

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај комисије за избор др Биљане Станков у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику одржаној 29.09.2020. именовани смо у комисију за избор др Биљане Станков у звање **научни сарадник**. Пошто смо прегледали материјал који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидаткиње и увида у њен рад и публикације, Научном већу Института за физику подносимо овај извештај:

1. Биографски подаци о кандидату

Др Биљана Станков рођена је 1989. године у Зрењанину. Завршила је основну школу „Светозар Марковић Тоза“ у Елемиру 2004. године и Зрењанинску гимназију у Зрењанину 2008. године.

Четири године основних студија из физике-метеорологије завршава на Департману за физику, Природно-математичког факултета, Универзитета у Новом Саду 2012. године. Исте године полаже разлику испита за истраживачки смер на физици и уписује мастер студије из области физике плазме, које завршава следеће године са мастер радом „Испитивање услова за снимање спектралних линија хелијума из плазме произведене у електромагнетној Т-цеви“.

Током завршне године основних и мастер студија, била је стипендиста Доситеје коју додељује Фонд за младе таленте Републике Србије, намењене талентованим и најуспешнијим ученицима и студентима у Србији и иностранству.

Године 2013. уписује докторске студије из области физике плазме на истом факултету као стипендиста Министарства просвете науке и технолошког развоја. Запошљава се на Институту за физику у Београду 2016. године где стиче звање истраживач приправник. У децембру 2018. године пријавила је тему доктората „Истраживања комплексних облика спектралних линија берилијума у присуству берилијумске прашине“, са др Игором Савићем и др Миливојем Ивковићем као менторима. Одлуком научног већа 09.07.2019. Стекла је истраживачко звање, истраживач сарадник. Др Биљана Станков је одбранила докторску дисертацију 03.08.2020. на Природно-математичком факултету, Универзитета у Новом Саду.

Током студирања редовно је учествовала на интернационалној конференцији за студенте физике- ICPS (International Conference of Physics Students), одржаној 2010. у године у Грацу (Аустрија), 2012. године у Будимпешти (Мађарска), 2014. године у Хајлдербегу (Немачка), 2015. године у Загребу (Хрватска), 2016. године у Валети (Малта), 2017. у године у Хелсинкију (Финска). Биљана Станков је учесник летње школе посвећене плазма физици, одржане у Грајсфвалду (Немачка - 2017. год.). У фебруару 2019. године

добија грант који јој омогућује учешће на конференцији EWPCS (European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry), у граду По (Француска) због где је одржала предавање под насловом “Uncovering beryllium line with forbidden component”. Учесник је конференције SPIG (Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases) 2016., 2018., и 2020. године.

Др Биљана Станков до сада има објављена 2 научна рада, из категорије M21 и M22.

Област научно истраживачког рада Биљане Станков је емисиона спектроскопија. Примарни интерес истраживања је добијање спектралних линија насталих од материјала зида цеви за пражњење направљене од берилијум-оксида у плазми, затим дијагностика параметара плазме и испитивање облика спектралних линија берилијума. Такође, фокус истраживања усмерен је ка развоју спектроскопије ласером индукованог пробоја - ЛИБС (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) која се примењује за испитивање узорака који у свом саставу садрже берилијум.

2. Преглед научне активности др Биљане Станков

Прво научно искуство Биљана Станков је стекла током мастер студија, радећи на мастер тези „Испитивање услова за снимање спектралних линија хелијума из плазме произведене у електромагнетној Т-цеви“. Циљ истраживања био је коришћење добијених експерименталних резултата за упоређивање са профилима спектралних линија хелијума добијеним на основу теоријских прорачуна.

Током прве године рада у Институту за физику у Београду др Биљана Станков бавила се испитивањем спектроскопског извора зрачења - плазма млаза. Намена овог извора је била да се провери да ли се на овај начин конструисан извор може користити за мерење помераја спектралних линија различитих елемената.

