

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

Извештај Комисије за избор др Ненада Сакана у звање виши научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 15.03.2022. именовани смо у Комисију за избор др Ненада Сакана у звање виши научни сарадник.

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

1. БИОГРАФСКИ И СТРУЧНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Др Ненад Сакан је рођен 04. марта 1972. године у Скопљу. Након завршене основне и средње школе, школске 1990/1991 године уписао се на Физички факултет Универзитета у Београду (Смер Примењена физика). Дипломирао је 6. јула 1998. године. Одлуком Одбора фонда "Проф. Др Љубомир Ћирковић", др Ненад Сакан је добитник награде за најбољи дипломски рад одбраћен на Физичком факултету у 1997/1998. Последипломске студије на смеру "Експериментална физика јонизованих гасова" уписао је школске 1998/1999. године. 1. априла 2004. године стекао је звање магистра физичких наука на Физичком факултету Универзитета одбраном магистраског рада под називом "Разрада метода прорачуна оптичких карактеристика плазме базираног на моделним екранираним потенцијалима", под менторством др Анатолија Михајлова, научног саветника Института за физику. Кандидат је 1. јула 2009. године стекао звање доктора физичких наука на Физичком факултету Универзитета у Београду одбраном докторског рада под називом "Моделирање оптичког континуираног спектра густе јако јонизоване плазме у апроксимацији одсеченог Кулоновог потенцијала" под менторством др Анатолија Михајлова, научног саветника Института за физику.

У периоду од 23.10.1998. године до сада је запослен у Институту за физику. Одлуком Научног већа Института за физику, која је донета на седници одржаној 19.10.2004. године изабран је у научно звање истраживач сарадник. У научно звање научни сарадник је изабран 19.05.2010. на основу одлуке Комисије за стицање научних звања. У звање научни сарадник је реизабран 28.10.2015. и 27.09.2017. године. До сада је објавио 27 научних радова, од којих 17 после избора у звање научни сарадник. Радови публиковани током целокупне каријере кандидата су до сада цитирани 384 пута уз h-индекс 11 (база Scopus), без аутоцитата 337

пута. Укупан збир импакт фактора за радове објављене током целокупне каријере износи 60,492 док за радове објављене у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања научни сарадник износи 38,776.

Све време рада на Институту за физику је био ангажован на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Тренутно је учесник пројекта Фонда за науку Републике Србије из програма Идеје чији је руководиоца др Миливоје Ивковић и пројекта Српске Академије наука и уметности и Бугарске академије наука, чији је руководиоца др Зоран Симић (Астрономска опсерваторија, Београд). Рецензирао је радове у међународним часописима и одржао предавања по позиву. Руководио је пројектним задатком у оквиру пројекта Министарства за просвету, науку и технолошки развој бр. 176002. Др Ненад Сакан је руководио је израдом једног мастер и једног магистарског рада.

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Истраживања Др Ненада Сакана у досадашњем раду су била усмерена на теоријско испитивање карактеристика густе неидеалне водоничне плазме и експериментално испитивање карактеристика нискотемпературске плазме. У периоду након претходног избора у звање, његова научно-истраживачка активност се одвија у оквиру следећих тематских целина:

2.1. Испитивање оптичких карактеристика густе неидеалне плазме

Након избора у звање научни сарадник, кандидат наставља рад на изучавању оптичких карактеристика густе неидеалне плазме. У том циљу је у оквиру раније развијеног метода прорачуна додат процес фотоапсорпције за прелазе међу везаним стањима, и др Сакан активно ради на моделима проширења и профилима спектралних линија апсорпције густе неидеалне плазме при испитиваним условима. Успешно је проверен метод нумеричког решавања Шредингерове једначине који је омогућио да се модел примени на произвољне форме потенцијала атома и јона у плазми. Ово је успешно примењено на модел аргоновог атома у плазми. Ради се на даљем усавршавању модела.

Обзиром на то да овакав модел успешно описује плазму средњих и виших неидеалности која је битна за описе процеса у звездама, активно се ради на проширењу модела. Оваква плазма је битна и у врло брзом прелазном режиму ласерски постигнуте фузије.

Овај тип теоријског описа плазме је примењив на системе са јаким Кулоновским везама, и показало се да овакви јако спрегнути системи могу веома лепо да се опишу простим моделним потенцијалима. Дати опис је омогућио увођење свих додатних интеракција у потпуно квантно-механички опис емитера у плазми. Од самом почетка примене оваквог модела на оптичке карактеристике густе неидеалне плазме кандидат је развио комплетан математички модел и софтвер под руководством др Анатолија Михајлова.

Најважнији до сада постигнути резултати из ове области су приказани у наведеним радовима:

A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, V.A. Srećković, Y. Vitel (2011): Modeling of the continuous absorption of electromagnetic radiation in dense partially ionized plasmas. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 44, 095502 (17pp)

<http://dx.doi.org/10.1088/1751-8113/44/9/095502>

Srećković V. A., Sakan N., Šulić D., Jevremović D., Ignjatović Lj. M. and Dimitrijević M. S. (2018) Free-free absorption coefficients and Gaunt factors for dense hydrogen-like stellar plasma. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 475 (1), 1131-1136;

<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stx3237>

A.A. Mihajlov, N.M. Sakan, V.A. Srećković, Y. Vitel (2011): Modeling of the continuous absorption of electromagnetic radiation in dense hydrogen plasma. Baltic Astronomy 17, 1-6;

