

Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата дипл. инж.ел.-маст. **Драгана Павловића** за израду докторске дисертације.

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 5002/12-1 од 20.10.2017 године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Драгана Павловића** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „**Еволуција плазма канала код тригерованих атмосферских пражњења**“ (енгл. „Plasma channel evolution in the triggered lightning discharges“).

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Драган М. Павловић је рођен 13. септембра 1988. године у Горњем Милановцу. Основну школу „Свети Сава“ у Горњем Милановцу уписао је 1995. године, а завршио је 2003. године као носилац Вукове дипломе. Након тога је завршио средњу школу у Горњем Милановцу 2007. године као носилац Вукове дипломе и као носилац треће награде на републичком такмичењу из енергетске електронике 2006. године. Основне академске студије завршио је у јулу 2011. године на Електротехничком факултету у Београду, на Одсеку за физичку електронику, смер Наноелектроника, оптоелектроника и ласерска техника, са просечном оценом 8.44. Дипломски рад под називом „Високоимпедансни јединични појачавач напона мале дисторзије“ одбранио је са оценом 10 под менторством др Слободана Петричевића.

Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је у октобру 2011. године на модулу Наноелектроника, оптоелектроника и ласерска техника. Испите је положио са просечном оценом 10.00, а мастер рад под називом „Температурно стабилисан ЛЕД“ одбранио је у јуну 2012. са оценом 10 под менторством др Слободана Петричевића.

Докторске академске студије је уписао новембра 2012. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Наноелектроника и фотоника. Положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 10.00.

Поседује активно знање енглеског језика, а служи се немачким.

Запослење и стручна активност

У фебруару 2013. године запослио се на Електротехничком факултету у звању истраживач-приправник као учесник на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја под бројем ТР37012 „Електродинамика атмосфере у урбаним срединама Србије“ на којем и сада учествује. У фебруару 2015. године изабран је у звање истраживач-сарадник.

Током свог досадашњег рада на Електротехничком факултету у Београду, учествовао је научно-истраживачком раду на катедри за Микроелектронику и техничку физику. Такође, учествовао је у експерименталном раду и унапређивању лабораторијских вежби у Лабораторији за Климатологију и екологију атмосфере. Остварио је успешну сарадњу са члановима катедре и показао посебну савесност и одговорност у раду.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Докторске студије

Кандидат Драган Павловић уписао је докторске студије школске 2012/13. године. Драган је испунио све обавезе и положио све испите предвиђене планом и програмом докторских студија на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, са просечном оценом 10. Списак свих положених предмета је дат у наставку:

1. Пројектовање интегрисаних кола (9 ЕСПБ)
2. Оптиелектронске мерне методе (9 ЕСПБ)
3. Примена плазме у савременим технологијама у електроници и науци о материјалима (9 ЕСПБ)
4. Простирање оптичких таласа у комплексним срединама (9 ЕСПБ)
5. Комплексни феномени у физици плазме (9 ЕСПБ)
6. Увод у научни рад (9 ЕСПБ)
7. Одабрана поглавља из нуклеарне физике (9 ЕСПБ)
8. Оптичке особине полупроводничких хетероструктура (9 ЕСПБ)
9. Оптимизација и инжењеринг наноструктурних параметара (9 ЕСПБ)
10. Нумеричке методе за анализу нуклеарних реактора (9 ЕСПБ)

На јавној усменој одбрани предложене теме, одржаној 1.11.2017. године, Комисија у саставу:

1. др Петар Матавуљ, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду
2. др Предраг Маринковић, редовни професор у пензији, Електротехнички факултет Универзитета у Београду
3. др Жељко Ђуришић, доцент, Електротехнички факултет Универзитета у Београду

закључила је да је кандидат добио оцену **задовољно** и да испуњава потребне услове за рад на

предложеној теми докторске дисертације.

