

АВТОРСКА СПРАВКА ЗА ОРИГИНАЛНИТЕ НАУЧНИ ПРИНОСИ
на доцент д-р Красимир Ангелов Темелков
лаборатория “Лазери с метални пари“
Институт по Физика на Твърдото Тяло “Академик Георги Наджаков“
Българска Академия на Науките

В конкурса за професор (обявен в Държавен вестник, брой 61 от 02.08.2019 г.) участвам с общо 22 научни публикации, един заявен и един публикуван патент за изобретение. В авторската справка, публикациите са цитирани съгласно номерацията, в документ "08-List of publications and innovation".

Научните приноси са в три основни направления: I. Създаване, изследване и патентоване на атомни и йонни лазери с пари на метални халогениди, възбуждани с наносекунден импулсен надлъжен разряд; II. Физика на плазмата и газовите разряди; III. Приложение на разработените атомни и йонни лазери с пари на метални халогениди, възбуждани с наносекунден импулсен надлъжен разряд, за прецизна микрообработка, определяне на някои линейни характеристики и модификация на различни материали.

I. Създаване, изследване на атомни и йонни лазери с пари на метални халогениди, възбуждани с наносекунден импулсен надлъжен разряд.

1. СИЧ стронциев атомен лазер, възбуждан в наносекунден импулсен надлъжен He-SrBr₂ и He-SrCl₂ разряд [B4.1, B4.2, B4.3, Г7.2, Г7.3, Г9.1 и Г10.1].

1) Създаден е и е изследван стронциев атомен лазер с пари на SrBr₂, генериращ в средната инфрачервена (СИЧ) спектрална област. Целта е първо да се разработи източник на лазерното лъчение с дължина на вълната 6.45 μm, което е най-ефективно за аблация на меки тъкани и кости с минимални топлинни увреждания и замърсявания, и второ този лазерен източник да е с много по-добра клинична приложимост (цена, размери и режимни разноси) от лазера на свободни електрони, който досега е единствения лазерен източник на тази дължина на вълната. Със замяната на металния стронций със SrBr₂ се решава проблема с разрушаването на лазерните тръби вследствие

на интензивна химична реакция на металния стронций с разрядната тръба при високата работна температура. Първата изследвана лазерна тръба е с активен обем 200 cm^3 . Определени са оптималните разрядните условия за получаването на максимална средна изходна мощност. Получена е средна изходна мощност от 2.4 W при едновременна генерация на двете Sr^+ ($1.03 \mu\text{m}$ and $1.09 \mu\text{m}$) и на няколко Sr атомни линии в СИЧ спектрална област, като повече от 80% от която е концентрирана на Sr атомна линия $6.45 \mu\text{m}$ [B4.1 и Г7.2]. Измерената средна лазерна мощност е на два порядъка по-висока от тази, получена от други колективи при използването на SrBr_2 , и е сравнима с тази, когато се използва метален стронций като активно вещество. В статиите [B4.2, B4.3 и Г7.2] е описано изследването на Sr атомен лазер с пари на SrBr_2 при активен обем 300 cm^3 на лазерната тръба. Намерен е оптималният температурен режим за лазерна генерация на няколко различни Sr атомни и йонни линии. Също така са определени оптималните разрядни условия за постигане на максимална средна изходна мощност на няколко дължини на вълната, такива като налягането на буферния газ хелий, средна входна мощност и параметрите на схемата на възбуждане, честота на възбуждащите импулси. Рекордна обща средна лазерна мощност от 4.3 W (два пъти по-голяма от докладваните за лазерите на пари на стронций и стронциеви халогениди) е измерена за режим на едновременна генерация на няколко дължини на вълната, над 90% от която е концентрирана на Sr атомна линия $6.45 \mu\text{m}$ [B4.2, B4.3 и Г7.2]. Нашите предварителни изследвания на лазерния импулс с фотонен драг-детектор показват, че продължителността на лазерния импулс (FWHM) за He- SrBr_2 лазер е 120 ns , което е два пъти по-голяма от He-Sr лазер (с пари на стронций).

