

## СТАНОВИЩЕ

### **относно дисертационния труд на госпожа Мая Иванова Жекова,**

докторант в катедра Квантова електроника на Физически факултет, за придобиване на научната и образователна степен „доктор“ по професионално направление 4.1. Физически науки (Физика на вълновите процеси, вкл. нелинейни трептения и вълни - нелинейна оптика и квантова електроника) на тема „Сингулярна и фемтосекундна фотоника: Създаване на светли структури във фокалната равнина, използвайки фазови сингулярности,,

### **Член на научното жури и научен ръководител на докторанта:**

проф. дн Александър Александров Драйшу от Физически факултет на СУ

Докторантката е родена през 1988г. През 2014г. се дипломира като бакалавър по физика, а през 2016г. – като магистър от магистърска програма „Квантова електроника и лазерна техника”, и двете във Физически факултет на Софийския университет. От 2017г. е редовен докторант. Общият брой на научните ѝ публикации в списания с импакт фактор и импакт ранг е 16, които са цитирани общо 108 пъти в 77 документа. Работата ѝ като докторантка бе в областта на сингулярната и фемтосекундна фотоника. Дисертацията на госпожа Жекова е изградена на основата на 6 публикации, 4 от тях – в списания с импакт-фактор. В една от тях е първи автор. Други два ръкописа на статии, след разкриването на настоящата процедура, бяха изпратени в списания New Journal of Physics (IOP, Англия) и Physical Review Research (APS, САЩ). До момента публикациите ѝ по темата на дисертацията са цитирани независимо най-малко 5 пъти. През 2019 година госпожа Жекова е участвала в Националната научна програма „Млади учени и постдокторанти“ като млад учен с проект по темата на настоящата дисертация. По времето на докторантурата си е участвала в колективите на четири научни проекта, три от тях - финансирани от Фонд „Научни изследвания на СУ“ и един, финансиран от Фонд "Научни изследвания" – МОН. Процедурата за публична защита на дисертационния труд за придобиване на ОНС „доктор“ е разкрита с решение на Факултетния съвет на Физически факултет на 17.12.2019г. (протокол № 10). Няма допуснати нарушения на нормативните документи. Всички процедурни срокове са спазени.

Темата на дисертацията отразява коректно нейното съдържание. В структурно отношение трудът се състои от увод, литературен обзор (структуриран в 8 раздела),

резултати (структурирани в 7 раздела), обобщение на проведените изследвания, резултати и списъци на собствените публикации и на цитираната литература.

Глава II представлява литературен обзор. Описани са характеристиките на познатите в оптиката сингулярни снопове - едномерни и квази-двумерни фазови дислокации, смесени фазови дислокации от тип "ръб-спирала" и от тип "стъпало-спирала" (по същество – оптични вихрови диполи с дробни топологични заряди). Особено внимание е отделено на единствената известна истински двумерна фазова дислокация – тази на оптичните вихри, както и на по-широко разпространените методи за генерирането на тези двумерни тъмни снопове. Доколкото представените в Раздел 5 трансляционно и ротационно-стабилни матрици от оптични вихри са основа за част от собствените резултати на докторантката, в Раздел 4 са представени потвърдителни собствени данни за поведението на двойка оптични вихри, формирани върху общ фонен сноп, в зависимост от топологичните им заряди. В Раздел 6 са представени методите за генериране и свойствата на Беселовите снопове. Именно тяхното генериране по алтернативен метод с безпрецедентна метрова дължина на стабилно разпространение е вторият основен акцент в тази дисертация. Трудът е подходящо илюстриран със 75 фигури. Голяма част от тях, съответствайки на цитираните в литературата, не са взети от там, а са регистрирани лично от докторантката с използване на течнокристални фазови модулатори. Тези съвременни устройства са необходимото, но не и достатъчно условие, тя да постигне целите си в конкретните изследвания. Държа да отбележа, че докторантката притежава изключителни умения за работа с компютърен хардуер и софтуер, а също и с хардуер в областта на електрониката. Съчетани със задълбочените ѝ познания в оптиката и лазерната физика, те доведоха до резултатите, отразени в този дисертационен труд.

Като първи основен резултат, обобщено, бих искал да отбележа успешното експериментално генериране на стабилни подредени структури (квадратна, хексагонална) от стотици оптични вихри, поместени върху общ фонен сноп. Тяхната Фурие-трансформация (с тънка леща) във фокалната равнина (т.е. в изкуствената далечна зона) води до структура от 4 светли пика, подредени във върховете на квадрат, и, съответно, до 3 светли пика, подредени във върховете на равноностранен триъгълник. Същественото в получените резултати е, че  
/а/ структурата от пикове се формира във фокалната равнина, т.е. там, където интензитетът на светлината е максимален;

/б/ структурите могат да бъдат конволюирани помежду си, създавайки едромасщабна квадратна структура от един тип с поместени в нея дребномасщабни структури от същия или от друг тип;

/в/ структурите подлежат на контрол чрез промяна на периодите на матриците от оптични вихри върху ползваните модулатори;

/в/ всеки светъл пик може да бъде допълнително и фино структуриран с едномерна, квази-двумерна и истинска двумерна фазова дислокация (оптичен вихър).

Получените експериментални данни са в много добро съгласие с получените числени резултати.

Като втори основен резултат, отново обобщено, искам да отбележа експерименталното доказване и последващото аналитично обосноваване на работоспособността на нов метод за генериране на Гаус-Беселови снопове с разходимости под 50 микрорадиана. За целта, необходимият широк светъл пръстеновиден сноп с тясна ширина на дъгата се генерира като следствие на модулационна нестабилност за оптични вихри с високи топологични заряди (напр. 20-50). Необходимият фазов профил (плосък – за Гаус-Беселов сноп от нулев порядък; с еднократен топологичен заряд – за такъв сноп от първи порядък) преди фокусирането с тънката леща, се постига с подходящо програмиране на два пространствени фазови модулатора. Първият от тях генерира, а вторият – изтрива нужното количество оптични вихри. Методът може да бъде реализиран и само с един фазов модулатор, като поотделно и независимо нужните фазови разпределения се програмират на двете му половини. В този смисъл методът, чиято работоспособност е доказана в дисертацията, е достъпен в много изследователски лаборатории.

Дисертацията е написана внимателно и е подходящо илюстрирана. Ползвана е подходящата терминология и трудът се чете относително лесно. Методите на експериментално изследване, ползвани от докторантката, съответстват на съвременните стандарти в сингулярната оптика. Математичният модел за генериране на Гаус-Беселови снопове, макар не особено сложен, е достатъчно прецизен. Чуждите резултати са цитирани коректно. Авторефератът адекватно отразява съдържанието на дисертационния труд. Четири от публикуваните статии на докторантката са в списания с импакт-фактор от групата Q1. Както споменах, в една от тях тя е първи автор. В този смисъл, количествените и качествените препоръчителни изисквания за присъждане на ОНС „доктор” във Физически факултет са изпълнени.

В заключение, моето становище е следното. **Убедено препоръчвам на членовете на научното жури да присъди на госпожа Мая Иванова Жекова научната и образователна степен „доктор“** по професионално направление 4.1. Физически науки (Физика на вълновите процеси, вкл. нелинейни трептения и вълни - нелинейна оптика и квантова електроника).

София, 14.03.2020г.

Написал становището:

/ проф. Александър Драйшу /