

СТАНОВИЩЕ

относно дисертационния труд на **Александър Георгиев Гайдарджиев**
на тема „Генериране и усилване на фемтосекунден оптичен континуум при параметрични процеси от втори порядък”

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

Кратки биографични данни- образование и професионална активност. Г-н Александър Георгиев Гайдарджиев придобива бакалавърска степен по физика през 2005 г. във Физически Факултет (ФзФ) на Софийски Университет „Св. Климент Охридски” като първенец на випуск 2005 на Физически факултет. През 2006 г. той придобива магистърска степен по физика на плазмата във ФзФ на СУ „Св. Климент Охридски” с отличен успех, както от курса на обучение така и от защитата на дипломна работа. През 2007, 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. Научен ръководител на докторанта е доц. д-р Иван Бъчваров.

Г-н Гайдарджиев е носител на множество отличия по време на обучението си за придобиване на различните степени на академичното образование (в това число именната стипендия на Фондация Еврика „Акад. Георги Наджаков” за 2006 г., награда от ректора на Софийски университет 2005 г., носител на награда от Фондация за подпомагане на българското висше образование (ФПБВО) и проф. д-р х.к. Бернд-Артин Веселс през 2003 г. и др.). Като докторант г-н Гайдарджиев получава стипендия на международния център по теоретична физика (ICTP), Триест, Италия по програма за подпомагане на обучението на докторанти. Освен това, той участва активно в множество научноизследователски проекти в групата по твърдотелни лазерни източници и нелинейна оптика към физически факултет на СУ.

От 2003, като студент бакалавър членува към студентския клон на Оптичното общество на Америка, на което за периода 2008-2011 е избран за президент. Като докторант е участвал пряко е подготовката на дипломните работи на 3 студенти.

Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Кохерентно широкоспектърно излъчване и усилване в близката инфрачервена област в комбинация с фемтосекундна продължителност на импулсите е обект на интерес за лазерната физика поради множество актуални приложения в различни области на науката, като например: широколентова спектроскопия с фемтосекундна-времева разделителна способност, генерирането на високи хармонични и на честотен „гребен”, получаване на свърх-къси пренастройваеми по спектър импулси и др. Добре изследваната до сега генерация на оптичен-континуум базиран на нелинейни процеси от по-висок трети порядък се прилага успешно за генерация на кохерентно лъчение в различни спектрални диапазони, но неговото използване без допълнително усилване е ограничено поради нищожната му енергия. Въпреки, че някои съвременни лазерни среди базирани на Cr^{2+} и Fe^{2+} йони притежават възможности за кохерентно усилване в сравнително широк спектрален диапазон между 2-3 μm и 4-5 μm , те все още са в процес на разработка. Със създаването на мощни източници излъчващи на определена дължина на вълната нелинейните методи за оптично параметрично преобразуване на лазерното лъчение в среди с нелинейност от втори порядък предлагат високо ефективен

метод за генериране на широкоспектърно кохерентно излъчване и разширяване на спектралното покритие на съществуващите лазерни системи. Оптичните параметрични преобразователи нямат принципно ограничение за спектралната област на излъчване и пренастройка на генерираното лъчение, присъщо на лазерите на квантови преходи. Освен това в някои специални случаи могат да реализират много по-широка лента на усилване отколкото всички известни лазерни материали и имат потенциал за реализиране на ефективни схеми на генерация и усилване на оптичен континуум. Основното научно предизвикателство в случая е създаване на условия за широколентово (>100 THz) оптично параметрично усилване. От друга страна провеждане и експериментално изследване на явленията и възможността за бъдещото им практическо използване изисква намиране и използване на подходящи нелинейните оптични материали съчетаващи висока нелинейност и праг на разрушение, позволяващи напompване със съществуващите мощни фемтосекундни източници. В допълнение използването на нелинейни процеси от по-нисък порядък за генерация и усилване на оптичен континуум създава допълнителни възможности за ефективно управление на неговите свойства.

Изобретяването на Титан-сапфир фемтосекундни усилватели работещи около 800 nm с килохерцова честота на повторение и нелинейните материали от семейство на боратите (например BaB_2O_4 (BBO) и LiB_3O_5 (LBO)), съчетаващи висока нелинейност и праг на разрушение, прозрачност в ултравиолетовата спектрална област и ниско двуфотонно поглъщане, позволи разработването (в последното десетилетие) на няколко параметрични схеми за ефективното генериране на пренастройваеми фемтосекундни импулси във видимата и близката инфрачервена област. Осъществяване на широколентово усилване се реализира основно при неколинерано взаимодействие в нелинейната среда, което носи ограничението на геометричното припокриване на сноповете. Реализацията на широколентово параметрично усилване при колinearно взаимодействие се основа на различна физическа идея и изисква подходяща нелинейна среда за конкретна дължина на напompването.

