

Научном већу Института за физику у Београду

Извештај комисије за избор др Николе Шкора у звање виши научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 06. 06. 2017. године именовани смо у комисију за избор др Николе Шкора у звање виши научни сарадник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и непосредног увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај извештај са списком публикација кандидата у прилогу.

1. Биографски подаци кандидата

Никола Шкоро је рођен 14. 01. 1981. године у Београду где је завршио основну школу и Земунску гимназију. Физички факултет – смер Теоријска и експериментална физика је завршио на Универзитету у Београду 2006. године, са просечном оценом 8,70. Дипломирао је 29. 09. 2006. године, на тему “Пробој на ниском притиску и струјно-напонске карактеристике гасова SF_4 и CHClF_2 ”. Ментор дипломског рада је био проф. др Зоран Љ. Петровић. Добитник је награде ‘Проф. др Љубомир Ћирковић’ за најбољи дипломски рад урађен на Физичком факултету Универзитета у Београду током 2006. године. Последиломске (мастер) студије уписао је 2006. године на Физичком факултету Универзитета у Београду – смер Физика јонизованих гасова, плазме и квантна оптика и завршио их 2007. године са просечном оценом 10. Докторске студије на Физичком факултету уписао је 2007. године по завршетку другог степена дипломских студија (мастера). Докторирао је 12.03.2012. године на Физичком факултету у Београду. Наслов докторске дисертације је “Пробој и формирање гасних пражњења од стандардних до микроскопских димензија”. Ментори докторске дисертације су били др Драгана Марић и проф. др Зоран Љ. Петровић.

Др Никола Шкоро је у радном односу од 30. октобра 2006. године у Институту за физику у Београду у Лабораторији за гасну електронику Института за физику у Београду под руководством проф. др Зорана Љ. Петровића. Прво ангажовање било је на националном пројекту ОИ 141025. Активно је учествовао и учествује на неколико пројеката билатералне сарадње МПНТР између Србије и Француске и Србије и Немачке као и на пројектима билатералне сарадње САНУ између Србије и Бугарске и Србије и Мађарске. Радио је и на међународном FP6 пројекту 026328 IPB-CNP Reinforcing Experimental Centre for Non-equilibrium Studies with Application in Nanotechnologies, Etching of Integrated Circuits and Environmental Research. На пројекту NATO SPS 984555 Atmospheric Pressure Plasma Jet for Neutralization of CBW презео је у касној фази али и поред тога је успешно реализовао истраживање везан за далеко најважнији од два пројектна задатка. Тренутно је ангажован на два национална

пројекта МПНТР Републике Србије: пројекат основних истраживања “Фундаментални процеси и примене транспорта честица у неравнотежним плазмама, траповима и наноструктурама”, ОН171037 (руководилац Зоран Љ. Петровић) и пројекат интегралних и интердисциплинарних истраживања “Примене нискотемпературних плазми у биомедицини, заштити човекове околине и нанотехнологијама”, ИИИ41011 (руководилац Невена Пуач), где је задужен за реализацију пет активности. Као добитник Early Stage Researcher стипендије у оквиру Marie Curie Fellowship током 2012. године је радио на Institute of Microelectronics, NCSR Demokritos у Атини. У звање научног сарадника изабран је 31. октобра 2012. године.

Др Никола Шкоро се бави проучавањем основне феноменологије пробоја и неравнотежних гасних пражњења на ниским и вишим притисцима, као и дијагностиком и применама високофреквентних пражњења. Област његових истраживања обухвата експериментални рад на неравнотежним пражњењима у различитим гасовима, при различитим притисцима и димензијама извора, као и различите врсте дијагностике плазма извора који су везани за примене у третманима површина. Коаутор је на 16 радова у међународним часописима, од тога 10 радова у врхунским међународним часописима. Био је пет пута предавач по позиву и коаутор на више од 10 предавања по позиву на међународним конференцијама и на више саопштења на међународним конференцијама. Током школске 2014/2015 године држао је рачунске вежбе на предмету Физика на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду. Вишегодишњи је сарадник Центра за таленте Београд 1.

2. Преглед научне активности

Научни рад др Николе Шкора спада у област јонизованих гасова и плазме и бави се експерименталним проучавањем основне феноменологије пробоја и неравнотежних гасних пражњења као и дијагностиком и применама високофреквентних неравнотежних пражњења. Један део истраживања тиче се испитивања основних особина неравнотежних пражњења на притисцима нижим од атмосферског, док се други бави проучавањем услова у пражњењима на ниским и атмосферским притисцима која се користе у третманима различитих површина. Области истраживања кандидата обухватају широк спектар експерименталних услова пражњења у различитим гасовима, при различитим притисцима и димензијама извора, као и неколико врста дијагностичких техника за карактеризацију извора плазме који се користе за примене у третманима површина.

