

# Становище

относно дисертационния труд на **Генко Цветков Генов**  
на тема „**Композитни техники за прецизен контрол на квантови и класически системи**“  
представен за получаване на образователната и научна степен „**доктор**“  
по професионално направление 4.1 Физически науки (Физика на атомите и молекулите)

от **проф. дфзн Николай Витанов Витанов**

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

Представеният дисертационен труд предлага теоретично разработване и експериментални демонстрации на нови композитни техники за високопрецизен кохерентен контрол на квантови системи с краен брой състояния, както и приложението на подобни методи в поляризационната и нелинейната класическа оптика. Дисертацията е написана на английски език, а авторефератът на български. Авторефератът отразява правилно съдържанието на дисертацията.

Дисертацията се състои от уводна част с три глави и три части с оригиналните приноси, всяка с по две глави.

*Първата част* е уводна и описва основните теоретични методи, използвани в следващите глави. Направен е обзор на основните техники за контрол на вектора на състоянието на квантови системи с няколко дискретни нива с помощта на външни кохерентни полета. Внимание е отделено на резонансните импулси, адиабатните техники и композитните импулси; последните са основната техника, използвана в следващите части. Композитните импулси съчетават високата прецизност на резонансните техники с устойчивостта на адиабатните техники към експериментални грешки. Композитните импулси са добре известна техника в ядрения магнитен резонанс, въведена преди 35 години, но малко известна извън тази област. Дисертантът има пионерски приноси в използването на тази техника в квантовата оптика и нелинейната оптика, с потенциал за сериозни приложения в следващите години.

*Втората част* разработва композитни импулси за многомерни квантови системи. Глава 4 описва системи с две изродени нива, имащи определена симетрия ( $SU(2)$  и Morris-Shore). Показано е как заселеността на такива системи може да бъде инвертирана с композитни импулси, нещо, което е невъзможно с единични резонансни импулси поради различните диполни моменти. Глава 5 е особено интересна и показва как композитните импулси могат да елиминират динамично нежелани канали в многомерни квантови системи, при това при наличие на сериозна вероятност за преход в тези канали. Този резултат позволява да се направлява квантовата еволюция във всяка желана посока. По предварителна информация, групата на д-р Торстен Петерс от Техническият университет в Дармщат, Германия подготвя експеримент с ултрастудени рубидиеви атоми, използваващ тази техника.

В *третата част* на дисертацията са изведени теоретично и демонстрирани експериментално нови композитни импулси в система с две състояния (кюбит). Резултатите са от особен интерес за оптичните квантови паметни, които са ключов елемент на оптичния квантов компютър. В глава 6 е извършена експериментална демонстрация на техниката композитен адиабатен преход (КАП), предложена преди три години от друг мой докторант (Боян Торосов, сега постдокторант в Миланската политехника). Резултатите са демонстрирани експериментално от групата на проф. Томас Халфман от Техническият университет в Дармщат, Германия. В тази работа, която е единствената, в която Генко Генов няма водещ принос, неговата роля беше да извърши теоретична подкрепа на експеримента. В глава 7 са предложени принципно нови композитни импулси, които имат уникалното свойство да компенсират експериментални грешки в произволни, дори неизвестни параметри. Тази работа включва оригинална теория и експеримент, съвместно с групата на проф. Халфман, като изпращането ѝ предстои в най-скоро време.

В *четвърта част* са представени аналогии на техниките за кохерентен квантов контрол в поляризационната оптика (глава 8) и нелинейната оптика (глава 9). От особен интерес са резултатите в глава 9, където е предложена принципно нова техника за сумиране и изваждане на честоти в нелинейни композитни кристали, по аналогия с композитните импулси. Тази техника позволява широколентова генерация с висока ефективност дори при отсъствие на фазова синхронизация.

Тематиката и методологията на дисертацията се отличават с разнообразие в две посоки. От една страна, част от работите на дисертанта са извършени съвместно с експериментатори от една от водещите групи в света по оптични квантови паметни. Това дава на дисертанта безценен опит в решаването на реални проблеми в предния фронт на науката в условията на силно конкурентна среда, а не на измислени такива, които са от интерес само за съответния теоретик. От друга страна, тематиката на дисертацията се простира в няколко области от физиката – квантова оптика, квантова информатика, поляризационна оптика и нелинейна оптика. Тези области се различават значително в техниките, подходите и терминологията, които използват, и рядко „говорят“ помежду си. Дисертантът трябваше да изучи основната литература в тези различни области, както и голям брой публикации по конкретните задачи, които му бяха поставени. Общият знаменател на работата му е методологията, която използва, т.е. прилагането на техники от квантовата оптика в другите области. В резултат на всичко това, дисертантът получи сериозни познания в няколко различни области, безценен опит от съвместна работа с елитни експериментатори и безценен опит от работа по реални проблеми в силно конкурентна среда.

Резултатите в дисертацията са отразени в една публикация във *Physical Review Letters*, две публикации във *Physical Review A* и една в *Optics Communications*. Още две работи са в процес на изпращане в елитни списания (*Physical Review Letters* и *Physical Review A*). В почти всички работи (без една) дисертантът е първи автор и има водеща роля.

Като цяло дисертантът показва едно задълбочено познаване на материята и проблемите и силна мотивация. Статиите бяха написани в голямата си част от него, като той пое и основната част от работата по изпращането на ръкописите, дискусиите с рецензентите и проверката на коректурите. Както вече отбелязах, научната работа на дисертанта включва не само математичната част, която само по себе си е оригинална, но и предложения за физични реализации в конкретни физични системи, което изисква по-широк поглед и познания от традиционните представи в България за един физик-теоретик. Две от работите са в сътрудничество с експериментатори и включват теоретични и експериментални резултати, като дисертантът трябваше да научи и експерименталния „език“. Всичко това ми дава основание да определя Генко Генев като един напълно завършен млад учен, извършващ научни изследвания на най-високо ниво.

В заключение, дисертацията удовлетворява всички 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 СУ "Св. Климент Охридски", както и допълнителните Препоръчителни изисквания и условия към кандидатите за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“. Оценката ми за представената дисертация и работата на дисертанта е много висока и без колебание препоръчвам на уважаемото жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Генко Цветков Генев по научно направление 4.1 Физика (Физика на атомите и молекулите).

проф. дфзн Николай В. Витанов

София, 23.01.2014 г.