Публикации и участие в научноизследователски проекти. Резултатите от работата по дисертацията са публикувани в четири статии в списания с импакт фактор: две публикации в *Optics Letters* (импакт фактор (ИФ) за 2010 година 3.316), една публикация с водещ автор Александър Гайдаржиев в *Optics Express* (ИФ за 2010 година 3.749), една публикация в *Laser and Photonics Reviews* (ИФ за 2010 година 9.297), два доклада публикувани в пълен текст в издания на SPIE от международни конференции и два устни доклада на международни научни конференции. Обзорната статия озаглавена „Femtosecond nonlinear frequency conversion based on BiB_3O_6 ” в списанието *Laser and Photonics Reviews*, която в голямата си част съдържа резултати получени от дисертанта по време на работата по настоящата дисертация, заедно с резултатите на други водещи изследователи в тази област е избрана за публикуване в специалния юбилеен брой по случай 50 години от изобретяването на лазера, и е поместена в рубриката „Избрано от редактора” („Editor’s choice”). Представен е списък с 31 независими цитирания на представените научни публикации по дисертацията. Г-н Александър Георгиев Гайдаржиев е автор на 17 научни публикации извън темата на дисертацията. От тях 3 в списания с импакт фактор, 2 публикувани в издания на SPIE доклада в пълен текст, 1 доклад в пълен текст в годишника на СУ Климент Охридски, 10 резюмета на международни конференции и 1 доклад на факултетна научна изява. Участвал е в изпълнението на два завършени научно-изследователски проекта и участва в научните изследвания на 3 текущи проекта. По време на дисертацията има одобрен собствен малък проект за краткосрочно провеждане на работа по дисертацията си в лазерна лаборатория към синхротрон ЕЛЕТРА в Триест, Италия.

Степен на познаване състоянието на проблема. От съдържанието на общата глава, приложението и представената библиографска справка и активната ми работа с г-н Гайдарджиев, убедено считам, че той се е запознал достатъчно пълно със съществуващата литература в разглежданата област.

Приноси на дисертационния труд. Основните резултати получени в рамките на работата по дисертацията са както следва: Разработена е подробно идеята за генерация на оптичен континуум при нелинейн процес от втори порядък при колинеарно взаимодействие на сноповете. Получени са ширината на лентата за параметрично взаимодействие, при условие за нулиране на дисперсията на груповите скорости на сигналната и допълнителната вълна в точката на израждане. Получени са аналитични изрази описващи ширината на лентата на усилване в този случай. Направен е анализ за възможността за нулиране на дисперсията на груповата скорост на сигналната и допълнителната вълни в точката на израждане за известните $\chi(2)$ -нелинейни материали. Намерени са подходящите дължини на вълни на напмпване за осъществяване на такъв процес за всеки от разглежданите нелинейни материали; За първи път е генериран оптичен континуум с помощта на процес от втори порядък във фемтосекундната времева скала. Получена е спектрална ширина на континуума от 115 THz в близката инфрачервена област (1.2-2.4 μm) и енергия надвишаваща с 4 порядъка типичните стойности за континуум базиран на нелинейност от трети порядък; Реализирано е свръхшироколентово усилване на оптичен континуум до енергитични нива ~ 0.2 mJ.

Личен принос. Резултатите представени в настоящия дисертационен труд са получени във Физически факултет при Софийски университет „Св. Климент Охридски” (София, България) и в Макс-Борн института по нелинейна оптика и спектроскопия със свръхкъси импулси (Берлин, Германия). Автора активно е участвал в теоретичните изчисления за реализиране на идеята за генерация на континуум при колинеарен оптичен параметричен процес от втори порядък, чрез нулиране на дисперсията на груповите скорости на сигналната и допълнителната вълни в точката на израждане. Авторът е извършвал експериментите и участвал при анализа резултатите в схемата за параметрично свръх-широколентово усилване на оптичен континуум в близката инфрачервена област с кристал от бисмутов триборат напмпван с 800 nm (публикации 1 и 6 в списъка по т. IX от дисертационния труд). Авторът е иницирал работата и извършил експериментите по параметрична генерация на свръхшироколентово излъчване при процеси от втори порядък в бисмутов триборат (публикации 2 и 6 в списъка по т. IX от дисертационния труд). Авторът е участвал при характеризирането на импулсите на сигналната и допълнителната вълни на двустъпален параметричен генератор – усилвател в инфрачервената област и е иницирал експеримента с двустъпално усилване на оптична параметрична генерация без входен континуум (публикация 3 в списъка по т. IX от дисертационния труд). Във всички експерименти включени в дисертанта е проявил способността за самостоятелно провеждане на съвременно научно изследване.

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

София, 26.04.2012 г.

Автор на становището:

/ доц. д-р Иван Х. Бъчваров /