<https://doi.org/10.1515/astro-2017-0345>

A.A. Mihajlov, V.A. Srećković, N.M. Sakan (2015): Inverse Bremsstrahlung in astrophysical plasmas: the absorption coefficients and Gaunt factors. Journal of Astrophysics and Astronomy 36, 635-642 (прегледни чланак); **<https://doi.org/10.1007/s12036-015-9350-0>**

M. S. Dimitrijević, V. A. Srećković, N. M. Sakan, N. N. Bezuglov, A. N. Klyucharev (2018) Free-Free Absorption in Solar Atmosphere, Geomagnetism and Aeronomy, 2018, Vol. 58, No. 8, pp. 1067–1072, **<https://doi.org/10.1134/S0016793218080054>**

Из сродне области је и рад:

A.A. Mihajlov, V.A. Srećković, Lj.M. Ignjatović, A.N. Klyucharev, M.S. Dimitrijević, N.M. Sakan (2015): Non-elastic processes in atom Rydberg-atom collisions: review of art and problems. Journal

of Astrophysics and Astronomy 36, 623-634 (прегледни чланак) <https://doi.org/10.1007/s12036-015-9364-7>

У овом раду је показано да радиациони преноси енергије не могу да буду заобиђени у разматрању и да би требало да се укључе у оквиру стандардних модела атмосфера Сунца.

2.2. Експериментално испитивање карактеристика нискотемпературске плазме

У оквиру ове тематике, кандидат се бавио проблематиком везаном за аквизицију података, прикључио се раду на спектроскопији импулсних пражњења и учествовао је у испитивању модела фитовања спектралних линија Балмерове серије водоника. Радио је на развијању експеримента за интерферометријско мерење концентрације електрона нискотемпературске, ретке плазме, базираног на интерферометрији зрачења угљендиоксидног ласера. Циљ овог експеримента је обезбеђивање независног метода одређивања електронске концентрације нискотемпературних плазми мале електронске концентрације ради изучавања облика спектралних линија при таквим условима. На основу тога треба да се добије експериментална апаратура која је у стању да обједини податке о електронској концентрацији добијеној интерферометријским методом, као независним, са спектроскопским изучавањем плазме. Ово би омогућило да се добије експериментална база спектроскопских података са независно одређеним концентрацијама електрона. Оваква база експерименталних података би имала примену како у провери постојећих спектроскопских емпиријских формула за одређивање електронске концентрације и температуре плазме, тако и код развоја нових формула и процедура за дијагностику плазме са малим електронским концентрацијама и ниским температурама.

Најзначајнији до сада постигнути резултати из ове области су приказани у раду:

N. Konjević, M. Ivković, N. Sakan (2012). Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma diagnostics (Review). Spectrochimica Acta Part B 76, 16-26 (*прегледни чланак*); <https://doi.org/10.1016/j.sab.2012.06.026>

2.3. Теоријско разматрање Штарковог проширења спектралних линија атома и јона у плазми

Потреба за испитивањем Штарковог проширења спектралних линија Nb III се јавила због појаве Nb у врућим атмосферама звезда А типа, као и у атмосферама белих патуљака типа DA и DB. У овој области експериментална база резултата је веома слаба, а за неке од елемената и непостојећа, тако да теоријско разматрање проширења често мора да иде испред експерименталног познавања тог процеса. Ово је један од случајева када за већину анализираних линија постоји недостатак експерименталних података. Обзиром на заступљеност елемената ретких земаља у поменутих звездама и патуљцима отворено је обимно подручје рада за даље испитивање понашања Штаркових параметара ове групе елемената. Као резултат сарадње са колегама са Астрономске опсерваторије у Београду, проистекле су и заједничке публикације при чему су најзначајнији резултати публиковани у раду:

Simić Z., Sakan N. (2020) The electron-impact broadening of the Nb III for 5p-5d transitions. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 491 (3), 4382-4386. <https://doi.org/10.1093/mnras/stz3362>

2.4. Примена статистичке обраде података у екохемији и процена еколошког ризика на основу вероватноће догађаја

У оквиру обраде података добијених хемијским анализа земљишта и седимента кандидат је помогао у развоју и употреби специфичног метода нормирања резултата мерења на процењени средњи статистички нормиран природни фон датог терена. Кандидат је развио и софтвер за процену ризика загађења токсичним елементима користећи Монте Карло симулацију. Развијајући ове методе, др Ненад Сакан је остварио сарадњу са колегама из Института за хемију, технологију и металургију и најзначајнији резултати добијени применом датих метода су публиковани у следећим радовима:

S. Sakan, A. Popović, S. Škrivanj, N. Sakan, D. Đorđević (2016) Comparison of single extraction procedures and the application of an index for the assessment of heavy metal bioavailability in river sediments. Environmental Science and Pollution Research, 23 (21), 21485-21500; <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7341-6>

S. Sakan, G.Dević, D. Relić, I. Anđelković, N. Sakan, D. Đorđević (2014): Risk assessment of trace element contamination in river sediments in Serbia using pollution indices and statistical methods: a pilot study. Environmental Earth Sciences 73, 6625-6638; [https://doi.org/ 10.1007/s12665-014-3886-1](https://doi.org/10.1007/s12665-014-3886-1)

S. Sakan, G. Dević, D. Relić, I. Anđelković, N. Sakan, D. Đorđević (2015): Environmental assessment of heavy metal pollution in freshwater sediment, Serbia. Clean - Soil, Air, Water 43, 838-845. [https://doi.org/ 10.1002/clen.201400275](https://doi.org/10.1002/clen.201400275)