Имајући у виду истраживања на којима је кандидат радио током израде доктората и након тога, може се направити следећа подела по истраживачким темама:

1. основна феноменологија и процеси у пражњењима при стандардним и микрометарским димензијама
2. пражњења у парама течности на ниском притиску
3. дијагностика и примене високофреквентних пражњења у третманима површина

У наредним секцијама су укратко приказани резултати добијени у оквиру ових тема.

2.1 Основна феноменологија и процеси у пражњењима при стандардним и микрометарским димензијама

Током израде докторске дисертације др Никола Шкоро је испитивао нискотемпературна неравнотежна DC пражњења стандардних (центиметарских) димензија као и микро-пражњења код којих су међуелектродна растојања реда величине типично око 100 микрометара. Његова истраживања основних особина неравнотежних гасних пражњења на ниском притиску у план-паралелној геометрији стандардних димензија представљају наставак дугогодишње традиције Лабораторије за гасну електронику. Испитивао је основне процесе, односно пробој и различите режиме пражњења у аргону и азоту као и у молекулским гасовима, флуорокарбонима, CF_4 и CHClF_2 који су значајни за примене пражњења у индустрији.

Реализацијом неравнотежног пражњења у гасовима као што су аргон и азот, чије су карактеристике и пресеци за реакције добро познати, било је могуће проучавати основне процесе у гасу и на електродама као и утицај промене услова на електричне особине и структуру пражњења. Показано је како промена услова на површини катоде утиче на промену ступно-напонске карактеристике и просторне структуре пражњења, а дате су и смернице и објашњења како користити експериментално измерене податке приликом моделовања неравнотежних пражњења. Резултати овог дела истраживања приказани су у радовима:

- New phenomenology of gas breakdown in DC and RF fields
Z. Lj. Petrović, J. Sivoš, M. Savić, N. Škoro, M. Radmilović-Radjenović, G. Malović, S. Gocić, D. Marić
Journal of Physics: Conference Series 514 (1) (2014) 012043
- Influence of the cathode surface conditions on V –A characteristics in low-pressure nitrogen discharge
S Gocić, N Škoro, D Marić and Z Lj Petrović
Plasma Sources Sci. Technol., 23 (2014) 035003
- Gas breakdown and secondary electron yields
D. Marić, M. Savić, J. Sivoš, N. Škoro, M. Radmilović-Radjenović, G. Malović, and Z. Lj. Petrović
Eur. Phys. J. D (2014) 68: 155

Испитивање особина пражњења у флуорокарбонима је значајно због њихове широке примене у индустрији, нарочито у процесима обраде материјала плазмом. У једноставној геометрији паралелних електрода кандидат је измерио Пашенове криве и снимио просторне профиле слабострујног пражњења што је омогућило проучавање процеса јонизације и секундарне емисије електрона, као основних механизма одржавања пражњења. Тиме су добијени сетови података који се могу користити у компјутерским моделима (симулацијама) пражњења. Поред стационарних мерења, по први пут у овим гасовима је праћен просторно временски развој различитих режима

пражњења чиме је детаљно приказано формирање карактеристичних режима пражњења.

Део резултата ове тематике истраживања приказан је у раду

- Breakdown and discharge regimes in standard and micrometer size dc discharges

N. Škoro

Journal of Physics: Conference Series, 399 (2012) 012017

Даља истраживања кандидата разматрала су минијатуризацију пражњења, као једну од најактуелнијих тема у области неравнотежних пражњења. Рад на микропражњењима се заснивао на испитивању области важења стандардних закона скалирања. Проучавањем пробоја и формирања пражњења у центиметарским и микро-пражњењима и њиховим поређењем испитана је област важења закона скалирања, тј. у којој мери се подударaju процеси у пражњењу са добро познатим у случају центиметарских пражњења, као и који се нови процеси појављују у случају микро-пражњења. Мерења су вршена у аргону у једноставној, план-паралелној геометрији. Из поређења мерења пробојног напона, тј. Пашенових кривих, показано је да закони скалирања са параметрима pd и E/N важе у испитиваној области микро-пражњења. За испитивање валидности jd^2 (j/p^2) скалирања упоређене су скалиране струјно-напонске карактеристике пражњења код центиметарских и микрометарских пражњења.

Показало се да је у микро-пражњењима, због великих притисака, односно малих дужина средњег слободног пута електрона и малих дужина дифузије, критично да се правилно дефинишу параметри скалирања. Посебна пажња посвећена је промени облика леве гране Пашенове криве код микро-пражњења, која је уочена од стране бројних аутора. Претпоставка да је промена облика криве последица реализације пражњења на растојањима дужим од међуелектродног (long-path breakdown) потврђена је у мерењима пробоја са посебно конструисаним катодама комплексне геометрије, при чему је положај пражњења одређен снимањем емисије уз помоћ интезивираних CCD камере (ICCD). Такође, да би се приликом скалирања струјно-напонских карактеристика правилно одредио параметар скалирања jd^2 , односно реална густина струје у пражњењу, снимани су радијални профили емисије и тиме одређена ефективна површина пражњења која је, у случају констрикције, знатно мања од укупне површине електроде. Коначно, истраживање кандидата показало је да су у домену испитиваних димензија ($\sim 100 \mu\text{m}$) стандардни закони скалирања валидни и да се добро позната феноменологија пражњења центиметарских димензија и познавање елементарних процеса и њихове кинетике, може проширити и на микрометарска пражњења. Ти закључци су у складу са ранијим резултатима симулација, према којима се нови физички процеси, као што су емисија услед великог поља и квантно тунеловање, јављају при много мањим међуелектродним растојањима. Ови резултати приказани су у радовима:

- Effective Discharge Area of Nonequilibrium DC Discharges

N. Škoro, D. Marić, Z. Lj. Petrović

IEEE Trans. Plasma Sci., vol. 36, No. 4 (2008) 994-995

- Breakdown, scaling and volt–ampere characteristics of low current micro-discharges
Z. Lj. Petrović, N. Škoro, D. Marić, C. M. O. Mahony, P. D. Maguire, M. Radmilović-Rađenović and G. Malović
J. Phys. D: Appl. Phys. 41 (2008) 194002
- Oscillation modes of direct current microdischarges with parallel plate geometry
I. Stefanović, T. Kuschel, N. Škoro, D. Marić, Z. Lj. Petrović and J. Winter
Journal of Applied Physics 110 (2011) 083310
- On the possibility of long path breakdown affecting the Paschen curves for microdischarges
D. Marić, N. Škoro, P. D. Maguire, C. M. O. Mahony, G. Malović and Z. Lj. Petrović
Plasma Sources Sci. Technol., 21 (2012) 035016

2.2 Пражњења у воденој пари на ниском притиску

Пред крај израде докторске тезе кандидат је почео да се бави проучавањем основних особина пражњења у воденој пари на ниском притиску, а ово истраживање настављено је након завршетка докторске тезе. Наиме, бројне примене неравнотежних пражњења на ниском притиску укључују присуство водене паре као радног гаса или нечистоће у пражњењу. Такође, плазма извори који раде на атмосферском притиску подразумевају рад пражњења у средини са воденом паром, што је изузетно важно за биомедицинске примене. Због карактеристика молекула водене паре и њихових производа дисоцијације (H, OH, O₂, O – неутрала и јона) њихово присуство знатно утиче на процесе у пражњењу и тако мења особине самог пражњења. Међутим, постојећи подаци везани везани за пробој, електричне и оптичке карактеристике неравнотежних пражњења били су некомплетни и снимљени у ограниченом опсегу услова. Зато је кандидат извршио систематско мерење пробоја и струјно-напонских карактеристика неравнотежних пражњења у воденој пари у широком опсегу притисака и при различитим растојањима електрода. Снимљени су и спектри емисије из пражњења и спектрално разложене просторне расподеле емисије у различитим условима. Из тих резултата идентификовани су најважнији елементарни процеси који учествују у пробоју и одржавању пражњења при различитим условима. Поред тога, урађена су временски разложена мерења формирања абнормалног пражњења и осцилација у воденој пари како би се пратила кинетика процеса након пробоја у режимима рада који су битни за примене. На основу свих мерења, формирана је база основних података за моделовање пражњења у воденој пари, која саржи пробојне напоне, јонизационе коефицијенте, коефицијенте секундарне емисије и информације о доминантним процесима у пробоју.

Резултати су саопштени у радовима:

- Electrical Breakdown in Water Vapor
N. Škoro, D. Marić, G. Malović, W. G. Graham and Z. Lj. Petrović
Physical Review E 84 (2011) 055401(R)

- Breakdown and dc discharge in low-pressure water vapour
J Sivoš, N Škoro, D Marić, G Malović and Z Lj Petrović
J. Phys. D: Appl. Phys. 48 (2015) 424011 (9pp)

2.3 Дијагностика и примене високофреквентних пражњења у третманима површина

Код примена наравнотежних пражњења обично се користе наизменичне или импулсне електричне побуде одређене учестаности како би се избегло стварање интензивних канала пражњења (стримера) и постигла што већа запремина у којој је плазма хомогена. Током кандидатовог боравка на Institute of Microelectronics, NCSR Demokritos у Атини он је радио на индуктивно спрегнутом плазма извору велике запремине који ради на ниском притиску и користи се за третмане површина. Као циљ истраживања на коме је кандидат радио била је постављена оптимизација услова у плазми погодних за ефикасно уклањање органских слојева са осетљивих површина. Да би се то постигло, било је неопходно детаљно окарактерисати конкретни плазма извор. Кандидат је испланирао и координисао рад колега на карактеризацији поменутог плазма извора, а непосредно је радио на оптичкој карактеризацији која је обухватала како снимање спектра у пражњењу тако и снимање профила пражњења камером. Из мерења оптичких спектра кандидат је користећи актинометријску методу рачунао концентрације атома водоника произведених у пражњењу при различитим условима док су мерења профила пражњења коришћена за процену хомогености плазме у одређеним деловима коморе за пражњење. Поред оптичких мерења, кандидат је заједно са колегама учествовао у мерењима концентрација атома уз помоћ каталитичке сонде као и у електричним мерењима Лангмировом сондом. Резултати експерименталног мерења упоређени су са резултатима глобалног модела за који је кандидат самостално оформио одговарајући сет пресека. Ови резултати приказани су у раду:

- Characterization and global modelling of low-pressure hydrogen-based RF plasmas suitable for surface cleaning processes
N. Škoro, N. Puač, S. Lazović, U. Cvelbar, G. Kokkoris and E. Gogolides
J. Phys. D: Appl. Phys. 46 (2013) 475206

Сви прикупљени резултати везани за карактеризацију плазма извора омогућили су кандидату да изврши оптимизовање третмана за уклањање органских нечистоћа са осетљивих површина УВ огледала која се користе у уређајима за литографију. Припрема публикације са овим резултатима је у току.

Због доброг познавања технике масене спектроскопије и обраде резултата таквих мерења кандидат је учествовао у мерењима тандем-масеном спектроскопијом великих биомолекула на синхронотрону SOLEIL код Париза. Поред учествовања у самим мерењима фрагментације молекула под утицајем УВ зрачења, кандидат је написао рачунарски програм за аутоматску обраду велике количине података која се прикупља при овим мерењима, а који је био коришћен при обради резултата прикупљених током мерења. Ти резултати су дати у раду:

- Energy-Dependent UV Photodissociation of Gas-Phase Adenosine Monophosphate Nucleotide Ions: The Role of a Single Solvent Molecule
A. R. Milosavljević, V. Z. Cerovski, F. Canon, M. Lj. Ranković, **N. Škoro**, L. Nahon and A. Giuliani
J. Phys. Chem. Lett. 5 (2014) 1994

Кандидатов рад на карактеризацији плазма извора који се користе за различите третмане настављен је након повратка из Institute of Microelectronics, NCSR Demokritos. Кандидат је непосредно учествовао у пројектовању и изградњи новог извора пражњења са план-паралелном геометријом електрода који се примењује за третмане различитих површина на ниском притиску. Након успешног покретања новог плазма извора, урађено је мерење плазма потенцијала и концентрација наелектисаних честица Лангмировом сондом у конфигурацији која се користи за третмане текстила и семена. Поред мерења на ниском притиску, урађена је карактеризација новог извора пражњења велике површине који ради на атмосферском притиску који је настао као сарадња колега из Лабораторије за гасну електронику и Institute of Nanoscience and Nanotechnology (INN) из Атине. Тај извор намењен је да се користи за третмане полимера, а овом истраживању кандидат је непосредно радио на одређивању емисионих спектра и снимању профила пражњења, а активно је учествовао на електричној карактеризацији и масеној спектроскопији извора пражњења. Ови резултати приказани су у радовима:

- Radial profile of the electron energy distribution function in RF capacitive gas-discharge plasma
M. Dimitrova, Tsv. Popov, N. Puac, **N. Škoro**, K. Spasic, G. Malovic, F. M. Dias and Z. Lj. Petrovic
Journal of Physics: Conference Series 700 (2016) 012007
- Electrical and optical characterization of an atmospheric pressure, uniform, large-area processing, dielectric barrier discharge
A Zeniou, N Puac, **N Škoro**, N Selaković, P Dimitrakellis, E Gogolides and Z Lj Petrović
J. Phys. D: Appl. Phys. 50 (2017) 135204 (10pp)

3. Елементи за квалитативну анализу рада

3.1 Квалитет научних резултата

3.1.1 Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Др Никола Шкоро је у досадашњем раду објавио 13 радова у међународним часописима са ISI листе, при чему је у свим радовима имао кључни допринос. Од укупног броја објављених радова, 2 рада су у M21a категорији (међународни часописи изузетних вредности), 8 у M21 категорији (врхунски међународни часописи), 1 у M22 категорији (истакнути међународни часописи) и 2 у M23 категорији (међународни часописи). Три рада објављена су у тематским зборницима међународног значаја (M14).

У периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, кандидат је објавио укупно 6 радова у међународним часописима са ISI листе. Од тога 2 рада су у M21a категорији (међународни часописи изузетних вредности), 3 у категорији M21 (врхунски међународни часописи) и 1 у категорији M22 (истакнути међународни часописи). Поред овога, кандидат је учествовао на преко 20 научних скупова и од избора у звање научни сарадник одржао је 4 предавања по позиву на научним скуповима.