B4.1. **K. A. Temelkov**, N. K. Vuchkov, B. L. Pan, N. V. Sabotinov, B. Ivanov and L. Lyutov, “Strontium atom laser excited by nanosecond pulsed longitudinal He- SrBr_2 discharge”, Journal of Physics D: Applied Physics, **39**, pp. 3769-3772, 2006. (Q1 ИФ 2.077 от WoS; ISSN:0022-3727)

B4.2. **K. A. Temelkov**, N. K. Vuchkov, B. Mao, E. P. Atanassov, L. Lyutov and N. V. Sabotinov, “High-Power Sr Atom Laser Excited in Nanosecond Pulsed Longitudinal He- SrBr_2 Discharge”, IEEE J. Quantum Electronics, **45(3)**, pp. 278-281, 2009. (Q1 ИФ 1.968 от WoS; ISSN:0018-9197)

B4.3. **K. A. Temelkov**, N. K. Vuchkov, I. Freijo-Martin, A. Lema, L. Lyutov and N. V. Sabotinov, “Experimental study on the spectral and spatial characteristics of a high-power He-

SrBr₂ laser”, J. Phys. **D: Appl. Phys.**, 42, art. No. 115105, 6 pages, 2009. (**Q1** от WoS; ISSN:0022-3727)

Г7.2. **К. А. Темелков**, N. K. Vuchkov and N. V. Sabotinov, “New Powerful Metal Vapor Lasers Oscillating in Deep Ultraviolet and Middle Infrared Spectral Ranges”, Invited paper in Proceedings of SPIE, **7751**, art. No. 775111, 8 pages, 2010. (**Scopus-SJR**; ISSN: 027-786X)

2) Отчитайки по-високата скорост на рекомбинация и стабилните химични свойства на SrCl₂ в сравнение със SrBr₂, е проведено в рамките на двустранен договор България – Китай експериментално изследване на He–SrCl₂ лазер, възбуден с електрическа Блумлайн схема [Г7.3]. Измерени са и са дискутирани зависимостите на средната изходна мощност от разрядните параметри. При оптимални условия са получени средна изходна мощност от 1.32 W и специфична лазерна мощност от 12.46 mW/cm³. Изходните лазерни параметри се поддържат постоянни повече от 120 часа.

Г7.3. L. Chen, B. Pan, Y. J. Wang, **К. А. Темелков** and N. K. Vuchkov, “He-SrCl₂ vapor laser excited by Blumlein discharge circuit”, Optics Communications, **282(19)**, pp. 3953-3956, 2009. (**Q2 ИФ 1.316** от WoS; ISSN:0030-4018)

3) Лазерната тръба за инфрачервен стронциев лазер и пари със стронциев халогенид е патентована в Патентното ведомство на Република България [Г10.1 и Г9.1]

Г10.1. Николай К. Вучков и **Красимир А. Темелков**, ”Лазерна тръба за инфрачервен стронциев лазер и пари със стронциев халогенид”, заявка за патент рег. No. 111401 от 19.02.2013 г.

Г9.1. Николай К. Вучков и **Красимир А. Темелков**, ”Лазерна тръба за инфрачервен стронциев лазер и пари със стронциев халогенид”, публикуван патент за изобретение, No. 66683 от 15.06.2018 г.

2. ДУВ Cu⁺ лазер, възбуден в наносекунден импулсен надлъжен Ne-CuBr разряд [Г7.1 и Г7.2].