Научна активност кандидаткиње др Биљане Станков у Институту за физику у Београду усмерена у највећем делу на анализу оптичког емисионог спектра плазме. Највећа пажња посвећена је анализи спектралних линија које се добијају аблацијом зидова цеви за пражњење. Примарни циљ истраживања био је омогућавање ексцитације, снимања и проучавања спектралних линија берилијума, због изразитог значаја овог елемента у природи и индустрији. Ова истраживања била су најпре усмерена ка конструкцији новог, безбедног, извора плазме. Наиме, берилијум је врло токсичан те је било потребно конструисати извор којим би се могло безбедно руковати у условима који постоје у лабораторији. Након конструкције извора плазме било је потребно одредити оптималне услове за рад извора и снимање спектралних линија берилијума, односно услове при којима се спектралне линије берилијума појављују у спектру и могу се раздвојити од линија носећег гаса.

Резултатима експерименталног рада кандидаткиње је први пут утврђено постојање забрањене компоненте линије берилијума. Такође, запажено је да под утицајем пражњења долази до формирања прашине берилијума. Како би се избегао евентуални утицај прашине на облик спектралних линија, наставак истраживања усмерен је ка развоју

спектроскопије ласером индукованог пробоја - ЛИБС (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) која је примењена за испитивање узорака који у свом саставу садрже берилијум.

Истраживачки рад и научни резултати које је до сада остварила др Биљана Станков, могу се груписати у 4 теме:

- Конструкција и испитивање спектроскопског извора зрачења - плазма млаза
- Конструкција новог извора плазме којим се омогућује безбедно снимање спектралних линија токсичног берилијума
- Испитивање спектралних линија берилијума које се појављују у спектру са забрањеном компонентом
- Развој спектроскопије ласером индукованог пробоја - ЛИБС која је примењена за испитивање узорака који у свом саставу садрже берилијум

2.1 Конструкција и испитивање спектроскопског извора зрачења - плазма млаза

Кандидаткиња се бавила испитивањем спектроскопског извора зрачења - плазма млаза, током прве године рада у Институту за физику у Београду. Извор плазма млаза је малих димензија - електроде се налазе на растојању од 10 cm, а отвор на електроди, кроз који пролази плазма млаз, има дијаметар 0,6 mm. Пропагација плазма млаза је праћена коришћењем брзе фотографије чиме је потврђено његово формирање и анализирано простирање. Анализирани су и упоређивани оптички емисиони спектри плазма млаза и цеви у којој се одвијало пражњење. Снимање се обављало *end on* помоћу камере, али и истовремено, уз помоћ три фибера - један за снимање пражњења у цеви, други за снимање плазма млаза и трећи за *end on* снимке. На основу ових снимака и анализом спектра било је могуће утврдити разлике у концентрацији и температури унутар саме цеви и у плазма млазу, као и колики је појединачни допринос ове две плазме у укупном сигналу. Пражњење је успостављано у више гасова. Мењане су димензије, отвор и растојање између електрода, а све у циљу добијања стабилног извора који се може корисити за анализу спектралних линија гаса. Константовано је да се у плазма млазу креираног извора не ексцитују спектралне линије елемената, осим раније уочених He и H, или се ти елементи не налазе у плазма млазу. Описани резултати објављени су у раду:

- M. Vinic, **B. Stankov**, M. Ivkovic and N. Konjevic, *Characterization of an Atmospheric Pressure Pulsed Microjet*, 28th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, Belgrade, Serbia (2016), August 29th– September 2nd, p. 276

2.2. Конструкција новог извора плазме којим се омогућује ексцитација берилијума аблацијом зида цеви за пражњење

Кандидаткиња је учествовала у конструкцији новог извора плазме, који ради у импулсном режиму, који је за основни циљ имао безбедно испитивање спектралних линија берилијума које потичу из плазме произведене у извору пражњења. Појављивање

