертантът има водещ принос. Въз основа на това препоръчвам на уважаемото жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Калоян Николаев Златанов по научно направление 4.1 Физика.

чл. кор. проф. дфзн Николай В. Витанов

София, 29.04.2019 г.