

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Ненада Поповића**, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације „**Методе за оцену електричне активности глатких мишића**“ (на енглеском „**Methods for assessment of electrical activity of smooth muscles**“).

Одлуком бр. 5026/16-1 од 21. јуна 2019. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Ненада Поповића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Методе за оцену електричне активности глатких мишића“ (на енглеском „Methods for assessment of electrical activity of smooth muscles“).

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Ненад Поповић је рођен 03.09.1992. године у Ивањици где је завршио основну школу и Гимназију. Основне академске студије уписао је 2011. године на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду (ЕТФ). Дипломирао је 2015. године на модулу Физичка електроника – Биомедицински и еколошки инжењеринг са просечном оценом 9,73 одбравивши дипломски рад под називом „Пројектовање уређаја за мерење и фреквенцијску анализу електрогастрографских сигнала“ код менторке проф. др Мирјане Поповић и коменторке доц. др Надице Миљковић. Дипломски рад је награђен другим местом на конкурс за најбољи дипломски рад од стране Удружења бивших студента и пријатеља Електротехничког факултета BAFA U.S.A. Мастер академске студије на ЕТФ-у је уписао школске 2015/2016. године на модулу Биомедицинско и еколошко инжењерство. У септембру 2016. године је завршио мастер студије са просечном оценом 10,0 и одбранио мастер рад под називом „Развој метода анализе сигнала и корисничке апликације за вишеканални електрогастрограф“ код менторке доц. др Надице Миљковић. На докторске академске студије на ЕТФ-у, изборно подручје Управљање системима и обрада сигнала, се уписао 2016/2017. године.

За време трајања основних академских студија обављао је праксу у предузећу Tescalia Serbia д.о.о. у области анализе биосигнала. У јануару 2016. године запослио се у компанији Biotronik и радио на пословима клиничког инжењера односно техничког консултанта за уградњу имплантибилних пејсмејкера и кардиовертер дефибрилатора у Београду. Од маја 2018. године исту позицију обавља у компанији Abbott у Београду.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је докторске академске студије на изборном подручју Управљање системима и обрада сигнала на ЕТФ-у уписао 2016/2017. школске године. Од тренутка уписа до тренутка подношења Захтева за одобрење докторске дисертације положио је све испите (са просечном оценом 10,0) и обавио све обавезе предвиђене докторским академским студијама на изборном подручју Управљање системима и обрада сигнала. Списак положених испита и обављених обавеза је дат у следећој табели:

бр.	Назив испита / обавезе	Оцена	ЕСПБ	Датум
1	Неуралне мреже	10	9	21.09.2018.
2	Одабране методе обраде физиолошких сигнала	10	9	22.09.2018.
3	Специјални роботски системи	10	9	21.09.2018.
4	Савремене технологије у здравству	10	9	11.07.2018.
5	Увод у научни рад	10	6	09.07.2018.
6	Линеарне и нелинеарне методе анализе сигнала	10	9	14.09.2017.
7	Класификација и естимација сигнала	10	9	15.09.2017.
8	Технике обраде и препознавања говорног сигнала	10	9	15.09.2017.
9	Теорија роботских система	10	9	15.09.2017.
10	Одабране примене дигиталне обраде слике	10	9	31.08.2017.
11	Обавеза: Научно стручни рад	--	3	28.09.2018.
12	Обавеза: Студијски истраживачки рад I	--	15	29.09.2017.
13	Обавеза: Студијски истраживачки рад II	--	15	28.09.2018.

Ненад Поповић се бави развојем метода за анализу и снимање електричних сигнала са глатких мишића (електрогастрографских – ЕГГ сигнала). Циљ истраживања кандидата је да се реализује прототип уређаја за мерење ЕГГ сигнала заједно са развојем нових метода анализе снимљених сигнала које би омогућиле испитивање рада желуца у различитим условима мерења и применом одговарајућих протокола. Ненад Поповић је решио низ техничких проблема и предложио решења за унапређење пројектоване инструментације. Део својих истраживања (мерење ЕГГ сигнала током коришћења симулатора вожње), кандидат ће спровести и у сарадњи са Електротехничким факултетом, Универзитета у Љубљани.

До сада, Ненад Поповић је објавио два рада у часописима са СЦИ листе (на једном је први аутор). Још један рад чији је први аутор Ненад Поповић је тренутно на рецензији у часопису *Sensors* са СЦИ листе. Поред радова у часописима, он је коаутор или аутор и 7 конференцијских радова. На једном скупу националног значаја одржао је и предавање по позиву.