Научна каријера

Кандидат Драган Павловић је аутор или коаутор 2 рада у часописима од међународног значаја (са *impact* фактором), 14 радова саопштена на међународним скуповима штампана у изводу и 4 рада саопштена на националном скупу штампана у целини:

Категорија M20 (Радови објављени у научним часописима међународног значаја):

Категорија M21 (рад у врхунском међународном часопису) :

1. **D. Pavlovic**, J. Cvetic, F. Heidler, R. Djuric,,: *Vertical Electric Field Inside the Lightning Channel during Discharge – Comparison of Different Return Stroke Models* ,Electric Power Systems Research, 2014 (ISSN: 0378-7796 , **IF: 2.924**, DOI: 10.1016/j.epsr.2014.02.026).
2. M. Tausanovic, M. Ignjatovic, J. Cvetic, F. Heidler, M. Alimpijevic, **D. Pavlovic**, : *Influence of current reflections from the ground on corona sheath dynamics during the return stroke* , Electric Power Systems Research, Vol. 143, pp 84–98, 2017 (ISSN: 0378-7796 , **IF: 2.924**, DOI: 10.1016/j.epsr.2016.10.035).

Категорија M34 (саопштење са међународног скупа штампано у изводу):

3. M. Ignjatovic, J. Cvetic, N. Mijajlovic, **D. Pavlovic**, *Modeling of the Influence of Corona on the Transmission Lines during Lightning Discharge*, 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2017, Kladovo, Serbia, June 05 – 08, 2017 (ISBN: 978-86-7466-692-0).
4. M. Ignjatovic, J. Cvetic, **D. Pavlovic**, N. Mijajlovic, *Numerical Simulation of DC Corona Discharge*, 13th International Conference on Applied Electromagnetics – ПЕЕС 2017, August 30 – September 01, 2017, Proceedings of extended abstracts, p. 32, Niš, Serbia (ISBN: 978-86-6125-184-9).
5. **D. Pavlovic**, G. Milovanovic, J. Cvetic, *Calculation of the channel discharge function for the generalized lightning traveling current source return stroke model* , ACTA 2017: APPROXIMATION AND COMPUTATION – THEORY AND APPLICATIONS, Belgrade, November 30 – December 2, 2017.
6. J. Cvetic, M. Ignjatovic, M. Tausanovic, N. Mijajlovic, **D. Pavlovic**, F. Heidler, *Electric field close to lightning channel in the presence of current reflections from the ground*, 33rd International Conference on Lightning Protection- ICLP, 2016, Estoril, Portugal (ISBN: 978-1-5090-5843-3, doi: 10.1109/ICLP.2016.7791398).

