

# ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ

|                      |         |       |        |
|----------------------|---------|-------|--------|
| ПРИМЉЕНО: 27-02-2025 |         |       |        |
| Рад.јед.             | б р о ј | Датум | Прилог |
| 0804                 | 356     | 1     |        |

## НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

### Извештај комисије за реизбор др Николе Петровића у звање виши научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 4. фебруара 2024. године именовани смо у комисију за реизбор др Николе Петровића 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, чији су саставни део и прилози из поднетог материјала.

### 1. БИОГРАФСКИ И СТРУЧНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Никола Петровић је рођен 12. 03. 1980. године у Београду, где је завршио основну школу. Завршио је Математичку Гимназију 1999. године као ученик генерације са просеком 5.00. У гимназији се такмичио на такмичењима из физике и математике на свим нивоима националних такмичења. На међународним такмичењима је освојио више медаља од којих треба издвојити две сребрне и једну бронзану медаљу на Међународним олимпијадама из математике. Захваљујући тим успесима постао је стипендиста Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије. Дипломирао је физику и математику у јуну 2003. године на Масачусетском институту за технологију (Massachusetts Institute of Technology) са просеком 4.5 (на скали од 0 до 5). Дипломски рад је био на тему кодова за исправљање грешака у квантним компјутерима: **“Constructing an Infinite Class of Perfect Codes,”** са оценом Б (9). Ментор је био проф. Исак Чуанг (Isaac Chuang). Током студирања је освојио похвалу на изузетно престижном универзитетском такмичењу из математике “Вилијем Ловел Патнам.”

Од 2004. године Никола Петровић је у радном односу са Институтом за физику у Београду. Његов статус је замрзнут од августа 2005. године када одлази на Тексашки А&М универзитет у Катару (Texas A&M University at Qatar), од 2024. године преиначен у Факултет за науку и инжењеринг Хамад Бин Калифа универзитета, где је запослен као лабораторијски координатор и ради такође као асистент све до јула 2012. године, када се враћа у Институт за физику. У септембру 2012. године је изабран у звање истраживача сарадника. Докторску дисертацију под насловом: **“Тачна таласна и солитонска решења генералисане нелинеарне Шредингерове једначине”** је одбранио 16. октобра 2013. године на Физичком факултету Универзитета у Београду под руководством др Миливоја Белића.

У Институту за физику др Никола Петровић је био ангажован на националном пројекту основних истраживања ОИ171006 под руководством др Душана Јовановића “Нелинеарна динамика локализованих самоорганизованих структура у плазми, нано-композитним материјалима, течним и фотоничним кристалима и ултрахладним кондензатима” и члан је Лабораторије за нелинеарну физику Института за физику под руководством др Милана

Петровића. У звање научни сарадник изабран је 3. маја 2014. у Београду, а у звање вишег научног сарадника изабран је 10. јуна 2020. године.

Након завршених докторских студија др Никола Петровић више пута на периоде од неколико месеци одлази у Катар на постдокторска усавршавања у групи проф. др Миливоја Белића, при чему му је најдужи ангажман био на годину дана у периоду од априла 2023. до априла 2024. године. Учествовао је у неколико пројеката Катарске националне истраживачке фондације (Qatar National Research Fund): NPRP 25-6-7-2, NPRP 09-462-1-074, NPRP 6-021-1-005, NPRP 5-674-1-114, NPRP 8-028-1-001 и NPRP 13S-0121-200126. У оквиру пројекта ОИ171006 кандидат је руководио пројектним задатком “Аналитичко решавање нелинеарних једначина у оптици.” Доказ за ово руковођење је дат код првог избора у звање виши научни сарадник.

Главне теме истраживања др Николе Петровића су налажење егзактних решења нелинеарних парцијалних диференцијалних једначина које се најчешће јављају у нелинеарној оптици, превасходно методом експанзије Јакобијевим елиптичним функцијама. Он је у досадашњој каријери био аутор или коаутор уз давање кључног доприноса у укупно 23 рада и 2 рада са конференција, објављених у међународним часописима са ISI листе (радови категорије M21a, M21, M22 и M23 и радови са конференције категорије M33). Од тога је 10 радова у категорији M21a (међународни часописи изузетних вредности), 5 у категорији M21 (врхунски међународни часописи), 6 у категорији M22 и 2 у категорији M23, а ваља издвојити да је један рад објављен у изузетно престижном часопису Physical Review Letters. Од ових радова, 6 је урађено у сарадњи са три додипломска студента са Тексашког А&М универзитета: Анасом Ал-Бастанијем, Хусеином Захредином и Моизом Бохром.

Како се др Никола Петровић бави математичком физиком важно је рећи да је такође имао и велики ангажман на пољу такмичарске математике. Објавио је са још три коаутора књигу “The IMO Compendium,” велику збирку задатака са свим задацима икада предложеним на Међународним математичким олимпијадама (Спрингер-Верлаг, Берлин, 2006, друго издање 2011). Био је од 2014. до 2022. године члан Државне комисије за такмичења из математике и аутор многобројних задатака, укључујући и неколико са Српске математичке олимпијаде и један са Међународне математичке олимпијаде (проблем 6 из 2022. године), као и заменик вође Српске олимпијске екипе из математике за неколико међународних такмичења. Био је од 2016. до 2018. године и члан Државне комисије за такмичења из физике.

Ожењен је Ташаном Петровић и има двоје деце: Бориса и Емилију.

## 2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Научни рад кандидата је у области математичке физике и нелинеарне оптике и бави се налажењем егзактних решења нелинеарних парцијалних диференцијалних једначина помоћу методе експанзије Јакобијевог елиптичном функцијом и другом методама.

Потрага за егзактним решењима парцијалних диференцијалних решења, поготово оним који се могу показати да су стабилна, су од великог значаја за многобројне примене у нелинеарној оптици. Једна од најпопуларнијих метода налажења егзактних решења су такозване методе експанзије где се решења представљају као полиноми одређених пригодно изабраних функција. Јакобијеве елиптичне функције су се показале као нарочито пригодне за налажење решења за такозвану нелинеарну Шредингерову једначину са Керовом нелинеарношћу, то јест нелинеарношћу трећег степена, која описује пропагацију светлости кроз средине чији индекс преламања зависи од интензитета светлости. Кандидат се специјализовао за методу експанзије по Јакобијевој елиптичној функцији и тиме дошао до великог броја значајних резултата:

1. налажење стабилних решења за нелинеарну Шредингерову једначину са Керовом нелинеарношћу
2. налажење стабилних решења за једначину Грос-Питаевског
3. модификација методе за системе са вишим степеном нелинеарности
4. модификација методе за вишекомпонентне системе

У наредним секцијама су укратко приказани главни научни резултати кандидата добијених у оквиру ових истраживачких тема.