S. Sakan, G.Dević, D. Relić, I. Anđelković, N. Sakan, D. Đorđević (2015) Evaluation of sediment contamination with heavy metals: the importance of determining appropriate background content and suitable element for normalization. Environmental Geochemistry and Health 37, 97-113. [https://doi.org/ 10.1007/s10653-014-9633-4](https://doi.org/10.1007/s10653-014-9633-4)

Sakan S, Sakan N., Anđelković, I., Trifunović, S., Đorđević, D. (2017) Study of potential harmful elements (arsenic, mercury and selenium) in surface sediments from Serbian rivers and artificial lakes. Journal of Geochemical Exploration 180, 24-34. [https://doi.org/ 10.1016/j.gexplo.2017.06.006](https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.06.006)

S. Sakan, N. Sakan, A. Popović, S. Škrivanj, D. Đorđević (2019) Geochemical fractionation and assessment of probabilistic ecological risk of potential toxic elements in sediments using Monte Carlo Simulations. Molecules 24, 2145; <https://doi.org/10.3390/molecules24112145>

S. Sakan, S. Frančišković-Bilinski, D. Đorđević, A. Popović, N. Sakan, S. Škrivanj, H. Bilinski (2021) Evaluation of Element Mobility in River Sediment Using Different Single Extraction Procedures and Assessment of Probabilistic Ecological Risk. Water 13, 1411. <https://doi.org/10.3390/w13101411>

S.M. Sakan, N.M. Sakan, D.S. Đorđević (2013) Trace element study in Tisa River and Danube alluvial sediment in Serbia. International Journal of Sediment Research 28, 234-245. [https://doi.org/10.1016/S1001-6279\(13\)60034-7](https://doi.org/10.1016/S1001-6279(13)60034-7)

2.5. Примена програмабилне логике на развој система управљања

Познавање програмабилне логике и микроконтролера, као и управљања системима је резултовало сарадњом са Катедром за системе наоружања са Машинског факултета Универзитета у Београду на развоју система управљања групом активних летелица или муниције. Кандидат је направио косимулатор управљања који је активно радио у складу са моделом симулираним на рачунару. Најзначајнији резултати ове сарадње су публиковани у раду:

М.А. Boulahlib, М. Milinović, М. Bendjaballah, О. Jeremić, N.M. Sakan (2017): Software/hardware design of decision-making controllers for object navigation in horizontal plane. Technical Gazette 30(3), 307-314. <https://doi.org/10.17559/TV-20160408195923>

3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

3.1. Квалитет научних резултата

3.1.1. *Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова*

Др Ненад Сакан је до сада објавио 27 научних радова, при чему је 13 радова категорије М21, 8 радова категорије М22 и 6 радова категорије М23. Након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања научни сарадник објавио је 17 радова (5 радова категорије М21, 6 радова категорије М22 и 6 радова категорије М23). Сума импакт фактора радова које је објавио др Ненад Сакан износи 60,492, а за публиковане радове после избора у звање научни сарадник 38,776.

Као пет најзначајнијих радова др Сакана у овом изборном периоду могуће је издвојити:

1. Mihajlov A., Sakan N. Srećković V., Vitel Y. (2011) Modeling of continuous absorption of electromagnetic radiation in dense partially ionized plasmas. Journal of Physics A - Mathematical and Theoretical, 44 (9), (DOI:10.1088/1751-8113/44/9/095502) (M21)

2. Simić Z., Sakan N. (2020). The electron-impact broadening of the Nb III for 5p-5d transitions. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 491 (3), 4382-4386. (DOI:10.1093/mnras/stz3362) (M21)

3. Konjević N., Ivković M., Sakan N. (2012). Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma diagnostics (pregledni članak). Spectrochimica Acta Part B 76, 16-26. (DOI:10.1016/j.sab.2012.06.026) (M21)

4. Dimitrijević M. S., Srećković V.A., Sakan N., Bezuglov N. N., Klyucharev A. N. (2018). Free-Free Absorption in Solar Atmosphere, Geomagnetism and Aeronomy 58 (8), 1067–1072. (DOI:10.1134/S0016793218080054) (M23)

5. Mihajlov A.A., Srećković V.A., Sakan N. (2015). Inverse Bremsstrahlung in astrophysical plasmas: the absorption coefficients and Graunt factors (pregledni članak). Journal of Astrophysics and Astronomy 36, 635-642. (DOI: 10.1007/s12036-015-9350-0) (M23)

Рад бр. 1 припада тематској области *Испитивање оптичких карактеристика густе неидеалне плазме*. Главни циљ у овом раду је био постављање новог модела за прорачун процеса континуалне апсорпције електромагнетног зрачења. Приказани резултати имају примену како на опис лабораторијских, тако и на плазме у атмосферама звезда. Овај рад се заснива на коришћењу резултата прорачуна у много ширем опсегу параметара, а основ рада су принципи који су представљени у оквиру магистарског рада и докторској дисертацији кандидата. Др Ненад Сакан је дао допринос у свим фазама реализације овог рада, од концепције, па до писања рада.