1) Проведено е изследване на влиянието на малки газови добавки (въздух, синтетичен въздух, N₂, O₂, CO₂, He, Ar, Xe и H₂) към буферния газ неон върху изходните енергетични параметри на Cu⁺ Ne-CuBr лазер, генериращ в дълбокия ултравиолетов (ДУВ) сектрален диапазон, при което е открит т. нар. ефект на водорода [Г7.1 и Г7.2]. Получено е, че добавянето на 0.02-0.04 Torr водород към основния газ неон води до увеличаване на средната изходна мощност от 2 до 5 пъти в зависимост от средната входна мощност. Проведени са редица експерименти за

обясняване на ефекта на водорода върху изходните енергетични характеристики на ДУВ Cu^+ Ne-CuBr лазер, както следва:

- не е наблюдавано влияние на добавянето на водород към буферния газ неон върху средната лазерна мощност на Cu самоограничени атомни преходи (510.6 nm и 578.2 nm) в наносекунден импулсен надлъжен Ne-CuBr разряд, което показва, че добавянето на водород, водещо до намаляване на предимпулсната електронна концентрация поради формирането H^+ , не води до по-висока скорост на йонизация и следователно до по-висока заселеност на горното лазерно ниво;
- не е наблюдавано влияние на добавянето на водород към буферния газ хелий върху средната изходна мощност на Cu^+ линии (740.4 nm, 766.5 nm, 773.9 nm и 780.8 nm) в близката инфрачервена спектрална област в наносекунден импулсен надлъжен Ne-CuBr разряд, което показва, че в послесветенето на разряда до 20 μs не настъпват никакви изменения, които да водят до увеличаване на инверсната населеност на тези лазерни преходи;
- от електрическата импулсна мощност, въведена в разряда е изчислена енергията на електрическия импулс. В случая на разряд в чист Ne енергията е 49 mJ, докато при добавяне на водород 47 mJ. Този факт показва, че наблюдаваното увеличение на ДУВ средна лазерна мощност не се дължи на по-висока енергия на електрическия импулс;
- не се наблюдава също така и изменение на импулса (амплитуда, продължителност и форма) на спонтанната емисия на линията 248.6 nm с и без добавка на водород, но се наблюдава 40-% изменение на влиянието на задното огледало (коефициент на отражение 99.95 %), както и нарастване на продължителността и амплитудата на лазерната гемерация на линията 248.6 nm, което показва, че се подобряват условията за формиране на инверсна населеност на лазерния преход. Направен е извода, че добавянето на водород влияе на образуването на инверсна населеност чрез намаляване на населеността на долното лазерно ниво, подобно на влиянието на атомите на брома и диаметъра на разрядната зона.

Г7.1. N. K. Vuchkov, **K. A. Temelkov** and N. V. Sabotinov, “Effect of Hydrogen on the Average Output Power of the UV Cu^+ Ne-CuBr Laser”, IEEE Journal Quantum Electronics, **41(1)**, pp. 62-65, 2005. (Q1 ИФ 2.452 от WoS; ISSN:0018-9197)

Г7.2. **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov and N. V. Sabotinov, “New Powerful Metal Vapor Lasers Oscillating in Deep Ultraviolet and Middle Infrared Spectral Ranges”, Invited paper in Proceedings of SPIE, **7751**, art. No. 775111, 8 pages, 2010. (Scopus-SJR; ISSN: 027-786X)

Статията Г7.1 (като приета за публикуване) е от цикъла статии, с които екипът, ръководен от проф. д-р Николай Кирилов Вучков и в който участвах, е награден за най-добро научно-приложно постижение за 2004 г.

II. Физика на плазмата и газовите разряди.

1. Елементарни процеси в плазмата.