### 2.1. Решења нелинеарне Шредингерове једначине са Керовом нелинеарношћу

Један од свакако најпроучаванијих система је такозвана нелинеарна Шредингерова једначина са Керовом нелинеарношћу која описује пропагацију светлости кроз средине чији индекс преламања зависи од интензитета светлости, стварајући тако такозвани самофокусирајући ефекат који омогућава пропагацију стабилних таласа и балансира тенденцију светлости да се шири услед дисперзије и дифракције. Због добро познатог резултата да су решења нелинеарне Шредингерове једначине са константним коефицијентима нестабилна у две или више трансверзалних димензија тражени су начини да се решења стабилизују. Као потенцијална метода стабилизације таласа предложено је коришћење метаматеријала да би се добио ефективан негативан индекс преламања и тиме се алтернирањем позитивних и негативних зона индекса преламања, такозваним менажирањем дисперзије, добила стабилна решења пошто у том случају ефективна дужина пропагације не може да има бесконачну вредност.

Кандидат је прво учествовао у раду који је нашао решења нелинеарне Шредингерове једначине у две трансверзалне димензије и провери резултата. Кључни допринос кандидата

је била генерализација методе Јакобијевих елиптичних функција на нелинеарну Шредингерову једначину са кубичном нелинеарношћу у 3 димензије. Рад у коме су ови резултати презентовани је објављен у *Physical Review Letters* и постао је високо цитирани рад који је отворио целу једну подобласт математичке физике. Добијени су и тамни и светли солитони, у оба случаја са и без просторног чирпа. Контролишући параметар Јакобијевих функција добија се солитонски талас као гранични случај решења која описују бесконачан низ путујућих таласа. Добијена решења имају велику флексибилност у зависности од параметара једначине – коефицијената дифракције, нелинеарности, и губитака; једино један од три параметра мора бити дефинисан у функцији осталих. За разлику од претходних радова са једначином у 2 димензије, у овом новом раду је улога чирп функције коначно разјашњена.

После ових радова кандидат је генералисао резултате поред аномалне дисперзије, која је заправо лакша за проучавање, и за случај нормалне дисперзије, која као најчешћи режим има много ширу примену и чији случај дотада није никад био истражен јер је у овом случају нарушена симетрија између временске променљиве и осталих трансверзалних променљивих. Кандидат је открио на који начин да се промени облик решења како би се узела у обзир анти-симетрија времена у односу на остале трансверзалне варијабле. Иако се физички систем нормалне дисперзије квалитативно знатно разликује од случаја аномалне дисперзије, показало се да се модификацијом само неколико параметара могу добити решења и за овај случај.

Најзад, кандидат је у сарадњи са др Најданом Алексићем и проф. др Миливојем Белићем урадио анализу стабилности решења нелинеарне Шредингерове једначине са нормалном и аномалном дисперзијом. Најпре је урађена трансформација која нелинеарну Шредингерову једначину са дистрибуираним коефицијентима своди на једначину са константним коефицијентима. Затим је конструисан одговарајући Лагранжијан и под претпоставком постојања модулативне нестабилности су добијене једначине за њихову целокупну амплитуду, тј. њен реалан и имагинаран део, у функцији од таласног броја пертурбација. Затим је систем једначина решен да би се добило да ли параметри дивергирају или не и тиме одредило да ли решења имају стабилност. Утврђено је да у свим случајевима решења поседују или апсолутну стабилност или стабилност уз присуство менажирања дисперзије. Апсолутна стабилност је утврђена у три димензије за тамне солитоне у аномалној дисперзији, и за светле временске солитоне у нормалној дисперзији, док је у две димензије апсолутна стабилност утврђена за све тамне солитоне. Ови резултати су проверени компјутерским симулацијама и добијено је скоро потпуно слагање у решењима без чирпа и изузетно добро квалитативно слагање у решењима са чирпом, које у сваком случају потврђује критеријуме апсолутне стабилности.

Ови резултати су приказани у радовима:

- W.-P. Zhong, R.-H. Xie, M. Belić, **N. Z. Petrović**, G. Chen and L. Yi  
*Exact spatial soliton solutions of the two-dimensional generalized nonlinear Schrödinger equation with distributed coefficients*  
Phys. Rev. A **78**, 023821 (2008).
- M. Belić, **N. Z. Petrović**, W.-P. Zhong, R. H. Xie and G. Chen  
*Analytical Light Bullet Solutions to the Generalized (3+1)-Dimensional Nonlinear Schrödinger Equation*  
Phys. Rev. Lett. **101**, 0123904 (2008).
- **N. Z. Petrović**, M. Belić, W.-P. Zhong, R.-H. Xie and G. Chen  
*Exact spatiotemporal wave and soliton solutions to the generalized (3+1)-dimensional Schrödinger equation for both normal and anomalous dispersion*  
Opt. Lett. **34**, 1609 (2009).
- **N. Z. Petrović**, N.B. Aleksić and M. Belić  
*Modulation stability analysis of exact multidimensional solutions to the generalized nonlinear Schrödinger equation and the Gross-Pitaevskii equation using a variational approach*  
Optics Express **23** (8), 10616-10630 (2015).

## 2.2. Решења једначине Грос-Питаевски

Након ових радова, кандидат је кренуо да примењује методу на једначину Грос-Питаевског, која уз све параметре укључене у нелинеарну Шредингерову једначину садржи и квадратни, то јест параболични, потенцијал. Једна велика специфичност једначине Грос-Питаевски јесте да да би се добио параметар чирпа, један од главних параметара који одређује све остале параметре у експанзији, потребно је решити такозвану Рикатијеву (Riccati) диференцијалну једначину. С обзиром на то да је Рикатијеву једначину немогуће решити у општем случају, кандидат је истражио случајеве који имају позната решења а од физичког су значаја.

