

СТАНОВИЩЕ

относно дисертационния труд на госпожа Христина Стефанова Христова, докторантка във Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски”, на тема “Квантово-оптични подходи в класическата оптика и неутринната физика” за присъждане на образователната и научна степен “Доктор” по професионално направление 4.1. Физически науки, научна специалност Физика на атомите и молекулите

Член на научното жури: проф. дфн Александър Драйшу

Дисертацията на госпожа Христина Христова е изградена върху резултати, публикувани в 3 статии, отпечатани във Physical Review A, и в 1 ръкопис – в подготовка. Във всички тях тя е първи автор. Резултатите си дисертантката е докладвала на 7 международни научни форума, като 3 постерни и 4 устни доклада. Представени са данни за забелязани досега 3 независими цитирания. В този смисъл дисертантката напълно удовлетворява Препоръчителни изисквания към кандидатите за придобиване на научните степени във Физическия факултет на СУ. Дисертационният труд е написан на английски език и е с обем от 87 страници. Илюстриран е с 26 фигури. Разделен е на 5 глави (първата – с уводен характер), следвани от заключение (по същество – основните приноси в дисертацията) и списъци на публикациите по дисертацията и на участията в международни научни форуми. Цитираните литературни източници са 71. Авторефератът е написан на български език и адекватно отразява представените в дисертацията резултати.

Уводът на дисертацията представя класически анализи на преноса на сигнал между двойка близо разположени и паралелни вълноводи, известни, в оптичните комуникации, като резонансен съединител (resonant coupler; 3-dB coupler), както и теорията на генерацията на втора хармонична в приближение на бавноизменящите се амплитуди. В Глава 2 с квантово-механичен подход е анализирано адиабатно прехвърляне на сигнал от начално един адресиран вълновод към съседните му вълноводи, когато цялата паралелна структура е усукана в една равнина. Конкретните реализации, които са моделирани, са на базата на

- три кохерентно свързани вълновода: Пълно прехвърляне на сигнал от средния вълновод към всеки от останалите, прехвърляне към останалите в съотношение 50%/50%, разделяне на сигнала, въведен в страничен вълновод, в съотношение (1/3,1/3,1/3).
- четири и пет кохерентно свързани вълновода: Пълно прехвърляне от единия краен вълновод към другия краен и, отделно, от един начално адресиран – по равно към всички вълноводи.

Резултатите са подробно описани и илюстрирани и са в съответствие с физическата интуиция, базирана на основните известни факти за процеса на дискретна дифракция (дифракция в дискретна периодична структура) и на разпространение в силно свързани вълноводи.

В Глава 3, на базата на аналогия със стимулиран Раманов адиабатен процес (STIRAP), е анализирано пренасочването на сигнали в подредена структура от три паралелни вълновода с отчитане на взаимодействието само на най-близките съседи. Изведени са условията, при които, при начално адресиране на двата крайни вълновода, може да се наблюдават:

- размяна на местата на сигналите (Пример 1) и пермутация на местата им (Пример 2);
- размяна на местата на сигналите и частично прехвърляне на сигнал към неадресиран вълновод (Пример 3);
- комбиниране на сигнали при адресиране и на трите вълновода; и
- пространствени еквиваленти на техниките Bright STIRAP и STIRAP (Примери 5 и 6), които, като краен ефект, изглеждат аналогични на два последователни резонансни съединителя от оптичните комуникации, всеки с дължина, равна на една дължина на връзката.

Във всички тези моделирани ситуации е прогнозирана забележително висока ефективност на устройствата.

В Глава 4 е прогнозирана техника за високоефективно генериране на втора хармонична в два различно ориентирани кристала (или в един - с промяна на поляризацията му), с цел - постигане на широкоспектрален синхронизъм. Техниката може да се окаже от значителен интерес за областта на свръхкъсите импулси, доколкото понастоящем широкият синхронизъм се осигурява с много тънки кристали ($\sim 20\mu\text{m}$).

Като цяло, в техническо отношение и терминологично, дисертацията е подготвена прецизно и е подходящо илюстрирана. Наред с високата си физическа култура, дисертантката демонстрира и безспорна езикова култура, за което искам да я поздравя. Забележките ми са основно към автореферата – към превода на термините от английски на български и някои нееднозначни формулировки. По-конкретно:

- Приближението на бавноизменящите се амплитуди се обозначава и като приближение на „слабо променящите се”, и като такова на „бавно вариращите” амплитуди.
- С директен превод се употребява термина „индекс на пречупване”, а правилният в оптиката термин „показател на пречупване” срещнах само на едно място. Обозначението „индекс на пречупване на субстрата” очевидно се нуждае от редактиране.
- Подредената структура от вълноводи е обозначаваща като „вълноводен масив”, а структура с такива 3 вълновода – като „двумерен масив от три вълновода”.

--- Терминът „светлинен лъч” е от геометричната оптика и не е уместен в дисертацията, най-малкото в контекста на „лъч с Гаусов профил”.

--- Доколкото ми е известно, притежателните прилагателни, получени от собствени имена, окончващи на –ов, –ев, –ин, се пишат с главна буква (Раманов, Стоксов, Гаусов и т.н.).

--- Фиг. 1.3. и фиг. 4.2. и 4.3. в автореферата са с технически проблеми в надписите, но в дисертацията са безукорни. И в дисертацията, и в автореферата, обозначението над средната колона на Фиг. 2.5 трябва да е (0,1,0), както е в текста под фигурата.

Към дисертантката бих искал да отправя следните въпроси:

1. Какво е μ в уравн. /1.17/ от автореферата (уравн. /1.19/ от дисертацията)?

2. В Глави 3 и 4 се споменава, че техниките са честотно-независими. На фона на лъчение, съдържащо една оптична октава, това едва ли е така. Може ли дисертантката да конкретизира областта, в която честотната зависимост на процесите може да се пренебрегне.

3. Относно Глава 4, дефиницията на коефициента на взаимодействие Ω след уравн. /4.1./: По какво от тази формула се разбира, че (цитирам) „Взаимодействието $\Omega(z)$ е импулс ... със стъпаловидна промяна във фазата ...”. Какъв физически смисъл се крие зад тази постановка? От Фиг. 4.1. съдя само, че два Гаусови светлинни снопа на различни дължини на вълните и с различни напречни размери са фокусирани с леща така, че шийките им (зоните на максимални интензитети) да са добре припокрити, а там нелинейният кристал е със сменена поляризация.

Заклучение:

Настоящият дисертационен труд съдържа теоретични резултати с отношение към оптиката на вълноводните структури и към експерименталната нелинейна оптика и фемтосекундна фотоника, представляващи новост или обогатяващи познанията в областта. Качеството на изследванията, прецизността, с която са описани в дисертацията, както и очертаната активна позиция на дисертантката в изследванията (първи автор в 3 отпечатани публикации) ми дават основание да препоръчам с убеденост присъждането на образователната и научна степен “Доктор” по физика (професионално направление 4.1. Физически науки) на госпожа Христина Стефанова Христова.

Изготвил становището:

София, 27.03.2017 г.

/ проф. А. Драйшу /