1) На базата на експериментално определените сечения за асиметрични зарядообменни удари между He^+ и Ne^+ в основно състояние и Cu, Ag, Tl и I (йодни) атоми в основно състояние ($\text{He}^+ - \text{Cu}$, $\text{Ne}^+ - \text{Cu}$, $\text{He}^+ - \text{Ag}$, $\text{Ne}^+ - \text{Ag}$, $\text{He}^+ - \text{Tl}$, $\text{Ne}^+ - \text{Tl}$ и $\text{He}^+ - \text{I}$) е определена за първи път зависимостта на сечението за асиметричен зарядообмен от енергетичния дефект, получено теоретично от формулата на Landau-Zener (1932 г.) чрез така наречения G параметър [B4.4, B4.5 и Г7.5]. Тъй като теоретично изведеното сечение изобщо не отразява физическата реалност, както по отношение на оптималния енергетичен дефект, така и като форма на зависимостта от този дефект, е предложено да се модифицира с експериментално получената зависимост, постулирана като общовалидна за Менделеевата таблица. Използвайки така модифицираната формула са пресметнати сеченията и скоростните константи за зарядообменни удари между йоните на He и Ne в основно състояние и атомите в основно състояние на още 5 химични елемента, използвани като активни частици в нашата лаборатория ($\text{He}^+ - \text{Al}$, $\text{Ne}^+ - \text{Al}$, $\text{He}^+ - \text{Au}$, $\text{He}^+ - \text{Hg}$, $\text{He}^+ - \text{Cd}$ и $\text{He}^+ - \text{Zn}$). Доколкото ми е известно, поляризуемостта на споменатите атоми на метали, която определя взаимодействието йон-атом и следователно сечението, е изчислена за първи път.

B4.4. **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov and N. V. Sabotinov, “Cross sections and rate constants for charge transfer into excited states”, Plasma Processes and Polymers, **3(2)**, pp. 147 – 150, 2006. (Q1 от WoS; ISSN: 1612-8850)

B4.5. **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov, R. P. Ekov and N. V. Sabotinov, “Determination of characteristic constants for some basic processes in plasma – diffusion, Penning ionization,

asymmetric charge transfer”, *Journal of Physics D: Applied Physics*, **41**, art. No. 105203, 7 pages, 2008. (Q2 от WoS; ISSN:0022-3727)

Г7.5. **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov and N. V. Sabotinov, “Experimental and theoretical determination of cross sections and rate constants for charge transfer population of some excited Ag^+ , I^+ , and Cu^+ levels”, *Journal of Physics: Conference Series*, **63**, art. No. 012017, 6 pages, 2007. (Q3 в Scopus-SJR; ISSN: 1742-6596)

2) За приложение в газоразрядната мас-спектрометрия са изчислени сеченията и скоростните константи за възбуждане чрез асиметрични зарядообменни удари между Ar^+ в основно състояние и атомите в основно състояние на 22 химични елементи [Г7.6], а именно Ca (6), Ti (18), V (12), Cr (7), Mn (12), Fe (5), Co (4), Ni (1), Cu (1), Zn (2), Ge(1), Zr (5), Mo (8), Ru (7), Rh (8), W (10), Re (10), Pt (3), Au (2), Tl (1), Pb (2) и Bi (2), като в скоби е даден броя възбудени йонни нива на химичен елемент, за заселването на които са извършени пресмятанията на сеченията и скоростните константи за асиметричен зарядообмен. Предложено е също така за първи път зависимостта да се екстраполира и за отрицателен енергетичен дефект за пресмятане на сечението и скоростната константа за едно Cu^+ ниво, лежащо малко над основното Ar^+ ниво.

Г7.6. A. Bogaerts, **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov and R. Gijbels, “Calculation of rate constants for asymmetric charge transfer, and their effect on relative sensitivity factors in glow discharge mass spectrometry”, *Spectrochim. Acta B*, **62(4)**, pp. 325-336, 2007. (Q2 от WoS; ISSN:0584-0547)