Најпре је истражен случај кад су коефицијент дифракције/дисперзије и коефицијент јачине потенцијала константни. За константне вредности параметра дифракције/дисперзије и јачине потенцијала добио је решења која опадају, то јест расипају се, или имају сингуларитет. Утврђено је да се њихов облик може стабилизovati и вештачки одржавати додатним напајањем енергије (gain) у систем, али у тачно одређеној мери. Затим је кандидат проучио како се понаша једначина у случају потенцијала и коефицијента дифракције/дисперзије који се понашају синусоидално. Добијено је да се у том случају могу наћи периодична решења која чувају свој облик. У сарадњи са др Најданом Алексићем слично као и у случају за нелинеарну Шредингерову једначину је утврђено да су ова решења у случају синусоидалних осцилација модулационо стабилна.

У циљу бољег разумевања и шире примене методе Јакобијевих елиптичних функција, кандидат и додипломски студент Анас Ал Бастами, коме је кандидат био ментор, су

детаљније кренули да истражују могућност додатних решења Рикатијеве једначине која би могла бити примењена за налажење нових решења једначине Грос-Питаевски. Они су утврдили да је за компликованије облике параметра дифракције/дисперзије и јачине потенцијала могуће свести Рикатијеву једначину на решиву линеарну једначину другог степена. Тиме за сваку могућу функцију дифракције/дисперзије постоји одговарајући потенцијал који даје решења. Истражене су три класе решења једначине Грос-Питаевски, експоненцијално конвергирање ка некој вредности, нова класа синусоидалних решења са компликованијим обликом потенцијала, као и за случај који одговара Фешбаховој (Feshbach) резонанци. Добијена решења би могла имати широку примену са обзиром на то да се једначина Грос-Питаевски користи у проучавању Бозе-Ајнштајнових (Bose-Einstein) кондензата.

Ови резултати су приказани у радовима:

- **N. Z. Petrović**, M. Belić and W.-P. Zhong,  
*Spatiotemporal wave and soliton solutions to the generalized (3+1)-dimensional Gross-Pitaevskii equation*  
Phys. Rev. E **81**, 016610 (2010).
- Al Bastami, **N. Z. Petrović** and M. R. Belić  
*Special solutions of the Riccati Equation with applications to the Gross-Pitaevskii nonlinear PDE*  
Electron. J. Diff. Eqs., Vol. **2010**, No. 66, 1 (2010).
- **N. Z. Petrović**, N. Aleksić, A. Al Bastami and M. Belić  
*Analytical traveling-wave and solitary solutions to the generalized Gross-Pitaevskii equation with sinusoidal time-varying diffraction and potential*  
Phys. Rev. E **83**, 036609 (2011).
- Al Bastami, M. R. Belić, D. Milović and **N. Z. Petrović**  
*Analytical chirped solutions to the (3+1)-dimensional Gross-Pitaevskii equation for various diffraction and potential Functions*  
Phys. Rev. E **84**, 016606 (2011).

### 2.3. Решења система са вишим степеном нелинеарности

Поред датих резултата постојала је и јака мотивација да се метода експанзије Јакобијевим елиптичним функцијама генерализује и за степене нелинеарности веће од 3, поготово што је природна надоградња нелинеарне Шредингерове једначине са кубичном нелинеарношћу такозвана кубично-квинтична (qubic-quintic) нелинеарна Шредингерова једначина где се нелинеарности трећег и петог степена међусобно сукобљавају, омогућујући тиме стабилнија решења.

Прво је кандидат покушао да природним степеновањем решења усагласи степене члана са нелинеарношћу и члана са дисперзијом. Уз одређене специфичне услове пронађена су

солитонска решења и за кубично-квинтични и за кубично-квинтично-септични (qubic-quintic-septic) модел, као и за општи модел када је нелинеарност полином са непарним степенима амплитуде таласне функције.

Затим су ове идеје и технике примењене у сарадњи са Силију Суом и нађена су решења нелинеарне Шредингерове једначине четвртог степена у цилиндричним координатама. За параметар везан за амплитуду је добијена конфлуентна хипергеометријска диференцијална једначина чија су решења такозване Сонине функције. Утврђено је да су решења стабилна кад је тополошко наелектрисање мање од 1, а нестабилна кад је веће од 2. Затим су нађена решења нелинеарне Шредингерове једначине са ПТ-симетричним потенцијалном и супротстављеним нелинеарностима степена 3 и  $2k+1$ . Добијена су локализована решења у свим координатама на бази хиперболичког секанса.

Кандидат је у овом периоду написао и први рад у коме је једини аутор. Он је генералисао своје методе на системе нелинеарних Шредингерових једначина где степен нелинеарности није цео број, као и где постоје два члана, један са дупло већим степеном од другог. Ово је урађено помоћу трансформације која је сводила систем на систем са коефицијентима целобројног степена. Посебна пажња је посвећена кубично-квинтичним системима код којих су нађене велике класе нових решења јер се случај са тим вредностима испоставља као специјалан случај за који не важе одређена ограничења у параметрима. Добијена су не само решења заснована на Јакобијевој елиптичној функцији, него и решења која садрже такозвани чирп.

Ови резултати су приказани у следећим радовима:

- **N. Z. Petrović**, M. Belić and W.-P. Zhong  
*Exact traveling-wave and spatiotemporal soliton solutions to the generalized  $(3+1)$ -dimensional Schrödinger equation with polynomial nonlinearity of arbitrary order*  
Phys. Rev. E **83**, 026604 (2011).
- S. L. Xu, **N. Petrović**, M. R. Belić and Z. L. Hu  
*Light bullet supported by parity-time symmetric potential with power-law nonlinearity*  
Nonlinear Dynamics **84** (4), 1877-1882 (2016).
- S. L. Xu, Y. Zhao, **N. Z. Petrović** and M. R. Belić  
*Spatiotemporal soliton supported by parity-time symmetric potential with competing nonlinearities*  
Europhysics Letters **115** (1), 14006 (2016).
- **N. Z. Petrović**  
*Spatiotemporal traveling and solitary wave solutions to the generalized nonlinear Schrodinger equation with single-and dual-power law nonlinearity*  
Nonlinear Dynamics **93** (4), 2389-2397 (2018).

## 2.4. Решења вишекомпонентних система

Као наредну област, др Никола Петровић је кренуо да проучава вишекомпонентне системе једначина. Интеракција вишекомпонентних система је значајна тема у нелинеарној оптици, поготово у контексту могућих примена везаних за пренос информација путем светлости.