Рад бр. 2 припада области *Теоријско разматрање Штарковог проширења спектралних линија атома и јона у плазми*. Потребна за испитивањем Штарковог проширења спектралних линија Nb III се јавила због појаве Nb у врућим атмосферама звезда А типа као и у атмосферама белих патуљака типа DA и DB. Обзиром на заступљеност елемената ретких земаља у поменутих звездама и патуљцима (астрономски објекти) отворено је обимно подручје рада за даље испитивање понашања Штаркових параметара ове групе елемената. Кандидат је дао значајан допринос у тумачењу добијених резултата, као и у припреми текста рада. Овај рад је настао као резултат сарадње са др Зораном Симићем на покушају увођења

Штарковог ширења у модел оптичких карактеристика плазме развијен од стране кандидата, као последица детаљнијег упознавања са процесима Штарковог ширења.

Рад бр. 3 припада области *Експериментално испитивање карактеристика нискотемпературске плазме*. У овом раду су представљени резултати анализе метода деконволуције експерименталних профила линија Балмерове серије водоника. Анализа је извршена на великом опсегу експерименталних и теоријских профила линија. На основу опсежне анализе дата је препорука коришћења одговарајућих формула, као и коришћења виших чланова Балмерове серије код плазми нижих електронских концентрација, где год је то могуће.

Провера валидности деконволуционих формула и процедура захтева велики низ резултата са познатим параметрима, и они су добијени као резултат нумерички симулираног експеримента. У том циљу референтни спектрални профили су нумерички модификовани тако да одговарају реалним условима мерења, са познатим инструменталним профилем и нивоом шума. Кандидат је на бази теоријских профила њима нумерички додавао Гаусова проширења инструменталног профила реалног инструмента и термалног Доплеровог Гаусовог проширења. Такође, додаван је и шум и константна компонента да се што боље симулира реални профил спектралне линије који би се добио мерењем на стварном експерименту. Познавање свих параметара симулираних услова у плазми и мерења су омогућили да овакви профили са предефинисаним компонентама доприноса свих симулираних процеса буду кориштени за проверу метода деконволуције. Током овог процеса кандидат је успео да направи сопствене методе и програме за конволуцију профила који су математичку грешку генерисања свели на минимум. Потом је из овако генерисаних спектралних линија на основу аутоматске процедуре деконволуције као и фитовања Војтовим профилем добијено низ параметара који су поређени са познатим почетним вредностима. Како је требало да се оваква процедура изврши на великом броју симулираних профила, кандидат је аутоматизовао употребу програма за фитовање спектралних линија плазме. Такође кандидат је развио методе аутоматског одлучивања о квалитетима резултата деконволуције сваком од метода на основу чега је доношен суд о области примене сваке од коришћених метода.

Рад бр. 4 припада тематској области *Испитивање оптичких карактеристика густе неидеалне плазме*. У оквиру овог рада су искоришћени прорачуни инверзног Bremsstrahlung у областима концентрација електрона и температура које одговарају онима у Сунчевој

атмосфери и тиме је дат допринос моделовању атмосфере Сунца директно. Иако је модел на којем ради др Ненад Сакан још увек у развоју, ова примена представља велики допринос резултата истраживања оптичких карактеристика густе неидеалне водоникове плазме на проблеме везане за моделовање процеса на Сунцу. Област описа атмосфера звезда и Сунца је веома погодна за примену резултата како постојећег модела описа водониковог атома у плазми, тако и планираног проширења модела на комплексније атоме у плазми.

Рад бр. 5 припада тематској области *Испитивање оптичких карактеристика густе неидеалне плазме*. У овом раду се разматра фото-апсорпција на слободним електронима, инверзни Bremsstrahlung, у разним атмосферама звезда и другим астрофизичким плазмама. Поред показане примењивости на астрофизичке плазме, резултати су такође примењиви на лабораторијске плазме. Др Ненад Сакан је дао допринос у свим фазама реализације овог рада, од концепције, па до писања рада.

3.1.2. Цитираност научних радова кандидата

Радови др Сакана су на дан 22.02.2022. цитирани 384 пута уз h-индекс 11 (база Scopus), без аутоцитата 337 пута. Укупан збир импакт фактора за радове током целокупне каријере износи 60,492, док за радове објављене након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање звања научни сарадник износи 38,776. Просечна вредност импакт фактора по раду кандидата у изборном периоду износи 2,281.

3.1.3. Параметри квалитета радова и часописа

У досадашњој каријери др Ненад Сакан је као аутор или коаутор објавио и презентовао 89 библиографских јединица публикованих као поглавља у монографским студијама међународног значаја, у часописима међународног значаја и домаћим часописима, и саопштио на међународним и домаћим конференцијама. До сада је објавио 27 научних радова, од којих 17 после избора у звање научни сарадник. Од 17 радова који су публиковани у овом изборном периоду, 5 радова су категорије M21, 6 радова су категорије M22 и 6 радова су категорије M23. Сума импакт фактора свих радова које је до сада објавио др Ненад Сакан износи 60,492, односно за публиковане радове после избора у звање научни сарадник 38,776. У прилогу је дата листа научних радова са одговарајућом категоријом и ИФ.