3) Предполагайки, че процесът на Пенингова йонизация се осъществява чрез обмен на електрон между йонизирания при удара метастабилен атом и атома-мишена са изчислени сечения и скоростни константи до основно йонно състояние на 26 химични елемента при удари с He и Ne метастабилни, както следва Cu, Li, Be, Na, Mg, Ca, Al, K, Zn, Se, Rb, Sr, Ag, Cd, Cs, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Sn, Ba, Br, Ar, Kr и I [B4.5 и Г7.4]. Показана е възможността да се определят сеченията и скоростните константи за заселване чрез Пенингови удари на възбудени йонни нива, лежащи под метастабилните нива на He и Ne, за съответните атоми-мишени, както това е направено за Cu, Br, Tl и I. B4.5. **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov, R. P. Ekov and N. V. Sabotinov, “Determination of characteristic constants for some basic processes in plasma – diffusion, Penning ionization, asymmetric charge transfer”, *Journal of Physics D: Applied Physics*, **41**, art. No. 105203, 7 pages, 2008. (Q2 от WoS; ISSN:0022-3727)

Г7.4 **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov and N V Sabotinov, “Penning ionization cross sections and rate constants”, Journal of Physics: Conference Series, **44** (1), pp. 116-120, 2006. (Q3 в Scopus-SJR; ISSN: 1742-6596)

Статиите B4.5 (като приета за публикуване), Г7.5 и Г7.6 са от цикъла статии, с които екипът, ръководен от мен, е награден за най-добро научно постижение за 2007 г. (**К. А. Темелков, Н. К. Вучков, Р. П. Еков и Н. В. Съботинов**, “Теоретично и експериментално определяне на характеристичните константи за някои елементарни процеси в газоразрядната плазма – асиметрична зарядообменна реакция, Пенингова йонизация, дифузия”).

2. Плазмени параметри на наносекундния импулсен надлъжен разряд, използван за възбуждане на мощни атомни и йонни лазери с пари на метали и метални халогениди.

1) На базата на моделите на твърдите сфери и 12-6 Ленард-Джоунс за междуатомно взаимодействие е изчислен коефициентите на дифузия за бинарни системи, включващи атомите на He и Ne и атомите на 10 химични елемента, а именно Ag, Al, Au, Br, Cd, Cu, Hg, I, Tl и Zn [B4.5].

B4.5. **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov, R. P. Ekov and N. V. Sabotinov, “Determination of characteristic constants for some basic processes in plasma – diffusion, Penning ionization, asymmetric charge transfer”, Journal of Physics **D: Applied Physics**, **41**, art. No. 105203, 7 pages, 2008. (Q2 ИФ 2.104 от WoS; ISSN:0022-3727)

2) Коефициентите на топлопроводност на бинарни системи са пресметнати на основата на фит на съществуващите данни и моделите на твърдите сфери и 12-6 Ленард-Джоунс за междуатомно взаимодействие за газови разряди в He и Ne с малки добавки на мед, бром, водород и стронций [Г7.7].

3) Предполагайки, че газовата температура се променя само в радиално направление, което е близо до експерименталните условия, и използвайки изчислените коефициенти на топлопроводност, получено е радиалното разпределение на газовата температура чрез аналитично решаване на стационарното уравнение за топлопроводността за различни конструкции на разрядните тръби за мощни ДУВ Cu^+ Ne-H₂-CuBr и СИЧ He-SrBr₂ лазери. Разгледани са два случая на еднородно и радиално нееднородно въвеждане на входната електрическа мощност. За двата случая е

пресметната средната газова температура чрез усредняване на радиалното разпределение на газовата температура по радиуса [Г7.7 и Г7.8].

4) За първи път в наносекунден импулсен надлъжен разряд при условие за Локално Термодинамично Равновесие е определена експериментално средната електронна температура (по напречното сечение и по време) в различни наносекундни импулсни наносекундни разряди, използвани за възбуждане на мощни ДУВ $\text{Cu}^+ \text{Ne}-\text{H}_2$ - CuBr и СИЧ $\text{He}-\text{SrBr}_2$ лазери, като са измервани относителните интензивности на някои He и Ne спектрални линии [Г7.7 и Г7.8]. По този метод е определена и времезависещата електронна температура в послесветенето на тези газови разряди.