Метода је од стране кандидата такође по први пут примењена и на двокомпонентне, тзв. Манаковљеве системе, тачније на пар ко- и контра-пропагирајућих таласа, при чему се дошло на идеју да се у анзацу ставе две различите Јакобијеве елиптичне функције да би се избегла тривијална решења. Пронађена су решења за случај кад је однос укрштено-фазне (cross-phase) и само-фазне (self-phase) модулације једнак 3. Упркос томе што није било могуће овом методом добити општа решења Манаковљевог система, системе са овим односом двеју врста модулација је ипак могуће физички реализовати.

Затим су нађена решења за нелокални и нелинеарни систем, дефинисан двома једначинама, једном која одређује решење таласне функције и другом која одређује јачину индекса преламања у датој тачки, уз чланове где ове две функције интерагују. Добијена решења се заснивају на Јакобијевим елиптичним функцијама. Урађена је основна анализа стабилности и утврђено да су за велике апсолутне вредности коефицијента дифракције решења стабилна, док у малим вредностима настају нестабилности.

Коначно, нађена су решења за двокомпоненту нелинеарну Шредингерову једначину која су заснована на Перегриновим, Акмедијевљевим и Маовим решењима. Најпре је двокомпонентна нелинеарна Шредингерова једначина са дистрибуираним (неконстантним) коефицијентима, уз одговарајући услов који квадратни члан потенцијала мора да задовољи, редукована на нелинеарну Шредингерову једначину са константним коефицијентима такозваном методом само-сличности, а онда су на ту редуковану нелинеарну Шредингерову једначину примењена добро позната решења Маових такозваних дишућих таласа и Акмедијевљевих и Перегринових дивљих таласа. Ваљаност добијених решења је такође проверена и помоћу компјутерских симулација.

Ови резултати су приказани у следећим радовима:

- **N. Z. Petrović** and H. Zahreddine  
*Exact traveling wave solutions to coupled generalized nonlinear Schrödinger equations*  
Phys. Scr. **T149**, 014039 (2012).
- **S. L. Xu, N. Petrović** and M. R. Belić  
*Two-dimensional dark solitons in diffusive nonlocal nonlinear media*  
Journal of Optics **44** (2), 172-177 (2015).
- **S. L. Xu, G. P. Zhou, N. Petrović, M. R. Belić**  
*Nonautonomous vector matter waves in two-component Bose-Einstein condensates with combined time-dependent harmonic-lattice potential*

### 3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

#### 3.1. Квалитет научних резултата

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

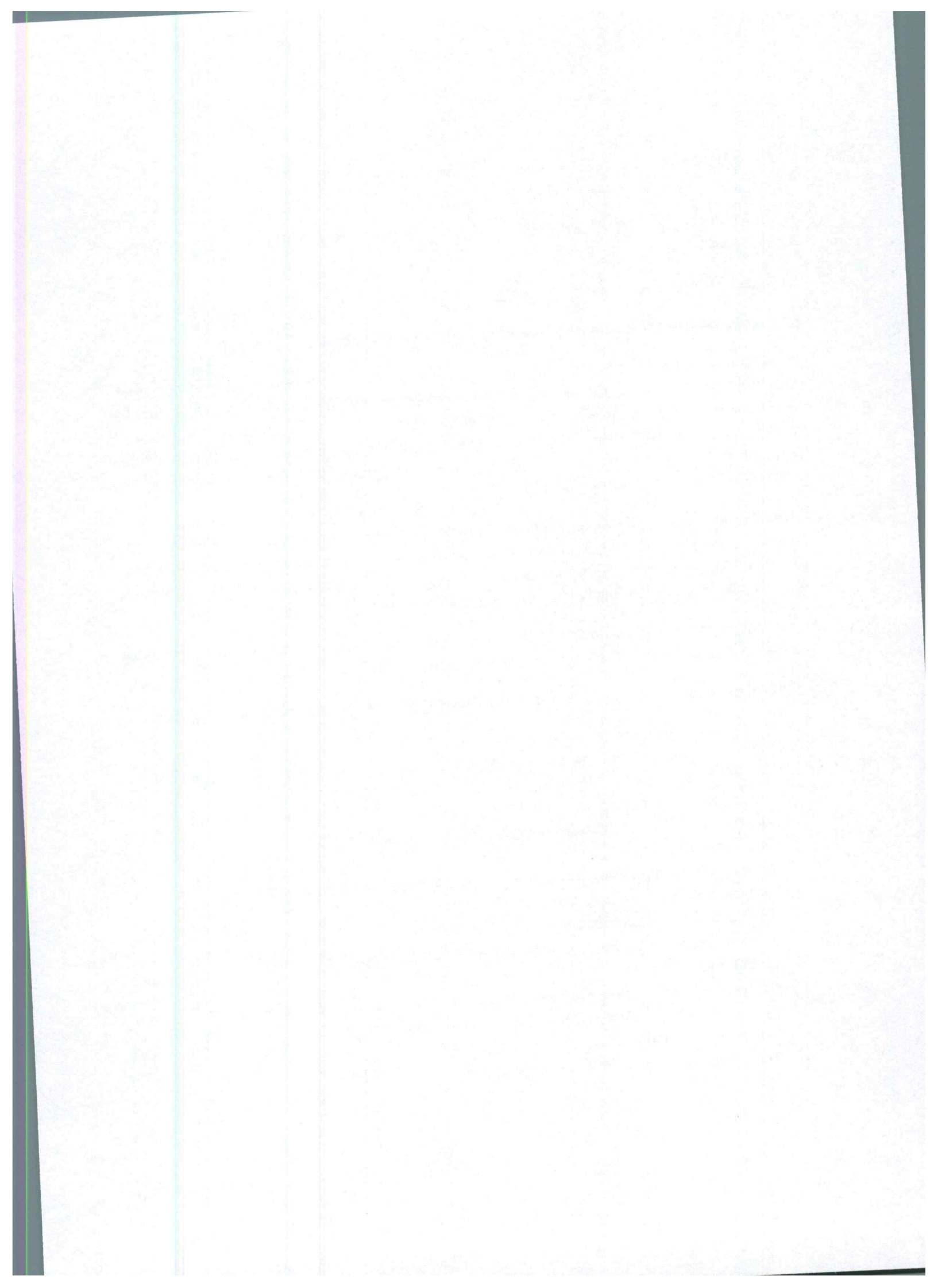
Др Никола З. Петровић је у досадашњој каријери био аутор или коаутор уз давање кључног доприноса у укупно 23 рада и два рада са конференција, објављених у међународним часописима са ISI листе (радови категорије M21a, M21, M22 и M23 и радови са конференције категорије M33). Од тога је 10 радова у категорији M21a (међународни часописи изузетних вредности), 5 у категорији M21 (врхунски међународни часописи), 6 у категорији M22 и 2 у категорији M23.

У периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, др Никола Петровић је објавио 3 радова у часописима са ISI листе. Од тога је 1 у часописима категорије M21a (међународни часописи изузетних вредности) и 2 у часописима категорије M22. Такође је објављен још један рад у домаћем часопису категорије M24.

Одржао је и предавање по позиву на научном скупу (M32), објавио један конференцијски рад (M33) и имао 4 саопштења на међународним конференцијама (M34).

Као пет најзначајнијих радова др Николе Петровића у периоду за реизбор могу се узети:

1. **N. Petrović, M. Belić, W. Krolikowski**  
*Solitary and traveling wave solutions to nematic liquid crystal equations using Jacobi elliptic functions*  
Chaos, Solitons & Fractals: X **13**, 100121 (2024).  
M21a, није цитиран, <https://doi.org/10.1016/j.csfx.2024.100121>
2. **N. Z. Petrović**  
*Solitary and traveling wave solutions for the Davey–Stewartson equation using the Jacobi elliptic function expansion method*  
Optical and Quantum Electronics **52** (6), 319 (2020).  
M22, цитиран 1 пут, <https://doi.org/10.1007/s11082-020-02385-7>
3. **N. Petrović**  
*Chirped solitary and traveling wave solutions for the Kundu–Mukherjee–Naskar equation using the Jacobi elliptic function expansion method*  
Optical and Quantum Electronics **54** (10), 644 (2022).  
M22, цитиран 6 пута, <https://doi.org/10.1007/s11082-022-04024-9>



4. **N. Petrović**

*Solitary and traveling wave solutions to nematic liquid crystal equations with cubic-quintic nonlinearity using the Jacobi elliptic function expansion method*

Facta Universatis: Electronics and Energetics (2025) (рад прихваћен у часопис), M24

5. **N. Petrović**

*Exact traveling and solitary wave solutions to the generalized Gross-Pitaevskii equation with cylindrical potential*

Proceedings of the 2nd Conference on Nonlinearity, Serbian Academy of Nonlinear Science, p. 259 (2021).

M33, није цитиран, ISBN: 978-86-905633-7-1

У првом раду, из категорије M21a, кандидат је применио методу Јакобијеве елиптичне функције на систем једначина који описује кретање светла кроз нематичке течне кристале са нелинеарношћу трећег степена, такозваном Керовом нелинеарношћу. Испоставља се да треба изразити и таласну функцију и угаону функцију кристала као полином другог степена Јакобијеве елиптичне функције. Уз то коефицијент уз други степен и слободни коефицијент морају да буду у специфичним односима. Као последица добијају се карактеристична решења, као што су двоструки тамни солитон који је већ био описан у другим радовима, али захваљујућу методи Јакобијеве елиптичне функције такође може садржати чирп који утиче и на позадину. Добијају се и светли солитони, као и путујући таласи. Такође се добија за случај две трансверзалне димензије да се могу наћи решења кад су сви коефицијенти константни осим једног чак и у случају чирпа. Генерално систем пружа велики степен флексибилности уз само 2 ограничења за параметре система диференцијалних једначина. Угаоне функције генерално прате облик таласних функција што одсликава интеракцију светлости са нематским течним кристалима. У изјави доприноса сваког аутора при крају рада види се да је кандидат био одговоран за идеју, реализацију, цртање графова, проверу решења и писање рада, то јест да је дао доминантни допринос у овом раду.

У другом раду, из категорије M22, су нађена решења за Дејви-Стјуартсонов систем једначина. У овом случају је таласна функција полином првог степена Јакобијеве елиптичне функције, док је такозвана функција средњег проточног поља полином другог степена. Иако се добију решења са значајним ограничењима на већину параметара испоставља се да слободан члан средњег проточног поља не подлеже никаквим ограничењима, те је могућа изузетно велика флексибилност у конструкцији решења. Кандидат је био једини аутор овог рада.

У трећем раду, из категорије M22, су нађена решења за Кунду-Наскар-Мукрци једначину. У овој једначини је разбијена симетрија између два трансверзална правца, те се добијају значајно другачији облици функција, а у правцу чији се извод не појављује у самој једначини се добијају широке периодичне екстензије функције, такозване 'кресте'. Чирп је могућ само у овом случају и параметар који га одређује је ограничен да буде константан, те

се не добија модулација амплитуде, али се добија изузетно комплексна модулација самих решења, поготово у режиму путујућих таласа. Кандидат је био једини аутор овог рада.

У четвртом раду, из категорије M24, су примењени резултати из првог рада на нематичне течне кристале са такозваном кубичном-квинтичном нелинеарношћу. Овде добијамо решења код којих је таласна функција полином првог степена Јакобијеве елиптичне функције док је угаона функција кристала полином другог степена. Пошто систем има један степен слободе више од система описаног у првом раду, а и даље је број ограничења параметара два, то даје још већу флексибилност у конструкцији нових решења од система у првом раду. Кандидат је био једини аутор овог рада.

У петом раду, из категорије M33, генералисано је решење једначине Грос-Питаевски са сферно-симетричног потенцијала на цилиндрично- и планарно-симетричне потенцијале, разбивши тиме симетрију између три трансверзалне димензије. Кандидат је био једини аутор овог рада.

### **3.1.2. Цитираност научних радова кандидата**

Према бази Web of Science радови кандидата су цитирани укупно 604 пута, док је број цитата без аутоцитата 537. Према истој бази Хиршов индекс кандидата је 11. Прилог: подаци о цитираности са интернет странице WOS.

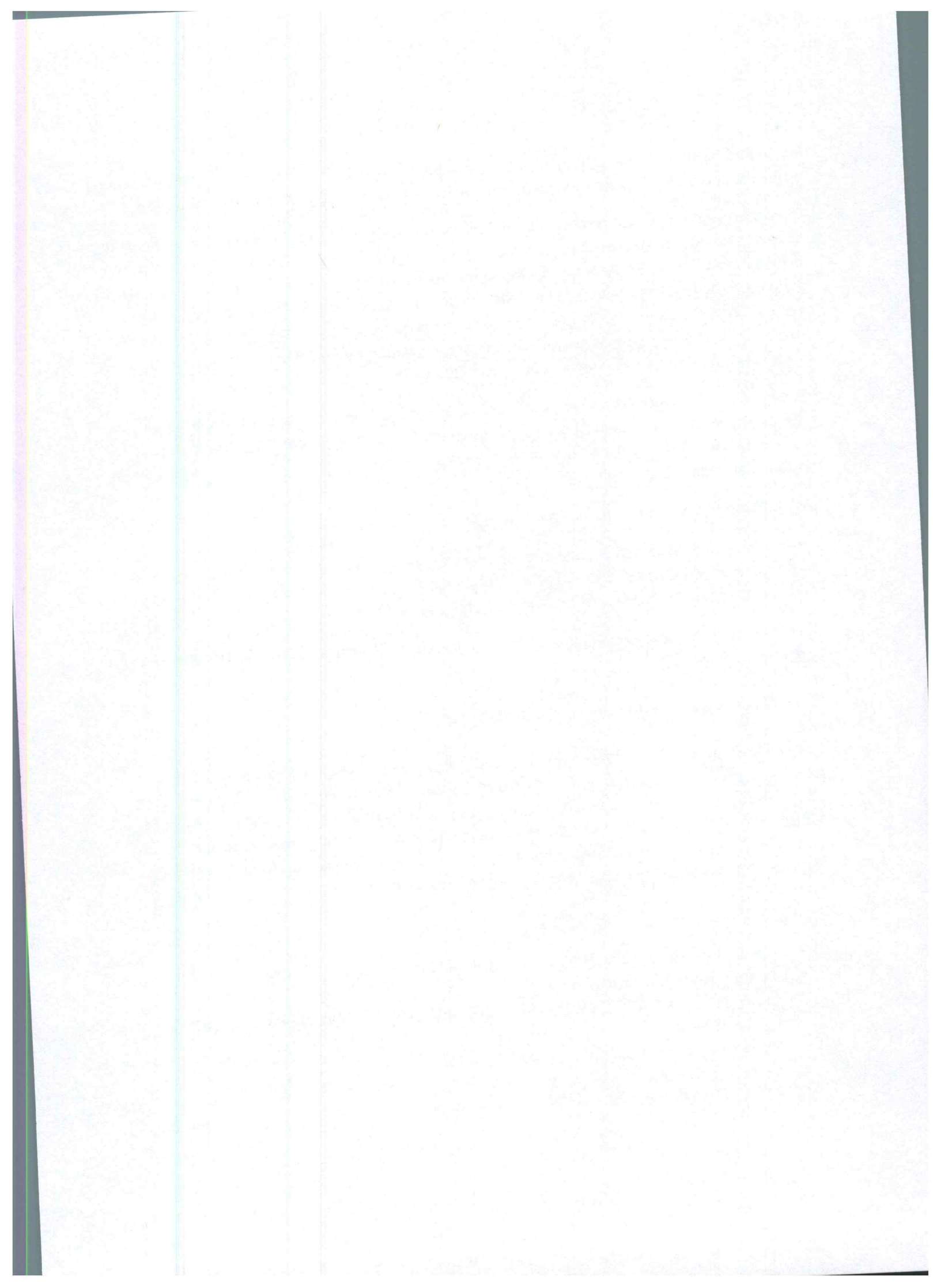
На бази Google Scholar има 988 цитата (што укључује и 184 цитата књиге IMO Compendium) и Хиршов индекс 14.

### **3.1.3. Параметри квалитета радова и часописа**

Битан елеменат за процену квалитета научних резултата је и квалитет часописа у којима су радови објављени, односно њихов импакт фактор (ИФ). Кандидат је великим делом објављивао радове у часописима од највишег значаја, категорије M21a и M21. У категорији M21a, M21, M22, M23 и M24 кандидат је објавио радове у следећим часописима, при чему су посебно означени они часописи у којима је кандидат објављивао у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања:

Пре претходног избора:

- 1 рад у Phys. Rev. Lett: (2008) ИФ = 7.180 M21a.
- 4 рада у Nonlinear Dynamics:  
(2015) ИФ=3.000 M21a, (2016) ИФ=3.464 M21a, (2016) ИФ=3.464 M21a, (2018) ИФ=4.339 M21a.
- 1 рад у Optics Express: (2015) ИФ=3.148 M21.
- 1 рад у Optics Letters: (2009) ИФ = 3.059 M21a.
- 1 рад у Phys Rev A: (2008) ИФ=2.908 M21a.



- 5 радова у Phys. Rev. E: (2010) ИФ =2.352 M21a, (2011) ИФ =2.255 M21, (2011) ИФ =2.255 M21, (2011) ИФ =2.255 M21, (2014) ИФ =2.288 M21a.
- 1 рад у Europhysics Letters: (2016) ИФ = 1.957 M21.
- 2 рада у Journal of Optics: (2015) ИФ = 1.847 M22, (2015) ИФ=1.847 M22.
- 2 рада у Phys. Scr.: (2011) ИФ=1.204 M22, (2013) ИФ=1.296 M22.
- 1 рад у Optical and Quantum Electronics: (2016) ИФ= 1.055 M23.
- 1 рад у J Diff. Equations: (2010) ИФ =0.427 (подаци за 2011) M23.
- 1 рад у Asian J. Phys.: (2006) M24.

После претходног избора:

- 1 рад у Chaos, Solitons & Fractals: X (2024) ИФ=5.3 M21a.
- 2 рада у Optical and Quantum Electronics: (2020) ИФ=2.084 M22, (2022) ИФ=3.0 M22.
- 1 рад у Facta Universitatis Series: Electronics and Energetics: (2024) ИФ=0.6, M24.

Укупан фактор утицаја (збир импакт фактора) радова кандидата је 59,282, а у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања тај фактор је 10,984. Кандидат је објављивао радове у најугледнијим часописима из његове области. Посебно се међу њима истичу: Physical Review Letters, Nonlinear Dynamics, Chaos, Solitons & Fractals, Physical Review A и E, Optics Letters и Optics Express.