У категоријама M21, M22 и M23 објављени су радови у следећим часописима (као параметар квалитета часописа дат је импакт фактор који је подвучен за радове објављене након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног звања):

У категорији **M21 (врхунски међународни часопис)**, кандидат је објавио радове у следећим часописима:

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (ИФ=5,103 (2009); ИФ=5,194 (2017); ИФ=5,359 (2020)) – укупно 3 рада, 2 у актуелном изборном периоду

Astronomy & Astrophysics (ИФ=4,259 (2007))

Spectrochimica Acta Part B (ИФ=3,552 (2010)) – прегледни рад

Environmental Science and Pollution Research (ИФ=2,828 (2014))

Journal of Applied Physics (ИФ=2,072(2009))

Journal of Physics B-Atomic Molecular and Optical Physics (ИФ=1,761 (2001))

Journal of Physics A-Mathematical and General (ИФ=1,566 (2006)) 2 рада

Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical (ИФ=1,564 (2009))

Journal of Physics D-Applied Physics (ИФ=1,260 (2001)) 2 рада

У категорији **M22 (истакнути међународни часопис)**, кандидат је објавио радове у следећим часописима:

Molecules (ИФ=3,098 (2017))

Journal of Geochemical Exploration (ИФ=2,858 (2017))

Environmental Geochemistry and Health (ИФ=2,566 (2014))

Water (ИФ=2,544 (2014))

Soil, Air, Water (ИФ=1,945 (2014))

Environmental Earth Sciences (ИФ=1,765 (2014))

Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical (ИФ=1,577 (2009))

New Astronomy Reviews (ИФ= 1,080 (2007))

У категорији **M23 (рад у међународном часопису)**, кандидат је објавио радове у следећим часописима:

Baltic Astronomy (ИФ=1,032 (2009))

International Journal of Sediment Research (ИФ=1,082 (2011))

Journal of Astrophysics and Astronomy (ИФ=0,711 (2014)) – 2 рада, оба су прегледни радови и оба рада су објављена у актуелном изборном периоду

Technical Gazette (ИФ=0,464 (2015))

Geomagnetism and Aeronomy (ИФ=0,555 (2017))

Додатни библиометријски показатељи у вези са објављеним радовима кандидата након одлуке о претходном избору у звање

	ИФ	М	СНИП
Укупно	38,776	88	15,675
Усредњено по чланку	2,281	5,176	0,980
Усредњено по аутору	9,827	22,164	4,121

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

Према резултатима које је до сада остварио, др Ненад Сакан је показао висок степен самосталности, одговорности и професионалности у свим фазама научноистраживачког рада, почев од планирања, идејног решавања и извођења експеримента, па до анализе резултата, дискусије и уобличавања радова у коначни облик за публикување. Кандидат је научну зрелост показао кроз препознавање научно актуелних тема и у оквиру њих је отворио питања и проблеме које је неопходно истражити, односно решити. У реализацији радова, кандидат је учествовао у експерименталном раду, анализи и дискусији добијених резултата, као и у писању радова.

Научне активности др Ненада Сакан у периоду након претходног избора у звање углавном су биле усмерене на следеће области: експериментално испитивање карактеристика нискотемпературске плазме и теоријско испитивање карактеристика густе неидеалне водоничне плазме. Др Сакан је дао кључни допринос у развоју и примени моделовања оптичких карактеристика густе неидеалне водоникове плазме одсеченим Кулоновим потенцијалом. Наставак рада кандидата на изучавању карактеристика густе неидеалне плазме се односио на то да је раније развијеном методу прорачуна додат процес фотоапсорпције за прелазе међу везаним стањима. Успешно је проверен метод нумеричког решавања Шредингерове једначине који је омогућио да се модел примени на произвољне форме потенцијала атома и јона у плазми. Ово је успешно примењено на модел аргоновог атома у плазми. Кандидат ради и на дањем усавршавању модела. Од самом почетка примене оваквог модела на оптичке карактеристике густе неидеалне плазме кандидат је развио комплетан математички модел и софтвер.

Др Ненад Сакан је био ментор, односно руководио је израдом мастер рада под називом "Унапређење интерферометрије методом сопственог мешања сигнала ласерске диоде" кандидата Неде Бабуцић која је одбрањена на Физичком факултету Универзитета у Београду у септембру 2021. године. У овом раду је успешно примењена интерферометрија методом сопственог мешања на диоди. Овакав метод спада у напредне технике коришћене у уређајима који раде на принципу интерферометријског одређивања различитих параметара, као што су промене растојања, брзине, промене концентрације и сл.

Кандидат је учесник пројекта Фонда за науку Републике Србије из програма Идеје чији је руководиоца др Миљивоје Ивковић.

Др Ненад Сакан се активно укључио и у проблематику теоријског разматрања Штарковог проширења спектралних линија атома и јона у плазми кроз сарадњу са колегама са Астрономске опсерваторије у Београду.

Поред наведених научних активности, кандидат је активно укључен и у примену статистичке обраде података у екохемијским истраживањима. У оквиру ове проблематике, др Сакан је помогао у развоју и употреби специфичног метода нормирања резултата мерења на процењени средњи статистички нормиран природни фон датог терена. Кандидат је развио и софтвер за процену ризика загађења токсичним елементима користећи Монте Карло симулацију.

У току досадашњег рада, кандидат је у оквиру истраживачке групе у којој ради заједно са колегама и руководиоцима пројекта на којима је био ангажован остварио међународну сарадњу са више истраживачких група и појединаца, што је резултовало већим бројем заједничких публикација које су наведене у списку објављених радова (у Списку објављених радова, публикације означене бројевима: 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 18, 19, 26 и 28). Међународна научна сарадња је остварена са следећим научницима и њиховим истраживачким групама: V.M. Adamyan, A.M. Ermolaev, A. Metropoulos, Y. Vitel, I.M. Tkachenko, N. Gnedin, M.Y. Zakharov, N.N. Bezgulov и A.N. Klycharev. У периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања научни сарадник су објављени радови који су у списку објављених радова обележени бројевима 13, 26 и 28.