Г7.7 **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov, I. Freijo-Martin and R. P. Ekov, “Theoretical and experimental determination of gas and electron temperatures for gas discharges in Ne and He mixtures with copper, bromine, hydrogen and strontium”, J. Phys. **D: Appl. Phys.**, **43**, art. No. 075206, 8 pages, 2010. (Q2 ИФ 2.109 от WoS; ISSN:0022-3727)

Г7.8. **К. А. Temelkov**, S. I. Slaveeva and Nikolay K. Vuchkov, “Analytical calculation of gas temperature and experimental determination of electron temperature in gas discharge in Ne-He mixtures”, IEEE Transactions on Plasma Science, **39(3)**, pp. 831-835, 2011. (Q3 ИФ 1.174 от WoS; ISSN:0093-3813)

Статиите Г7.7 и Г7.8 (приета за публикуване) са от цикъла статии, с които екипът, ръководен от мен, е награден за най-добро научно постижение за 2010 г. (Красимир А. Темелков, Стефка И. Славеева и Николай К. Вучков “Мощни лазери, генериращи в дълбокия ултравиолетов, видимия и средния инфрачервен спектрални диапазони – физика и приложения”).

5) Използван е за първи път в наносекунден импулсен надлъжен разряд и изобщо за втори път в наносекундните импулсни разряди (за първи път е в наносекунден импулсен напречен разряд в азотен лазер, генериращ на електронните преходи на азотната молекула) прост метод за експериментално определяне на нестационарните електронна температура и концентрация в наносекундни импулсни надлъжни разряди, използвани за възбуждане на мощни $\text{He}-\text{Sr}^+$ рекомбинационен, ДУВ $\text{Cu}^+ \text{Ne}-\text{CuBr}$ и $\text{He}-\text{Hg}^+$ лазери, основаващ се на измерване на времезависещите електрически разрядни параметри като напрежение на тръбата и разрядния ток [Г7.9].

Г7.9. **К. А. Temelkov** and N. K. Vuchkov, “A simple method for experimental determination of electron temperature and electron density in nanosecond pulsed longitudinal discharge used for excitation of high-power lasers”, IEEE Transactions on Plasma Science, **42(12)**, pp. 3938-3941, 2014. (Q3 ИФ 1.101 от WoS; ISSN:0093-3813)

Статията Г7.9 е от цикъла статии, с които екипът, ръководен от мен, е награден за най-добро научно постижение за 2014 г. (Красимир А. Темелков, Стефка И. Славеева и Николай К. Вучков “Експериментално и теоретично определяне на някои основни газоразрядни параметри в наносекунден импулсен надлъжен разряд, използван за възбуждане на мощни лазери с пари на метали и метални халогениди”).

6) Използвайки добре известната модификация *n-6* Lennard-Jones на потенциала на Ленард-Джоунс и варирайки параметъра на отблъскване *n* от 6.5 до 30, е получено, че потенциалът 7.5-6 Ленард-Джоунс дава най-добро приближение на съществуващите експериментални данни за коефициента на топлопроводност на хелия [Г7.10].

7) Предложен е за първи път нов метод за пресмятане на коефициента на топлопроводност на многокомпонентни газови ситеми, основаващ се на итерационно прилагане на метода на Брокау за бинарни системи [Г7.10 и Г7.11], който е значително по-прост от емперичния метод на Василева и неговите модификации и също така отчита изменението на коефициента на топлопроводност при дисоциация на молекули в разряда. Методът е използван за пресмятането на 5- и 6-компонентни газови смеси при газоразрядни условия, оптимални за генерация на DUV Cu⁺ Ne-H₂-CuBr и MIR He-(Ne)-SrBr₂ лазерите.

