

## Nastavno-naučnom veću Mašinskog fakulteta u Nišu

Izvod iz zapisnika sa sednice Veća Katedre za mehaniku koja je održana 26. 02. 2015. god.

**Predmet:** *Predlog članova Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije*

Na sednici Katedre za mehaniku usvojen je predlog imenovanja članova Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije kandidata Danila Karličića, diplomiranog inženjera mašinstva, pod nazivom:

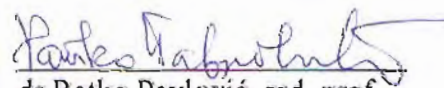
### **"Primena nelokalne teorije kontinuuma u analizi dinamičkog ponašanja i stabilnosti sistema spregnutih nano-struktura"**

u sledećem sastavu

1. Dr Predrag Kozić, red. prof. Mašinskog fakulteta u Nišu  
(Uža naučna oblast: Teorijska i primenjena mehanika),
2. Dr Ratko Pavlović, red. prof. Mašinskog fakulteta u Nišu  
(Uža naučna oblast: Teorijska i primenjena mehanika),
3. Dr Goran Janevski, docent Mašinskog fakulteta u Nišu  
(Uža naučna oblast: Teorijska i primenjena mehanika),
4. Dr Dragan Jovanović, docent Mašinskog fakulteta u Nišu  
(Uža naučna oblast: Teorijska i primenjena mehanika),
5. Dr Zoran Golubović, red. prof. Mašinskog fakulteta u Beogradu, u penziji  
(Uža naučna oblast: Teorijska i primenjena mehanika).

U Nišu, 26. 02. 2015. god.

Šef Katedre za mehaniku

  
dr Ratko Pavlović, red. prof.

MAŠINSKI FAKULTET "UNIVERZITET U NIŠU"			
27. 02. 2015			
Opis posla	Broj	Str.	Preporučeno
1	612-66-1-2/15		

# Наставно –Научном већу Машинског факултета

## Катедри за механику

### Предмет и актуелност истраживања

У последње, време велика пажња истраживача је усмерена на изучавање нано-материјала, као и њихова примена у савременим нано-електромеханичким уређајима и системима. Као основни нано-материјали од кога су сачињене структурне компоненте нано-система, разматрају се нано-цеви и графенски нано-листићи који се састоје од атома угљеника и њихових интеракција преко хемијских веза. Према броју зидова, постоје једно-зидне, дво и више зидне нано-цеви. Дво и више зидни системи се могу препознати као комбинација два или више једно зидних нано-цеви, који међусобом дејствују једни са другим преко Ван дер Валсових сила. Такође, графенске нано-листиће је могуће комбиновати у комплексне више слојне нано-структуре са еластичним или вискоеластичним својствима, као што су нано-резонатори и нано-композитни системи. У анализи механичких својства нано-цеви и графенских нано-листића користе се експерименталне и теоријске методе. Извођење експеримената у нано областима је веома скуп и захтеван задатак, јер није могућа контрола свих параметара нано-система. Резултат тога је спор напредак експерименталних метода које се примењују у анализи механичког понашања система, тако да су експерименталне методе обично ограничене на мерење само неких механичких особина као што су: Јунгов модул еластичности, затезна чврстоћа, граница лома. Због ових недостатака, истраживања ће бити усмерена на развој теоријских модела у анализи динамичког понашања нано-структурних елемената. Теоријске методе укључују симулације преко атомистичких модела и механике континуума. Различите атомистичке методе као што су стохастичка молекулална динамика, теорија функционалне густине итд., су веома важне у анализи динамичког понашања једноставнијих нано-структурних елемената. Ипак, ове методе су веома захтевне у погледу рачунарског времена тако да за системе са великим бројем честица (атома и молекула ) нису примељиве. Због тога, у последње време теоријска истраживања динамичког понашања комплексних нано-структура заснована су на методама механике континуума која због своје једноставности и употребљивости добијају све више на значају. Пошто нано-карбонске цеви и графенски нано-листићи по природи имају дискретну структуру као и остали нано-материјали, Еринген је проширио класичну механику континуума уводећи материјалним параметар, који узима у обзир дискретну структуру самог материјала, т.ј. међу молекулалне силе и утицај нано-скеале. Даља, истраживања су показала могућност коришћења нелокалне механике континуума у анализи и дизајну комплексних нано-система на бази угљеничних нано-цеви и графенских нано-листића моделиране као нано-греде

односно нано-плоче са еластичним или вискоеластичним својствима. У поређењу са симулацијама молекулане динамике, нелокална механика континуума има веће предности у погледу бржег добијања резултата као и мањих компјутерских ресурса потребних у обради резултата.

Познавање осцилотарног понашања и стабилности кретања једне или вишеструко повезаних угљеничних нано-цеви и графенских нано-листића у комплексним нано-системима омогућује нам једноставније пројектовање нано-електромеханичких уређаја. У оваквим системима угљеничне нано-цеви се моделирају као греде док су графенски нано-листићи репрезентовани као плоче. Посебна пажња је посвећена у одређивању аналитичких решења сопствених фреквенција и критичних сила извијања система, сачињених од већег броја нано-структурних елемената (нелокалних греда и плоча) као и специјални случајеви таквих система, сачињени од једне или две нано-греде односно нано-плоче. Добијена аналитичка решења су потврђена применом нумеричких метода као и резултатима добијених молекуларно динамичким симулацијама, где је показано одлично слагање резултата. Такође биће анализирани логитудиналне осцилације система који се састоје од једне, две или вишеструко повезаних нано-штапова, коришћењем нелокалне еластичне и вискоеластичне теорије континуума. Треба истакнути да је анализиран утицај промене температуре као и спољашњег магнетног поља на динамичко понашање вишеструко спрегнутих карбонских нано-цеви и графенских нано-листића са еластичним и виско-еластичним особинама, где су добијене сопствене фреквенције и критичне силе извијања у аналитичком облику. Случај нелинеарних слободних осцилација и динамичке стабилности карбонских нано-цеви и графенских нано-листића под дејством временски променљивих аксијалних сила и спољашњег магнетног поља, приказан је на примеру једне нелокалне нано-греде односно једне нелокалне нано-плоче са геометријском нелинеарношћу, уметнуте у вискоеластичну средину. Добијени су апроксимативни аналитички изрази за нелинеарне фреквенције и амплитудно фреквентни одзиве методом вишеструких временских скала, а такође одређене су области стабилности и нестабилности система. Показана је могућност избегавања резонантних стања као и промена области стабилности и нестабилности система, усред промене само спољашњег магнетног поља, без промене било ког другог структурног параметра система.

Први део истраживања односиће се на проучавање попречних (трансверзалних) осцилације као и стабилност нано-цеви и система нано-цеви повезаних еластичним слојем Winkler-овог типа или виско еластичним слојем, а на основу нелокалне теорије еластичности и вискоеластичности. На сличан начин као и у класичном случају, користиће се нелокалне Euler-Bernoulli, Rayleigh, Timoshenko, Reddy и Huu-Thai-јева теорија греде, а као континуум модели угљеничне нано-цеви.

