

СТАНОВИЩЕ

относно дисертационния труд на **Веселин Станимиров Александров**

на тема:

„Техники за синхронизация на модовете на лазери, излъчващи в
спектралната област от 1 μm до 2 μm ”

за придобиване на образователна и научна степен „доктор”

по професионалното направление: 4.1 Физически науки, специалност: Физика на
вълновите процеси (вкл. квантова електроника и нелинейна оптика)

Автор на становището доц. д-р Иван Христов Бъчваров, Физически факултет, Софийски
Университет „Св. Климент Охридски” - научен ръководител на докторанта

Образование, професионална активност и награди- кратки биографични данни

Веселин Александров придобива бакалавърска степен по инженерна физика през 2010 г. във Физически Факултет (ФзФ) на Софийски Университет „Св. Климент Охридски”. През всяка година от следването си е носител на стипендия на Фондация Еврика. През 2012 г. той придобива магистърска степен по квантова електроника и лазерна техника във ФзФ на СУ „Св. Климент Охридски” с отличен успех, както от курса на обучение така и от защитата на дипломна работа. От юли 2012 г. е зачислен като редовен докторант по професионалното направление: 4.1 Физически науки, специалност: Физика на вълновите процеси (вкл. квантова електроника и нелинейна оптика) в катедра „Квантова електроника” във ФзФ на СУ. В периода на редовната докторантура той участва активно в 5 научно-изследователски проекти на групата по твърдотелни лазери и нелинейна оптика към ФзФ на СУ.

Още като докторант активно участва в организации в обществена полза с професионална насоченост като Оптичното общество на Америка OSA (Founded in 1916, The Optical Society (OSA) is the world leading professional association in optics and photonics). Включва се активно в дейността на студентския клон на Оптичното общество на Америка към СУ „Св. Климент Охридски” за периода 2014-2016, като вице-президент. Изнася множество лекции пред ученици и студенти, които имат специален интерес към лазерната физика и фотонните технологии. От 2015 до 2016 г. Веселин Александров работи като учител по физика и астрономия към Национална природо-математическа гимназия „Акад. Л. Чакалов”, град София.

Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение.

От началото на 90-те години на 20-ти век лазерите, генериращи свръхкъси светлинни импулси (с продължителност от порядъка на пикосекунди и фемтосекунди), стимулират множество постижения в науката и технологиите. Паралелно се развиват както разработването на източници на лазерно лъчение с определени параметри, така и специфични нови приложения. Традиционно използваните източници на пикосекундни и фемтосекундни импулси са твърдотелните лазери, работещи в режим на пасивна синхронизация на модовете. Техниките за получаване на този режим са добре усвоени за лазери, излъчващи в спектралната област от 0.8 μm до 1.1 μm . Най-популярните техники са полупроводникови насищаеми погълтители (SESAM) и формиране на Керова леща. SESAM, работещи в спектралната област $\lambda_{\text{em}} > 1.1 \mu\text{m}$, обаче, притежават високи ненасищаеми загуби, което възпрепятства получаването на стабилен режим на синхронизация на модовете. Техниката, използваща формиране на нелинейна Керова леща, е базирана на нелинейност от трети порядък $\chi^{(3)}$ и се прилага успешно за твърдотелни лазери с широк и гладък спектър на усилване (като

Ti:Al₂O₃). Тя обаче не е ефективна за лазери с тесен или дискретен спектър на усилване, какъвто притежават голяма част от средите, дотирани с Nd³⁺, Tm³⁺ и Ho³⁺.

С цел преодоляване на тези недостатъци се развиват нови методи за получаване на режим на синхронизация на модовете. През последните години се разработват усилено нови насищаеми поглътители с ниски ненасищаеми загуби, базирани на GaSb (GaSb SESAM), въглеродни нанотръбички и графен. В резултат тези разработки за пръв път режим на пасивна синхронизация на модовете на твърдотелен лазер, излъчващ около 2 μm, е демонстриран през 2009 година. Друга сравнително нова техника, която се основава на нелинеен процес от втори порядък, е формиране на χ⁽²⁾-леща. Тази техника за разлика от използване на Керовска леща е ефективна и за лазери с тесен спектър на усилване. Освен това поради наличие на нелинейни среди в широк спектрален диапазон тя е приложима и за лазерите, излъчващи над 1 микрон. Но метода, основан на формиране на χ⁽²⁾-леща в резонатора, няма разработен модел, описващ фундаменталните явления и процеси, водещи до формиране на лъчението в резонатора. Затова изследването на тези процеси за лазери с χ⁽²⁾-леща е предпоставка за множество приложения за генерация на къси импулси с определени параметри в широк спектрален обхват при различни нива на възбуждане.

Степен на познаване състоянието на проблема. От съдържанието на общата глава, представената библиографска справка и активната ми работа с г-н Веселин Александров, убедено считам, че той се е запознал достатъчно пълно със състоянието на проблемите, по които работи. Освен това, той многократно е докладвал текущото състояние на изследванията на международните конференции (Advanced Solid-State Lasers (ASSL), CLEO и други, описани по долу в това становище)

Приноси на дисертационния труд.