Г7.10. **К. А. Темелков**, S. I. Slaveeva and Yu. I. Fedchenko, “Theoretical study of thermal conductivities of various gas mixtures through generalized Lennard-Jones interaction potential for application in gas-discharge lasers”, Journal of Physics: Conference Series, **700**, art. No. 012005, 6 pages, 2016. (**Q3** в Scopus-SJR; ISSN: 1742-6596)

Г7.11. **К. А. Темелков**, S. I. Slaveeva and Yu. I. Fedchenko, “Determination of gas-discharge plasma parameters in powerful metal halide vapor lasers”, in Proceedings of SPIE, **10226**, art. No. 102261H, 7 pages, 2017. (**Scopus-SJR**; ISSN: 027-786X)

7) За разлика от газовата температура, електронната температура се определя теоретично чрез сложни кинетични модели, които включват разглеждането на десетки енергетични нива за всяка частица и численото решаване на ситема от стотици обикновенни или частни диференциални уравнения. Предложен е за първи път нов метод за теоретично определяне на времевата и радиалната зависимост на електронната температура в наносекунден импулсен надлъжен разряд, използван за възбуждане на мощни лазери с пари на метали и метални халогениди [Г7.12] за Максуюлова и Друйвистейнова функция на разпределение на електроните по енергии чрез решаване

на едно единствено уравнение, а именно нестационарното уравнение на топлопроводност за електронния газ.

Г7.12. **К. А. Temelkov**, S. I. Slaveeva, Yu. I. Fedchenko and T. P. Chernogorova, “A Comparative Theoretical Study on Electron Temperature in Nanosecond Pulsed Longitudinal Discharge for Maxwellian and Druyvesteyn Electron Energy Distribution Functions”, in AIP Conference Proceedings, **2075**, art. No. 060010, 4 pages, 2019. (Scopus-SJR; ISSN: 7354-0856)

III. Приложение на разработените атомни и йонни лазери с пари на метални халогениди, възбудани с наносекунден импулсен надлъжен разряд, за прецизна микрообработка, модификация и определяне на някои линейни характеристики на различни материали.

1. Приложение на ДУВ Cu^+ Ne- H_2 -CuBr лазер за прецизна микрообработка и модификация на различни материали [Г7.2, Г7.13, Г7.15 и Г7.16].

1) На основата на ДУВ Cu^+ Ne- H_2 -CuBr лазер е създадена ДУВ лазерна система, като е разработена оптико-механична система за промяна параметрите на лазерния сноп при всяко конкретно приложение [Г7.2, Г7.13, Г7.15 и Г7.16]. Чрез колимиране (телескоп с увеличение 3.5 пъти, с който се намалява разходимостта от 2 mrad до по-малко от 100 μrad) и фокусировка на лазерното лъчение с обектив с фокусно разстояние 15 cm е демонстрирана възможността за пробиването на микроотвори в стъкло, широкозонни полупроводници и полимери. Диаметърът на отворите е около 10 μm , което дава допълнителна оценка, че разходимостта на лазерното лъчение е под 70 μrad [Г7.2 и Г7.13].

2) За редица други приложения оптичната система осигурява облъчването на образци с дози от 1 до 400 J/cm^2 при равномерно напречно разпределение на интензитета на лазерното лъчение. С дози от 40 J/cm^2 е извършена лазерно индуцирана модификация на PEDOT (Poly-3,4-ethylenedioxythiophene). ДУВ лазерно лъчение подобрява значително електрокристализацията на мед върху PEDOT слоевете,

увеличавайки почти двойно броя на Cu кристали на 1 cm^2 без да променя електрохимичната активност, морфологията на повърхността и парамагнитните свойства на PEDOT слоевете. Това увеличава значително чувствителността на сензорите, в които намира приложение този материал [Г7.2, Г7.13, Г7.15 и Г7.16].