7. M. Ignjatovic, J. Cvetic, N.Mijajlovic, **D. Pavlovic**, F.Heidler, *Space charge distribution inside the corona sheath during a return stroke*, 33rd International Conference on Lightning Protection-ICLP, 2016, Estoril, Portugal (ISBN: 978-1-5090-5843-3, doi: 10.1109/ICLP.2016.7791399).
8. M. Ignjatovic, J. Cvetic, M.Tausanovic, **D. Pavlovic**, N.Mijajlovic, R.Djuric, M.Ponjavic, D.Sumarac-Pavlovic, *Lightning corona sheath evolution in the presence of the current ground reflections during the return stroke*, 2nd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN, Silver Lake (Serbia), June 8-11, 2015, pp.API1.2-20 (ISBN:978-86-80509-71-6).
9. M. Ignjatovic, J. Cvetic, F.Heidler, **D. Pavlovic**, N.Mijajlovic, *Transition line charge distribution along the lightning channel core during return stroke*, 12th International Conference on Applied Electromagnetics - PIEC 2015, August 31 - September 02, 2015, Niš, Serbia (ISBN: 978-86-6125-144-3).
10. M. Tausanovic, J. Cvetic, M.Ignjatovic, **D. Pavlovic**, N.Mijajlovic, *Evolution of the corona envelope in the presence of the transition charge along lightning channel core*, 12th International Conference on Applied Electromagnetics - PIEC 2015, August 31 - September 02, 2015, Niš, Serbia (ISBN: 978-86-6125-144-3).
11. M. Ignjatovic, F. Heidler, J. Cvetic, **D. Pavlovic**, R. Djuric, M. Ponjavic, D. Sumarac Pavlovic, Z. Trifkovic, N. Mijajlovic, *Generalized Traveling Current Source Return Stroke Model with Current Reflections and Attenuation Along the Channel*, 32nd International Conference on Lightning Protection- ICLP, 2014, Shanghai, China, pp. 32-36 (ISBN: 978-1-4799-3544-4, doi: 10.1109/ICLP.2014.6973150).
12. J. Cvetic, F. Heidler, M. Ignjatovic, **D. Pavlovic**, R. Djuric, M. Ponjavic, D. Sumarac Pavlovic, Z. Trifkovic, N. Mijajlovic, *Lightning Corona Sheath Dynamics Based on a Generalized Space Charge Distribution*, 32nd International Conference on Lightning Protection- ICLP, 2014, Shanghai, China, pp. 29-31 (ISBN: 978-1-4799-3544-4, doi: 10.1109/ICLP.2014.6973149).
13. M. Tausanovic, J. Cvetic, M. Ignjatovic, **D. Pavlovic**, R. Djuric, M. Ponjavic, D. Sumarac Pavlovic and N. Mijajlovic, *The Influence of the Lightning Current Reflections From The Ground on Electric Field Near Channel Core*, 27th Summer School and International Symposium on Physics of Ionized Gases- SPIG 2014, pp. 383-386 (ISBN: 978-86-7762-600-6).
14. M. Ignjatovic, J. Cvetic, M. Tausanovic, **D. Pavlovic**, R. Djuric, M. Ponjavic, D. Sumarac Pavlovic and N. Mijajlovic, *"Calculation of Lightning Channel Line Charge Density Using Very Close Electric Field Measurements"*, 27th Summer School and International Symposium on Physics of Ionized Gases- SPIG 2014, pp. 379-382 (ISBN: 978-86-7762-600-6).
15. S. Markovic, J. Cvetic, **D. Pavlovic**, M. Ignjatovic, *"Applicability of the Gauss' law on Lightning Channel Corona Sheath Modeling"*, 2013 21st Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, Serbia, 2013, pp. 681-684 (ISBN: 9781479914180).

16. M. Ignjatović, J. Cvetić, F. Heidler, S. Marković, **D. Pavlović**, R. Đurić, D. Šumarac Pavlović, Z. Trifković: *Dynamics of the Lightning Channel using Generalized Traveling Current Source Return Stroke Model*, 11th International Conference on Applied Electromagnetics - ПЕС 2013, Ниш, 2013 (ISBN: 978-86-85195-83-9).

Категорија М63 (саопштење са националног скупа штампано у целини) :

17. **Д. Павловић**, Г. Миловановић, Ј. Цветић, Н. Мијајловић, М. Игњатовић, *Нумеричко решење Волтерине интегралне једначине прве врсте за генерализани модел повратног удара са путујућим струјним извором*, 61. Конференција за електронику, телекомуникације, рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику ЕТРАН 2017, Кладово, 5. до 8. јуна 2017. године (ISBN: 978-86-7466-692-0).
18. М. Таушановић, Ј. Цветић, М. Игњатовић, **D. Pavlović**, Н. Мијајловић, *Утицај отпора уземљења објекта на струју атмосферског прањњења у таčki удара*, 9. Саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије CIRED, 22 до 26. септембра 2014, године, Зборник садржаја реферата, pp. 57-58 (ISBN: 978-86-83171-18-7).
19. **D. Pavlović**, Ј. Цветић, С. Марковић, Р. Ђурић, М. Понјавић, Д. Шумарак, З. Трифковић, В. Трајковски, *Generalized TCS model with the Current Reflection at Ground and at the Upper End of the Lightning Channel*, 57. Конференција ЕТРАН-а, Златибор, 3-6 јуна 2013. године, pp. AP1.2-23 (ISBN: 978-86-7892-447-7).
20. Ј. Цветић, **D. Pavlović**, С. Марковић, Р. Ђурић, М. Понјавић, Д. Шумарак, З. Трифковић, В. Трајковски, *Modified Lightning Traveling Current Source Return Stroke Model*, 57. Конференција ЕТРАН-а, Златибор, 3-6 јуна 2013. године, pp. AP1.2-23 (ISBN: 978-86-7892-447-7).