Дана 01.07.2019. године одржана је јавна усмена одбрана теме докторске дисертације (докторски испит) пред Комисијом у саставу: др Дејан Поповић, члан САНУ; др Јака Содник, редовни професор са Електротехничког факултета, Универзитета у Љубљани; др Ненад Јовичић, ванредни професор; др Предраг Пејовић, редовни професор; др Захарије Радивојевић, ванредни професор. Оцена Комисије је да је кандидат Ненад Поповић успешно одбранио предложену тему докторске дисертације.

У наставку је списак радова који показују резултате досадашњег рада и афинитете који су у складу са предложеном дисертацијом кандидата Ненада Поповића.

Списак радова:

- рад у врхунском међународном часопису, M21:
 1. Miljković N., **Popović N.B.**, Djordjevic O., Konstantinović Lj., Šekara T.B.: *ECG artifact cancellation in surface EMG signals by fractional order calculus application*, - Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol 140, pp. 259-264, 2017, ISSN: 0169-2607, DOI: [10.1016/j.cmpb.2016.12.017](https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2016.12.017), **impakt faktor za 2017: 2.674.**
 2. **Popović N.B.**, Miljković N., Stojmenova K., Jakus G., Prodanov M., Sodnik J.: *Lessons learned: Gastric motility assessment during driving simulation*, - Sensors, under review, 2019, ISSN: 1424-8220, **impakt faktor za 2017: 2.475.**
- рад у међународном часопису, M23:
 3. **Popović N.B.**, Miljković N., Popović M.B.: *Simple gastric motility assessment method with a single-channel electrogastrogram*, - Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik, Vol 64, No 2, pp. 177-185, 2019 (online 2018), ISSN: 0013-5585, DOI: [10.1515/bmt-2017-0218](https://doi.org/10.1515/bmt-2017-0218), **impakt faktor za 2017: 1.088.**
- Саопштења са међународног скупа штампана у целини, M33:
 4. **Popović N.B.**, Miljković N., Djordjevic O., Šekara T.B.: *Artifact cancellation using median filter, moving average filter and fractional derivatives in biomedical signals*, - Proceedings of the International Conference on Fractional Differentiation and its Applications, July 18-20, 2016, Novi Sad, Serbia, pp. 150-161, ISBN: 978-86-7892-830-7.
 5. Cimeša Lj., **Popović N.B.**, Miljković N., Šekara T.B.: *Heart rate detection: Fractional approach and empirical mode decomposition*, - Proceedings of the 25th Telecommunications forum, November 21-22, 2017, Belgrade, Serbia, pp. 1-4, ISBN: 978-86-7892-830-7, DOI: [10.1109/TELFOR.2017.8249358](https://doi.org/10.1109/TELFOR.2017.8249358), IEEE.
 6. Miljković N., **Popović N.B.**, Prodanov M., Sodnik J.: *Assessment of sickness in virtual environments*, - Proceedings of the 9th International Conference on Information Society and Technology ICIST, March 10-13, 2019, Kopaonik, Serbia, pp. 1-6, in print.
- Саопштење са међународног скупа штампано у изводу, M34:
 7. **Popović N.B.**, Miljković N., Papić V.: *Video-based extraction of movement artifacts in electrogastrography signal*, - Book of Abstracts, Belgrade Bioinformatics Conference (BelBi), June 22, 2018, Belgrade, Serbia, Vol. 40, No. 1, pp. 126, ISSN: 2334-6590, DOI: [10.13140/RG.2.2.19753.29280](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19753.29280).
 8. Gruden T., **Popović N.B.**, Stojmenova K., Jakus G., Miljković N., Sodnik J.: *Electrogastrography as a tool for sickness detection in autonomous vehicles*, - Proceedings of the 1st International Congress on Motion Sickness and the collaborative 15th European Society for Clinical Evaluation of Balance Disorders Meeting, July 7-10, 2019, Akureyri, Iceland, in print.
- Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у целини, M61:
 9. **Popović N.B.**, Miljković N., Šekara T.B.: *Two applications of fractional calculus on biosignal processing*, - Proceedings of the 2nd Conference on Measurement Information Technologies (Konferencija merno-informacione tehnologije, MIT), December 7, 2018, Novi Sad, Serbia, pp. 1-2, ISBN: 978-86-6022-132-4.
- Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу, M64:
 10. **Popović N.B.**, Antić M., Janković M.M.: *PhysioACQ – A software tool for video-assistend multi-channel data acquisition*, - Proceedings of the 2nd Conference on Human-Machine Interface from Student-to-Student Interface, March 20, 2015, Belgrade, Serbia, pp. 23, ISBN: 978-86-7466-542-8.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Приликом писања овог Извештаја, Комисија је размотрила све претходно наведене чињенице и резултате у досадашњем раду Ненада Поповића. Са посебном пажњом су размотрена искуства у истраживачком раду и узимајући све наведено, Комисија је стекла увид у његову способност за научно истраживачки рад и рад на предложеној теми докторске дисертације, која је, такође, препозната и вреднована и од стране научне заједнице.

