

СТАНОВИЩЕ

от члена на НЖ проф. д-р Иван Желязков,
Физически факултет, СУ “Св. Климент Охридски”

за дисертационен труд за придобиване на научната степен доктор на науките

на д-р Илийчо Петков Илиев,

доцент в Техническия университет-София, филиал Пловдив

Тема на дисертационния труд: **Методики за развитие на лазери с пари на халогенидите с подобрени изходни характеристики**

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Лазерите с метални пари заемат своеобразно важно място сред другите лазери поради широкото им приложение в технологиите, медицината, екологията и научните изследвания. Приносят на българските учени от ИФФТ на БАН са световно признати и поставената цел в дисертационния труд да се предложат съвременни методи за конструиране и оптимизиране на експлоатационните характеристики на лазерите с метални пари е безспорно актуална.

2. Познава ли кандидатът състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал? Цитираните в дисертационния труд 195 заглавия показват, че кандидатът познава в детайли състоянието на проблема: неговото развитие в световен мащаб, като се посочват възловите идеи и разработки, предложени от различни учени и научни колективи. Уводната глава се чете с интерес и в нея ясно и с необходимите подробности са дефинирани целите и задачите на дисертационния труд.

3. Избраната методика на изследване може ли да даде отговор на поставените цел и задачи на дисертационния труд? Дисертационният труд има две основни цели, а именно: (1) определяне на температурата на газовия разряд в три типа лазери с метални пари чрез пресмятане на радиалния топлинен поток в реални напречни лазерни конфигурации, като за целта се прилагат гранични условия от трети и четвърти род, които позволяват достатъчно точно описание на процесите на топлоотдаване в системата лазерна тръба–околно пространство, а оттам и надеждна оценка за температурата в активния обем на лазера. Избраната методика е адекватна за решаване на формулираните в глава 2-ра задачи. (2) Втората, по-амбициозна цел, е изследване на взаимната връзка между величините и параметрите на дадена лазерна система с оглед на оценяване и оптимизиране на изходните лазерни характеристики: лазерна мощност, ефективност и време на живот на лазерния източник. За целта се използват съвременните методи на клъстерния, факторния и регресионния анализи, позволяващи получаването на отговор на поставената цел.

4. Кратка аналитична характеристика на научните и научно-приложни приноси на дисертационния труд. Основните научни приноси в глава 2-ра може да бъдат формулирани по следния начин: (а) предложен е нов аналитичен модел за пресмятане на температурния радиален и надлъжен профил на лазер с пари на меден бромид чрез решаване на двуразмерно стационарно уравнение на топлопроводността при нелинейни гранични условия от трети и четвърти род. Получени са радиалните профили на температурата на газа в активната среда на лазера при естествена и принудена конвекция (със скорост $v = 20$ m/s на въздушния поток) при мощности на захранващото устройство в интервала 4080–5310 W. Пресмятанията са направени при предположения за постоянна стойност на обемната плътност на мощността, $q_V(r)$, както и като полиноми от втора и трета степен (уравнения (2.22) и (2.23)), като радиалните профили на температурата като функции на $q_V(r)$ се дават с израза (2.21), получен от кандидата. Пресметнатите радиални разпределения на q_V и температурата на газа T_g са илюстрирани на фигури 2.10 и 2.11 и таблица 2.5. Предложен е числен 2D модел за надлъжното разпределение

на T_g – резултатите, представени графично на фигури 2.14 и 2.15 и в таблица 2.7, показват, че T_g около електродите може да бъде с около 150 °С по-висока, отколкото температурата в активния обем и може да доведе до нежелана електройонизационна и термойонизационна неустойчивост, влошаваща параметрите на генерираното лъчение. Моделът установява, че максималната стойност на T_g ($T_{\max}(0)$), която не води до нежелани ефекти, е в интервала 2100–2120 К при температура на въздуха $T_{\text{air}} = 300$ К. (b) Аналогични пресмятания, направени за ултравиолетов Cu + Ne–CuBr-миден лазер, показват, че $T_{\max}(0)$ може да варира в граници от 1541 до 1597.3 К (таблица 2.14) – средната стойност на T_g (при входна мощност 1000 W), пресмената по формула (2.48), получена от кандидата, е 1358 К. (c) Най-сложен в конструктивно отношение е Ne–SrBr₂-ят лазер – температурният профил в активната среда е получен въз основа на предходни формули при отчитане на сложната геометрия на лазера и е илюстриран на фигури 2.31 и 2.34, както и в таблици 2.15, 2.16 и 2.17. Предложеният модел е усъвършенстване на модела на Temelkov et al. 2009, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **42**, 115105 и е показано, че основният процес на топлопредаване е излъчването (70%), останалите 30% са за топлопроводността, а свободната конвекция в затвореното пространство е незначителна и може да се пренебрегне. (d) В глави 3-та и 4-та, чрез използването на статистически методи се предлагат процедури за изграждане на линейни и нелинейни параметрични модели от втора и трета степен на лазерната мощност, ефективност и време на живот на два типа лазери: лазер с пари на меден бромид и ултравиолетов Cu + Ne–CuBr-миден лазер. Факторният анализ, използван за оценяване на лазерната мощност на лазера с пари на меден бромид, показва, че изходната мощност P_{out} се определя от 10 независими величини: $D, D_r, L, P_{\text{in}}, P_L, f, p_{\text{Ne}}, p_{\text{H}_2}, C, T_{\text{res}}$, които съответно са: вътрешният диаметър на лазерната тръба, вътрешният диаметър на пръстените, дължината на активната зона, входната мощност, мощността на единица дължина, честотата на повторение на импулсите, налягането на неона, налягането на водорода, еквивалентният капацитет на кондензаторната батерия и температурата на резервоара с меден бромид. Клъстерният анализ показва, че само 6 от независимите променливи: $P_{\text{in}}, D_r, L, D, P_L$ и p_{H_2} имат съществено влияние върху P_{out} . Нелинейните регресионни модели от своя страна предсказват с голяма достоверност както изходната мощност, така и лазерната ефективност в добро съгласие с експериментални данни: това се вижда от фиг. 3.14, таблица 3.55, фиг. 3.17 и таблица 3.38. Уравнение (3.26) показва в явен вид зависимостта на P_{out} от 6 физични величини: $P_{\text{in}}, D_r, P_L, C, f$ и p_{H_2} , в добро съгласие с експеримента (вж. таблица 3.29). Нов принос е приведената таблица 3.39 за прогнозиране на лазерната ефективност на нови лазерни източници. Подобни пресмятания са направени и за Cu + Ne–CuBr-мидения лазер, като акцентът в 4-та глава е оценяване времето на живот на УВ-я лазер, L_{time} . Резултатите от регресионния анализ са представени прегледно в таблица 4.20 отново в добро съгласие с експерименталните измервания – относителната грешка не превишава 4.4%. От всичко казано дотук се вижда, че д-р Илийчо Илиев владее голямо разнообразие от техники/методи за пресмятане и прогнозиране на редица важни параметри на лазерите с метални пари и е получил полезни за практиката научно-приложни резултати.