Доприноси објављени у радовима [1], [2], [5], [12]-[14], [17] и [19] представљају део основних резултата истраживања који ће бити изложени у докторској дисертацији кандидата. Ти доприноси биће употпуњени резултатима који до сада нису објављени.

Драган Павловић је учествовао у реализацији једног пројекта које финансира надлежно министарство, почевши од уписа докторских студија 2012. године:

1. „Електродинамика атмосфере у урбаним срединама Србије“, еиб. 37019, пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (2011-2017).

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Драган Павловић се у свом досадашњем раду показао као успешан како у научно-истраживачком ангажовању, тако и у практичном раду. Испунио је све предвиђене обавезе и положио све испите предвиђене планом и програмом докторских студија на Електротехничком факултету у Београду, чиме је сакупио (120) ЕСПБ пред Комисијом, на јавној усменој одбрани, успешно положио докторски испит одржан 1.11.2017.

На основу досадашњег рада, публикованих научних резултата и успешно завршених обавеза према плану и програму докторских студија, Комисија је дошла до закључка да је

кандидат, Драган Павловић, квалификован за израду докторске дисертације на предложеној тему.

2. Предмет и циљ истраживања

Електричне појаве у атмосфери су у жижи интересовања научне јавности већ више од две деценије од када је утврђена линеарна колерација између глобалне учестаности и интензитета атмосферских пражњења (АП) и пораста температуре на површи Земље [1]. Негативна атмосферска пражњења представљају преко 80% свих пражњења облак-Земља [2] и због тога су од фундаменталног значаја не само за изучавање физике канала АП него и за изучавање електродинاميке атмосфере а веома су значајни и за електро-инжењерску праксу.

Наиме, канал АП који је високојонизован (нагло створена плазма) и у електро-динамичком смислу представља веома стабилну структуру која траје много дуже него што се очекује на основу теоријских разматрања и лабораторијских симулација [3]-[4]. На крају, одсуство пинч ефекта код плазмених структура са израженом подужном геометријом и јаком струјом је крајње необично [5].

За израчунавање најбитнијих параметара атмосферског пражњења користе се инжењерски модели, чији је преглед дат у литератури [6]. Будући да је ова област још увек у повоју, и у теоријском а поготово у експерименталном смислу, простор за осмишљавање нових, као и за унапређивање већ постојећих решења и модела је веома широк. У даљем истраживању тежиће се да се досадашњи модели канала АП [7]-[8] примене на проучавање унутрашње еволуције плазма канала. Такође, постоји потреба да се ти модели повежу са областима физике као што су физика гасних пражњења [9] и физика нагло створене плазме. Уколико студије покажу да развијени модели имају извесна ограничења, отвара се простор за развој нових физичких и инжењерских модела.

Предмет истраживања предложене дисертације ће бити испитивање унутрашњости канала муње тј. израчунавање најбитнијих параметара самог канала као што су електрично поље у каналу муње и подужна проводност. Као улазни параметри биће коришћени резултати мерења тригерованих АП код негативних атмосферских пражњења [10], који ће се током прорачуна користити у инжењерским моделима АП. Такође, од интереса је да се израчуна функција пражњења канала, која у суштини представља збир свих физичких процеса у каналу атмосферског пражњења.

