

Р е ц е н з и я

по конкурс за доцент по професионално направление
4.1 Физически науки (Обща физика)
от доц. д-р Николай Иванов Минковски
ръководител катедра „Математика и физика“ при Лесотехнически университет

По обявения в ДВ бр.44/29.05.2018 г. конкурс за доцент по професионално направление 4.1 Физически науки (Обща физика) за нуждите на СУ „Св. Кл Охридски“ има само един кандидат – гл.ас. д-р Христо Любомиров Илиев.

Биографични данни за кандидата.

Гл. ас. д-р Христо Любомиров Илиев е роден на 19 септември 1983 г. в гр. Враца. През 2006 г. се дипломира като бакалавър по инженерна физика във Физическия факултет на Софийския Университет "Св. Климент Охридски". През 2008 година защитава магистърска дипломна работа по Квантова електроника и Лазерна техника на тема “Пасивна синхронизация на модовете в диодно наpomпван Nd:GdVO лазер”.

През 2012 г. получава докторска степен по физика след успешно защитена дисертация на тема “Диодно наpomпвани лазери със синхронизация на модовете излъчващи в спектралния диапазон между 1 и 2 μm ”. За нея той е носител на наградата на Физическият факултет към Софийският университет „Най-добра дисертация на годината“ за 2012 г. Също така той е и носител на стипендията за докторанти на Karoll JSC.

През 2014 година е назначен за асистент, а през 2015 за гл. асистент към катедра Обща физика на Физическия факултет на СУ, където работи и досега.

Гл. ас. Христо Илиев има значителен опит като изследовател и в чужбина, бил е 3 пъти в Макс Борн Институт в Берлин, по един път в Националния институт по лазери и плазма в Букурещ и в Института CNR-ISAC, Болоня, Италия.

Последните години гл. ас. Христо Илиев е бил част от колективите на 6 научни проекта, финансирани от ФНИ и СУ, повечето с международно участие. На единия проект той е ръководител - Разработване и внедряване на мощна пренастройваема лазерна система в инфрачервената област. Разработваната в проекта система е защитена с действащ полезен модел в патентното ведомство.

За нивото му на учен и преподавател с висока компетентност може да служи и фактът, че вече е рецензирал статии за такива престижни списания като Applied Physics B и Optics Express.

1. Общо описание на представените научни трудове.

От приложените към конкурса документи следва, че д-р Илиев е съавтор в 43 статии и доклади, представени на научни конференции. От тях 4 публикации са в списания с импакт фактор, една в Optics Letters (3.4), една в Applied Physics B: Lasers and optics (1.8) и две в Optics Express (3.3). Други две статии са публикувани съответно в реферирано списание с импакт - Journal of Chemical Technology and Metallurgy и в годишника на Софийския университет. Останалите публикации са в материали от научни конференции. Това са едни от най-престижните конференции в областта на лазерите и нелинейната оптика и като такива може да посочим Photonics WEST, CLEO/QELS, ASSP/LACSEA, CLEO Europe-EQEC, FiO/LS, EPS-QEOD, IEEE Int. Conference Shanghai,

ICTON, 2015, Budapest. От тези 43 публикации смятам, че две трябва да се изключат, понеже те са изнесени като доклади на Втория национален конгрес по физически науки в България, а там не се издават като печатно издание и една публикация е фактически описанието на разработена в научен проект система, защитена с действащ полезен модел в патентното ведомство. Така окончателно приемам 40 публикации на гл.ас. Илиев.

За отбелязване е, че едната от публикациите в списанието Optics Letters е била избрана за водеща в областта на свръхбързите процеси и повторно публикувана в онлайн изданието Virtual Journal in Science and Technologies в раздела „Ultrafast Science”, което е голямо признание за нейната научна стойност.

От направената от мен справка в Scopus виждам, че публикациите на кандидата са цитирани 55 пъти (без самоцитати), като 50 от тях са в списания с импакт фактор. Аз също направих справка и в Scholar Google, където намерих и цитирания в 5 дисертации на докторанти защитили в чужди университети, а така също и в една монография, което говори, че работите в които кандидатът е съавтор са много добре известни и приети в световната научна общност. Кандидатът привежда 47 независими цитата, смятам, че разликата е несъществена. **h-факторът на д-р Христо Илиев към момента е 4.** В конкурса за доцент той участва с 24 работи, 3 от които в списания с импакт фактор, една в списание с импакт ранг, две публикации в пълен текст от конференции в SPIE, 15 в издания на OSA Technical Digest. Тук е включена и публикация в патентното ведомство, с която е защитет действащ полезен модел.