Euler-Bernoulli-jeva теорија греде не узима у обзир деформацију смицања и инерцију ротације попречног пресека током осциловања, док Rayleigh теорија греде узима у обзир само инерцију ротације попречног пресека. Утицај смицања попречног пресека као и утицај инерције ротације попречног пресека разматрају се у Timoshenko-вој теорији греде. Такође, анализираће се утицај деформације смицања вишег реда преко Reddy и Huu-Thai-jeва теорије. Истраживања ће бити усмерена и на поређењу нелокале теорије еластичности са различитим градијентним теоријама еластичности на примеру попречног осциловања и стабилности једне нано-греде, као и утицаја промене температуре и лонгитудиналног магнетног поља на системима повезаних нано-греда. У оба случаја су добијене сопствене фреквенције и критичне силе извијања у аналитичком облику. Као други важан режим осциловања су лонгитудиналне осцилације карбонских нано-цеви моделиране као нано-штапови са константним попречним пресеком. Разматраће се различити гранични услови ослањања система вишеструко срегнутих нано-штапова као и утицај трансверзалног магнетног поља на динамичко понашање система. Такође, анализираће се утицај различитих конститутивних релација, тј. нелокална теорија еластичности и вискоеластичности на сопствене фреквенције система.

Други део истраживања се односи на изучавање осцилација и стабилности графенских-листића моделираних као нелокална нано-плоче и комплекснији системи нелокалних нано-плоча. Разматраће се утицај различитих конститутивних релација нано-плоча и матрице нано-композитног система на сопствене фреквенције и критичну силу извијања. Такође, анализираће се утицај промене температуре и раванског магнетног поља на укупно динамичко понашање система. Добиће се аналитички ирази за сопствене фреквенције и критичне силе извијања за еластични систем као и пригушену сопствену фреквенцију и однос пригушења за вискоеластични систем.

У трећем делу истраживања разматраће се утицај геометријске нелинеарности на слободне осцилације и динамичку стабилност, на примеру једне нелокалне нано-греде односно нано-плоче уметнуте у вискоеластични медијум. Апроксимативна аналитичка решења за нелинеарну фреквенцију и амплитудно - фреквентни одзив, добиће се применом методе вишеструких временских скала.

Примена нелокалне теорије континуума у анализи механичког понашања нано-структура се интезивно проучава задњих десетак година, што се може закључити из публикованих научних радова у водећим међународним часописима. Такође велику улогу у свему томе има сарадња истраживача из различитих области науке на пољу нано-технологија и отварање великог броја научних центара везаних за проучавање нано-материја. На основу свега наведеног, може се запазити да су планирана истраживања у оквиру предложене докторске дисертације, компатибилна са савременим научним правцима истраживања.

### **Циљ истраживања у оквиру пријављене теме докторске дисертације**

У складу са темом предложене докторске дисертације, циљеви истраживања су:

- Извођење парцијалних диференцијалних једначина кретања на основу D'Alembert-овог и Hamilton-овог принципа, за системе Euler-Bernoulli, Rayleigh, Timoshenko, Reddy и Huu-Thai-јева нано-греда односно Kirchhoff-Love-ових нано-плоча на основу нелокалне теорије еластичности и вискоеластичности.
- Применом аналитичких метода у решавању система парцијалних диференцијалних једначина одредиће се сопствене фреквенције и критичне силе извијања за линеарно еластичан односно пригушена фреквенција и однос пригушења за линеаран виско-еластичан случај.
- Анализом тако добијених резултата утврдиће се утицај различитих физичких и геометријских параметара на динамичко понашање и стабилност система више спрегнутих еластичних и вискоеластичних нано-греда односно нано-плоча.
- Приказаће се асимптотске вредности сопствених фреквенција и критичних сила извијања за линеарно еластичан, односно пригушена фреквенција и однос пригушења за линеаран вискоеластичан систем у случају када број мода и број нано-структурних компоненти у систему тежи бесконачности.
- У случају нелинеарних слободних осцилација и динамичке стабилности једне нано-греде односно нано-плоче са геометријском нелинеарношћу, добиће се апроксимативна аналитичка решења за нелинеарну фреквенцију осциловања као и за фреквентно амплитуди одзив применом методе вишеструких временских скала.

#### **Очекивани научни допринос и могућност примене добијених резултата**

Реализацијом циљева постављених у оквиру садржаја предложене докторске дисертације, применом поменутих аналитичких метода, добијени резултати ће имати научни и практични значај у пројектовању и анализи нано-електромеханичких система и уређаја. Такође добијени аналитички резултати могу послужити и као почетна тачка у истраживањима динамичког понашања комплекснијих нано-композитних система заснованим на карбонским нано-цевима и графенским литићима, под дејством различитих физичких поља. За све проучаване моделе спрегнутих карбонских нано-цеви односно графенских нано-листића, добијени су одговарајући математички модели помоћу којих су разматрани утицаји различитих физичких и геометријских параметара на динамичко понашање и стабилност одговарајућег система. Сходно томе добијени су потпуно нови аналитички изрази за сопствене природне фреквенције и критичне силе извијања за еластичан систем као и пригушена фреквенција и однос пригушења за

вискоеластичан систем. Такође показан је начин за добијање асимптотских сопствених вредности система када број мода и/или број нано-греда/поча тежи бесконачности. Што се тиче нелинеранних осцилаторних појава као и динамичке стабилности усред временски променљиве аксијалне силе и спољашег магнетног поља, показана је могућност избегавања резонантних подручја као и промена ширине области стабилности односно нестабилности одговарајућег нано-структурног система.

### **Методологија истраживања**

У овом раду поступак проучавања динамичког понашања нано-структурних елемената тј. нано - греда и нано-плоча биће спроведен аналитичким методама, док ће се нумеричке методе и симулације молекулане динамике користити само као потврда добијених аналитичких решења. Од аналитичких метода користиће се Bernoulli-Fourie-ova, Navier-ова и тригонометријска метода, док за решавање нелинеарних диференцијалних једначина користићемо методу вишеструких временских скала. За нумеричке експерименте биће коришћен софтверски пакет Wolfram Mathematica.

### **Оквирни садржај рада**

- Увод у нелокалну теорију еластичности и вискоеластичности. Преглед савремене литературе из области примене нелокалне механике континуума у анализи нано-структура.
- Формирање парцијалних диференцијалних једначина кретања нано-греде за Euler-Bernoulli, Rayleigh, Timoshenko, Reddy и Huu-Thai-јева теорију на основу нелокалне теорије еластичности и виско-еластичности, са одговарајућим граничним и почетним условима.
- Формирање парцијалних диференцијалних једначина кретања нано-плоче за Kirchhoff-Love-ових теорију плоче на основу нелокалне теорије еластичности и виско-еластичности, са одговарајућим граничним и почетним условима.
- Слободне попречне осцилације и стабилност нано-греде коришћењем различитих градијентних теорија еластичности за Reddy и Huu-Thai теорију греде;
- Слободне попречне осцилације оштећене нано-греде Euler-Bernoulli-јевог типа, под дејством промене температуре и лонгитудиналног магнетног поља коришћењем нелокалне теорије еластичности за различите граничне услове.