Додатни библиометријски показатељи у вези са објављеним радовима кандидата у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник су приказани у наредној табели. Она садржи импакт факторе (ИФ) радова, M20 бодове радова по категоризацији научноистраживачких резултата, као и импакт фактор нормализован по импакту цитирајућег чланка (СНИП) (најбоља вредност из периода до две године уназад од објаве рада). У табели су дате укупне вредности, као и вредности свих фактора усредњених по броју чланака и по броју аутора по чланку, за радове објављене у M20 категоријама.

|                          | ИФ     | М     | СНИП |
|--------------------------|--------|-------|------|
| Укупно                   | 10,984 | 22    | 3,45 |
| Усредњено по чланку      | 2,746  | 5,5   | 0,86 |
| Нормирано на број аутора | 7,45   | 15,33 | 2,25 |

Напомињемо да је вредност СНИПа за четврти рад из секције 3.1.1 узета као 0.

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

У својој каријери, узимајући у обзир само радове из M20 категорије, кандидат је једини аутор у 4 рада (три од прошлог избора), укључујући и 1 рад у часопису M21a категорије, а водећи аутор у још 8 радова (један од прошлог избора), укључујући и 3 рада у часописима M21a категорије. Треба напоменути и да је један од тих 8 радова реализован само у коауторству са студентом додипломских студија. Кандидат је такође и други аутор у 7 радова и трећи аутор у 2 рада.

На свим радовима где је био први аутор кандидат је дао основни допринос реализацији целог рада, а значајно је учествовао на свим осталим радовима. Кандидат је сам покретао своје теме, вршио прорачуне, писао радове, био кореспондирајући аутор при слању радова у часопис и такође надгледао рад млађих истраживача на свих 6 радовима где је коаутор био и додипломски студент. Значајним бројем радова као једини и као главни аутор кандидат је показао високи степен иницијативе и самосталности.

Током своје каријере др Никола Петровић је био у континуираној сарадњи са проф. др Миливојем Белићем са Тексашког А&М универзитета у Катару где је одлазио више пута на постдокторско усавршавање. У сарадњи са њим је помоћу својих публикација допринео великој успешности неколико NPRP пројеката Катарске националне истраживачке фондације. Кандидат је развио висок степен стручности у методама експанзија, поготово методе експанзије Јакобијевим елиптичним функцијама, као и у налажењу неопходних модификација метода експанзија да би оне могле да се примене на широке класе директенцијалних једначина. Како је налажење егзактних решења парцијалних диференцијалних једначина врло актуелна тема у математичкој физици, кандидат се показао као самосталан и способан да се посвети новим истраживачким темама у тој области.

Поред већ напоменуте сарадње са проф. др Белићем, кандидат има активну међународну сарадњу са другим истраживачима широм света превасходно са др Веипинг Жонгом (Wei-Ping Zhong) са Шунде политехнике у Кини, др Силиу Суом (Siliu Xu) са Хубеи универзитета за науку и технологију у Кини и проф. др Веславом Кроликовским са Аустралијског националног универзитета. Унутар републике Србије кандидат је имао сарадњу и са проф. др Данијелом Миловић са Универзитета у Нишу.

#### *3.1.5. Награде*

Кандидат је добитник похвале на Вилијем Ловел такмичењу из математике, изузетно престижном студентском такмичењу где само око 50 од неколико хиљада учесника добије награду или похвалу.

### 3.2. Ангажованост у формирању научних кадрова

Кандидат је приликом 7 година запослења на Тексашком А&М универзитету у Катару у функцији лабораторијског координатора радио са студентима као асистент и такође водио експерименталне вежбе. Поред тога је руководио истраживачким радом више студената. У том периоду није било могуће организовати магистарске и докторске студије на том одсеку Универзитета, али о комплексности пројеката којима је руководио у раду са студентима говори и чињеница да је са три студента публиковао укупно 6 радова, и то два рада у часопису Phys Rev E, два рада у часопису Physica Scripta, један рад у Optical and Quantum Electronics и један рад у Electron. J. Diff. Eqs.

Кандидат је у комисијама Друштва математичара и друштва физичара више година радио на припреми задатака за такмичења из физике и математика и на њиховом оцењивању. Учествовао је у бројним припремама младих математичара у Србији за домаћа и међународна математичка такмичења. Књига решених задатака предложених на Међународних математичких олимпијада је основни уџбеник за припреме за такмичења свуда у свету, била је цитирана (184 према сервису Google Scholar) у низу научних радова из области педагогије и наставе математике, као и рада са талентованим студентима. Треба напоменути да се кандидат бави математичком физиком, те да је математика основни алат у његовом раду.

Кандидат је такође 2011. године био ангажован од стране Тексашког А&М универзитета да сам смисли задатке и организује такозвано Заливско математичко такмичење на ком су учествовали ученици из 10 околних земаља. Са обзиром да је такмичарска математика у то време тек била у повоју у том делу света, може се рећи да је кандидат дао велики допринос развоју такмичарске математике у државама Арапског полуострва.

Прилози: у приложеном материјалу је наведен списак свих радова који укључује и радове са студентима.

### 3.3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења.

Кандидат је у периоду од избора у звање искључиво публиковао радове са три или мање аутора, тако да никакво нормирање није потребно.

### 3.4. Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је руководио пројектним задатком: “Аналитичко решавање нелинеарних једначина у оптици” у оквиру пројекта ОИ171006 “Нелинеарна динамика локализованих самоорганизованих структура у плазми, нано-композитним материјалима, течним и фотоничним кристалима и ултрахладним кондензатима” под руководством др Душана Јовановића.

У току боравка на Тексашком А&М универзитету у Катару кандидат је био ангажован на неколико пројеката Катарске националне истраживачке фондације и то:

- NPRP13S-0121-200126 "Self-generated spatiotemporal nanostructuring of laser light applied to energy transport via reconfigurable guiding networks in nanophotonics, solids, and soft matter,"
- NPRP 8-028-1-001, "Nonlinear photonics for all-optical information technologies,"
- NPRP 5-674-1-114, "Advanced higher order symplectic algorithms for the time-marching of numerical schemes in computational physics and applied mathematics,"
- NPRP 6-021-1-005, "Self-organized solitonic structures propagating in semiconductor quantum wells, nanocomposites, polymers, photonic crystals, metamaterials and nanoplasmonics for applications in information technology,"
- NPRP 09-462-1-074 "Light bullets, fractional vortices, nonlocal solitons and surface waves for all-optical information transmission in photonic crystals, optical lattices, dispersion-managed systems, and distributed fibers,"
- NPRP 25-6-7-2 "Nonlinear photonics,"

Прилози: Доказ за руковођење пројектним задатком је раније приложен у избору у звање виши научни сарадник. Овде прилажемо материјал из тог избора. Сви пројекти из Катара су означени у захвалницама радова кандидата.

### **3.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима**

Кандидат је члан Оптичког друштва Србије. Био је од 2014. до 2022. године члан Државне комисије за такмичења из математике и учествовао у састављању и прегледању задатака. Био је и заменик вође Српске олимпијске екипе из математике на неколико међународних такмичења, као и прегледач задатака на Балканској математичкој олимпијади 2018. године. Био је од 2016. до 2018. године и члан Државне комисије за такмичења из физике за ученике средњих школа и учествовао у састављању и прегледању задатака.

Кандидат је такође био рецензент у неколико угледних часописа: Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Physica Scripta, Chinese Journal of Physics, Results in Physics и других.

### **3.6. Утицај научних резултата**

Утицај научних резултата огледа се у подацима о цитираности, наведеним у секцији 3.1.2.

Поред тога, пун списак радова и цитата је дат у прилогу, на основу чега се такође може проценити да су радови кандидата јасно препознати у оквиру области нелинеарне оптике и математичке физике.

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

Кандидат је значајно допринео сваком раду у коме је учествовао.

У периоду након претходног стицања знања, кандидат је својим радом у сарадњи са Веславом Кроликовским, угледним стручњаком са Аустралијског националног универзитета (ANU), отворио сарадњу везану за моделовање протока светлости кроз нематичне течне кристале. Кандидат је дао кључни допринос у овом раду и обавио већину посла, што се може видети по изјави доприноса при крају рада. У изјави доприноса сваког аутора се види да је др Никола Петровић био одговоран за идеју, реализацију, цртање графова, проверу решења и писање рада, то јест да је дао доминантни допринос у овом раду. Како је Аустралијски национални универзитет угледан центар за експерименталну нелинеарну оптику, очекује се даља сарадња и продубљивање теме кроз додатне радове.

Кандидат је такође и продубио и комплетирао сарадњу са Тексашким А&М универзитетом, пошто су два публикована рада произишла из једногодишњег постдока на тој институцији, уз још резултата које тек треба публиковати.

Коначно, кандидат такође својим самосталним радовима доприноси научном учинку Лабораторије за нелинеарну физику, Института за физику у Београду. За проучене системе је у сарадњи са колегом из Лабораторије др Најданом Алексићем била анализирана модуларна стабилност добијених решења.

### 3.8. Уводна предавања на конференцијама и друга предавања

Након претходног избора у звање, кандидат је одржао следећа предавања:

Предавање по позиву:

- **N. Petrović**  
*Solitary and traveling wave solutions to equations governing nematic liquid crystals using the Jacobi elliptic function expansion method*  
International Congress and Expo on Optics, Photonics and Lasers (EUROPL2023), p.19  
June 28th-30th 2023, M32

Остала предавања:

- **N. Petrović**  
*Spatio-temporal solitary and traveling wave solutions to the Kundu-Mukherjee-Naskar equation*  
VIII International School and Conference on Photonics (PHOTONICA2021), p.70  
August 23rd-27th 2021, M34
- **N. Petrović**

*Solutions to nematic liquid crystal systems with cubic-quintic and septic nonlinearities using the Jacobi elliptic function expansion method*

IX International School and Conference on Photonics (PHOTONICA2023), p. 53

August 28th-September 1st 2023, M34

- **N. Petrović**

*Solitary and traveling two-component wave solutions in menatic liquid crystals using the Jacobi Elliptic function expansion method*

3rd Conference on Nonlinearity, Serbian Academy of Nonlinear Science

September 4th-8th 2023, M34

- **N. Petrović**

*Solitary and traveling wave solutions to the Nonlinear Schrödinger equation describing quantum droplets*

XI-th International Conference “Solitons, Collapses and Turbulence: Achievements, Developments and Perspectives” (SCT2024), p. 60

July 1st-5th 2024, M34

Као доказ су приложени позивно писмо за учешће на конференцији где је кандидат имао предавање по позиву, веб сајт конференције за једну од конференција и изводи из књига апстраката за све остале конференције.

#### 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 |
|------------|------------------|-------------|-----------------|-------------------------|
| M21a       | 10               | 1           | 10              | 10                      |
| M22        | 5                | 2           | 10              | 10                      |
| M24        | 2                | 1           | 2               | 2                       |
| M32        | 1,5              | 1           | 1,5             | 1,5                     |
| M33        | 1                | 1           | 1               | 1                       |
| M34        | 0,5              | 4           | 2               | 2                       |

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

| Минималан број М бодова         | Неопходно | Остварено | Остварено, нормирани број М бодова |
|---------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------|
| Укупно                          | 50/2=25   | 26,5      | 26,5                               |
| M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90 | 40/2=20   | 24,5      | 24,5                               |
| M11+M12+M21+M22+M23             | 30/2=15   | 20        | 20                                 |

## ЗАКЉУЧАК

Имајући у виду изузетно високу вредност и оригиналност научних радова др Николе Петровића, као и његово значајно искуство у међународној сарадњи и педагошком раду, мишљења смо да је кандидат достигао високу истраживачку зрелост и научну компетентност. На основу података из извештаја види се да он задовољава све квантитативне и квалитативне услове за реизбор у звање виши научни сарадник који су прописани Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије.

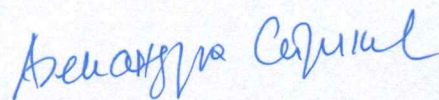
Због тога нам је изузетно задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за реизбор др Николе Петровића у звање виши научни сарадник.

У Београду, 26. 02. 2025. године

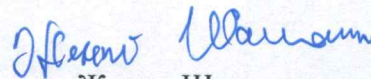
Чланови комисије:



др Милан Петровић  
научни саветник  
Институт за физику у Београду



др Александра Стринић  
научни саветник  
Институт за физику у Београду



др Жељко Шљиванчанин  
дописни члан САНУ и научни саветник  
Институт за нуклеарне науке "Винча" у Београду