Као најзначајнији радови кандидата могу се узети следећи радови:

1. Influence of the cathode surface conditions on V –A characteristics in low-pressure nitrogen discharge
S Gocić, **N. Škoro**, D Marić and Z Lj Petrović
Plasma Sources Sci. Technol., 23 (2014) 035003
M21a, цитиран 2 пута
2. On the possibility of long path breakdown affecting the Paschen curves for microdischarges
D. Marić, **N. Škoro**, P. D. Maguire, C. M. O. Mahony, G. Malović and Z. Lj. Petrović
Plasma Sources Sci. Technol., 21 (2012) 035016
M21, цитиран 11 пута
3. Electrical Breakdown in Water Vapor
N. Škoro, D. Marić, G. Malović, W. G. Graham and Z. Lj. Petrović
Physical Review E 84 (2011) 055401(R)
M21, цитиран 19 пута
4. Characterization and global modelling of low-pressure hydrogen-based RF plasmas suitable for surface cleaning processes
N. Škoro, N. Puač, S. Lazović, U. Cvelbar, G. Kokkoris and E. Gogolides
J. Phys. D: Appl. Phys. 46 (2013) 475206
M21, цитиран 13 пута

У првом раду испитан је и објашњен феномен промене облика струјно-напонске карактеристике пражњења на ниском притиску између паралелних електрода, односно одступање од стандардног облика карактеристике. Иако уочен раније и приказан од стране других аутора, ефекат промене нагиба струјно-напонске карактеристике није

био до краја објашњен. У раду је кандидат направио јасну везу између промене стања на површини катоде, односно промене коефицијената секундарне емисије електрона, и промена у радним режимима пражњења (вредности радних тачака струје и напона) што је за последицу имало промену нагиба саме карактеристике. Тиме је појава присутна у многим пражњењима на ниским притисцима која се користе за примене до краја објашњена и указано је на могуће последице при промени радног режима пражњења.

У другом раду при проучавању неравнотежних пражњења између електрода размакнутим на микрометарким димензијама акценат је стављен на ефекат пробоја дуж пута већег од међуелектродног (long-path breakdown). Наиме, промена облика леве стране Пашенове криве код микро-пражњења, која је уочена од стране бројних аутора, објашњавана је разним процесима који се јављају у пражњењу. У раду је кандидат извршио мерења и јасно доказао претпоставку да је промена облика криве искључиво последица реализације пражњења на растојањима дужим од међуелектродног (long-path breakdown) код међуелектродних растојања реда 100 μm и већим. Претпоставка је потврђена у мерењима пробоја са катодама комплексне геометрије при чему је положај пражњења одређен је снимањем емисије уз помоћ интензивираних CCD камере (ICCD).

Трећи рад се бави пробојем у воденој пари на ниском притиску и садржи измерен комплетан сет пробојних напона добијених при широком опсегу различитих услова рад параметра као и просторне профиле пражњења који одговарају одређеним условима, тј. вредностима параметра. Користећи податаке добијене у мерењима које је кандидат урадио, у раду су предложени доминантни процеси одговорни за пробој и рад слабострујног пражњења при различитим притисцима. Поред чисте водене паре, снимљен је и пробој у воденој пари која је добијена користећи узорак обичне воде из водовода чиме је показано да минералне нечистоће не играју улогу код пробоја на ниском притиску.

Четврти рад инспирисан је сарадњом Лабораторије за гасну електронику Института за физику, института Јожеф Штефан из Љубљане и плазма групе у Institute of Microelectronics, NCSR Demokritos, Атина, а мерења су обављена у Institute of Microelectronics у једном периоду током једногодишњег боравка кандидата у Атини. Комплетно је карактерисан уређај - индуктивно спрегнути плазма извор велике запремине који ради на ниском притиску и користи се за третмане површина користећи оптичку емисиону спектроскопију, оптичко снимање камером, Лангмирову и каталитичку сонду, а поређење експериментално добијених резултата извршено је са резултатима глобалног модела. На овај начин потпуно су описани сви режими рада уређаја и прецизно су одређене концентрације и енергије честица из плазме које учествују у третману површина које се уносе у плазма уређај.

3.1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата

Према ISI Web of Science бази на дан 31.5.2017. године радови кандидата цитирани су укупно 146 пута, док је број цитата без аутоцитата 134, а H-индекс је 8.

Прилог: подаци о цитираности из базе ISI Web of Science.

3.1.3 Параметри квалитета часописа

Расподела кандидативних радова по часописима са њиховим фактором утицаја (Impact Factor - IF) дата је испод. У категоријама M21a, M21, M22 и M23 кандидат је објавио следеће радове (подвучени су радови објављени након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања):

- 3 рада у Plasma Sources Science and Technology (IF=3.591, IF=2.521, IF=2.521)
- 1 рад у Journal of Physical Chemistry Letters (IF=7.458)
- 4 рада у Journal of Physics D: Applied Physics (IF=2.772, IF=2.772, IF=2.544, IF=2.200)
- 1 рад у Physical Review E (IF=2.400)
- 1 рад у Journal of Applied Physics (IF=2.168)
- 1 рад у European Physical Journal D. Atoms, Molecules, Clusters and Optical Physics (IF=1.513)
- 2 рада у IEEE Transactions on Plasma Science (IF=1.174, IF=1.447)

Укупан фактор утицаја кандидативних радова је 35,081, а од избора у звање научни сарадник тај фактор је 20,650. Сви радови су објављени у часописима са фактором утицаја већим од један који су по свом угледу цењени и водећи у областима којима припадају.