- Слободне попречне осцилације и стабилност система од  $m$  еластично повезаних нано-греда Euler - Bernoulli-јевог типа коришћењем нелокалне теорије еластичности;
- Слободне попречне осцилације и стабилност система од  $m$  виско-еластично повезаних нано-греда Rayleigh-јевог типа под дејством лонгитудиналног магнетног поља, коришћењем нелокалне теорије виско-еластичности;
- Слободне уздужне осцилације система од  $m$  нано-штапова уметнуте у еластични медијум под дејством трансверзалног магнетног поља, коришћењем нелокалне теорије еластичности;
- Слободне уздужне осцилације система од  $m$  нано-штапова уметнуте у виско-еластични медијум, коришћењем нелокалне теорије виско-еластичности;
- Слободне попречне осцилације и стабилност система од  $m$  Kirchhoff-Love нано-плоча уметнутих у еластични медијум, коришћењем нелокалне теорије еластичности;
- Слободне попречне осцилације и стабилност система од  $m$  ортотропних Kirchhoff-Love теорије нано-плоча уметнутих у еластични медијум, под дејством промене температуре, коришћењем нелокалне теорије еластичности;
- Слободне попречне осцилације система од  $m$  ортотропних Kirchhoff-Love теорије нано-плоча уметнутих у виско-еластични медијум, коришћењем нелокалне теорије виско-еластичности;
- Слободне попречне осцилације система од  $m$  ортотропних Kirchhoff-Love теорије нано-плоча уметнутих у виско-еластични медијум под дејством раванског магнетног поља, коришћењем нелокалне теорије виско-еластичности;
- Нелинеарне слободне осцилације и динамичка стабилност, на примеру једне просто ослоњене нелокалне Euler-Bernoulli нано-греде односно Kirchhoff-Love-ове нано-плоче са геометријском нелинеарношћу, под дејством спољашњег магнетног поља;
- Закључак
- Литература

## ЗАХТЕВ ЗА ОДОБРАВАЊЕ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

### ОПШТИ И КОНТАКТ ПОДАЦИ КАНДИДАТА

Презиме, име једног родитеља и име	Карличић Зоран Данило
Матични број	3110986730029
Датум и место рођења	31.10.1986. год., Ниш
Адреса сталног боравка	Сомборска 57/1
Број фиксног и мобилног телефона	018-213-035; 062-501-128;
Е-пошта	danilo.karlicic@masfak.ni.ac.rs
Назив студијског програма (за студенте докторских студија)	Примењена механика

### БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА

#### ОБРАЗОВАЊЕ

##### Основне студије

Универзитет	/
Факултет	/
Студијски програм	/
Звање	/
Година уписа	/
Година завршетка	/
Просечна оцена	/

##### Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет у Нишу
Студијски програм	Мехатроника и управљање
Звање	Дипломирани инжењер машинства (десет семестра)
Година уписа	2005. год.
Година завршетка	2010. год.
Просечна оцена	9.00 (девет)
Научна област	Машинско инжењерство - Мехатроника и управљање
Наслов завршног рада	Моделирање динамике машинских система

##### Остало

(Чланство у научним удружењима, награде, студијски боравци у иностранству, учешће у пројектима и др.)

- Динамичка стабилност и нестабилност механичких система под дејством стохастичких поремећаја. ОН 174011
- Динамика хибридних система сложених структура. Механика материјала. ОН 174001
- Српско друштво за механику

#### Радно искуство

Занимање	Асистент на катедри за Примењену механику, дипломирани инжењер машинства
Радна организација у којој је запослен, место и адреса	Машински факултет Универзитета у Нишу, Александра Медведева 14, 18000 Ниш

### БИБЛИОГРАФИЈА НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА

(радове рангирати по важности од оних са највећом категоријом)

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1.	Karličić, D., Kozić, P., Pavlović, R. (2014). Free transverse vibration of nonlocal viscoelastic orthotropic multi-nanoplate system (MNPS) embedded in a viscoelastic medium. <i>Composite Structures</i> , 115, 89-99.	M21
2.	Karličić, D., Murmu, T., Čajić, M., Kozić, P., Adhikari, S. (2014). Dynamics of multiple viscoelastic carbon nanotube based nanocomposites with axial magnetic field. <i>Journal of Applied Physics</i> , 115(23), 234303.	M21
3.	Karličić, D., Adhikari, S., Murmu, T., Čajić, M. (2014). Exact closed-form solution for non-local vibration and biaxial buckling of bonded multi-nanoplate system. <i>Composites Part B: Engineering</i> , 66, 328-339.	M21
4.	Karličić, D., Čajić, M., Murmu, T., Adhikari, S. (2015). Nonlocal longitudinal vibration of viscoelastic coupled double-nanorod systems. <i>European Journal of Mechanics-A/Solids</i> , 49, 183-196	M21
5.	Karličić, D., Čajić, M., Murmu, T., Kozić, P., Adhikari, S. (2015). Nonlocal effects on the longitudinal vibration of a complex multi-nanorod system subjected to the transverse magnetic field, <i>Meccanica</i> , DOI 10.1007/s11012-015-0111-6 ( <a href="http://link.springer.com/article/10.1007/s11012-015-0111-6">http://link.springer.com/article/10.1007/s11012-015-0111-6</a> )	M21
6.	Kozić, P., Pavlović, R., Karličić, D. (2014). The flexural vibration and buckling of the elastically connected parallel-beams with a Kerr-type layer in between. <i>Mechanics Research Communications</i> , 56, 83-89.	M22



7.	<b>Karličić, D.,</b> Kozić, P., Pavlović, R., (2015). Flexural vibration and buckling of single-walled carbon nanotubes using different gradient elasticity theories for Reddy and Huu-Tai beam formulations. JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS- (accepted for publication) (Papers to appear in JTAM, vol 53, no. 1, 2015; <a href="http://www.ptmts.org.pl/in_press.html">http://www.ptmts.org.pl/in_press.html</a> )	M23
8.	<b>Karličić, D.,</b> Jovanović, D., Kozić, P., Cajić, M., (2015), Thermal and magnetic effects on the vibration of a cracked nanobeam embedded in an elastic medium. JOURNAL OF MECHANICS OF MATERIALS AND STRUCTURES– (accepted for publication) ( <a href="http://msp.org/scripts/coming.php?jpath=jomms">http://msp.org/scripts/coming.php?jpath=jomms</a> )	M23
9.	<b>Karličić, D.</b> (2012). Free Transversal Vibrations of a Double-Membrane System. <i>Scientific Technical Review</i> , 62(2), 55-61.	M51
10.	Simonović, J., <b>Karličić, D.,</b> & Cajić, M. (2014). ENERGY ANALYSIS OF FREE TRANSVERSE VIBRATIONS OF THE VISCO-ELASTICALLY CONNECTED DOUBLE-MEMBRANE SYSTEM. <i>Facta Universitatis, Series. Mechanical Engineering</i> , 12(3), 325-337.	M51
11.	<b>Karličić, D.,</b> Cajić, M., Energy Transfer Analysis of an Elastically Connected Circular Double-Membrane Compound System, <i>8th European Solid Mechanics Conference</i> , July 9-13, 2012.. Graz.	M33
12.	<b>Karličić, D.,</b> Pavlović, R., Effect of Pasternak foundation on flexural vibration and buckling of symmetric cross-ply laminates, <i>Proceedings of the 4th International Congress of Serbian Society of Mechanics</i> , IconSSM 2013, ISBN 978-86-909973-5-0, 553-558, <a href="http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html">http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html</a>	M63
13.	Cajić M., <b>Karličić D.,</b> Lazarević M., The state space model of a single-link flexible robot with a fractional order viscoelastic element in the joint, <i>Proceedings of the 4th International Congress of Serbian Society of Mechanics</i> , IconSSM 2013, ISBN 978-86-909973-5-0, 949-954, <a href="http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html">http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html</a>	M63
14.	Simonović, J., Cajić, M., <b>Karličić D.,</b> The forced vibrations of complex circular membrane system with visco-elastic coupling, <i>Proceedings of the 4th International Congress of Serbian Society of Mechanics</i> , IconSSM 2013, ISBN 978-86-909973-5-0, 883-888, <a href="http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html">http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html</a>	M63
15.	<b>Karličić, D.,</b> Cajić, M., Stamenković, M. Nonlinear vibration of nonlocal Kelvin-Voigt viscoelastic nanobeam embedded in elastic medium. <i>The 8th European Nonlinear Dynamics Conference (ENOC 2014)</i> , July 6-11, 2014, Vienna, Austria, ID 223, (Preliminary USB-Stick version of final CD-ROM volume (ISBN: 978-3-200-03433-4)).	M33
16.	Cajić, M., <b>Karličić, D.,</b> Lazarević, M. Nonlocal axial vibration of a fractional order viscoelastic nanorod. <i>The 8th European Nonlinear Dynamics Conference (ENOC 2014)</i> , July 6-11, 2014, Vienna, Austria, ID 271, (Preliminary USB-Stick version of final CD-ROM volume (ISBN: 978-3-200-03433-4)).	M33