Най-общо, може да се каже, че трудовете на кандидата са в областта на експерименталната лазерна физика, по-конкретно, в създаване и изследване на нови лазерни източници, генериращи мощни, къси и свръхкъси лазерни импулси, изследване на нови потенциални лазерни среди, а също така и приложението им в различни области, например контрол на околната среда. Приносите на д-р Илиев са основно в областта на експерименталната физика и създаване на нови, полезни, на световно ниво лазерни устройства и системи.

2. Характеристика на научната и научно-приложната дейност на кандидата.

Научните приноси на кандидата гл. ас. Христо Илиев са в областта лазерната физика. Основно те са концентрирани в намиране и използване на нови методи за получаване на мощни, къси лазерни импулси, генериращи в областта 1 – 2 микрометра и тяхното усилване и използване за параметрично преобразуване в близката и средната инфрачервена области и тяхното потенциално приложение.

Ще се спра на някои конкретни работи и постижения на кандидата.

Разработена е **нова техника за модова синхронизация** на лазерни среди с относително тесен спектър на усилване и висока средна изходна мощност (в работа [1]). Тази техника се базира на използване на нелинеен кристал в каскаден $\chi^{(2)}$ -процес, където кристалът играе роля на динамична нелинейна разсейвателна леща. Като такъв е използван периодично поляризиран стехиометричен литиев танталат дотиран с магнезий (MgSLT), приложен е за Nd^{+3} дотирани лазерни среди излъчващи в спектралният диапазон около 1064 nm. Изследван е и относителният принос на различните конкуриращи се процеси при формирането и скъсяването на лазерния импулс. Тази работа и идея намира естествено продължение при усвояване на спектралният диапазон около 1340 nm, където е втората по интензитет линия на усилване на Nd^{+3} дотирани лазерни среди (в работа [2]). Получени са рекордно къси по продължителност лазерни импулси с голяма мощност.

Работа [8] е продължение на работа [2], в която е използван наpomпващ източник, лазерен диод, излъчващ в диапазона около 880 nm, възбуждащ активните частици директно в горното лазерно състояние. Този подход е позволил намаляване на квантовият дефект с 14%, което осигурява увеличаване на ефективността и намаляване на топлинните загуби, като същевременно запазва добро възбуждане и като следствие по-ефективна работа на системата в сравнение с конвенционалното наpomпване с 808 nm.

Това предполагам е в основата на прилагането на тази идея, **възбуждане директно в горно лазерно състояние** с 880 nm, при лазерни среди, генерища на основната линия - 1064 nm. Постиженията, докладвани в работа [9] и в работа [22] са много добри, висока мощност и рекордно къси импулси. Изследвани са различни ванадатни кристали като итриев Nd:YVO₄, гадолиниев Nd:GdVO₄, лютециев Nd:LuVO₄. С последния от тях са постигнати и рекордни параметри.

Пионерска работа е и [3], където за пръв път е получена **модова синхронизация с насищаем абсорбер на основата на въглеродни нанотръбички (SWCNT)** в Nd³⁺ дотиран лазерен кристал (YVO₄) генериращ на дължина на вълната 1,342 μm . Въпреки, че резултатът не е впечатляващ – продължителност 16 ps и 0,8 W изходна мощност, това е демонстрация на една нова техника за модова синхронизация, която има потенциал за приложение и за други лазерни дължини. Като пример тя е приложена след това и за синхронизация на лазер с активни среди Tm-KLuW и Tm-LiLuF и генерация на 1,944 и 1,942 μm съответно. Той е наpomпван с титан-сапфир лазер и са постигнати импулси с продължителности 16 и 12 ps, но идеята е същата.

Друг цикъл работи е посветен на получаване на режим на **синхронизация на модовете в среди с широк спектър на усилване**. Такива са така известните неподредени кристали като например Nd:ScYSiO₅ в работа [10] и работа [14] и там за пръв път е демонстрирана модова синхронизация и получаване на пикосекундни импулси (3,6 ps). Техниката за синхронизация също е новаторска, с използване на нелинейно огледало с полупроводников насищаем абсорбер тип SESAM. Подобна по характер е и работа [19], където отново обект за изследване е лазер с подобна среда, а именно Nd:LuYAG. Отново успешно е получен режим на синхронизация на модовете и генерация на къси импулси (2,4 ps) с помощта на техниката докладвана в работа [1], което също се докладва за първи път.