Разработен е адекватен модел на лазер, работещ в режим на синхронизация на модовете, използваща формиране на χ⁽²⁾-леща. Отчетени са двете явления, водещи до генерация на къси импулси: 1. Отрицателна фазова самомодуляция в нелинейния кристал при разстройва от фазовия синхронизъм, водеща до солитоново подобно формиране на импулсите; 2. Пространствения ефект при формиране на нелинейна леща от втори порядък в резонатора, който „модулира“ загубите на резонатора във времето.

Проектирани, конструирани и анализирани са пикосекундни лазерни генератори в режим на синхронизация на модовете чрез формиране на χ⁽²⁾-леща, излъчващи около 1 μm. Получени са рекордни стойности на параметрите на лазерното лъчение (средна мощност, енергия в импулса и минимална продължителност на получения импулс) за режим на синхронизация на модовете, използващ метода на формиране на χ⁽²⁾-леща. За пръв път е демонстрирана тази техника за твърдотелен лазер, използващ нехомогенно уширена спектрална линия на усилване на активната среда. Лазерът е базиран на средата Nd:LuYAG, която притежава неподредена кристалографска структура в резултат от случайното разпределение на Lu и Y атоми. Получената продължителност на импулсите (t_p=2.4 ps) е минималната, получавана с тази активна среда

Направен е сравнителен анализ на възможностите на полупроводниковата структура GaSb и въглеродни нанотръбички като насищаеми поглътители за получаване на стабилен режим на синхронизация на модовете в спектралната област λ_{em}≈2 μm. За пръв път е демонстриран режим на синхронизация на модовете на Tm, Ho:KLu(WO₄)₂ лазер, както и режим на синхронизация на модовете на Tm, Ho-базиран лазер, като се използва насищаем поглътител от въглеродни нанотръбички.

Публикации и участие в научноизследователски проекти. Резултатите, изложени в дисертацията, са публикувани в 2 статии в реномирани международни списания списания с импакт фактор (ИФ) и в 11 доклада на международни конференции. Двете статии в пълен размер са в Optics Express (с ИФ за 2015 г. - 3.148) (<http://dx.doi.org/10.1364/OE.22.026872>,

<http://dx.doi.org/10.1364/OE.23.004614>). Девет от докладите са представени на най-престижните международни научни конференции за изследователската област (CLEO USA, CLEO Europe, Advanced Solid-State Lasers (ASSL) и Europhoton). Докладите са публикувани в OSA Publishing's Digital Library (the largest peer-reviewed collection of optics and photonics research) и IEEE Xplore Digital Library. Те се индексират от базите данни за научни изследвания Web of Science и Scopus.

Допълнително Веселин Александров има 2 доклада в национални научни прояви (Втори национален конгрес по физически науки и Национална студентска конференция по физика).

Забелязани са 11 независими цитирания на представените научни публикации по дисертацията. Г-н Веселин Александров е участвал активно в изпълнението на 5 научно-изследователски проекта, два от които са за обмен на изследователи с Германия и Румъния. Представените данни за изследователската активност на докторанта напълно удовлетворяват и надвишават количествено препоръчителните изисквания, приети от Физически факултет на СУ за придобиване на образователна и научна степен „доктор” (http://insite.phys.uni-sofia.bg/science/dokumenti/FzF_kriterii_AI.pdf). Съгласно формалните изисквания, описани в Член 3 алинея 1, “Кандидатът трябва да има поне три публикации, от които най-малко две статии в реномирани издания, в поне една от които кандидатът трябва да има водещ принос.” Отчитане на общия брой публикации по тези изисквания съгласно Приложение А ал.1 и ал. 2 е 8.3 (2+0.7x9).

Личен принос. Всички експериментални резултати, представени в дисертацията, са получени от автора и с участието на автора. Всички публикации, представени в дисертацията, са резултат от колективен труд, в основната част от тях дисертантът е първи автор. Въпреки че решените задачи изискват теоретични анализи и провеждане на трудоемки експериментални изследвания, докторантът успява да ги извърши и да публикува част от резултатите от тях в рамките на предвидените три години на редовната докторантура (2012-2015 г.). Насищаемият поглъtitел, базиран на въглеродни нанотръбички, е изработен и предоставен от групата на проф. F. Rotermund (Университет Аджоу, Суон, Южна Корея). Насищаемият поглъtitел GaSb SESAM е израстнат и осигурен от групата на проф. M. Guina (Технически университет, Тампере, Финландия).

Заклучение. Основавайки се на изложеното по-горе, убедено предлагам положителна оценка на дисертационния труд на г-н Веселин Станимиров Александров за получаване на образователната и научна степен доктор по професионалното направление: 4.1 Физически науки, специалност: Физика на вълновите процеси (вкл. квантова електроника и нелинейна оптика). Препоръчвам на уважаемото Научно жури да присъди на Веселин Станимиров Александров образователната и научна степен „доктор” по професионалното направление: 4.1 Физически науки, специалност: Физика на вълновите процеси (вкл. квантова електроника и нелинейна оптика).

София, 19.10.2016 г.

Автор на становището:

/ доц. д-р Иван Х. Бъчваров /