Др Ненад Сакан је тренутно ангажован на међународном пројекту под називом "Активни догађаји на Сунцу. Каталози протонских и електронских догађаја у X – зрацима, UV и радио области. Утицај судара и оптичка својства густе водоничне плазме". Руководилац овог пројекта је Др Зоран Симић (Астрономска опсерваторија, Београд), а финансијери пројекта су Српска академија наука и уметности и Бугарска академија наука (доказ у Прилогу). Као резултат ове сарадње, кандидат је презентовао рад на конференцији под називом 16th ESPM

– *European Solar Physics meeting* која је одржана 2021. године (у списку референци обележена бројем 77):

Sakan, N.M., Simić, Z., Dechev, M (2021) The optical properties of hydrogen plasma described in the frame of the fully quantum method based on a cut-off Coulomb model potential. 16th ESPM – European Solar Physics meeting, 6-10 September, online

Такође, др Сакан остварује сарадњу са колегама из Русије и резултат те сарадње је рад презентован на конференцији у Елбрусу (референца број 76):

Bogomaz, A.A., Pinchuk, M.E., Budin, A.V., Leks, A.G., Sakan, N.M (2020) Comparison of megaampere channel temperature value measured by different methods at its maximal contraction in high density gas. XXXIV International Conference on interaction of Intense Energy Fluxes with Matter, March 1-6, 2019. Elbrus, Kabardino-Balkaria, Russia. Book of Abstracts,

као и рад публикован у *Journal of Physics: Conference Series* (референца број 83):

Bogomaz, A.A., Pinchuk, M.E., Budin, A.V., Leks, A.G., Sakan, N.M (2020) Comparison of megaampere channel temperature value measured by different methods at its maximal contraction in high density hydrogen. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1556(1), 012082.

Др Ненад Сакан је одржао неколико предавања по позиву, од којих посебно треба истаћи предавање по позиву под насловом „Моделовање оптичких карактеристика водоникове плазме средње и велике неидеалности одсеченим Кулоновим потенцијалом – додавање нових процеса“ које је одржано 21.12.2016. године на Одељењу за механику Математичког института САНУ и предавање по позиву на међународном скупу: XIII Belarusian-Serbian Symposium "Physics and diagnostic of laboratory and astrophysical plasmas" PDP-13 које је одржано 13-17 децембра 2021. године у Минску (Белорусија), под називом: "The introduction of more complex atoms in a cut-off Coulomb model potential, the Ar I model", што указује на значај и актуелност пробеламатике којом се бави, а такође и на препознатљивост његових научноистраживачких резултата, како на домаћем, тако и на међународном нивоу.

3.1.5. Награде

- Одлуком Одбора фонда "Проф. Др Љубомир Ћирковић", др Ненад Сакан је добитник награде за најбољи дипломски рад одбрањен на Физичком факултету у 1997/1998.

- Др Ненад Сакан је коаутор рада који је био номинован у избору за рад године у часопису *Spectrochimica. Acta B* (импакт фактор 3.552 за 2010 годину) за рад: N. Konjević, M. Ivković

and N. Sakan, Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma diagnostics, *Spectrochimica. Acta B* 76, 16–26 (2012).

3.1.6. Елементи применљивости научних резултата

Практична применљивост научних резултата др Сакана је детаљно описана у делу 2 (Преглед научне активности), затим 3.1.1. (Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова) и 3.1.4. (Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству). Овде ће бити наведени неки од значајнијих примена резултата научно-истраживачког рада кандидата.

На основу резултата приказаних у раду *Hydrogen Balmer lines for low electron number density plasma diagnostics (Review)* дата је препорука коришћења одговарајућих формула, као и коришћења виших чланова Балмерове серије код плазми нижих електронских концентрација, где год је то могуће.

Приказани резултати у раду *Modeling of the continuous absorption of electromagnetic radiation in dense partially ionized plasmas* имају примену како на опис лабораторијских, тако и на плазме у атмосферама звезда.

У раду *Rydberg atoms in astrophysics* су разматрани основни процеси у Ридберговим атомима. Из поређења теоријских и експерименталних података је показано да се такав вид динамики хаотичног понашања јавља и код појединачних судара.

У раду *Inverse Bremsstrahlung in Astrophysical Plasmas: The Absorption Coefficients and Gaunt Factors* је разматрана фото апсорпција на слободним електронима, инверзни Bremsstrahlung, у разним атмосферама звезда и другим астрофизичким плазмама. Поред показане примењивости на астрофизичке плазме, резултати су такође примењиви на лабораторијске плазме.

У раду *Non-elastic processes in atom Rydberg-atom collisions: review of art and problems* је показано да радиациони преноси енергије не могу да буду заобиђени у разматрању и да би требало да се укључе у оквиру стандардних модела атмосфера Сунца.

У оквиру мастер рада који је урађен под менторским вођењем др Ненада Сакана успешно је примењена интерферометрија методом сопственог мешања на диоди. Овакав метод спада у напредене технике коришћене у уређајима који раде на принципу интерферометријског одређивања различитих параметара, као што су промене растојања, брзине, промене концентрације и сл.