Не бива да подминаваме и постиженията в работа [21], където отново с приложение на гореспоменатата техника с каскаден $\chi(2)$ -процес е постигнат стабилен режим на модова синхронизация на една от хитовите в последно време лазерни среди, а именно **Yb:YAG**. Това също е направено за пръв път и са постигнати режими с генерация на къси пикосекундни импулси (**1,4 ps**). Предложен е и модел за описание на процесите на модулация на загубите посредством припокриването на резонаторният мод и шийката на снопа на възбуждането.

Част от статиите на гл. ас. Христо Илиев са посветени и на друг важен проблем, а именно **усилването на късите лазерни импулси**. В работите [11, 12 и 13] е описано създаването и изследването на такава система, която усилва само една част от високочестотната пикосекундна последователност. Използван е генератор в режим на синхронизация на модовете и след това двупроходен предусилвател и двустепенен мощен усилвател. Такава система дава на изхода си усилени мощни пачки от пикосекундни импулси с честота 500 Hz, а продължителността им може да се регулира в широк диапазон, от 10 до 100 μs . Така е създадена една гъвкава лазерна система с големи

възможности за приложение – често лазерните технологии за различните обработвани материали налагат бърза промяна на лазерните параметри, а с тази система това няма да е проблем. Смятам, че с характеристиките си, качеството на лазерния сноп, енергията в пикосекунден импулс и енергията в пачка импулси, такава система може да намери много широко приложение.

В някои лазерни технологии е необходимо **създаване на малки, компактни лазерни генератори**, с мощни импулси на изхода и качествено лъчение по отношение на модов състав и разходимост. На тази тема са посветени работите [17 и 20]. В тях е демонстриран генератор с активна електрооптична модулация на доброкачествеността и отрицателна обратна връзка. Получени са импулси с продължителност **1.7 ns**, енергия в импулс **1.6 mJ**, честота на повторение **1 kHz** и възможност за синхронизация с до части от наносекунда - 470 ps. Качеството на лазерния сноп е повече от добро - $M^2=1.05 \times 1.02$. Това е едно високо технологично постижение, даващо възможност за развитие, усилване, вграждане в устройства и т.н.

Естествено продължение на този генератор е **усилването на лазерните импулси** в двустепенен усилвател, резултатите от което са представени в работа [16]. При съхранена продължителност на импулса и честота на повторение са получени енергии в импулс от **52 mJ** при минимално влошаване разходимостта на изходния сноп, $M^2=2.5 \times 1.5$. Така е създаден мощен лазерен източник с широки възможности за приложение.

Очевидно техниката за синхронизация на модовете с каскаден $\chi(2)$ -процес е добре усвоена и следващите три работи [15, 18 и 23] показват нейните възможности. Първата работа е посветена на създаване на **източник с възможно най-голяма средна мощност** при модова синхронизация. Постижението е наистина забележително, мощност от 20 W, продължителност на импулсите 6 ps и честота на повторение 170 MHz. Това е и най-добро постижение докладвано досега. Във втората работа цел е било постигането на **голяма честота на повторение на импулсите**, при много къс резонатор и при запазване продължителността от 6 ps е постигната честота на повторение от 600 MHz и изходна мощност от 6 W и добро качество на лъчението. Това е и най-голямата честота на повторение постигана досега с този метод на синхронизация. В третата работа, симбиоза между предишните, е демонстрирана възможност за промяна честотата на повторение при промяна на дължината на лазерния резонатор и съхранение на продължителността на импулсите. Изследвана е работата на лазера със синхронизация на модовете и промяна на резонатора от 140 до 25 cm, което осигурява промяна на честотата от 110 до 600 MHz при минимална промяна на продължителността на генерираните къси импулси, от 4,8 до 6,1 ps и със запазване на изходната мощност около 6 W. Тази работа още един път доказва големите възможности на предложения метод за синхронизация на модовете.