### ПРЕДЛОГ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Предлог наслова теме докторске дисертације	Примена нелокалне теорије континуума у анализи динамичког понашања и стабилности система спрегнутих нано-структура.
Предлог наслова теме на енглеском језику	Application of nonlocal continuum theory in the analysis of the dynamic behavior and stability of coupled nano-structures systems.
Научно поље	Теоријска и примењена механика
Научна област	Механика континуума
Ужа научна област	Нелокална теорија еластичности и вискоеластичности
Научна дисциплина	Осцилације и стабилност нано-структура

### ПРЕДЛОГ МЕНТОРА

Име и презиме	Предраг Козић
Звање	Редовни професор Машинског факултета у Нишу
Научна и ужа научна област за коју је изабран у звање	Теоријска и примењена механика
Датум избора	08.02.2006. год.
Установа у којој је запослен	Машински факултет Универзитета у Нишу
Е-пошта	<a href="mailto:kozicp@yahoo.com">kozicp@yahoo.com</a> ; <a href="mailto:kozic@masfak.ni.ac.rs">kozic@masfak.ni.ac.rs</a>

Пет најзначајнијих радова ментора у последњих десет година из научне области којој припада тема докторске дисертације

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1.	Karličić, D., <b>Kozic, P.,</b> Pavlović, R. (2014). Free transverse vibration of nonlocal viscoelastic orthotropic multi-nanoplate system (MNPS) embedded in a viscoelastic medium. <i>Composite Structures</i> , 115, 89-99.	M21
2.	Karličić, D., Murmu, T., Cajić, M., <b>Kozic, P.,</b> Adhikari, S. (2014). Dynamics of multiple viscoelastic carbon nanotube based nanocomposites with axial magnetic field. <i>Journal of Applied Physics</i> , 115(23), 234303.	M21
3.	Karličić, D., Cajić, M., Murmu, T., <b>Kozic, P.,</b> Adhikari, S. , Nonlocal effects on the longitudinal vibration of a complex multi-nanorod system subjected to the transverse magnetic field, <i>Meccanica</i> , DOI: 10.1007/s11012-015-0111-6, (2015)	M21
4.	<b>Kozic, P.,</b> Pavlović, R., Karličić, D. (2014). The flexural vibration and buckling of the elastically connected parallel-beams with a Kerr-type layer in between. <i>Mechanics Research Communications</i> , 56, 83-89.	M22
5.	Karličić, D., <b>Kozic, P.,</b> Pavlović, R., (2015). Flexural vibration and buckling of single-walled carbon nanotubes using different gradient elasticity theories for Reddy and Huu-Tai beam formulations. JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS- (accepted for publication) (Papers to appear in JTAM, vol 53, no. 1, 2015; <a href="http://www.ptmts.org.pl/in_press.html">http://www.ptmts.org.pl/in_press.html</a> )	M23

## ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ

### 1. Предмет научног истраживања (до 800 речи)

У последње, време велика пажња истраживача је усмерена на изучавање нано-материјала, као и њихова примена у савременим нано-електромеханичким уређајима и системима. Као основни нано-материјали од кога су сачињене структурне компоненте нано-система, разматрају се нано-цеви и графенски нано-листићи који се састоје од атома угљеника и њихових интеракција преко хемијских веза. Према броју зидова, постоје једно-зидне, дво и више зидне нано-цеви. Дво и више зидни системи се могу препознати као комбинација два или више једно зидних нано-цеви, који међусобом дејствују једни са другим преко Ван дер Валсових сила. Такође, графенске нано-листиће је могуће комбиновати у комплексне више слојне нано-структуре са еластичним или вискоеластичним својствима, као што су нано-резонатори и нано-композитни системи. У анализи механичких својства угљеничних нано-цеви и графенских нано-листића користе се експерименталне и теоријске методе. Извођење експеримената у нано областима је веома скуп и захтеван задатак, јер није могућа контрола свих параметара нано-система. Резултат тога је спор напредак експерименталних метода које се примењују у анализи механичког понашања система, тако да су експерименталне методе обично ограничене на мерење само неких механичких особина као што су: Јунгов модул еластичности, затезна чврстоћа, граница лома. Због ових недостатака, истраживања ће бити усмерена на развој теоријских модела у анализи динамичког понашања нано-структурних елемената. Теоријске методе укључују симулације преко атомистичких модела и механике континуума. Различите атомистичке методе као што су стохастичка молекуларна динамика, торија функционалне густине итд., су веома важне у анализи динамичког понашања једноставнијих нано-структурних елемената. Ипак, ове методе су веома захтевне у погледу рачунарског времена тако да за системе са великим бројем честица (атома и молекула) нису примељиве. Због тога, у последње време теоријска истраживања динамичког понашања комплексних нано-структура заснована су на методама механике континуума која због своје једноставности и употребљивости добијају све више на значају. Пошто нано-карбонске цеви и графенски нано-листићи по природи имају дискретну структуру као и остали нано-материјали, Еринген је проширио класичну механику континуума уводећи материјалним параметар, који узима у обзир дискретну структуру самог материјала, т.ј. међу молекуларне силе и утицај нано-скеале. Даља, истраживања су показала могућност коришћења нелокалне механике континуума у анализи и дизајну комплексних нано-система на бази угљеничних нано-цеви и графенских нано-листића са еластичним или вискоеластичним својствима. У поређењу са симулацијама молекуларне динамике, нелокална механика континуума има веће предности у погледу бржег добијања резултата као и мањих компјутерских ресурса потребних у обради резултата.

Познавање осцилаторног понашања и стабилности кретања једне или вишеструко повезаних угљеничних нано-цеви и графенских нано-листића у комплексним нано-системима омогућује нам бољи увид у механичко понашање, а самим тим једноставније пројектовање нано-електромеханичких уређаја. У оваквим системима угљеничне нано-цеви се моделирају као греде док су графенски нано-листићи репрезентовани као плоче. Посебна пажња је посвећена у одређивању аналитичких решења сопствених фреквенција и критичних сила извијања система, сачињених од већег броја нано-структурних елемената (нелокалних греда и плоча) као и специјални случајеви таквих система, сачињени од једне или две нано-греде односно нано-плоче. Добијена аналитичка решења су потврђена применом нумеричких метода као и резултатима добијених молекуларно динамичким симулацијама, где је показано одлично слагање резултата. Такође биће анализирани логитудинални осцилације система који се састоје од једне, две или вишеструко повезаних нано-штапова, коришћењем нелокалне еластичне и вискоеластичне теорије континуума. Треба истакнути да је анализиран утицај промене температуре као и спољашњег магнетног поља на динамичко понашање вишеструко спрегнутих карбонских нано-цеви и графенских нано-листића са еластичним и виско-еластичним особинама, где су добијене сопствене фреквенције и критичне силе извијања у аналитичком облику. Случај нелинеарних слободних осцилација и динамичке стабилности карбонских нано-цеви и графенских нано-листића под дејством временски променљивих аксијалних сила и спољашњег магнетног поља, приказан је на примеру једне нелокалне нано-греде односно једне нелокалне нано-плоче са геометријском нелинеарношћу, уметнуте у вискоеластичну средину. Добијени су апроксимативни аналитички изрази за нелинеарне фреквенције и амплитудно-фреквентни одзиве методом вишеструких временских скала, а такође одређене су области стабилности и нестабилности система. Показана је могућност избегавања резонантних стања као и промена области стабилности и нестабилности система, усред промене само спољашњег магнетног поља, без промене било ког другог структурног параметра система.