линија берилијума остварено је уметањем керамичке цеви берилијум-оксида, BeO, у цев за пражњење. Кандидаткиња је вршила испитивања при различитим притисцима гасова: аргона, аргона са хелијумом, хелијума са водоником, криптона. Испитивања су вршена са различитим како електричним конфигурацијама, тако и са различитим поставкама и варијантама самог извора док се није постигао жељени резултат. Спектри су снимани у различитим временима трајања плазме. Помоћу овако конструисаног извора омогућена је детекција присуства берилијума у плазми и проучавање утицаја честица прашине. Овако конструисан извор омогућује испитивање спектра плазме која настаје у цевима израђених одразличитих материјала, тако што се у извор уведе цев израђена од материјала који се жели испитати. Кандидаткиња је проучавала и спектре добијене када се унутар цеви за пражњење уметне цев израђена од алумине, Al₂O₃, као и спектре када се као цев за пражњење користи цев израђена од силицијум-диоксида, SiO₂.

Током експерименталног рада примећено је формирање позамашне количине прашине која настаје аблацијом зидова цеви за пражњење. Појава прашине констатована је и при коришћењу Al₂O₃ и SiO₂ цеви за пражњење. У све три верзије извора појављује се и додатни максимум при временској евалуацији струјног импулса. Константовано је и да је појава другог максимума струје праћена је повећањем концентрације електрона. Претпоставка је да након струјног импулса долази до отпуштања електрона са честица, а механизми који вероватно стоје иза овог повећања су секундарна електронска емисија због удара јона, термојонска емисија, емисија услед поља,... Појава другог максимума је током истраживања коришћена као први показатељ да је дошло да аблације керамике и да се у спектру може очекивати појава линија које потичу од материјала цеви уметнуте у цев за пражњење.

Кандидаткиња је одредила оптималне услове за рад извора плазме, за све три цеви у којима је вршено пражњење. Описани резултати објављени су у раду:

- **B. D. Stankov**, M. Vinić, M. R. GavrilovićBožović, and M. Ivković,
Novel plasma source for safe beryllium spectral line studies in the presence of beryllium dust, Review of Scientific Instruments **89**, 053108 (2018),
<https://doi.org/10.1063/1.5025890>.

2.3. Испитивање спектралних линија берилијума које се појављују у спектру са забрањеном компонентом

Кандидаткиња је испитивала емитовано зрачења из новог извора плазме, претходно описаног, када се као цев за пражњење користи берилијум оксид. Приликом испитивања утврђена је појава линије једноструко јонизованог берилијума Be II 436,1 nm, прелаза 3p² P^o-4d² D, са забрањеном компонентом прелаз, 3p² P^o-4f² F^o. Да би се доказала појава спектралне линије са забрањеном компонентом, кандидаткиња је испитавала присуство нечистоћа у спектру, затим мерила растојање између максимума интензитета дозвољене и забрањене компоненте спектралне линије, као и однос интензитета ове две компоненте. Функционална зависност растојања између максималних интензитета компонентата од

таласне дужине, као и функционална зависност односа интензитета максимума компонената од таласне дужине, прати тренд типичан за линије са забрањеним компонентама. Описани резултати објављени су у радовима:

- **B. D. Stankov**, M. Ivković, M. Vinić and N. Konjević, *Forbidden component of the Be II 436.1 nm line recorded from pulsed gas discharge plasma*, Europhysics Letters **123** 63001 (2018), doi: 10.1209/0295-5075/123/63001
- **B. D. Stankov**, *Beryllium Spectral Line Studies in the Presence of Beryllium Dust*, 29th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, Belgrade, Serbia (2018), August 28th– September 1st, progress report, p. 145
- **B. D. Stankov**, *Uncovering beryllium line with forbidden component*, European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry, PAU Feb. 3 – 8, 2019, student grant lecture, p. 68

2.4. Развој спектроскопије ласером индукованог пробоја - ЛИБС која је примењена за испитивање узорака који у свом саставу садрже берилијум