Г7.2. **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov and N. V. Sabotinov, “New Powerful Metal Vapor Lasers Oscillating in Deep Ultraviolet and Middle Infrared Spectral Ranges”, Invited paper in Proceedings of SPIE, **7751**, art. No. 775111, 8 pages, 2010. (**Scopus-SJR**; ISSN: 027-786X)

Г7.13. **К. А. Temelkov**, S. I. Slaveeva, V. I. Kirilov, I. K. Kostadinov and N. K. Vuchkov, “High-power metal halide vapour lasers oscillating in deep ultraviolet, visible and middle infrared spectral ranges”, Physica Scripta, **149**, art. No. 014015, 3 pages, 2012. (**Q3 ИФ 1.032 от WoS**; ISSN:0031-8949)

Г7.15. M. Ilieva, V. Tsakova, N. K. Vuchkov, **К. А. Temelkov** and N. V. Sabotinov, “UV copper ion laser treatment of poly-3,4-ethylenedioxythiophene”, in Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, **9(2)**, pp. 303 - 306, 2007. (**Q4 от WoS**; ISSN: 1454-4164)

Г7.16. M. Ilieva, V. Tsakova, N. K. Vuchkov, **К. А. Temelkov** and N. V. Sabotinov, “UV copper ion laser treatment of poly-3,4-ethylenedioxythiophene”, in Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, **9(2)**, pp. 303 - 306, 2007. (**Q4 от WoS**; ISSN: 1454-4164)

2. Приложение на ДУВ $\text{Cu}^+ \text{Ne-H}_2\text{-CuBr}$ и СИЧ He-SrBr_2 лазери за охарактеризиране на кристали от CaF_2 и $\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x\text{F}_2$ [Г7.5, Г7.11 и Г7.13].

Лазерното лъчение на 248.6 nm, 510.6 nm и 6.45 μm е използвано за охарактеризиране на плоскопаралелни пластини, изрязани от були от CaF_2 и $\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x\text{F}_2$, израствани по модифициран метод на Бриджман–Стокбакер [Г7.5, Г7.11 и Г7.13]. Получено е, че поглъщането е девет пъти по-малко, съизмеримо и два пъти по-малко за трите дължини на вълната в сравнение с плоскопаралелни пластини, закупени от елитни производители (SQ1 на Heraeus, Germany и ISP Optics, NY, USA).

Г7.13. **К. А. Temelkov**, S. I. Slaveeva, V. I. Kirilov, I. K. Kostadinov and N. K. Vuchkov, “High-power metal halide vapour lasers oscillating in deep ultraviolet, visible and middle infrared spectral ranges”, Physica Scripta, **149**, art. No. 014015, 3 pages, 2012. (**Q3 ИФ 1.032 от WoS**; ISSN:0031-8949)

Г7.14. J. T. Mouchovski, **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov and N. V. Sabotinov, “Laser grade CaF₂ with controllable properties: growing conditions and structural imperfection”, Journal of Physics **D: Applied Physics**, **40**, pp. 7682-7686, 2007. (Q1 от WoS; ISSN:0022-3727)

Г7.17. J. T. Mouchovski, **К. А. Temelkov** and N. K. Vuchkov, “The growth of mixed alkaline-earth fluorides for laser host application”, Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials”, **57(1)**, pp. 1-41, 2011. (Q1 от WoS; ISSN:0960-8974)

Статията Г7.17 (приета за публикуване) е от цикъла статии, с които екипът, ръководен от мен, е награден за най-добро научно постижение за 2010 г. (Красимир А. Темелков, Стефка И. Славеева и Николай К. Вучков “Мощни лазери, генериращи в дълбокия ултравиолетов, видимия и средния инфрачервен спектрални диапазони – физика и приложения”).

Резултатите по създаване, изследване и приложение на ДУВ Cu⁺ Ne-H₂-CuBr и СИЧ He-SrBr₂ лазери са представени в поканена лекция на 18th International Symposium of Gas Flow, Chemical Lasers, and High Power Lasers, 30 August – 03 September, Sofia, Bulgaria, 2010.

Г7.2. **К. А. Temelkov**, N. K. Vuchkov and N. V. Sabotinov, “New Powerful Metal Vapor Lasers Oscillating in Deep Ultraviolet and Middle Infrared Spectral Ranges”, Invited paper in Proceedings of SPIE, **7751**, art. No. 775111, 8 pages, 2010. (Scopus-SJR; ISSN: 027-786X)