Циљ истраживања је развој и примена нумеричких и аналитичких метода чијом применом је могуће ефикасно испитати унутрашњу структуру канала муње, укључујући и електростатичке, али и друге физичке ефекте.

Значај истраживања огледа се у могућности да се развојем напредних, детаљних и ефикасних аналитичких и нумеричких метода постигне разумевање појединих физичких ефеката као и њихових комбинација. На овај начин биће могуће дати смернице за унапређивање поступка прорачуна и превазилажење тренутних ограничења. За израчунавање електричног поља унутар канала муње ће се користити класични нумерички методи. Нумерички методи [11]-[12] као и модификовани матрични метод квадратура ће омогућити детаљно и систематично израчунавање функције пражњења канала и идентификовање њених предности и мана у односу на [13]. Аналитички методи које ћемо користити у прорачуну [14]-[15] биће формиран тако да обезбеде веома висок степен тачности уз минималне апроксимације, што ће бити проверено поређењем тих резултата са нумеричким методама.

Преглед релевантне литературе

1. Joseph R Dwyer, Martin A Uman. : *The physics of lightning*, Physics Reports. vol. 534. no. 4. pp. 147-241, 2014 (ISSN: 0370-1573. doi: 10.1016/j.physrep.2013.09.004).
2. Uman, M. A.,: *The Lightning Discharge*, Academic, San Diego, Calif., 1987.

3. Jiang, C.- L.: *Wave propagation and dipole radiation in suddenly created plasma*, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 23, no.1, pp.83-90, 1975 (eISSN:1558-2221, doi: 10.1109/TAP.1975.1141007).
4. Kalluri, D.K.: *Electromagnetics of Complex Media*, CRC Press, Boca Raton, 1999.
5. J.A.Bittencourt: *Fundamentals of Plasma Physics*, Springer, 3rd Edition, 2004 (ISBN-13: 978-0387209753).
6. V.A.Rakov and M.A.Uman.: *Lightning. Physics and Effects*, Cambridge, U.K.: Cambridge Univ.Press, 2003.
7. G. Maslowski, V.A.Rakov: *A study of the lightning channel corona sheath*, J.Geophys. Res., vol. 111, no. D14110, pp.1-16, 2006 (doi: 10.1029/2005JD006858).
8. M.Tausanovic, S.Markovic, S.Marjanovic, J.Cvetic, M.Cvejic, : *Dynamics of a lightning channel corona sheath using a generalized traveling current return stroke model-theory and calculation*, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol.52, Issue 3, pp. 646-656, 2010 (eISSN: 1558-187X, doi:10.1109/TEMPC.2010.2044886).
9. Vernon Cooray,: *The Lightning Flash (Iee Power & Energy)* , The Institution of Engineering and Technology, 2003 (ISBN-13: 978-0852967805).
10. M.Miki, V.A.Rakov, K.J.Rambo, G.H.Schnetzer, and M.A.Uman, : *Electric field near triggered lightning channels measured with Pockels snesores*, J.Geophys. Res., vol. 107, no. D16, pp. ACL2.1 - ACL2.11, 2002 (doi: 10.1029/2001JD001087).
11. C. Lubich, *Convolution quadrature and discretized operational calculus. I*, Numerische Mathematik, vol.52, no.2, pp. 129-145, 1988 (ISSN:0945-3245, doi:10.1007/BF01398686).
12. C. Lubich, *Convolution quadrature and discretized operational calculus. II*, Numerische Mathematik, vol.52, no.4, pp. 413-425, 1988 (ISSN:0945-3245, doi:10.1007/BF01462237).
13. J.Cvetic, B.Stanic, F.Heidler: *Behaviour of the Rise and Fall Characteristics of the Channel Discharge Function for the GTCS Return Stroke Model* , EMC Conference, Zurich 2003.
14. Andrews, L. C.: *Special Functions for Engineers and Applied Mathematicians*, New York: MacMillan, 1985 (ISBN 0-02-948650-5).
15. A.M. Cohen, *Numerical Methods for Laplace Transform Inversion*, Springer, New York, 2007 (ISBN 978-0-387-68855-8, doi: 10.1007/978-0-387-68855-8).