Први део истраживања односиће се на проучавање попречних (трансверзалних) осцилације

као и стабилност нано-цеви и система нано-цеви повезаних еластичним слојем Winkler-овог типа или вискоеластичним слојем, а на основу нелокалне теорије еластичности и вискоеластичности. На сличан начин као и у класичном случају, користиће се нелокалне Euler-Bernoulli, Rayleigh, Timoshenko, Reddy и Huu-Thai-јева теорија греде, а као континуум модели угљеничне нано-цеви. Euler-Bernoulli-јева теорија греде не узима у обзир деформацију смицања и инерцију ротације попречног пресека током осциловања, док Rayleigh теорија греде узима у обзир само инерцију ротације попречног пресека. Утицај смицања попречног пресека као и утицај инерције ротације попречног пресека разматрају се у Timoshenko-вој теорији греде. Такође, анализираће се утицај деформације смицања вишег реда преко Reddy и Huu-Thai-јева теорије. Истраживања ће бити усмерена и на поређењу нелокалне теорије еластичности са различитим градијентним теоријама еластичности на примеру попречног осциловања и стабилности једне нано-греде, као и утицаја промене температуре и лонгитудиналног магнетног поља на системима повезаних нано-греда. У оба случаја су добијене сопствене фреквенције и критичне силе извијања у аналитичком облику. Као други важан режим осциловања су лонгитудиналне осцилације карбонских нано-цеви моделиране као нано-штапови са константним попречним пресеком. Разматраће се различити гранични услови ослањања система вишеструко спрегнутих нано-штапова као и утицај трансверзалног магнетног поља на динамичко понашање система. Такође, анализираће се утицај различитих конститутивних релација, тј. нелокална теорија еластичности и вискоеластичности на сопствене фреквенције система.

Други део истраживања се односиће се на изучавање осцилација и стабилности графенских-листића моделираних као нелокалне нано-плоче и комплекснији системи нелокалних нано-плоча. Разматраће се утицај различитих конститутивних релација нано-плоча и матрице нано-композитног система на сопствене фреквенције и критичну силу извијања. Такође, анализираће се утицај промене температуре и раванског магнетног поља на укупно динамичко понашање система. Добиће се аналитички ирази за сопствене фреквенције и критичне силе извијања за еластични систем као и пригушену сопствену фреквенцију и однос пригушења за вискоеластични систем.

У трећем делу истраживања разматраће се утицај геометријске нелинеарности на слободне осцилације и динамичку стабилност, на примеру једне нелокалне нано-греде односно нано-плоче уметнуте у вискоеластични медијум. Апроксимативна аналитичка решења за нелинеарну фреквенцију и амплитудно - фреквентни одзив, добиће се применом методе вишеструких временских скала.

Примена нелокалне теорије континуума у анализи механичког понашања нано-структура се интензивно проучава задњих година, што се може закључити из публикованих научних радова у водећим међународним часописима. Такође велику улогу у свему томе има сарадња истраживача из различитих области науке на пољу нано-технологија и отварање великог броја научних центара везаних за проучавање нано-материја. На основу свега наведеног, може се запазити да су планирана истраживања у оквиру предложене докторске дисертације, компатибилна са савременим научним правцима истраживања.

## 2. Циљ научног истраживања (до 500 речи)

У складу са темом предложене докторске дисертације, циљеви истраживања су:

- Извођење парцијалних диференцијалних једначина кретања на основу D'Alembert-овог и Hamilton-овог принципа, за системе Euler-Bernoulli, Rayleigh, Timoshenko, Reddy и Huu-Thai-јева нано-греда односно Kirchhoff-Love-ових нано-плоча на основу нелокалне теорије еластичности и вискоеластичности.
- Применом аналитичких метода у решавању система парцијалних диференцијалних једначина одредиће се сопствене фреквенције и критичне силе извијања за линеарно еластичан односно пригушена фреквенција и однос пригушења за линеаран виско-еластичан случај.
- Анализом тако добијених резултата утврдиће се утицај различитих физичких и геометријских параметара на динамичко понашање и стабилност система више спрегнутих еластичних и вискоеластичних нано-греда односно нано-плоча.

- Приказаће се асимптотске вредности сопствених фреквенција и критичних сила извијања за линеарно еластичан, односно пригушена фреквенција и однос пригушења за линеаран вискоеластичан систем у случају када број мода и број нано-структурних компоненти у систему тежи бесконачности.
- У случају нелинеарних слободних осцилација и динамичке стабилности једне нано-греде односно нано-плоче са геометријском нелинеарношћу, добиће се апроксимативна аналитичка решења за нелинеарну фреквенцију осциловања као и за фреквентно амплитудни одзив применом методе вишеструких временских скала.

### 3. Очекивани резултати научног истраживања (до 200 речи)

Реализацијом циљева постављених у оквиру садржаја предложене докторске дисертације, применом поменутих аналитичких метода, добијени резултати ће имати научни и практични значај у пројектовању и анализи нано-електромеханичких система и уређаја. Такође добијени аналитички резултати могу послужити и као почетна тачка у истраживањима динамичког понашања комплекснијих нано-композитних система заснованим на угљеничним нано-цевима и графенским литићима, под дејством различитих физичких поља. За све проучаване моделе спрегнутих угљеничних нано-цеви односно графенских нано-листића, добијени су одговарајући математички модели помоћу којих су разматрани утицаји различитих физичких и геометријских параметара на динамичко понашање и стабилност одговарајућег система. Сходно томе добијени су потпуно нови аналитички изрази за сопствене природне фреквенције и критичне силе извијања за еластичан систем као и пригушена фреквенција и однос пригушења за вискоеластичан систем. Такође показан је начин за добијање асимптотских сопствених вредности система када број мода и/или број нано-греда/поча тежи бесконачности. Што се тиче нелинеарних осцилаторних појава као и динамичке стабилности усред временски променљиве аксијалне силе и спољашњег магнетног поља, показана је могућност избегавања резонантних подручја као и промена ширине области стабилности односно нестабилности одговарајућег нано-структурног система.

### 4. Примењене научне методе (до 300 речи)

У овом раду поступак проучавања динамичког понашања нано-структурних елемената тј. нано - греда и нано-плоча биће спроведен аналитичким методама, док ће се нумеричке методе и симулације молекулане динамике користити само као потврда добијених аналитичких решења. Од аналитичких метода користиће се Bernoulli-Fourie-ова, Navier-ова и тригонометријска метода, док за решавање нелинеарних диференцијалних једначина користићемо методу вишеструких временских скала. За нумеричке експерименте биће коришћен софтверски пакет Wolfram Mathematica.

### 5. Списак коришћене литературе (до 25 наслова)

- [1] Eringen, A. C. (1983). On differential equations of nonlocal elasticity and solutions of screw dislocation and surface waves. *Journal of Applied Physics*, 54(9), 4703-4710.
- [2] Eringen, A. C., & Edelen, D. G. B. (1972). On nonlocal elasticity. *International Journal of Engineering Science*, 10(3), 233-248.
- [3] Murmu, T., & Adhikari, S. (2010). Nonlocal transverse vibration of double-nanobeam-systems. *Journal of Applied Physics*, 108(8), 083514.
- [4] Murmu, T., & Adhikari, S. (2011). Nonlocal vibration of bonded double-nanoplate-systems. *Composites Part B: Engineering*, 42(7), 1901-1911.
- [5] Murmu, T., & Adhikari, S. (2010). Nonlocal effects in the longitudinal vibration of double-nanorod systems. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 43(1), 415-422.
- [6] Y. Lei, S. Adhikari, M.I. Friswell, Vibration of nonlocal Kelvin-Voigt viscoelastic damped Timoshenko beams, *Int. J. Eng. Sci.* 66-67 (2013) 1-13.
- [7] Murmu, T., McCarthy, M. A., & Adhikari, S. (2012). Vibration response of double-walled carbon nanotubes subjected to an

externally applied longitudinal magnetic field: A nonlocal elasticity approach. *Journal of Sound and Vibration*, 331(23), 5069-5086.