3.1.4 Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

У својој каријери, на радовима објављеним у врхунском међународном часопису, кандидат је водећи аутор на 3 рада, други аутор на 5 радова и трећи на 3 рада.

У радовима који су објављени након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, у 5 од укупно 6 радова кандидат је водећи носилац целог или једног комплетног дела истраживања чији су резултати приказани у раду. При изради ових публикација, кандидат је учествовао у формулацији проблема и осмишљавању експерименталних мерења те у самим мерењима, тумачењу резултата и писању публикација. У раду где је први аутор, поред рада на експерименту кандидат је координисао и сарадњу других коаутора. Водећи и кључан допринос у свим сегментима израде публикације дао је и у радовима где је 2. аутор јер је у једном случају први аутор је докторанд са којом је кандидат сарађивао, а у другом случају колега чији је извор пражњења испитиван.

Током докторских студија, пре избора у последње звање, кандидат је конструисао и извршио мерења у комори за микропражњења што је била врло актуелна тема која је истраживана у сарадњи са колегама из Ulster University, Велика Британија. Након доктората, истраживање је настављено мерењима у воденој пари за која је кандидат адаптирао постојећи експеримент и у њему увео нови приступ у мерењу емисије из

пражњења. Дијагностичке технике у пражњењима већих запремина кандидат је усавршио током боравка у Institute of Microelectronics, NCSR Demokritos, Атина. То се пре свега односи на технику емисионе спектроскопије пражњења на ниском притиску и различите методе добијања информација о пражњењу из података прикупљених овом техником (актинометрија, одређивање температура и концентрација у пражњењу). Током овог боравка кандидат се бавио и третманима површина у пражњењу одакле је на Институт за физику пренео знање и идеје о третманима осетљивих површина у пражњењима што је омогућило отварање једне нове истраживачке теме. Поред емисионе спектроскопије, у сарадњи са колегама радио је и на мерењима Лангмировом сондом, каталитичком сондом и на уређају за масено-енергијску анализу честица у пражњењу на ниском притиску.

Кандидат има активну сарадњу са проф. Евангелосом Гоголидесом и др Џорџом Кокорисем са Institute of Nanoscience and Nanotechnology (INN), NCSR Demokritos, Атина, Грчка, са др Кинга Кутаси са Wigner Research Centre for Physics of Hungarian Academy of Sciences, Мађарска и са др Урошем Цвелбаром и проф. Мираном Мозетичем са Јожеф Штефан Института из Љубљане.

3.2 Ангажованост у формирању научних кадрова

Кандидат блиско сарађује и помаже на изради докторске дисертације Јелене Сивош коју она ради на Институту за физику. Такође је био члан комисије за избор Јелене Сивош у звање истраживач сарадник.

У току боравка на Institute of Microelectronics, NCSR Demokritos, Атина кандидат је студентима мастер студија одржао неколико предавања на тему дијагностике неравнотежних пражњења.

Током школске 2014/2015 године држао је рачунске вежбе на предмету Физика на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду. Такође, у истој школској години одржао је предавање на тему примене неравнотежних пражњења у оквиру предмета Семинар савремене физике на Физичком факултету Универзитета у Београду.

3.3 Нормирање броја коауторских радова

Сви радови кандидата објављени у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног звања су експериментални радови са максимално седам коаутора на раду тако да улазе са пуном тежином у односу на број коаутора.

3.4 Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат руководи следећим пројектним активностима на пројекту МПНТР ИИИИ41011 “Примене нискотемпературних плазми у биомедицини, заштити човекове околине и нанотехнологијама” (руководилац пројекта др Невена Пуач):

- Масена и ОЕС спектроскопија капацитивно спрегнуте радиофреквентне плазме

- Примене радиофреквентних пражњења на ниском притиску
- Масена спектроскопија плазма цета: интегрисана, временски разложена, комбинована са ОЕС
- Испитивање утицаја плазма активираних воде на физиолишке активности семена
- Деконтаминација течних узорака уз помоћ плазме

У оквиру центра изузетних вредности, Центра за неравнотежне процесе Института за физику у Београду (руководилац проф. др Зоран Љ. Петровић), кандидат руководи задатком „Деструкција органофосфата у течностима“.

На међународном пројекту NATO SPS 984555 "Atmospheric Pressure Plasma Jet for Neutralization of CBW" кандидат је од почетка 2016. до краја пројекта у мају 2017. године руководио и успешно реализовао један од два задатка пројекта: Испитивање ефикасности деконтаминације хемијских и биолошких агената уз помоћ атмосферске плазме (Testing of atmospheric plasma decontamination efficiency predominately for chemical warfare agents as well as biological agents).