Став Комисије је позитиван и након детаљног образложења предложиће да тема буде усвојена и да се кандидату пружи могућност да настави са израдом докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације под радним насловом "Методе за оцену електричне активности глатких мишића" која ће бити писана и одбрањена на енглеском језику (енг. "Methods for assessment of electrical activity of smooth muscles") је реализовање инструментације за ефикасно неинвазивно мерење, формирање нових протокола за снимање и развој нових, као и унапређење постојећих метода за анализу електричних сигнала са глатких мишића желуца. Посебан акценат стављен је на примени ових метода у испитивању гастроинтестиналног тракта, као и феномена мучнине.

Електрофизиолошки сигнали су сви електрични сигнали који се применом одговарајућих претварача постављених на тело испитаника могу снимати и пратити. Најпознатији и најраспрострањенији електрофизиолошки сигнали добијени у истраживањима и клиничкој пракси применом неинвазивних метода су: електрични сигнали срчаног мишића (електрокардиограф – ЕКГ), електрични сигнали са скелетних мишића (електромиограф – ЕМГ) и електрични сигнали мерени са мозга (електроенцефалограф – ЕЕГ) [1]. Мање распрострањена и недовољно истражена електрофизиолошка метода која се може користити за неинвазивну оцену гастроинтестиналног тракта је електрогастрографија (ЕГГ) [2]. Основна предност ове методе је њена неинвазивност, док су мане недостатак стандардизованих протокола и још увек недовољно испитана дијагностичка употребљивост [3-4]. Основни циљеви истраживања у овој дисертацији су:

- Реализација одговарајуће инструментације за неинвазивно и ефикасно снимање ЕГГ сигнала, као и верификација исте у условима смањеног односа сигнал/шум (енг. SNR, *signal-to-noise ratio*).
- Формирање одговарајућег протокола за снимање ЕГГ сигнала са циљем минимизације броја канала и утrophка времена уз испитивање поновљивости предложене методе.
- Развој метода за естимацију и отклањање шума, као и дефинисање нових параметара за оцену стања гастроинтестиналног тракта.
- Примена предложене методе и инструментације за квантитативну оцену гастроинтестиналног тракта.
- Испитивање примене предложене квантитативне оценое за тумачење феномена мучнине са посебним акцентом током коришћења симулатора вожње, али и других облика виртуелне и допуњене реалности.

Због карактеристичних особина сигнала (ниска фреквенција од око 0,05 Hz и ниска амплитуда од око 200-400 μ V) није могуће извршити мерење ЕГГ сигнала коришћењем уређаја широке примене за мерење већег броја електрофизиолошких сигнала [3]. Након верификације предложеног електричног кола са појачавачким и филтерским елементима (радна верзија уређаја) за мерење ЕГГ сигнала у овој тези, наредни корак је реализација уређаја на штампаној плочи и његово тестирање. Радном верзијом реализованог уређаја за мерење ЕГГ сигнала до сада је снимљен велики број тест сигнала и планирано је још мерења. Резултати студије на 20 здравих испитаника објављени су у [5] и показали су да је уређајем

могуће на одговарајући начин и са задовољавајућим квалитетом снимити ЕГГ, да постоји раст доминантне фреквенције ЕГГ сигнала након тест obroka, и да је могуће поједноставити протокол снимањем само једног канала тј. да је стандардизација протокола за мерење ЕГГ сигнала могућа. Закључци овог рада веома су битни са становишта имплементације предложене методе у клиничку и истраживачку праксу. Протокол снимања и припрема испитаника морају бити јасно дефинисани и, у разумној мери, поједностављени да би метода могла на одговарајући начин да се користи.

Један од важних задатака у широј примени ЕГГ технике је елиминација шума [4]. Због тога се као један од кључних проблема поставља естимација зашумљености и отклањање артефаката без утицаја на користан садржај сигнала. У раду ће бити тестиране различите методе за отклањање шума (нпр. примена фракталне анализе, примена неуралних мрежа, анализа видео сигнала [6], примена фракционих извода као у [7-9], али и многе друге).