- [8] Murmu, T., Sienz, J., Adhikari, S., & Arnold, C. (2013). Nonlocal buckling of double-nanoplate-systems under biaxial compression. *Composites Part B: Engineering*, 44(1), 84-94.
- [9] Pouresmaeeli, S., Fazelzadeh, S. A., & Ghavanloo, E. (2012). Exact solution for nonlocal vibration of double-orthotropic nanoplates embedded in elastic medium. *Composites Part B: Engineering*, 43(8), 3384-3390.
- [10] Pouresmaeeli, S., Ghavanloo, E., & Fazelzadeh, S. A. (2013). Vibration analysis of viscoelastic orthotropic nanoplates resting on viscoelastic medium. *Composite Structures*, 96, 405-410.
- [11] Fazelzadeh, S. A., & Ghavanloo, E. (2014). Nanoscale mass sensing based on vibration of single-layered graphene sheet in thermal environments. *Acta Mechanica Sinica*, 30(1), 84-91.
- [12] Karličić, D., Kozić, P., Pavlović, R. (2014). Free transverse vibration of nonlocal viscoelastic orthotropic multi-nanoplate system (MNPS) embedded in a viscoelastic medium. *Composite Structures*, 115, 89-99.
- [13] Karličić, D., Murmu, T., Cajić, M., Kozić, P., Adhikari, S. (2014). Dynamics of multiple viscoelastic carbon nanotube based nanocomposites with axial magnetic field. *Journal of Applied Physics*, 115(23), 234303.
- [14] Karličić, D., Adhikari, S., Murmu, T., Cajić, M. (2014). Exact closed-form solution for non-local vibration and biaxial buckling of bonded multi-nanoplate system. *Composites Part B: Engineering*, 66, 328-339.
- [15] Karličić, D., Cajić, M., Murmu, T., Adhikari, S. (2015). Nonlocal longitudinal vibration of viscoelastic coupled double-nanorod systems. *European Journal of Mechanics-A/Solids*, 49, 183-196
- [16] Karličić, D., Cajić, M., Murmu, T., Kozić, P., Adhikari, S. (2015). Nonlocal effects on the longitudinal vibration of a complex multi-nanorod system subjected to the transverse magnetic field, *Meccanica*, DOI 10.1007/s11012-015-0111-6 (<http://link.springer.com.proxy.kobson.nb.rs:2048/article/10.1007/s11012-015-0111-6>)
- [17] Kozić, P., Pavlović, R., Karličić, D. (2014). The flexural vibration and buckling of the elastically connected parallel-beams with a Kerr-type layer in between. *Mechanics Research Communications*, 56, 83-89.
- [18] Karličić, D., Jovanović, D., Kozić, P., Cajić, M., (2015), Thermal and magnetic effects on the vibration of a cracked nanobeam embedded in an elastic medium. *JOURNAL OF MECHANICS OF MATERIALS AND STRUCTURES*– (accepted for publication) (<http://msp.org/scripts/coming.php?jpath=jomms>)
- [19] Karličić, D., Kozić, P., Pavlović, R., (2015). Flexural vibration and buckling of single-walled carbon nanotubes using different gradient elasticity theories for Reddy and Huu-Tai beam theories. *JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS*– (accepted for publication) (Papers to appear in JTAM, vol 53, no. 1, 2015; [http://www.ptmts.org.pl/in\\_press.html](http://www.ptmts.org.pl/in_press.html))
- [20] Reddy, J. N. (2007). Nonlocal theories for bending, buckling and vibration of beams. *International Journal of Engineering Science*, 45(2), 288-307.
- [21] Ansari, R., Gholami, R., & Rouhi, H. (2012). Vibration analysis of single-walled carbon nanotubes using different gradient elasticity theories. *Composites Part B: Engineering*, 43(8), 2985-2989.
- [22] Aydogdu, M. (2009). A general nonlocal beam theory: its application to nanobeam bending, buckling and vibration. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 41(9), 1651-1655.
- [23] Lim, C. W., Li, C., & Yu, J. L. (2012). Free torsional vibration of nanotubes based on nonlocal stress theory. *Journal of Sound and Vibration*, 331(12), 2798-2808.
- [24] Duan, W. H., Wang, C. M., & Zhang, Y. Y. (2007). Calibration of nonlocal scaling effect parameter for free vibration of carbon nanotubes by molecular dynamics. *Journal of Applied Physics*, 101(2), 024305-024305.
- [25] Ansari, R., Rouhi, H., & Sahmani, S. (2011). Calibration of the analytical nonlocal shell model for vibrations of double-walled carbon nanotubes with arbitrary boundary conditions using molecular dynamics. *International Journal of Mechanical Sciences*, 53(9), 786-792.

## КРАТКО ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ (до 1.00 речи)

На српском језику:

Познавање осцилаторног понашања и стабилности кретања једне или вишеструко спрегнутих угљеничних нано-цеви и графенских нано-листића у комплексним нано-системима, омогућује нам бољи увид у механичко понашање наноструктура и тиме значајно поједностављује поступак пројектовања нано-електромеханичких уређаја. У оваквим системима угљеничне нано-цеви се моделирају као греде

док су графенски нано-листићи репрезентовани као плоче. Посебна пажња је посвећена одређивању аналитичких решења сопствених фреквенција и критичних сила извијања система, сачињених од већег броја нано-структурних елемената (нано-греда и нано-плоча) као и специјални случајеви таквих система, сачињени од једне или две нано-греде односно нано-плоче. Добијена аналитичка решења су потврђена применом нумеричких метода као и резултатима добијених молекуларно динамичким симулацијама, где је показано одлично слагање резултата.

На енглеском језику:

The study of oscillatory behavior and stability of the one or multiple connected carbon nano-tubes and nano-graphene sheets in complex nano-systems gives a better insight into the mechanical behaviour of nanostructures and significantly reduces the design procedures of nano-electromechanical devices. In such nano-systems, carbon nano-tubes are modeled as beams while graphene sheets as represented as plates. Particular attention is devoted to determination of the analytical solutions of natural frequencies and critical buckling load of multiple nano-systems, which are composed of a large number of nano-structural elements (nonlocal beams and plates). Also, the special cases of multiple-nanostructure systems composed of one or two nano-structures elements are also considered. The obtained analytical results are confirmed by the results obtained with numerical methods and molecular dynamic simulations, and excellent agreement is confirmed.

### УЗ ЗАХТЕВ ПРИЛАЖЕМ:

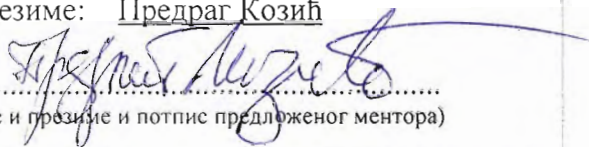
- уверење о положеним испитима на докторским студијама или оверену копију дипломе о стеченом научном називу магистра наука
  - копије радова, односно доказ да су радови прихваћени за објављивање

- Основне биографске податке
- Изјаву кандидата да ли је подносио захтев за одобрење предложене теме другој високошколској установи у земљи или иностранству
- Изјаву кандидата о језику на коме ће бити написана и одбрањена докторска дисертација.