3. Полазне хипотезе

Хипотезе на основу којих ће бити спроведено истраживање гласе:

- Канал АП је прав и вертикалан.
- Повратни удар се моделује инжењерским моделима АП.
- Канал АП се састоји од корона омотача и језгра. Корона омотач садржи велики део наелектрисања и има малу проводљивост док језгро са пречником од око 1cm садржи занемарљиво наелектрисање и има велику проводљивост. Корона омотач се састоји од две зоне [7].
- Расподела позитивног и негативног наелектрисања у корона омотачу је азимутално и радијално хомогена [8].
- На растојањима на којима је извршено мерење (10 cm) доминантна је електростатичка компонента електричног поља а занемарљиве су индукционе и радијационе компоненте [10].
- Моделују се два екстремна случаја утицаја тла у тачки удара не електродинамику надземног дела канала .

4. Научне методе истраживања

Најновије технике тригерована атмосферских пражњења (АП) облак-земља омогућила су прецизна мерења интензитета хоризонталног електричног поља у близини тачке удара на растојању од свега 10 cm од језгра канала. Истовремено је мерена и струја у тачки удара што је омогућило прецизније одређивање параметара у разним моделима повратног удара АП и њихову проверу валидности. Поменуте методе су експерименталне природе, а мерење је извршено на кампусу Camp Blanding на Флориди. Резултате тог мерења ћемо узети као улазне податке за израчунавања.

У прорачунима ће се за анализу и поређење користити више инжењерских модела повратног удара АП. Најчешће коришћени инжењерски модели у прорачунима заштите од директног и индиректног удара АП као и при изучавању њихове динамике су Transmission Line (ТЛ) модел и његове модификације (ТЛ модел са линеарном, квадратном и експоненцијалном атенуацијом струје дуж канала), Traveling Current Source (ТЦС) модел и његове модификације (Diendorfer-Uman модел, Thottappillil-Uman модел) као и генералисани модел повратног удара са путујућим струјним извором (ГТЦС). У дисертацији ће се, као референца, користити генералисани модел за који је показано да теоријски обједињује све инжењерске моделе, а истовремено укључује у прорачун и физику гасних пражњења.

За рачунање електричног поља унутар канала муње користиће се интегралне методе израчунавања поља примењене на разне инжењерске моделе повратног удара.

За израчунавање електричне проводљивости канала муње, као и за добијање временског профила проводљивости применићемо Омов закон у локалном облику.

За брзо и тачно израчунавање функције пражњења из Волтерине интегралне једначине прве врсте треба развити нови нумерички метод. Такође, корисно је покушати да се проблем и на аналитички начин уколико је то могуће за све случајеве.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће резултати који буду проистекли из ове тезе представљати следеће научне доприносе:

- Биће дата јасна класификација инжењерских модела повратног удара.
- Тачно израчунато аксијално поље дуж осе канала муње. Израчунато аксијално поље би требало да буде без дисконтинуитета (као и струја у језгру) са смером од тла ка облаку (за негативне повратне ударе). Максимални интензитет аксијалног поља требао би да буде свуда мањи од пробојног поља на површи корона омотача. Такође, очекује се да средње вредности израчунатог поља буду у складу са експериментом.
- Проводљивости канала муње. Максимална вредност подужне скаларне проводности треба да буде реда величине неколико десетина kS/m, резултат који је процењен из спектроскопских мерења температуре плазме у каналу. Евентуалне инверзије поља (супротни смерови поља и густине струје) представљају озбиљну ману појединог модела.
- Поред тога, требало би да се добије се и нови резултат, просторно временски профил проводности и да се одреди расподела температуре у каналу током повратног удара. Овај резултат се не може добити применом спектроскопских метода јер се израчени спектар мери из целог канала па мерења исказују у просторном смислу средњу вредност. Наиме, одређивање проводљивости језгра и омотача омогућава процену његове температуре, покретљивости носилаца, коефицијента дифузије и сл.