3.2. Ангажованост у формирању научних кадрова

Др Ненад Сакан је активан у педагошком раду и формирању научног подмладка:

- Др Ненад Сакан је био ментор, односно руководио је израдом мастер рада под називом "Унапређење интерферометрије методом сопственог мешања сигнала ласерске диоде" кандидата Неде Бабуџић која је одбрањена на Физичком факултету Универзитета у Београду у септембру 2021. године. (доказ у Прилогу).
- Др Ненад Сакан је био ментор, односно руководио је израдом једног магистарског рада под називом "Процјена утицаја електромагнетног зрачења са базних станица мобилне телефоније на људе и животну средину на подручју града Бања Лука", кандидата Горана Тешановића (доказ у Прилогу).
- Ангажован је у реализацији наставе на Независном Универзитету Бања Лука (НУБЛ) на Факултету за екологију, студијски програм Екологија и Заштита животне средине и заштита на раду од дана 02.10.2009. године па све до данас у својству универзитетског професора на предметима: Физика животне средине, Физика 1, Физика 2, Електромагнетизам и Електромагнетна зрачења. (доказ у Прилогу).
- Учествоје у Комисијама за састављање и прегледање задатака на републичким такмичењима ученика средњих и основних школа од 2012. године до данас.
- Са др Мићом Митровићем у име Друштва физичара био је вођа екипе Србије на 45. Међународној олимпијади из физике која је одржана у Астани (Казахстан) 13-21. Јула 2014, где су ученици освојили медаље и похвале (доказ у Прилогу).
- Био је члан комисије за избор у звање Николе Бошковића, др Милоша Влаинића и Биљане Станков на Институту за физику (доказ у Прилогу).
- Објавио је уџбеник под насловом: Sakan N. Fizičke metode merenja (2019). Urednik: Prof.dr Milovan Milutinović, NUBL–Nezavisni Univerzitet Banja Luka, Banja Luka, ISBN: 978-99976-43-18-6 који у настави користе студенти Независног Универзитета Бања Лука.

3.3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Од избора у претходно звање кандидат има 17 публикованих радова са ISI листе. Теоријски радови др Сакана објављени у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања су базирани на аналитичким прорачунима и комплексним нумеричким симулацијама и имају углавном пет аутора или више, док експериментални

радови подразумевају шире колаборације и имају углавном 7 аутора. Бодови за ове радове су нормирани по формули датај у Правилнику, и нормирани број М поена је приказан у табели у прегледу квантитативних резултата. Нормирањем се укупан број бодова М20 радова смањио веома мало, што не мења на битан начин процену резултата кандидата.

3.4. Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

У оквиру пројекта Министарства за просвету, науку и технолошки развој бр. 176002, чији је руководилац био др Зоран Симић и који је трајао од 2011 до 2019. године, др Ненад Сакан је руководио пројектним задатком под називом "Оптичке особине густих неидеалних плазми".

3.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима

- Др Ненад Сакан је члан друштва физичара Србије.
- Кандидат учествује у раду Државне Комисије за такмичења из физике за ученике основних и средњих школа у оквиру Друштва физичара Србије.
- Учествује у Комисијама за састављање и прегледање задатака на републичким такмичењима ученика средњих и основних школа од 2012. године до данас.
- Са др Мићом Митровићем у име Друштва физичара био је вођа екипе Србије на 45. Међународној олимпијади из физике која је одржана 13-21. Јула 2014, где су ученици освојили медаље и похвале.
- Др Ненад Сакан је рецензирао радове у следећим међународним часописима: *Atoms* (издавач MDPI), *Entropy* (издавач MDPI) и *Photonics* (издавач MDPI) – укупно 15 радова у наведена три часописа, затим *Water, Air, & Soil Pollution* (издавач Springer, један рад) и *International Journal of Sediment Research* (издавач Elsevier, један рад).
- Кандидат је био члан организационог одбора 25th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, August, 30 - September, 3, 2010, Donji Milanovac, Serbia.

3.6. Утицај научних резултата

У досадашњој каријери др Ненад Сакан је као аутор или коаутор објавио и презентовао 89 библиографских јединица публикованих као поглавља у монографским студијама

међународног значаја, у часописима међународног значаја и домаћим часописима, и саопштио на међународним и домаћим конференцијама. До сада је објавио 27 научних радова, од којих 17 после избора у звање научни сарадник. Од 17 радова који су публиковани у овом изборном периоду, 5 радова су категорије M21, 6 радова су категорије M22 и 6 радова су категорије M23. Сума импакт фактора свих радова које је до сада објавио Др Ненад Сакан износи 60,492, односно за публиковане радове после избора у звање научни сарадник 38,776. У прилогу је листа научних радова са одговарајућом категоријом и ИФ.

Треба истаћи и да је рад: Y. N. Gnedin, A.A. Mihajlov, Lj.M. Ignjatović, N.M.Sakan, V.A. Srećković, M.Y. Zakharov, N.N. Bezuglov, A.N. Klycharev (2009): Rydberg atoms in astrophysics. *New Astronomy Reviews*, 53 (7-10), 258-265, наведен као референца на Википедији под појмом Rydberg atom (https://en.wikipedia.org/wiki/Rydberg_atom).

За остале податке видети 2 и 3.1.1.

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

Допринос др Ненада Сакана реализацији радова обухвата све фазе њихове припреме и публикавања, од дефинисања проблема који се истражује, преко концепције и методологије истраживања, учешћа у теоријском и експерименталном истраживању, обради и анализи резултата, до доношења закључака, писања текста рада и вођења кореспонденције са часописом. Допринос кандидата реализацији коауторских научних резултата је детаљно описан у деловима 2, 3.1.1. и 3.1.4.