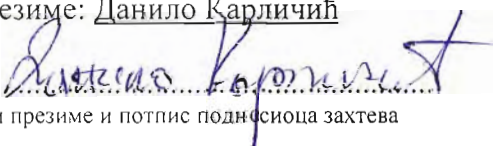
### САГЛАСНОСТ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

Сагласан сам и прихватам менторство за израду предложене докторске дисертације.

Име и презиме: Предраг Козић

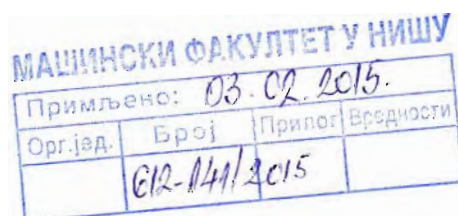
Потпис:   
(име и презиме и потпис предложеног ментора)

Име и презиме: Данило Карличић

Потпис:   
(име и презиме и потпис подносиоца захтева)

Датум и место:

.....



## Данило Карличић-Биографија

Данило Карличић рођен је 31.10.1986. године у Нишу. Основну школу "Ратко Вукичевић" у Нишу завршио је са врло добрим успехом. Средњу „Машинску школу“ у Нишу, такође завршио са врло добрим успехом. Машински факултет у Нишу уписао је школске 2005/2006 године, а завршио 30. септембра 2010. године на профилу Мехатроника и управљање са средњом оценом 9.00 (девет) одбравивши дипломски рад под називом „Моделирање динамике машинских система“ оценом 10. У току студија обавио је стручну праксу у компанији „Ресор“ Гаџин Хан, где је учествовао у изради техничке документације за прикључне уређаје и машине. Након студија боравио је на Техничком универзитету Илменау, као учесник међународног ДААД пројекта (DAAD project) под називом "Development of methods for the design of compliant mechanisms and functional integration of sensors in flexible mechanisms", у периоду од 05.10.2010-17.12.2010. Школске 2010/2011 уписао је докторске студије на Машинском факултету у Нишу и положио све испите предвиђене планом и програмом Машинског факултета у Нишу са просечном оценом 10 (десет). Као дипломирани машински инжењер засновао је радни однос на „Математичком институту САНУ“ у Београду, преко пројекта ОИ174001 под називом „**Динамика хибридних система сложених структура. Механика материјала**“, руководиоц пројекта проф. др Катица (Стевановић) Хедрих. Докторанд Данило Карличић активно је учествовао у раду научних и семинара за младе истраживаче који су се организовали на Математичком институту САНУ. У питању су семинари који се одржавају на Математичком институту САНУ: Предавања на седницама Одељења за механику, Семинар за историју и филозофију математике и механике, Математички методи механике и семинари Научног друштва Србије под називом „Научни хоризонти природно математичке науке “јуче, данас и сутра“. Од 01. августа 2014. год. прелази на катедру за Теоријску и примењену механику Машинског факултета Универзитета у Нишу на радно место асистента. Истовремено прелази и на пројекат ОИ174011 под називом „**Динамичка стабилност и нестабилност механичких система под дејством стохастичких поремећаја**“, руководиоц пројекта проф. др Ратко Павловић. Докторанд Данило Карличић је учествовао са једним радом на међународној конференцији из механике чврстог тела одржане у Грацу у организацији EUROMECH (Европско друштво за механику) у Јулу 2012, као први аутор рада под називом „Energy Transfer Analysis of an Elastically Connected Circular Double-Membrane Compound System“. Такође, је учествовао на међународној конференцији из нелинеарних осцилација одржане у Бечу под називом European Nonlinear Oscillations Conferences (ENOCs) у организацији Европског друштва за механику (EUROMECH-European Mechanics Society) и Института за механику и мехатронику Техничког Универзитета у Бечу (Institute of Mechanics and Mechatronics, TU VIENNA, Vienna University of Technology) са радом под називом “Nonlinear vibration of nonlocal Kelvin-Voigt viscoelastic nanobeam embedded in elastic

medium". На конференцијама националног значаја је такође саопштио неколико радова према плану и програму докторских студија.

#### ПРИЛОГ 1. Научно – стручни радови кандидата и учешће на пројектима

1. Научно – стручни радови		
<b>а) Радови објављени у часописима међународног значаја М20</b>		
<b>1.1</b>	Kozić, P., Pavlović, R., <b>Karličić, D.</b> (2014). The flexural vibration and buckling of the elastically connected parallel-beams with a Kerr-type layer in between. <i>Mechanics Research Communications</i> , 56, 83-89.	<b>M22</b>
<b>1.2</b>	<b>Karličić, D.</b> , Kozić, P., Pavlović, R. (2014). Free transverse vibration of nonlocal viscoelastic orthotropic multi-nanoplate system (MNPS) embedded in a viscoelastic medium. <i>Composite Structures</i> , 115, 89-99.	<b>M21</b>
<b>1.3</b>	<b>Karličić, D.</b> , Murmu, T., Cajić, M., Kozić, P., Adhikari, S. (2014). Dynamics of multiple viscoelastic carbon nanotube based nanocomposites with axial magnetic field. <i>Journal of Applied Physics</i> , 115(23), 234303.	<b>M21</b>
<b>1.4</b>	<b>Karličić, D.</b> , Adhikari, S., Murmu, T., Cajić, M. (2014). Exact closed-form solution for non-local vibration and biaxial buckling of bonded multi-nanoplate system. <i>Composites Part B: Engineering</i> , 66, 328-339.	<b>M21</b>
<b>1.5</b>	<b>Karličić, D.</b> , Cajić, M., Murmu, T., Adhikari, S. (2015). Nonlocal longitudinal vibration of viscoelastic coupled double-nanorod systems. <i>European Journal of Mechanics-A/Solids</i> , 49, 183-196.	<b>M21</b>
<b>1.6</b>	<b>Karličić, D.</b> , Cajić, M., Murmu, T., Kozić, P., Adhikari, S. (2015), Nonlocal effects on the longitudinal vibration of a complex multi-nanorod system subjected to the transverse magnetic field, <i>Meccanica</i> , DOI: 10.1007/s11012-015-0111-6,	<b>M21</b>
<b>1.7</b>	<b>Karličić, D.</b> , Kozić, P., Pavlović, R., (2015). Flexural vibration and buckling of single-walled carbon nanotubes using different gradient elasticity theories for Reddy and Huu-Tai beam theories. JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS- (accepted for publication) (Papers to appear in JTAM, vol 53, no. 1, 2015; <a href="http://www.ptmts.org.pl/in_press.html">http://www.ptmts.org.pl/in_press.html</a> )	<b>M23</b>
<b>1.8</b>	<b>Karličić, D.</b> , Jovanović, D., Kozić, P., Cajić, M., (2015), Thermal and magnetic effects on the vibration of a cracked nanobeam embedded in an elastic medium. JOURNAL OF MECHANICS OF MATERIALS AND STRUCTURES- (accepted for publication) ( <a href="http://msp.org/scripts/coming.php?jpath=jomms">http://msp.org/scripts/coming.php?jpath=jomms</a> )	<b>M23</b>
<b>б) Радови објављени у часописима националног значаја М50</b>		
<b>1.9</b>	Simonović, J., <b>Karličić, D.</b> & Cajić, M. (2014). ENERGY ANALYSIS OF FREE TRANSVERSE VIBRATIONS OF THE VISCO-ELASTICALLY CONNECTED DOUBLE-MEMBRANE SYSTEM. <i>Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering</i> , 12(3), 325-337.	<b>M51</b>
<b>1.10</b>	<b>Karličić, D.</b> (2012). Free Transversal Vibrations of a Double-Membrane System. <i>Scientific Technical Review</i> , 62(2), 55-61.	<b>M52</b>
<b>в) Зборници међународних научних скупова М30</b>		
<b>1.11</b>	<b>Karličić, D.</b> , Cajić, M., Energy Transfer Analysis of an Elastically Connected Circular Double-Membrane Compound System, <i>8th European Solid Mechanics</i>	<b>M34</b>