Још увек непотпуно истражени феномен јављања мучнине током вожње, као и приликом коришћења симулатора вожње и других уређаја виртуелне и допуњене реалности може се квантитативно оценити анализирањем ЕГГ сигнала снимљених током манифестације поменутих симптома [10-13]. У овом истраживању, испитиваће се могућност квантитативне оцене гастроинтестиналног тракта у различитим условима мерења и посебно са акцентом на квантификацији феномена мучнине. Обзиром на недостатак стандардних параметара за опис ЕГГ-а [3], један од задатака ће бити предлог нових параметара за квантификацију карактеристика сигнала. Овакво истраживање, поред медицинске, може имати и примену у индустрији, како аутомобилској, тако и у индустрији видео игара, али и у реализацији нових система виртуелне и допуњене реалности [13].

2.1. Релевантна литература из области истраживања:

- [1] Calder S., O'Grady G., Cheng L.K., Peng D.: *A theoretical analysis of electrogastragraphy (EGG) signatures associated with gastric dysrhythmias*, - IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol 64, No 7, pp. 1592-1601, 2017, ISSN: 0018-9294, DOI: [10.1109/TBME.2016.2614277](https://doi.org/10.1109/TBME.2016.2614277).
- [2] Koch K.L., Stern R.M.: *Handbook of electrogastragraphy*, - New York: Oxford University Press, 2004, ISBN: 0-19-514788-X.
- [3] Riezzo G., Russo F., Indrio F.: *Electrogastragraphy in adults and children: The strength, pitfalls, and clinical significance of the cutaneous recording of the gastric electrical activity*, - BioMed Research International, Vol 2013, Article ID 282757, pp. 1-14, 2013, ISSN: 2314-6133, DOI: [10.1155/2013/282757](https://doi.org/10.1155/2013/282757).
- [4] Qina S., Ding W., Miaoa L., Xia N., Lia H., Yangd C.: *Signal reconstruction of the slow wave and spike potential from electrogastragraphy*, - Bio-Medical Materials and Engineering, Vol 26, No Suppl 1, pp. S1515-21, 2015, ISSN: 0959-2989, DOI: [10.3233/BME-151450](https://doi.org/10.3233/BME-151450).
- [5] Popović N.B., Miljković N., Popović M.B.: *Simple gastric motility assessment method with a single-channel electrogastragraphy*, - Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik, Vol 64, No 2, pp. 177-185, 2019 (online 2018), ISSN: 0013-5585, DOI: [10.1515/bmt-2017-0218](https://doi.org/10.1515/bmt-2017-0218).
- [6] Popović N.B., Miljković N., Papić V.: *Video-based extraction of movement artifacts in electrogastragraphy signal*, - Book of Abstracts, Belgrade Bioinformatics Conference (BelBi), June 22, 2018, Belgrade, Serbia, Vol. 40, No. 1, pp. 126, ISSN: 2334-6590, DOI: [10.13140/RG.2.2.19753.29280](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19753.29280).
- [7] Popović N.B., Miljković N., Djordjevic O., Šekara T.B.: *Artifact cancellation using median filter, moving average filter and fractional derivatives in biomedical signals*, - Proceedings of the International Conference on Fractional Differentiation and its Applications, July 18-20, 2016, Novi Sad, Serbia, pp. 150-161, ISBN: 978-86-7892-830-7.
- [8] Miljković N., Popović N.B., Djordjevic O., Konstantinović Lj., Šekara T.B.: *ECG artifact cancellation in surface EMG signals by fractional order calculus application*, - Computer

Methods and Programs in Biomedicine, Vol 140, pp. 259-264, 2017, ISSN: 0169-2607, DOI: [10.1016/j.cmpb.2016.12.017](https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2016.12.017).

- [9] Cimeša Lj., **Popović N.B.**, Miljković N., Šekara T.B.: *Heart rate detection: Fractional approach and empirical mode decomposition*, - Proceedings of the 25th Telecommunications forum, November 21-22, 2017, Belgrade, Serbia, pp. 1-4, ISBN: 978-86-7892-830-7, DOI: [10.1109/TELFOR.2017.8249358](https://doi.org/10.1109/TELFOR.2017.8249358), IEEE.
- [10] Dennison M.S., Wisti A.Z., D'Zmura M.: *Use of physiological signals to predict cybersickness*, - Displays, Vol 44, pp. 42-52, 2016, ISSN: 0141-9382, DOI: [10.1016/j.displa.2016.07.002](https://doi.org/10.1016/j.displa.2016.07.002).
- [11] Munafo J., Diedrick M., Stoffregen T.A.: *The virtual reality head-mounted display: Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects*, - Experimental Brain Research, Vol 235, No 3, pp. 889-901, 2017, ISSN: 0014-4819, DOI: [10.1007/s00221-016-4846-7](https://doi.org/10.1007/s00221-016-4846-7).
- [12] Gavgani A.M., Walker F.R., Hodgson D.M., Nalivaiko E.: *A comparative study of cybersickness during exposure to virtual reality and „classic“ motion sickness: are they different?*, - Journal of Applied Physiology, Vol 125, No 6, pp. 1670-1680, 2018, ISSN: 8750-7587, DOI: [10.1152/japplphysiol.00338.2018](https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00338.2018)..
- [13] Miljković N., **Popović N.B.**, Prodanov M., Sodnik J.: *Assessment of sickness in virtual environments*, - Proceedings of the 9th International Conference on Information Society and Technology ICIST, March 10-13, 2019, Kopaonik, Serbia, pp. 1-6, in print.

