

СТАНОВИЩЕ

по дисертацията на г-н **Христо Любомиров Илиев** на тема **“Диодно напompвани лазери със синхронизация на модовете, излъчващи в спектралния диапазон между 1 и 2 μm ”**, представена за присъждане на образователната и научна степен “доктор” в професионално направление 4.1. Физически науки (Физика на вълновите процеси, вкл. квантова електроника и нелинейна оптика).

Автор на становището, член на научното жури: доц. д-р Николай Минковски от Лесотехнически университет – София

1. Актуалност на дисертационния труд.

Основната цел на дисертацията е създаване и изследване на диодно напompвани твърдотелни лазерни източници със синхронизация на модовете, генериращи в диапазона 1-2 μm с висока средна мощност. Приложените техники за синхронизация на модовете са относително нови и перспективни. Някои от използваните лазерни среди са също нови. Диапазонът на генерация между 1 и 2 μm е много актуален за приложение в медицината, комуникациите, лазерните технологии. Това говори за актуалността на избраната тематика на дисертацията. Развитието на лазерната техника по тази тематика последните десет – петнадесет години бележи голям ръст, за което говори и огромният брой публикации в международните списания. Затова такава дисертация има достойно място сред тях и резултатите ще имат съществено значение за развитието на лазерната техника в тази област.

2. Структура на дисертацията

Предоставената ми дисертация е в обем от 90 страници и е структурирана в увод и 3 глави, като първите 2 глави са обзорна част, а в трета глава са представени основните резултати. Дисертацията завършва с заключение, което е и резюме на основните резултати, списък на цитираната литература (цитирани са 97 литературни източника, над половината от които са с дата след 2000-та година), публикации, включени в дисертацията и списък на забелязаните цитирания на статиите, на които се базира представената дисертация. Авторефератът правилно отразява основните резултати, описани в дисертацията, като в него основният акцент е направен именно на постиженията в дисертацията и на приноса на Христо Илиев.

3. Публикации и тяхното отражение в литературата

Резултатите в дисертацията са публикувани във водещи в света международни физически списания с висок импакт фактор: две статии в списанието Optics Express (3,587 импакт фактор), една статия в Optics Letters (3,399) и една статия в Applied Physics B (2,189). За отбелязване е че статията от списанието Optics Express е избрана от американското физическо общество и американския физичен институт за повторно публикуване във виртуалното списание Virtual Journal in science and technologies, section – Ultrafast Science. Има една публикация в Годишника на Софийския университет, Физически факултет. Също така резултати са докладвани на международни конференции и публикувани в пълен текст в Proceedings of SPIE – 3 доклада. Докладвани са и на още 16 международни научни конференции, симпозиуми и школи. Досега има 8 независими цитирания в престижни международни физически списания.

4. Резултати и оценка на приносите в дисертацията

Основните резултати от дисертацията са представени в трета глава. В първа глави дисертантът е дал кратко систематизирано описание на диодно напompваните твърдотелни лазери с висока средна мощност, като е отбелязал проблемите при избор на лазерна среда и методите на напompването ѝ. Във втора глава той е направил обзор на методите за синхронизация на модовете с цел получаване на пределно къси лазерни импулси, като акцентът тук е на методите развити последните години, а именно чрез нелинейна $\chi^{(3)}$ Кер леща (KLM), сумиране на импулси (Additive Pulse Mode-locking - APM), чрез насищаем абсорбер на основата на въглеродни нанотръбички (Singly Walled Carbon Nanotubes - SWCNT) и чрез вътрешно – резонаторна генерация на втора хармонична честота като нелинейно огледало. Тук акцентът, а и по-нататък в дисертацията, е поставен на един нов

метод на използване на нелинейния кристал в каскаден $\chi^{(2)}$ -процес, където кристалът играе роля на динамична нелинейна разсейвателна леща. Дисертацията би спечелила, ако дисертантът тук беше дал и кратка теория на последния метод. Трябва да отбележим, че тези две глави от дисертацията оставят в мен убеждението, че дисертантът добре познава състоянието на изследванията в тази област на лазерната физика.

Основните резултати са представени в трета глава. Като главни постижения аз бих отбелязал на първо място разработената нова техника за синхронизация на модовете на базата на $\chi^{(2)}$ -леща в нелинеен кристал. Тя е приложена за различни лазерни среди, Nd-YVO₄, Nd-GdVO₄, Nd-LuVO₄, генериращи на дължини на вълната 1,064 и 1,342 μm , а като нелинеен кристал са използвани периодично поляризиран калиев титанат (PPKTP), периодично поляризиран стехиометричен литиев танталат с магнезий (MgSLT), литиев триборат (LBO) и бисмутов триборат (BIBO). Като напомпване са използвани лазерни диоди с дължина на вълната 808 и 880 nm. Това многообразие е дало възможност да бъдат достигнати някои рекордни резултати по къса продължителност на импулса за тесноивична среда легирана с Nd³⁺ - 1,6 ps за дължина на генерация 1,065 μm с Nd-LuVO₄ като генерираща среда и 3,6 ps за дължина на генерация 1,342 μm с Nd-YVO₄ като генерираща среда. Всичко това е постигнато и при високи изходни мощности – до 5 W за дължина на вълната 1,065 μm и 1,3 W за генерация на 1,342 μm .

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 – 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 за синхронизация на лазер с активни среди Tm-KLuW и Tm-LiLuF и генерация на 1,944 и 1,942 μm съответно. Той е напомпван с титан-сапфир лазер и са постигнати импулси с продължителности 16 и 12 ps.

За отбелязване е, че всички експерименти са реализирани в лаборатория на Физическия факултет на СУ с изключение на последните с тулиевия лазер, генериращ около 2 μm , които са проведени съвместно и на територията на Max Born Institute – Berlin.

Разработена е също така и лазерна система с импулсно диодно напомпване с пасивна модова синхронизация с цел повишаване на енергията в единичен импулс. Тя е с отрицателна обратна връзка за динамично управление на загубите в резонатора за реализиране на квазистационарен режим. Това е позволило получаване на къси импулси – 13 ps със значителна енергия – 150 nJ. Системата е на основата на Nd-YVO₄ и синхронизация с LBO нелинеен кристал като $\chi^{(2)}$ -леща.

Създадените лазерни системи впечатляват с характеристиките си, използвани са нови среди за генерация и методи за синхронизация на модовете. Впечатленията ми са, че дисертантът има водещо място в тяхното създаване, той е и на първо място в повечето публикации. Затова и цялостното ми впечатление от дисертацията е за една голяма по обем експериментална работа с използване на нови методи и постигане на върхови резултати.

5. Заключение

На базата на всичко казано до тук убедено мога да твърдя, че представената дисертация на Христо Илиев е на **високо съвременно научно ниво**. Тя е и с голяма практическа стойност. **Считам, че магистър-физик Христо Илиев отговаря напълно на изискванията за присъждане на образователната и научна степен „доктор” по исканата специалност и препоръчвам с убеденост присъждането му на тази научна степен.**

Изготвил становището:

София, 12.10.2012г.

/ доц. д-р Николай Минковски /