Очевидно д-р Христо Илиев има опит в изследване на различни лазерни среди. Това изглежда е и причина той да е съавтор в работи [4 и 6] по изследване потенциалната възможност за използване като активни лазерни среди различни нови легирани флуоридни кристали, израстнати в Института по минералогия и кристалография при БАН. Новите кристали са от типа $Yb, Na: CaSrF_2$, т.е. легирани с итербий и те са интересни за генерация на дължина на вълната 1030-1060 nm, имат широк спектър и могат да генерират фемтосекундни импулси. Изследван е флуоресцентният спектър и са показани евентуалните диапазони на възможна лазерна генерация.

Разработката описана в работите [17 и 20] по създаването на **компактен лазер с добри параметри сигурно са причината за приложението му в LIDAR система с**

приложение изследване на атмосферата за замърсяване с малки частици. Тази работа [5] е реализирана съвместно с италиански учени от университета в Болоня и д-р Христо Илиев е неин съавтор и отговаря именно за лазерния източник, който работи в режим на Q-модулация и с възможност за генерация на основната честота с дължина на вълната 1064 nm, втора - 532 nm и трета хармонична честота - 355 nm.

Като постижение на гл. ас. Христо Илиев трябва да се отбележи и работа [24], която е регистриран в Патентно ведомство като **полезен модел «Лазерна система в средния инфрачервен спектрален диапазон за медицински цели»**. Тази система се състои от генератор и усилвател, който напompва оптичен параметричен генератор даващ пренастройваемо лазерно лъчение в диапазона от 3 до 3,6 μm с енергия 5 mJ в импулс от 1 ns и с честота на повторение от 750 Hz. Системата е с големи потенциални възможности за приложение в медицината.

В тези публикации, в 8 от тях д-р Христо Илиев е първи автор, а в останалите, доколкото знам, неговият принос е съществен. Като положителен факт трябва да се изтъкне, че всички експерименти и използвани експериментални установки са проведени или създадени в Лабораторията по нелинейна оптика и твърдотелни лазери към Физическият факултет на СУ. Изключение са само работите [4,5,6 и 24].

3. Категоризация на научните постижения на кандидата

От направения по-горе преглед на научните приноси на гл. ас. Илиев може се заключи, че те се състоят основно в обогатяване на съществуващите знания и приложение на научни постижения в практиката.

Като заключение може да се обобщи, че основният принос е в областта на експерименталната физика в създаване на нови лазерни системи с уникални свойства. Извършена е огромна по обем експериментална работа, която изисква редица специфични знания и умения като разработка, пускане в действие и оптимизация на диодно-напompвани твърдотелни лазери с висока средна и импулсна мощност на генерация, опит и познания в областта на нелинейната оптика и физиката на късите и свръхкъсите лазерни импулси, както и методите за измерване на параметрите на лазерното лъчение.

4. Учебно-преподавателска дейност на кандидата.

През 2014 година д-р Христо Илиев е избран за асистент, а през 2015 за гл. асистент към катедра „Обща физика“ на Физическия факултет на СУ, където работи и досега. Той има 7 семестъра пълно учебно натоварване. От 2014 година той извежда Практикум и семинарни занятия по „Физика“ за студенти от Биологическия и Химическия факултет. От 2015 година той чете и лекции по „Физика“ за специалностите Химия и Информатика, Химия и Английски.

Като учебно-преподавателска дейност може да се смятат и провеждането от него на извънаудиторни занимания с ученици и студенти. Например неговата възпитаничка Катарина Евгеньевна Палвловская, ученичка от 157 ГИЧЕ „Сесар Вайехо“ се класира на второ място на Петата средношколска конференция за наука и техника на езикови училища от София, 12 Май 2018, а той е неин консултант.

Той също така е бил лектор по време на лятното училище за учители, 2015, организирано от катедра „Квантова електроника“ към физическия факултет на СУ.

В представените материали той е написал, че е бил консултант на трима докторанти, които вече успешно са защитили своите дисертации, но не е представил доказателства за това.

Заклучение

С оглед на научната и преподавателска дейност, за мен няма съмнение, че гл. ас. Христо Илиев е много подходящ кандидат за академичната длъжност „доцент” във Физическия факултет на СУ «Св. Климент Охридски». Затова с убеденост препоръчвам на уважаемите членове на научното жури да гласуват положително за присъждане на академичната длъжност «доцент» на гл. ас. д-р Христо Любомиров Илиев по професионално направление 4.1 Физически науки (Обща физика).

София, 31 октомври 2018 г.

Рецензент:

/доц. д-р Николай Минковски/