Током каријере учествовао је/учествује као сарадник на следећим пројектима:

- пројекти Министарства просвете и науке:
 - пројекат основних истраживања (руководилац Зоран Љ. Петровић), “Физичке основе примене неравнотежних плазми у нанотехнологијама и третману материјала”, број 141025, МНТР Републике Србије, Београд (2006-2010),
 - пројекат основних истраживања (руководилац Зоран Љ. Петровић), “Фундаментални процеси и примене транспорта честица у неравнотежним плазмама, траповима и наноструктурама”, ОН171037, МПН Републике Србије, Београд (2011-),
 - пројекат иновационих и интердисциплинарних истраживања (руководилац Невена Пуач), “Примене нискотемпературних плазми у биомедицини, заштити човекове околине и нанотехнологијама”, ИИИ41011, МПН Републике Србије, Београд (2011-),
- ЕУ пројекти:
 - FP6 пројекат, 026328 IPB-CNP Reinforcing Experimental Centre for Non-equilibrium Studies with Application in Nano-technologies, Etching of Integrated Circuits and Environmental Research (2006-2010).
- међународни пројекти:
 - пројекат NATO SPS 984555 "Atmospheric Pressure Plasma Jet for Neutralization of CBW" (2014-2017),
 - COST Action TD1208 "Electrical Discharges with Liquids for Future Applications" (2014-2017)
- пројекти билатералне сарадње:
 - пројекат билатералне сарадње између Србије и Француске (руководилац Драгана Марић), МНТР Републике Србије, Београд (2008-2010),
 - пројекат билатералне сарадње између Србије и Бугарске (руководилац Зоран Љ. Петровић), САНУ, Београд (2008-2010),
 - пројекат билатералне сарадње између Србије и Мађарске (руководилац Зоран Љ. Петровић), САНУ, Београд (2008-2010),

- пројекат билатералне сарадње између Србије и Немачке (руководилац Зоран Љ. Петровић), МПН Републике Србије, Београд (2010-2012),
- пројекат билатералне сарадње између Србије и Мађарске (руководилац Зоран Љ. Петровић), САНУ, Београд (2010-2012),
- пројекат билатералне сарадње између Србије и Француске (руководилац Александар Милосављевић), МПНТР Републике Србије, Београд (2012-2014),
- пројекат билатералне сарадње између Србије и Словеније (руководилац Зоран Љ. Петровић), МПНТР Републике Србије, Београд (2012-2014)
- пројекат билатералне сарадње између Србије и Словеније (руководилац Невена Пуач), МПНТР Републике Србије, Београд (2014-2016)
- пројекат билатералне сарадње између Србије и Мађарске (руководилац Зоран Љ. Петровић), САНУ, Београд (2015-2017),

Прилози: потврда руководиоца пројеката о руковођењу задацима и активностима

3.4 Активност у научним и научно-стручним друштвима

Кандидат је члан савета за научна истраживања и високо образовање Друштва физичара Србије, Одсек за физику плазме и јонизованих гасова. Такође је рецензент за часописе *Journal of Physics D: Applied Physics*, *Plasma Sources Science and Technology*, *European Physical Journal D. Atoms, Molecules, Clusters and Optical Physics* и *Central European Journal of Chemistry*. Поред овога, био је и члан Комисије за преглед задатака за Републичко такмичење ученика средњих школа од 2009. до 2013. године. Од 2009. године је сарадник Центра за таленте Београд 1.

Учествовао је у организацији неколико већих међународних скупова, као члан организационог комитета:

- 5th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (EUJ) 2007,
 - 2nd International Workshop on Nonequilibrium Processes in Plasma Physics and Studies of Environment 2008,
 - 20th European Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases (ESCAMPIG) 2010,
 - 5th Conference on Elementary Processes in Atomic Systems (CEPAS) 2011,
 - 12th Frontiers in Low Temperature Plasma Diagnostics (FLTPD) 2017,
- и као секретар конференције 27th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (SPIG) 2014.

Прилози: писма уредништва и веб стране конференција

3.6 Утицајност научних резултата

Утицај научних резултата кандидата је наведен у одељку 3.1. Према ISI Web of Science бази на дан 31.5.2017. године радови кандидата цитирани су укупно 146 пута, док је број цитата без аутоцитата 134, а H-индекс је 8. Цео списак радова и цитата је у прилогу на основу чега се може проценити да су радови кандидата јасно препознати у

оквиру области неравнотежних пражњења, а што се може видети и кроз број од преко 15 предавања по позиву на међународним скуповима на којима је кандидат био аутор или коаутор.

3.7 Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидат је значајно допринео сваком раду на коме је учествовао.

Од шест радова изашлих у часописима у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, један рад је комплетно урађен у иностранству на експерименталној поставци у страниј лабораторији. Друга два рада урађена су у сарадњи са колегама из иностранства, на њиховим експерименталним уређајима али са мерним уређајима Института за физику где је кандидат имао кључан допринос код предлагања експерименталне технике мерења, саме реализације мерења, обраде и тумачења резултата. Преостала 3 рада комплетно су урађена у Институту за физику уз кључан и конкретан допринос кандидата при формулацији проблема и експерименталним решењима за мерење, као и при објашњавању добијених резултата и писању рада. За 4 рада кандидат је изнео комплетан поступак око објављивања радова, укључујући писање радова и кореспонденцију са уредником часописа.