5. До каква степен дисертационният труд и приносите са лично дело на кандидата? Фактът, че кандидатът е автор на 4 самостоятелни и на 20 в съавторство, но като първи автор, статии (от общо 33 публикации, свързани с дисертационния труд), показва, че приносите са лично дело на д-р Илийчо Илиев. Двете монографии в съавторство с д-р Снежана Гочева-Илиева са всъщност печатен вариант на неговия дисертационен труд.

6. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани, цитирания. От включените в дисертационния труд 33

публикации 16 са статии, публикувани в международни научни списания, 5 в български списания, 2 книги-монографии и 10 статии от конференции. От списанията бих отбелязал *Квантовая электроника* (4 статии), *Quantum Electronics* (2 статии), *Optics & Laser Technology* (2 статии), *Mathematical Problems in Engineering* (2 статии) и *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials* (1 статия) – всичките с импакт-фактор. Смятам публикационната дейност на кандидата за достатъчна. По-сложно стои въпросът със цитируемостта: повече от половината от цитираните заглавия са в дисертационните трудове за образователната и научна степен **доктор** на Н. Денев (14 цитата), Д. Войникова (13 цитата), А. Малинова (9 цитата) и С. Славеева (1 цитат). Единственият цитат в списания с импакт-фактор е на публикацията D2 в *Russian Physics Journal*. Такава цитируемост според мен е крайно недостатъчна за кандидат за научната степен **доктор на науките**.

7. Критични бележки. Броят на критичните ми бележки е твърде голям и те се отнасят преди всичко за хаотичните и на места нелогични означения. Няма да се спирам на неизбежните за такъв сложен за композиране дисертационен труд технически грешки и пропуски, като липсващи/нечетливи надписи към фигури и таблици, липсващи томове и страници в списъка на публикациите по дисертационния труд. Изненадан съм, че кандидатът не прави разлика между индексите в курсив (свързани с текущи координати и физични величини) и онези с прави букви, имащи смисъл на етикети: g (gas), r (ring), w (wall) и пр. Индексът 'r' е използван в две физични величини, D_r и T_r в различен контекст: в едната от тях той означава пръстен, а за другата – резервоар. По-естествено означение на широко използваната величина обемна плътност на мощността на източника на топлина q е $q_V(r)$, а не $q_r(r)$, защото курсивното v се асоциира по-скоро със скоростта, а не с обема V . Възприетото от кандидата означение на основните лазерни параметри в глави 3-та и 4-та като променливи от компютърна програма, би трябвало навсякъде и по еднакъв начин да бъдат представени като прави блокови буквени съчетания: **D, Dr, L, Pin, PL, pH2, f, pNe, C, Tres, Pout, Ltime, Eff**, като произведенията между тях в сложните нелинейни уравнения за по голяма четливост биха могли да се означават със *, напр. **Pin*pH2**. Стандартни/правилни означения има единствено в статиите, публикувани в *Квантовая электроника* и *Quantum Electronics*.

8. Авторефератът правилно ли отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд? Основните положения и научните приноси са правилно отразени в автореферата, но броят на фигурите и таблиците е сгрешен. Истинският брой на фигурите е 67 (от фиг. 3.17 се скача на фиг. 3.40), а броят на таблиците е 80.

9. Заключение. Кандидатът доц. д-р Илийчо Илиев е университетски преподавател с голям обхват на дисциплините, които преподава. Той е бил консултант/ръководител на докторанти. Неговото участие в 8 научно-изследователски проекта е респектиращо. Той е учен с международна известност: рецензент на *Journal of Optics and Laser Technology*, член на редакционната колегия на *International Journal of Optoelectronic Engineering*, както и член на организационни комитети на конференции, провеждани у нас и в чужбина. Като имам предвид цялата научна продукция на кандидата и получените от него полезни за експлоатацията и проектирането на лазери с метални пари научно-приложни резултати, препоръчвам на членовете на Научното жури (независимо от критичните ми бележки и резервираност относно цитируемостта на публикациите му, използвани при написване на дисертационния труд) да гласуват за присъждане на научната степен **доктор на физическите науки** на г-н Илийчо Петков Илиев.

18 април 2015 г.

Изготвил:

/проф. дфн Иван Желязков/