

# Научном већу Института за физику

## Извештај комисије за избор др Николе Продановића у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику одржаној 15. 6. 2015. године именовани смо у комисију за избор др Николе Продановића у звање 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 подносимо овај извештај.

### Биографски подаци о кандидату

Никола Продановић је рођен у Постојни, Република Словенија 28. 7. 1986. године. Завршио је ОШ „Доситеј Обрадовић“ и Гимназију „Вељко Петровић“ у Сомбору са максималним успехом. Освајао је многобројне награде на такмичењима из природних наука и био је учесник Међународне олимпијаде из физике 2005. године у Шпанији.

Завршио је Одсек за физичку електронику Електротехничког факултета (ЕТФ) Универзитета у Београду са просечном оценом 9,87 и дипломским радом на тему „Фотонски кристали са везаним стањем у континуалном делу спектра“ 2009. године, урађеним под руководством проф. др Витомира Милановића. Мастер студије је завршио на ЕТФ-у на истом одсеку 2010. године са просечном оценом 10,00 и завршним мастер радом на тему „Оптимизација AlInAs/InAs конвертора за силицијумске соларне ћелије на бази квантних јама“, под руководством проф. др Јелене Радовановић. Након завршетка мастер студија, уписао је докторске студије на Факултету за електронику и електротехнику Универзитета у Лидсу у Великој Британији. На докторским студијама се бавио теоријским моделовањем физичких процеса у квантним тачкама. Докторску дисертацију на тему: *Полупроводничке квантне тачке: Унутарзонске електронске, оптичке и динамичке особине* је одбранио у априлу 2014. године. Докторска диплома је нострификована у мају 2015. године на Универзитету у Београду.

Од октобра 2013. године ангажован је као истраживач сарадник у Лабораторији за примену рачунара у науци Института за физику где се бави теоријом и симулацијама транспорта носилаца у квантним тачкама и органским молекуларним кристалима.

У току студија на свим нивоима добијао је многобројне награде за академски успех. До сада је објавио 6 радова у водећим светским часописима (категиорија M21) и аутор је већег броја конференцијских радова.

## Преглед научне активности кандидата

Научно-истраживачки рад Николе Продановића је у области физике полупроводничких наноструктура и комбинује аналитичке и нумеричке методе за разумевање оптичких и електронских особина наноструктура уз посебан осврт на могућности примене добијених резултата на функционисање оптоелектронских направа.

Истраживачки рад Николе Продановића почео је дипломским радом на тему везаних стања у фотонским структурама. У овом раду презентован је дизајн 1-Д структуре која има континуалан спектар електромагнетних модова и један конфиниран мод са енергијом угњеженом у континуални спектар. Сам профил фотонске структуре карактерисан је само комплексном диелектричном функцијом (која дакле има и појачавачке и пригушивачке особине у функцији координате). Главни допринос рада био је развој метода дигиталног градирања за једнодимензиони диелектрични профил. Таквим дигиталним градирањем могуће је технолошки остварити произвољан комплексни диелектрични профил комбинацијом малог броја различитих диелектрика варирајући само дебљине слојева појединих диелектрика. Резултати овог истраживања објављени су у:

- N. Prodanović, J. Radovanović, V. Milanović, “Photonic crystals with bound states in continuum and their realization by an advanced digital grading method”, *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* **42**, 1 (2009).
- N. Prodanović, J. Radovanović, V. Milanović, “Engineering and advanced digitalization of photonic structures with bound field in the continuum”, *Acta Physica Polonica A* **116**, 607, preceded by poster presentation on “Photonica 09” Conference, Belgrade (Serbia), 2009.

У свом мастер раду, кандидат се бавио оптимизацијом електронске структуре InAs/AlInAs квантних јама. Притом је циљ био да се максимизује генерација другог хармоника тако да се фотони ниске енергије претворе у фотоне високе енергије које силицијумске соларне ћелије могу да апсорбују, чиме се повећава њихова ефикасност. Резултати тог истраживања објављени су у:

- N. Prodanović, J. Radovanović, V. Milanović, S. Tomić, “Optimization of InAs/AlInAs quantum wells based up-converter for silicon solar cells”, *Journal of Applied Physics* **110**, 063713 (2011).
- N. Prodanović, J. Radovanović, V. Milanović, S. Tomić, “Optimization of InAs/AlInAs quantum wells based up-converter for silicon solar cells”, “Empirical Methods in Semiconductor Nano-Structures Design and Modelling” CECAM Conference, Manchester (UK), Book of Abstracts, p. 24 (2010).