Кандидаткиња је учествовала у осмишљавању додатног експеримента за анализу спектралних линија берилијума, код којег би био избегнут проблем појаве веће количине честица прашине те евентуални утицаја прашине на спектар. Наставак истраживања кандидаткиње усмерен је ка развоју спектроскопије ласером индукованог пробоја за испитивање узорака који у свом саставу садрже берилијум. Кандидаткиња је испитивала могућност снимања линија берилијума са забрањеном компонентом ЛИБС методом. Описани резултати објављени су у раду:

- **B. D. Stankov**, M.R. Gavrilović Božović and M. Ivković, *Appearance of Be II 436.1 nm Line With Forbidden Component in LIBS plasma*, 30th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, Šabac, Serbia (2020), August 24th–28th, p. 145

3. Елементи за квалитативну оцену научног доприноса

3.1. Квалитет научних резултата

3.1.1 Значај научних резултата

Кандидаткиња се у току досадашњег рада бавила емисионом спектроскопијом, са примарним интересом усмереним ка испитивању појаве спектралних, затим дијагностиком параметара плазме и испитивањем облика снимљених спектралних линија берилијума.

Кандидаткиња је имала значајну улогу у припремању експерименталне поставке, планирању и изведби експеримената. Кандидаткиња је самостално радила на два

експеримента у Лабораторији за физику плазме и ласере, Института за физику у Београду; од којих је у првом осмишљен и конструисан нов извор плазме за испитивање спектралних линија које потичу из материјала зида цеви за пражњење. Извор је описан у раду чији је кандидаткиња први аутор. Новоконструисани извор омогућује испитивање спектралних линија берилијума. Оваква испитивања берилијума су веома ретка због познате токсичности берилијума и берилијумске прашине. Кандидаткиња се највише бавила анализом спектра добијених применом новог извора плазме.

Испитивања берилијума су од великог значаја за астрофизику - берилијум је присутан у великом броју звезда чије се зрачење прати. Ови подаци су важни и због фузионих истраживања. Тренутно је у изградњи ИТЕР (*International Thermonuclear Experimental Reactor*). Први слој зидова овог реактора, који је у директном контакту са формираном плазмом, биће направљен од берилијума. Високе температуре плазме могу довести до топљења, испаравања и формирања прашине берилијума. Ово би довело до оштећења зидова суда, али и до промене састава плазме. Експеримент је спроведен у циљу анализе процеса који доводе до формирања прашине.

Као најзначајнији рад кандидаткиње Комисија истиче:

- **B. D. Stankov**, M. Ivković, M. Vinić and N. Konjević, *Forbidden component of the Be II 436.1 nm line recorded from pulsed gas discharge plasma*, *Europhysics Letters* **123** 63001 (2018), doi: 10.1209/0295-5075/123/63001

У овом раду чији је кандидаткиња први аутор, по први пут је, према доступној литератури, утврђено постојање спектралне линије берилијума са забрањеном компонентом.

Друга експериментална поставка на којој кандидаткиња самостално ради је усмерена ка развоју ЛИБС технике за испитивање узорака који у свом саставу садрже берилијум. Радом на овом експерименту, кандидаткиња је показала да се у спектрима добијеним фокусирањем наносекундноог импулсног ласерског снопа (Nd:YAG, Quantel, Q-smart 450) таласне дужине 266 nm, енергије 70 mJ, на мету берилијум оксида у комори под ниским притиском, појављује спектрална линија берилијума са забрањеном компонентом. Захваљујући овом експерименту, биће омогућено испитивање линија берилијума без присуства додатног поља или прашине, биће омогућена провера оптичке дебљине. Све ово је значајно јер је тиме омогућена употреба експерименталних резултата за поређење са спектралним линијама берилијума добијеним теоријским моделима. Такође, на овој експерименталној поставци може се спровести провера утицаја самоапсорпције на облик спектралних линија. Једна од могућих примена линија берилијума са забрањеним компонентама, осим за поређење са теоријским моделима, је за одређивање концентрације електрона током *in situ* испитивања првог зида токамака ЛИБС методом.

