

## KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu na svojoj sednici održanoj 15.09.2015. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. Miše Anđelkovića pod naslovom „Modelovanje elektronske strukture vurcitnih nanotačaka“. Nakon pregleda materijala, Komisija podnosi sledeći

### IZVEŠTAJ

#### 1. Biografski podaci kandidata

Miša S. Anđelković je rođen 11.02.1991. godine u Kragujevcu. Izabran za đaka generacije nakon završene osnovne škole. Završio je Prvu kragujevačku gimnaziju, kao nosilac Vukove diplome. Učesnik mnogih opštinskih, regionalnih i republičkih takmičenja iz matematike i fizike tokom osnovnog, odnosno matematike i informatike tokom srednjoškolskog obrazovanja. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 2010. godine. Diplomirao je oktobra 2014. godine na odseku za Fizičku elektroniku sa ukupnom prosečnom ocenom 9.18, i ocenom 10 na završnom radu na temu „Model naprezanja u poluprovodničkim jezgro-omotač nanožicama“. Master studije je upisao 2014. godine na istom fakultetu. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 10. Služi se engleskim jezikom.

#### 2. Opis master rada

Master rad kandidata ima 57 numerisanih strana (računato bez naslovne strane i apstrakta). Pored teksta, rad sadrži 23 slike i 4 tabele. Rad je organizovan u okviru 6 tematskih poglavlja, 3 priloga, i sadrži spisak korišćene literature sa 29 relevantnih referenci.

Prvo poglavlje je uvodno i u njemu je izložena tema rada i istaknut značaj primene III-N jedinjenja vurcitne strukture kristalne rešetke.

Pregled tehnologija izrade nanotačaka i osobina III-N vurcitnih nanostrukture detaljno je prikazan u poglavlju 2.

U trećem poglavlju je dat teorijski opis naprezanja i piezoelektričnog efekta. Za naprezanje, koje nastaje usled nepoklapanja parametra kristalne rešetke strukturnih materijala, je korišćen kontinualno mehanički model. Izvedeni su izrazi za komponente tenzora naprezanja za aksijalno simetrične strukture, kao i izrazi za efektivni piezoelektrični potencijal koji je posledica naprezanja i nepostojanja centra inverzione simetrije kod vurcitnih materijala.

U četvrtom poglavlju je dat teorijski model elektronske strukture vurcitnih nanotačaka i to : 1) prema višezonskom  $\mathbf{k}\cdot\mathbf{p}$  modelu za stanja u valentnoj zoni, i 2) jednozonskom modelu u aproksimaciji efektivnih masa za stanja u provodnoj zoni. Izvedeni su i izrazi za slučaj aksijalno-simetričnih struktura.

Peto poglavlje se bavi rezultatim proračuna elektronske strukture pojedinačnih i vertikalno spregnutih vurcitnih nanotačaka. Najpre su prikazane izračunate vrednosti za naprezanje i piezoelektrični potencijal. Rezultati punog trodimenzionog (3D) modela su upoređeni sa pojednostavljenim dvodimenzionim (2D) modelom za aksijalno simetrične strukture. Ustanovljeno je poklapanje vrednosti za komponente tenzora naprezanja i piezoelektričnog potencijala između ova dva modela. Takođe, pokazano je da dobro poklapanje 3D i 2D

modela postoji za jednočestična stanja u provodnoj zoni. Poređeni su rezultati za elektronsku strukturu kada je uračunat uticaj naprezanja i piezoelektrični efekat, sa slučajem kada su ovi efekti zanemareni. Ustanovljeno je da naprezanje i piezoelektrični efekat u velikoj meri utiče na lokalizaciju jednočestičnih stanja kod nanotačaka sa vurcitnom strukturom kristalne rešetke. Takođe, analiziran je uticaj rastojanja vertikalno spregnutih tačaka na svojstvene vrednosti i lokalizaciju naelektrisanja. Utvrđeno je, da pri malim vrednostima rastojanja, promena udaljenosti nanotačaka bitno utiče na lokalizaciju, što je posledica preraspodele naprezanja.

U šestom poglavlju je dat sumarni pregled rezultata merenja i izneseni su zaključci. Takođe su date smernice za dalji teorijski rad.

U prilogu A je dat hamiltonijan koji je izveden za slučaj primenjenog magnetskog polja.

Prilog B daje modifikovani hamiltonijan za valentnu zonu dobijen izvođenjem u alternativnom bazu. Detaljno je opisano izvođenje i simetrizacija hamiltonijana za primenu na aksijalno-simetrične strukture.

Vrednosti parametara elektronske strukture korišćenih materijala su date u prilogu C.

### **3. Analiza rada sa ključnim rezultatima**

U radu je dat teorijski model elektronske strukture vurcitnih nanotačaka. Takođe, izveden je hamiltonijan za valentnu zonu u modifikovanom bazu. Rezultati su korektno prikazani i objašnjeni, i po najboljem znanju članova Komisije predstavljaju originalan rezultat samostalnog rada kandidata. Izvedeni zaključci ukazuju da: (1) za vurcitne nanotačke sočivastog oblika aksijalna aproksimacija daje zadovoljavajuće rezultate za elektronsku strukturu, (2) naprezanje i piezoelektrični efekat značajno utiču na lokalizaciju naelektrisanja, (3) kod vertikalno spregnutih nanotačaka dolazi do drugačije raspodele naprezanja, što značajno utiče na efektivne potencijale ivica zona, a samim tim, i na jednočestična stanja.

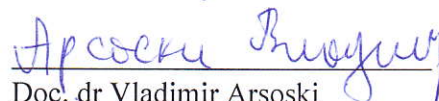
### **4. Zaključak i predlog**

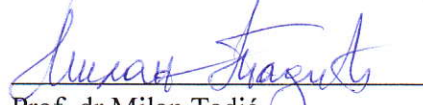
Kandidat Miša Anđelković je u svom master radu uspešno izvršio modelovanje nanostrukture na bazi vurcitnih nanotačaka. Pritom je iskazao samostalnost i sistematičnost u svom radu, i predložio modifikacije postojećih teorijskih modela.

Na osnovu izloženog Komisija predlaže Komisiji za studije II stepena da prihvati master rad pod naslovom „Modelovanje elektronske strukture vurcitnih nanotačaka“ i da njegovom autoru, kandidatu Miši Anđelkoviću, dipl. inž., odobri usmenu odbranu.

Beograd, 21.09.2015. godine

Članovi Komisije

  
Doc. dr Vladimir Arsoski

  
Prof. dr Milan Tadić