Током рада на докторату, кандидат је најпре испитивао структуре које се састоје од квантних штапова унутар квантних јама и показао да се такве структуре могу користити као апсорбери терахерцног зрачења за произвољну поларизацију упадног зрачења, при чему се таласна дужина апсорпције може подешавати дужином штапова. Главни допринос је откриће везаног стања у континуалном делу спектра што је веома интересантно са фундаменталног и практичног становишта. Предложио је дизајн терахерцног детектора који ради на принципу екситације електрона терахерцним зрачењем из квантног штапа у окружујућу

квантну јаму. Таква ексцитација била би могућа за обе поларизације (захваљујући везаном стању у континуалном делу спектра јаме), а струјни сигнал био би омогућен ефикасним транспортом ексцитованог 2-Д гаса кроз јаму. Резултати ових истраживања објављени су у:

- N. Prodanović, V. Milanović, Z. Ikonić, D. Indjin and P. Harrison, "Bound states in continuum: Quantum dots in a quantum well", *Physics Letters A* **377**, 2177, (2013).
- N. Prodanović, N. Vukmirović, D. Indjin, Z. Ikonić and P. Harrison, "Electronic states and intraband terahertz optical transitions in InGaAs quantum rods", *Journal of Applied Physics* **111**, 073110 (2012).
- N. Prodanović, N. Vukmirović, D. Indjin, Z. Ikonić and P. Harrison, "Intraband optical properties of self-assembled InGaAs quantum rods and its dependence on rod height", *The 11<sup>th</sup> International Conference on Intersubband Transitions in Quantum Wells*, 11-17 September 2011, Badesi, Italy, Book of abstracts (2011).
- N. Prodanović, N. Vukmirović, D. Indjin, Z. Ikonić and P. Harrison, "Intraband optical properties of self-assembled columnar quantum dots", "QD2010" Quantum dot Conference, Nottingham (UK), (2010).
- N. Prodanović, N. Vukmirović, D. Indjin, Z. Ikonić and P. Harrison, "Theoretical modeling of InGaAs quantum rods: terahertz intraband absorption and its dependence on rod height", *Journal of Physics: Conference Series* **242**, 2012, (2010), preceded by a poster presentation on "TMCS II" Conference, York (UK), (2010).

Развио је и једноставан модел који повезује радијативна и нерадијативна времена живота електрона у квантним тачкама што би могло да омогући боље дизајне експеримената који испитују нерадијативне механизме релаксација у квантним тачкама, главне атенуаторе оптичких особина. Резултати овог истраживања објављени су у:

- N. Prodanović, Z. Ikonić, D. Indjin and P. Harrison, "Relationship between electron-LO phonon and electron-light interaction in quantum dots", *Physical Review B* **85**, 195435 (2012).

На крају докторских студија Никола се бавио развијањем модела транспорта електрона у суперкрсталима колоидних квантних тачака. Он је конкретно истраживао утицај електрон-фонон интеракције на транспортне особине и открио да се транспорт одвија скакутањем малих поларона у најновијим узорцима тих структура и да је зонски транспорт, иако пожељан, још недостижан. Резултати овог рада објављени су у:

- N. Prodanovic, N. Vukmirovic, Z. Ikonic, D. Indjin and P. Harrison, "Importance of Polaronic Effects for Charge Transport in CdSe Quantum Dot Solids", *Journal of Physical Chemistry Letters* **5**, 1335, (2014).

Кандидат се тренутно бави развијањем метода за прорачун електронске покретљивости и проводности у Холштајновом моделу са више фононских мода и његовим генерализацијама. Такви модели су важни јер описују горе наведене суперкрстале на бази колоидних квантних тачака и органске кристале.

## **Елементи за квалитативну анализу рада кандидата**

### **1. Показатељи успеха у научном раду**

#### 1.1. Награде и признања за научни рад

Кандидат је добитник већег броја признања на домаћем и међународном нивоу. Награђен је од удружења ЕТФ БАФА за најбољи дипломски рад на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Три пута је проглашаван за најбољег студента у генерацији на одсеку за физичку електронику (2006, 2007. и 2008. године).

Добио је стипендију Фонда за младе таленте Владе Републике Србије за докторске студије на водећим светским универзитетима, као и стипендију Универзитета у Лидсу за иностране студенте. Два пута је добио награду Међународног друштва за оптику и фотонику (SPIE) за *потенцијални допринос на пољу оптике, фотонице и оптоелектронике* (2011. и 2012. године). Добитник је и награде Факултета за електронику и електротехнику Универзитета у Лидсу за најбољи рад доктораната објављен у међународном часопису за 2013. годину за рад [3] са листе M21 радова.

#### 1.2. Рецензије научних радова

Кандидат је рецензент у часописима Physical Review Letters и Physical Review B.

### **2. Развој услова за научни рад, образовање и формирање научних кадрова**

#### 2.1. Међународна сарадња

Кандидат је докторске студије завршио на Универзитету у Лидсу у Великој Британији са чијим истраживачима наставља сарадњу и по завршетку доктората.

### **3. Организација научног рада**

#### 3.1. Учешће на научним пројектима

Од октобра 2013. године Никола Продановић је ангажован на пројекту "Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система" (ОН171017) финансираном од Министарства просвете, науке и технолошког развоја, као и на пројекту "Electronic Transport in Organic Materials" (ELECTROMAT) финансираном из FP7 програма Европске комисије.

### **4. Квалитет научних резултата**

Кандидат је објавио 6 радова категорије M21 и 1 рад категорије M23:

- 1 рад у Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, ИФ(2010) 1.64, цитата: 12,
- 1 рад у Physical Review B, ИФ(2012) 3.77, цитата: 1,
- 1 рад у Journal of Physical Chemistry Letters, ИФ(2013) 6.69 цитата: 3,

- 1 рад у Physics Letters A, ИФ(2012) 1.77,
- 2 рада у Journal of Applied Physics, ИФ(2012) 2.21, цитата 3+3,
- 1 рад у Acta Physica Polonica A, ИФ(2010) 0.47.

Укупан број цитата: 22

Укупан импакт фактор: 18.76

На свим овим радовима кандидат је први аутор и у највећој мери је допринео истраживању које је довело до њиховог објављивања.

Кандидатови радови комбинују теорију и нумеричке симулације, а с обзиром да је број аутора на свим радовима мањи или једнак 5, сви радови се урачунавају са пуном тежином.

**Елементи за квантитативну оцену научног доприноса  
др Николе Продановића**

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова
M21	8	6	48
M23	5	1	5
M33	1	2	2
M34	1	5	5
M71	6	1	6

Минималан број М бодова потребан за избор у звање научни сарадник		Остварено
Укупно	16	<b>66</b>
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	<b>55</b>
M11+M12+M21+M22+M23+M24	5	<b>53</b>

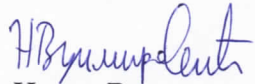
## Закључак и предлог


Др Никола Продановић испуњава све услове за избор у звање научни сарадник предвиђене Правилником Министарства просвете, науке и технолошког развоја о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача. Своје научне резултате је објавио у 6 радова М21 категорије и саопштио на већем броју конференција. За свој рад је добио и неколико признања на националном и међународном нивоу.


Имајући у виду квалитет његовог научно-истраживачког рада и достигнути степен истраживачке компетентности, изузетно нам је задовољство да предложимо Научном већу Института за физику да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Николе Продановића у звање научни сарадник.

У Београду, 16. јуна 2015. год.

Чланови комисије:

  
др Ненад Вукмировић  
Виши научни сарадник  
Институт за физику Београд

  
др Антун Балаж  
Научни саветник  
Институт за физику Београд

  
проф. др Јелена Радовановић  
Ванредни професор Електротехничког  
факултета Универзитета у Београду