	Conference, July 9-13, 2012., Graz.	
1.12	<b>Karličić, D.</b> , Pavlović, R., <b>Effect of Pasternak foundation on flexural vibration and buckling of symmetric cross-ply laminates</b> , <i>Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Congress of Serbian Society of Mechanics</i> , IconSSM 2013, ISBN 978-86-909973-5-0, 553-558, <a href="http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html">http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html</a>	M33
1.13	Cajić M., <b>Karličić, D.</b> , Lazarević M., <b>The state space model of a single-link flexible robot with a fractional order viscoelastic element in the joint</b> , <i>Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Congress of Serbian Society of Mechanics</i> , IconSSM 2013, ISBN 978-86-909973-5-0, 949-954, <a href="http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html">http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html</a>	M33
1.14	Simonović, J., Cajić, M., <b>Karličić, D.</b> , <b>The forced vibrations of complex circular membrane system with visco-elastic coupling</b> , <i>Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Congress of Serbian Society of Mechanics</i> , IconSSM 2013, ISBN 978-86-909973-5-0, 883-888, <a href="http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html">http://www.ssm.org.rs/Congress2013/index.html</a>	M33
1.15	<b>Karličić, D.</b> , Cajić, M., Stamenković, M. <b>Nonlinear vibration of nonlocal Kelvin-Voigt viscoelastic nanobeam embedded in elastic medium</b> . <i>The 8<sup>th</sup> European Nonlinear Dynamics Conference (ENOC 2014)</i> , July 6-11, 2014, Vienna, Austria, ID 223, (Preliminary USB-Stick version of final CD-ROM volume (ISBN: 978-3-200-03433-4)).	M33
1.16	Cajić, M., <b>Karličić, D.</b> , Lazarević, M. <b>Nonlocal axial vibration of a fractional order viscoelastic nanorod</b> . <i>The 8<sup>th</sup> European Nonlinear Dynamics Conference (ENOC 2014)</i> , July 6-11, 2014, Vienna, Austria, ID 271, (Preliminary USB-Stick version of final CD-ROM volume (ISBN: 978-3-200-03433-4)).	M33

## 2. Учесће у научно истраживачким пројектима

2.1	Научно-истраживачки пројекат који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. <b>Динамика хибридних система сложених структура. Механика материјала ОН 174001</b> руководиоц пројекта др Катица (Стевановић) Хедрих ред. проф. У периоду од 01.01.2011. – 01.08. 2014. год.
2.2	Научно-истраживачки пројекат који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. <b>Динамичка стабилност и нестабилност механичких система под дејством стохастичких поремећаја ОН 174011</b> руководиоц пројекта др Ратко Павловић ред. проф. од 01.09. 2014. год.– траје

## 3. Учесће на семинарима

3.1	Учесће на семинари који се одржавају на Математичком институту САНУ: Предавања на седницама Одељења за механику, Семинар за историју и филозофију математике и механике, Математички методи механике, као и семинари Научног друштва Србије под називом „Научни хоризонти природно-математичке науке- јуче, данас и сутра“.
-----	---

**Табела 1:** Прелиминарни остварени број ESPB бодова

ESPB на основу дефинисаних критеријума	ESPB	
1.1 Дипломирани инжењер машинства	300	300
1.2 Полагање испита из предмета на докторским студијама	8*10	80
2.1 Учешће студена на стручном семинару, симпозијуму, скупу из овласти докторских студија	Реф. 3.1	4
2.2 Учешће студента у реализацији научно-истраживачких пројеката	Реф. 2.1 и 2.2	10
2.3 Рад саопштен на скупу међународног значаја (категорија Р72) из области теме докторске дисертације, штампан у изводу	Реф. 1.11	4
2.4 Рад саопштен на скупу међународног значаја (категорија Р54) из области теме докторске дисертације, штампан у целини	Реф. 1.12-1.16	14
2.5 Рад објављен у водећем часопису националног значаја (категорија Р61) из области теме докторске дисертације	Реф. 1.9	8
2.6 Рад објављен у часопису националног значаја (категорија Р62) из области теме докторске дисертације	Реф. 1.10	6
2.7 Рад објављен у часопису међународног значаја ( категорија Р52, М23)	Реф. 1.7 и 1.8	15
28 Рад објављен у водећем часопису међународног значаја ( категорија Р51б, М22)	Реф. 1.1	15
2.8 Рад објављен у истакнутом водећем часопису међународног значаја ( категорија Р51а, М21)	Реф. 1.2 - 1.6	100
<b>Укупно</b>	$\Sigma$	556

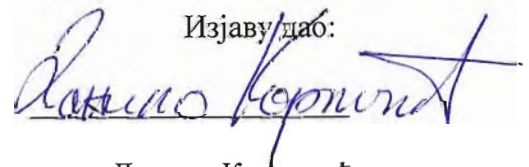
Машинском факултету  
Универзитета у Нишу  
Александра Медведева 14  
18000 Ниш

## Изјава

Ја, Данило Карличић из Ниша, ЈМБГ: 3110986730029 изјављујем да нисам поднео захтев за одобрење предложене теме другој високошколској установи у земљи или иностранству.

У Нишу, 03.02. 2015. год.

Изјаву дао:



Данило Карличић  
Адреса: Сомборска 57/1, Ниш  
бр. ЛК: 624716

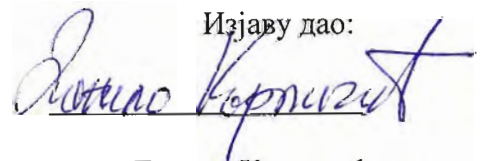
Машинском факултету  
Универзитета у Нишу  
Александра Медведева 14  
18000 Ниш

## Изјава


Ја, Данило Карличић из Ниша, ЈМБГ: 3110986730029 изјављујем да ће докторска дисертација бити написана и одбрањена на српском језику.

У Нишу, 05.02. 2015. год.

Изјаву дао:



Данило Карличић  
Адреса: Сомборска 57/1, Ниш  
бр. ЛК: 624716

	<b>УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ</b> <b>МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ</b>	Број:
	<b>УВЕРЕЊЕ О ПОЛОЖЕНИМ ИСПИТИМА</b>	612-9-24/2015
		Датум:
		03.02.2015

На основу члана 161. Закона о општем управном поступку и службене евиденције Факултета, односно **Матичне књиге студената**, а на основу захтева студента, потврђује се да је:

Студент:	<b>Данило (Зоран) Карличић</b>	Број индекса:	<b>112/10</b>
Студије:	<b>Докторске академске</b>		
Ст. програм:	<b>Машинско инжињерство 2008</b>		

положио испите из следећих предмета:

Р.бр.	Назив предмета	Оцена
1.	Методе и организација научно-истраживачког рада са метрологијом	10
2.	Нумеричке методе	10
3.	Одабрана поглавља из више математике	10
4.	Апликативни софтвери у механици	10
5.	Механика лома и оштећења	10
6.	Одабрана поглавља из теорије еластичности и термоеластичности тела	10
7.	Студијски истраживачки рад 1	10
8.	Осцилације и стабилност еластичних тела	10
9.	Осцилације и стабилност композитних плоча и љуски	10

**Закључно са редним бројем: 9**

**Просечна оцена: 10.00 (десет)**

Одсек за наставна и студентска питања:

*Симоновић*