- Очекује се развој брзе и тачне нумеричке методе за израчунавање функције пражњења канала која ће се касније користити за рачунање израченог електромагнетског спектра у симулацијама повратног удара.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања биће подељен у неколико фаза:

- Биће извршен преглед литературе и идентификоване могућности за примену одређених метода за израчунавање електричног поља, профила проводљивости и функције пражњења.
- Лучно електрично пражњење између електрода биће анализирано и обавиће се поређење између лучног пражњења и канала муње, како у смислу физичке структуре, тако и у погледу одржавања пражњења.
- Биће извршено поређење доступних инжењерских модела и идентификоване кључне физичке величине које су битне за физику повратног удара, било на основу експеримента или већ доступних теоријских модела.
- За израчунавање електричног поља биће примењене различите нумеричке интегралне методе. С обзиром да се ради о тродимензионалним интегралима посебну пажњу треба обратити на тачност резултата односно на корак при сабирањима доприноса елементарних поља јер је могућа појава дисконтинуитета.
- Код израчунавања проводљивости канала муње биће коришћена најједноставнија релација, тј. Омов закон у локалном облику. У првој апроксимацији претпоставиће се да су густина аксијалне струје и вертикално поље у језгру повезани скаларном проводношћу. У другој апроксимацији је могуће укључити и циркуларно магнетско поље генерисано аксијалном струјом у језгру која доводи до тензора проводљивости у каналу АП.
- Биће извршено израчунавање функције пражњења помоћу нумеричких метода који су брзи, ефикасни и једноставни, који у исто време делују као погодни за примену на овај проблем. То су матрични метод квадратура и метод конволуционих квадратура.
- Такође, покушаће се да се дати проблем реши Лапласовом трансформацијом уз коришћење специјалних функција.

7. Закључак и предлог

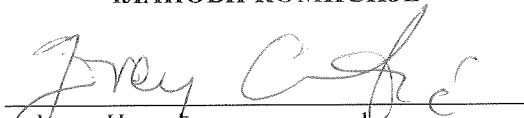
На основу свега претходно наведеног, Комисија сматра да кандидат **Драган Павловић** у потпуности задовољава све услове да спроведе истраживање на предложеној теми „**Еволуција плазма канала код тригерованих атмосферских пражњења**“ (енгл. „Plasma channel evolution in the triggered lightning discharges“). Кандидат ће тему писати на енглеском језику.

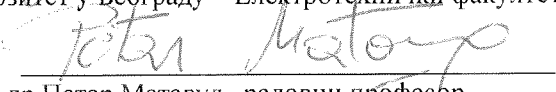
Предвиђени садржаји истраживања су актуелни, а очекивани научни доприноси су значајни у домену физике атмосферских пражњења и њиховог моделовања. Предложена тема припада ужој научној области физике плазме за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матични.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду да кандидату Драгану Павловићу одобри израду докторске дисертације „**Еволуција плазма канала код тригерованих атмосферских пражњења**“. За ментора израде докторске дисертације предлаже се др Јован Цветић, редовни професор на Електротехничком факултету у Београду.

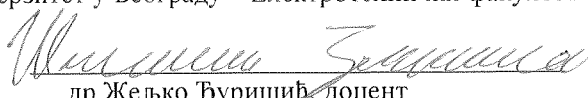
У Београду, 23.11.2017.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Јован Цветић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Петар Матавуљ, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Предраг Маринковић, редовни професор у пензији
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Жељко Ђуришић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет