

СТАНОВИЩЕ

**на дисертационен труд
за придобиване на научна степен „доктор на науките“
в професионално направление 4.1 Физически науки,
по процедура за защита във Физически факултет (ФзФ)
на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)**

Рецензията е изготвена от: проф. дфзн Асен Енев Пашов, СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет, в качеството му на член на научното жури съгласно Заповед №РД20-127/22/01/2021г. на Ректора на Софийския университет.

Тема на дисертационния труд: “Квантово-оптични аналогии”

Автор на дисертационния труд: доц. д-р Андон Рангелов

Данни за кандидата

Д-р Андон Рангелов е възпитаник на Физическия факултет на СУ Св. Климент Охридски. Завършва обучението си като студент през 2002 г., а образователната и научна степен доктор получава след защита пред СНС на Висшата атестационна комисия през 2008 г. Тема на дисертационния труд е „Кохерентен квантов контрол на квантови системи с импулсни полета“ и е написан под ръководството на проф. Николай Витанов от Физическия факултет на Университета. От 2009 г. той постъпва на работа във Физическия факултет на СУ “Св. Климент Охридски” в катедра Теоретична физика като асистент. От 2010 г. той е старши асистент, от 2011 г. – главен асистент към същата катедра, а от 2015 г. – доцент.

Първоначално научните интереси на д-р Рангелов са в областта на квантовата оптика. Той изследва взаимодействието на малки квантови системи с лазерни импулси като цели да доведе системата на произволно отнапред зададено квантово състояние. Тази задача е актуална и намира редица приложения в прецизната лазерна спектроскопия, метрологията (атомни и молекулни часовници), квантовата информация, квантовата криптография и т.н. Тук кандидатът се представя като формиран и ерудиран учен, чиято експертиза е призната не само от българските, но и от чуждестранните колеги, с които работи. Достатъчно е да се споменат имената на К. Bergmann, В. Shore, Е. Arimondo. Научната кариера на доц. Рангелов включва многобройни посещения и обмен на опит в университетите в Kaiserslautern, Sussex, Pisa, Toulouse, Kassel, Darmstadt, Mainz, Australian National University, Ben-Gurion University, Singapore University of Technology and Design и др. Без съмнение натрупаният опит от тези контакти е изиграл важна роля при формирането на разностранните интереси на кандидата.

Д-р Рангелов нееднократно е бил отличаван с национални научни награди: награда на фондация Еврика за най-добър млад учен в България за 2008 г., награда за най-добър млад учен на Софийския университет за 2011 г. и награда Питагор за най-добър млад учен на България за 2013 г.

Обща характеристика на научните постижения на кандидата

Представеният дисертационен труд обобщава работата на кандидата в едно ново за него научно направление – класическата оптика. Той се възползва от аналогията между формализма, използван за описанието на взаимодействията атом – поле в квантовата оптика и разпространението на електромагнитна вълна в среди, и прилага натрупания опит за решаване на редица практически задачи. Това са контролът на поляризацията на светлината при преминаване през двойнолъчепречупващи среди,

оптимизирането на фазовия синхронизъм при смесване на честоти в нелинейни кристали и ефективността на светоделителите във оптични вълноводи.

Общото при решението на поставените задачи е търсенето на решения, които да са валидни при възможно най-голяма вариация на входните параметри. Например, при конструиране на вълнови пластини, кандидатът си е поставил за цел да намали влиянието на дължината на вълната на вълната. Това е изключително важно свойство на тези пластини и цената на пластините силно зависи от диапазона от дължини на вълните, за които те осигуряват необходимата фазова разлика, най-често $\lambda/2$ или $\lambda/4$. За справка, вълновите пластини, работещи на една дължина на вълната струват около 500 лева (Thorlabs, Multi-Order Quarter-Wave Plate), по-добри варианти – около 900 лева (Thorlabs, Zero-Order Quarter-Wave Plate), а ахроматичните варианти, работещи в диапазон от няколко стотин nm, струват над 1500 лева (Thorlabs, Achromatic Quarter-Wave Plate). В дисертацията доц. Рангелов предлага схеми с подредба на няколко вълнови пластини (multi-order) (типично от 3 до 9 броя), завъртяни на подходящи ъгли една спрямо друга, чрез което се постига значително разширяване на работния спектрален диапазон от няколко nm до няколко десетки nm. Подобни са решенията при смесването на честоти и реализирането на светоделители в оптични вълноводи.

Следва да се подчертае, че работата на доц. Рангелов е теоретична. Той намира нови подходи и числени техники при решаване на задачите. Това той декларира в приносите към дисертацията и автореферата. Успоредно с това, към повечето задачи са приведени данни от експерименти, които проверяват качеството на намерените решения. Те принципно потвърждават теорията, но не са част от работата на кандидата, за това няма да ги оценявам.

Идеите и подходите, предложени от доц. Рангелов, са интересни и оригинални. Доколкото зная, приложението им в класическата оптика е ново. Високо оценявам разширяването и прилагането на опит от една област на знанието в друга – това не се среща често в съвременната наука. По-често учените публикуват трудове в тясноспециализирана област, комуникацията между тях е затруднена и не рядко в различни области „наново се открива колелото“. Всъщност, първоначалните разработки за оптимизация в квантовата оптика (посредством композитни импулси), разработвани от кандидата и колегите от групата на проф. Витанов, също така първоначално са приложени в друга област – ядрения магнитен резонанс. По този начин, прилагането на техники от различни области на физиката при наблюдавани аналогии във формализма за описание на явленията в тях не е ново явление в групата. То показва доброто познаване не само на своята научна област, но и способността да се прехвърля знание и опит от една област в друга.

Публикационната активност на кандидата е впечатляваща и надвишава значително изискванията не само на ЗРАС, но и на Физическия факултет на СУ Св. Климент Охридски. Статиите със съществен принос, публикувани в рамните на по-малко от 10 години са 17! Почти всички работи са в списания от Q1. Цитатите са 151. Впечатлява разнообразието от съавтори от България и чужбина.

Предстои времето да покаже дали теоретичните разработки на кандидата ще намерят приложение в практиката. Например, към вълновите пластини, смятам, че трябва да проявят интерес големи компании, които да инвестират в разработването на серийно производство на крайни продукти, защото реализираните в момента прототипи на ширококоленови пластини са значително по-скъпи от наличните на пазара. От друга страна, предложените оптимизационни решения са универсални и те може да бъдат приложени в специални случаи, когато основната цел е високо качество, а цената играе второстепенна роля.

Критични бележки и препоръки

Дисертацията е написана на английски и е оформена на 153 стр. Изложението е стегнато и е в духа на публикация в научно списание. Критични забележки към използваните методи и подходи нямам. Искам единствено да попитам:

Съществува ли по-подробен анализ на недоброто съответствие между теорията и експеримента, представени на Fig.5.8, p.86 (стр.60, фиг. 37 от Автореферата). Предполага се несъвършенство на вълновите пластини и поляризаторите. Това може да бъде проверено от

характеристиките на тези компоненти в каталога на производителя, а също така измерено, както е направено при изследване на вълновите пластини в предните глави. Проверено ли е теоретично дали оценените несъвършенства на тези компоненти може да доведат до разликата между експеримента и теорията?

Авторефератът отразява съдържанието на дисертацията, но тук имам забележки към превода на някои от термините:

- *Вълнова плоча на половин дължина на вълната* – полувълнова пластина (както е на стр. 60 от автореферата)
- *Фиделити, фиделитито* – точност, прецизност
- Стр. 27 „Ако разгледаме непрекъснати електрични полета, то тогава производните по времето падат...” – в оригинала на дисертацията е CW (continuous wave or continuous waveform). Наистина употребява се непрекъснат лазер именно в този смисъл, но за полета, струва ми се, че по-удачно е да се каже стационарни полета.
- Стр. 31 На фигура 16 са показани напмпващите интензитети на полето и дължините на вълните, при които е постигнат фазов синхронизъм. Става дума за GW/cm^2 . Как такива интензитети може да се постигнат при CW полета? Ако става дума за къси импулси, то валидно ли е нулирането на производните по времето (стр. 27 от Автореферата)?
- Стр. 32 отново се приема, че амплитудата на напмпващото поле (A) е постоянна, а на стр. 36 се говори за „свръхкъси импулси“ и „фундаментално електрично поле с продължителност 100 fs“. Това определено не е CW лазер, може ли такова поле да се счита за стационарно?
- Стр. 51 *Вердет* – Верде
- Стр. 59 *Фарадей ротатор* – рататор на Фарадей или Фарадеев ротатор
- Стр. 59 *Колиматен свенлинен лъч* – колимиран светлинен сноп
- Стр. 60 двата поляризатора... *бяха взети назаем* от спектрометър Lambda-950.
- Стр. 60 Четвърт-вълнови пластини *с отвор* - ... с диаметър
- Стр. 60 фиг. 37 Черните криви *с тире* показват – черните пунктирни линии....
- Стр. 61 Експериментални данни за композитен оптичен изолатор *за предаване напред и назад*, заедно с *теоретичното прогнозиране*.... - Експериментални данни за предаването (или коефициента на предаване) в двете посоки (или в права и обратна посока) на композитен оптичен изолатор, заедно с теоретичните предсказания....
- Стр. 86 Аутлет – Таун – в оригинала **Autler-Townes** ?
- Стр. 86чрез правилното взаимно *детуниране* на константите (оригинал *by proper mutually detuning of the propagation constants*) – чрез подходящо взаимно настройване (или напасване, подбирање) на константите на разпространение

Заклучение. Дисертационният труд, авторефератът и научните публикации на д-р Рангелов покриват минималните научни изисквания на ЗРАС и Правилника към него, а също така изискванията на Физическия факултет на СУ Св. Климент Охридски. Кандидатът е компетентен и опитен учен, способен да поставя и решава сам нови задачи, както и да ръководи млади специалисти. Той има широк поглед върху съвременната наука, работи в актуални направления, сътрудничи си с лидери в разнообразни области както в България така и в чужбина. Подкрепям присъждането на НС „Доктор на науките“.

17.04.2021

София