3.8. Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности

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

- Предавање по позиву на међународном скупу: SCSLSA 2005 Vrsac, Serbia, June 06-10, 2005 Nenad Sakan: "The application of the cut-off Coulomb potential for the calculation of a continuous spectra of dense hydrogen plasma" *Memorie della Societa' Astronomica Italiana Supplementi*
- Предавање по позиву на међународном скупу: VI Serbian-Belarusian Symp. on Phys. and Diagn. of Lab. & Astrophys. Plasma, Belgrade, Serbia, 22 - 25 August 2006 eds. M. Ćuk, M.S.

Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 82 (2007), 171-181; Sakan i dr.: "The methods for determination of HF characteristics of nonideal plasma"

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

- Предавање по позиву на међународном скупу: 25th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases - SPIG 2010, под називом: The calculation of the photo absorption processes in dense hydrogen plasma with the help of Cut-off Coulomb potential model, штампано у: Journal of Physics: Conference Series 257, 012036 (doi:10.1088/1742-6596/257/1/012036).
- предавање по позиву под насловом „Моделовање оптичких карактеристика водоникове плазме средње и велике неидеалности одсеченим Кулоновим потенцијалом – додавање нових процеса“ на Одељењу за механику Математичког института САНУ које је одржано 21.12.2016. године
- предавање по позиву на међународном скупу: XIII Belarusian-Serbian Symposium "Physics and diagnostic of laboratory and astrophysical plasmas" PDP-13, December 13-17, 2021. Minsk, Belarus, под називом: "The introduction of more complex atoms in a cut-off Coulomb model potential, the Ar I model", штампано у: Proceedings of the XIII Belarusian-Serbian Symposium "Physics and diagnostic of laboratory and astrophysical plasmas".

4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

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	Нормирани број М бодова
M14	4	4	16	16
M21	8	5	40	38,67
M22	5	6	30	30
M23	3	6	18	17,5
M31	3,5	1	3,5	3,5
M32	1,5	1	1,5	1,5
M33	1	10	10	9,833
M34	0,5	13	6,5	6,357
M51	2	8	16	16
M63	1,0	1	1,0	1,0
M64	0,2	2	0,4	0,4
Сума			142,9	140,76

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

Минимални број М бодова	Неопходно	Остварено, број М бодова без нормирања	Остварено, нормирани број М бодова
Укупно	50	142,9	140,76
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	40	119,00	117,003
M11+M12+M21+M22+M23	30	88,00	86,17

5. ЗАКЉУЧАК

На основу увида у приложу документацију и разматрања остварених резултата у научноистраживачком раду и примењеним истраживањима кандидата, Комисија закључује да је др Ненад Сакан, научни сарадник Института за физику остварио запажене резултате у научно-истраживачком, стручном и педагошком раду. Према резултатима које је до сада остварио, др Ненад Сакан је показао висок степен самосталности, одговорности и професионалности у свим фазама научноистраживачког рада.

У досадашњој каријери др Ненад Сакан је као аутор или коаутор објавио и презентовао 89 библиографских јединица публикованих као поглавља у монографским студијама међународног значаја, у часописима међународног значаја и домаћим часописима, и саопштио на међународним и домаћим конференцијама. Сума импакт фактора радова које је објавио др Ненад Сакан износи 60,492, а за публиковане радове после избора у звање научни сарадник 38,776. Радови др Сакана су цитирани 384 пута уз h-индекс 11 (база Scopus), без аутоцитата 337 пута. Укупан збир импакт фактора за радове током целокупне каријере износи 60,492, док за радове објављене након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање звања научни сарадник износи 38,776.

Све време рада на Институту за физику је био ангажован на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Тренутно је учесник пројекта Фонда за науку Републике Србије из програма Идеје и пројекта Српске Академије наука и уметности и Бугарске академије наука. Рецензирао је радове у међународним часописима и одржао предавања по позиву. Руководио је пројектним задатком у оквиру пројекта Министарства за просвету, науку и технолошки развој бр. 176002. Др Ненад Сакан је руководио је израдом једног мастер и једног магистарског рада. Свој научни допринос др Ненад Сакан остварује и кроз учешће у одборима научних конференција, као и кроз сарадњу са научним центрима у нашој земљи и иностранству.

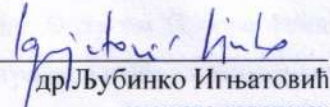
На основу увида у приложену документацију и разматрања постигнутих резултата у научно-истраживачком раду Др Ненада Сакана, Комисија је установила да кандидат испуњава све квантитативне и квалитативне услове неопходне за избор у звање виши научни сарадник. Због тога Комисија предлаже Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Ненада Сакана у звање виши научни сарадник.

У Београду, 22. март 2022. године

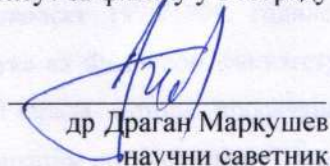
Чланови комисије :



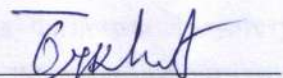
др Владимир Срећковић
научни саветник
Институт за физику у Београду



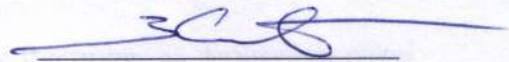
др Љубинко Игњатовић
научни саветник
Институт за физику у Београду



др Драган Маркушевић
научни саветник
Институт за физику у Београду



Проф. др Срђан Буквић
редовни професор
Физички факултет, Београд



др Зоран Симић
научни саветник
Астрономска опсерваторија, Београд