Параметри квалитета часописа

Кандидаткиња др Биљана Станков је објавила укупно 2 рада у међународним часописима, чији је први аутор, и то:

• 1 рад у врхунском међународном часопису *Europhysics Letters / EPL* (ИФ=1.957, СНИП=0.746)

• 1 рад у истакнутом међународном часопису *Review of Scientific Instruments/Rev Sci Instrum* (ИФ=1.515, СНИП=0.899)

Укупан импакт фактор објављених радова је 3.472.

3.1.3 Позитивна цитираност научних радова кандидата

Према бази Web of Science, радови др Биљане Станков су цитирани укупно 2 пута, од чега 1 пут изузимајући аутоцитате. Хиршов индекс према истој бази је 1.

3.1.4 Додатни библиометријски показатељи

	ИФ	М	СНИП
Укупно	3.472	13	1.645
Усредњено по чланку	1.736	6.5	0.8225
Усредњено по аутору	0.6944	2.6	0.329

3.1.5 Међународна сарадња

Међународне активности др Биљане Станков обухватају учешће на летњој школи физике плазме за студенте у Грајсфалду, Немачка, 2017. године. Такође, кандидаткиња је освојила грант који јој је омогућио да одржи усмено предавање на конференцији EWCP (European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry“) у граду По, Француска, 2019. године. Ову награду је освојило 12 студената из целог света, који су на тај начин добили прилику да представе свој рад.

3.2. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Оба рада на којима је кандидаткиња први аутор су експериментална. Број аутора на оба рада је мањи од 7. У складу са Правилником Министарства о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно истраживачких резултата, када су у питању експериментални радови у природно-математичким наукама, са пуном тежином признају се радови до 7 коаутора, те нема потребе за нормирањем М бодова.

3.3. Учесће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је од уписа докторских студија на пројекту ОИ17104 под називом „Спектроскопска дијагностика нискотемпературне плазме и гасних пражњења: облици спектралних линија и интеракција са површинама“, чији је руководиоца била др Соња Јовићевић.

3.4. Утицај научних резултата

Утицај научних резултата кандидаткиње наведен је у одељку 3.1 овог извештаја. Пун списак радова и подаци о цитираности из *Scopus* базе су дати у прилогу.

3.5. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидаткиња је своје истраживачке активности реализовала у Институту за физику у Београду. Кандидаткиња је дала кључни допринос објављеним радовима, где је први аутор.

4. Елементи за квантитативну оцену научног доприноса

Остварени М бодови по категоријама публикација

Категорија	М бодови по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
M21	8	1	8	8
M22	5	1	5	5
M32	1.5	1	1.5	1.5
M33	1	3	3	3
M34	0.5	1	0.5	0.5
M70	6	5	6	6

Поређење оствареног броја М-бодова са минималним условима потребним за избор у звање научног сарадника

	Потребно	Остварено
УКУПНО:	16	24
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	18
M11+M12+M21+M22+M23	6	13

Закључак и предлог

Имајући у виду квалитет научног рада др Биљане Станков и постигнути степен истраживачке зрелости и компететности, као и самосталност у дефинисању и решавању комплексних научних проблема задовољство нам је да предложимо Научном већу Института за физику, Универзитета у Београду, да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Биљане Станков у звање научни сарадник.

У Београду, 09.10. 2020.

Чланови комисије:

др Миливоје Ивковић
Научни саветник
Институт за физику Универзитета у Београду

Проф. др Игор Савић
Редовни професор
Природно-математички факултет, Департман за физику,
Универзитет у Новом Саду,

др Ненад Сакан
Научни сарадник
Институт за физику Универзитета у Београду