У раду где је први аутор, поред извршених експерименталних мерења и обраде резултата везаних за оптичку спектроскопију, кандидат је координисао и сарадњу других коаутора. Поред тога, у овом раду извршио је и компјутерско моделовање пражњења, тј. за конкретан модел кандидат је саставио релевантан сет реакција и извршио подешавање параметара модела како би описао експерименталну ситуацију. Значајан и кључан допринос у свим сегментима израде публикације дао је и у радовима где је 2. аутор. У једном случају, први аутор је докторанд са којом је кандидат сарађивао, а у другом случају колега чији је извор пражњења испитиван. У случају публикације где је кандидат 5. аутор (M21a р. бр. 2), мерења је урадио заједно са колегама из синхротрона SOLEIL, а затим је активно учествовао у обради података и помогао приликом писања рада.

Нова, врло актуелна и интердисциплинарна тема на којој кандидат ради, а која се тиче третмана и деконтаминације течних узорака изворима неравнотежне плазме, захтева комбинацију знања везаног за основне процесе у неравнотежним пражњењима које је кандидат стекао током докторских студија, као и познавање процеса на третираним површинама и у течностима што је већ успешно савладао у истраживањима након завршених докторских студија. Публикација везана за досадашње истраживање на ову тему је послата у часопис.

3.8 Уводна предавања на конференцијама и друга предавања

Након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, кандидат је одржао следећа предавања:

- **N. Škoro**
Breakdown and discharge regimes in standard and micrometer size DC discharges
26th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (August 27 – 31, 2012, Zrenjanin, Serbia) (2012)
- **N. Škoro**, D. Marić, V. Stojanović, J. Sivoš, G. Malović and Z. Lj. Petrović
Heavy-particle collisions in water vapour discharges at low pressures
23rd Europhysics Sectional Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases (ESCAMPIG) (July 12-16, 2016, Bratislava, Slovakia) (2016)
- **N. Škoro**, D. Marić, V. Stojanović, J. Sivoš, G. Malović and Z. Lj. Petrović
Heavy-particle processes in low-pressure water vapour discharge
28th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (August 29-September 2, 2016, Belgrade, Serbia) (2016)
- **N. Škoro**, N. Puač, S. Živković, D. Mišić, U. Cvelbar, G. Malović and Z. Lj. Petrović
Destruction of organophosphate pollutants in water using atmospheric pressure plasma sources
10th Photonics Workshop (February 26-March 2, 2017, Kopaonik, Serbia) (2017)
- **N. Škoro**, N. Puač, S. Živković, D. Mišić, U. Cvelbar, G. Malović and Z. Lj. Petrović
Application of Atmospheric Pressure Plasmas in Agriculture for Wastewater Cleaning
International Conference on Plasmas with Liquids (ICPL 2017) (March 5-9, 2017, Prague, Czech Republic) (2017)

Прилози: позивна писма за учешће и изводи из књига апстраката.

4. Елементи за квантитативну анализу рада

Остварени резултати у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова
M14	4	2	8
M21a	10	2	20
M21	8	3	24
M22	5	1	5
M31	3,5	1	3,5
M32	1,5	4	6
M33	1	17	17
M34	0,5	27	13,5

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање виши научни сарадник

М категорије	Услов	Остварено
Укупно	50	97
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	40	83,5
M11+M12+M21+M22+M23	30	49

Према ISI Web of knowledge бази укупан број цитата радова кандидата на дан 31.05.2017. је 146, док је број цитата без аутоцитата 134. Према истој бази Н-индекс кандидата је 8.

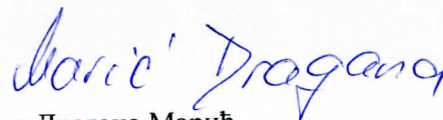
Закључак

Имајући у виду високу вредност и оригиналност научних радова др Николе Шкора као и његово искуство које је стекао током рада и у сарадњи са колегама из Института за физику, у иностранству и у међународним сарадњама, мишљења смо да је кандидат достигао високу истраживачку зрелост и научну компетентност. Кандидат је остварио активност у оквиру групе на неколико тема/задатака које је и формално водио. Он је све преузете обавезе комплетирао и водио је рачуна како о реализацији пројеката који су му поверени тако и о интересима целог центра. На основу података из извештаја се види да кандидат задовољава све квантитативне и квалитативне услове за избор у звање виши научни сарадник који су прописани Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Због тога нам је изузетно задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Николе Шкора у звање виши научни сарадник.

У Београду, 16.6.2017. године

Чланови комисије:



др Драгана Марић
научни саветник
Институт за физику у Београду



проф. Зоран Љ. Петровић
научни саветник
Институт за физику у Београду



проф. Срђан Буквић
редовни професор
Физички факултет Универзитета у Београду