3. Полазне хипотезе

Основне хипотезе у овом истраживању су:

- 1) Уз одговарајућу инструментацију и јасно дефинисане методе претпроцесирања и анализе сигнала, могуће је временски редуковати и поједноставити протокол снимања ЕГГ сигнала у циљу прилагођавања методе широј клиничкој и истраживачкој употреби. Додатно, такав протокол би требало да омогући добијање квалитетних ЕГГ снимака (са смањеним присуством шума).
- 2) Електрогастрографија, као неинвазивна метода за оцену електричне активности глатких мишића желуца, може дати корисне информације за боље разумевање рада гастроинтестиналног тракта.

4. Научне методе истраживања

Истраживање ће бити реализовано у више лабораторија на Универзитету у Београду – Електротехничком факултету, као и на Електротехничком факултету Универзитета у Љубљани (Univerza v Ljubljani Fakulteta za elektrotehniko), а у сарадњи са др Јаком Содником, редовним професором који је и члан ове Комисије.

У првој фази истраживања сигнали ће се снимати радном верзијом уређаја која је реализована на протоборду. Појачавачки и филтерски елементи радног уређаја ће бити детаљно тестирани и након реализације финалног уређаја са предложеним компонентама на штампаној плочи и у одговарајућем кућишту, уређај ће се користити за аквизицију у истраживањима. Додатно, рад уређаја и појединих елемената (појачање, филтри, аналогно дигитална конверзија) ће бити тестирани и на симулираним ЕГГ сигнаlima.

Сигнали који ће се користити за верификацију инструментације као и за анализирање различитих протокола, снимаће се на здравим испитаницима, током мировања, у различитим временским интервалима, са и без увођења тест оброка. На истим снимцима анализираће се и нове методе за процену и смањење зашумљености. Дефинисање квантитативних параметара за оцену гастроинтестиналног тракта ће бити извршено на мереним сигнаlima.

У циљу проучавања феномена мучнине биће формиран нове протоколи са укљученим аудио-визуелно-механичким стимулусима, са циљем симулације услова вожње, као и доживљаја виртуелне реалности. Субјективни степен мучнине одређиваће се израчунавањем резултата стандардних упитника и поредити са предложеним новим квантитативним параметрима који ће бити добијени из мерених ЕГГ сигнала.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће истраживање дати следеће научне доприносе:

- Одговарајућу и једноставну за употребу инструментацију за снимање ЕГГ сигнала.
- Протокол прилагођен истраживању и клиничкој употреби, са смерницама за позиционирање електрода и препоручено трајање снимања.
- Нове методе за процену и отклањање шума ЕГГ сигнала.
- Резултати анализе односа ЕГГ параметара и квалитативних мера за оцену мучнине, а који потенцијално могу допринети бољем разумевању разних симптома.
- Одговарајући протокол којим се могу тестирати симптоми мучнине код испитаника у току симулације вожње или у условима виртуелне и допуњене реалности.
- Дискусију о примени новог начина оцене активности глатких мишића желуца, како у дијагностичке сврхе, тако и у аутомобилској и у индустрији видео игара.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања се састоји из две целине:

- Инструментација, протокол и претпроцесирање ЕГГ сигнала.
- Примена нових метода за анализу ЕГГ сигнала за оцену глатких мишића желуца.

6.1. Инструментација, протокол и претпроцесирање ЕГГ сигнала

Први део истраживања надовезује се на прелиминарне резултате публиковане у [5] и план је да се добију јасни закључци о валидности протокола за једноканално снимање ЕГГ-а. Након реализације финалног уређаја на штампаној плочи, потребно је извршити његову валидацију снимањем одређеног броја тест сигнала (симулирани сигнали као и сигнали мерени на испитаницима). Подразумева се коришћење већ формираног протокола, чиме би се додатно потврдила и његова оправданост (тј. поузданост и поновљивост).

На већ снимљеним сигнаlima потребно је испитати нове методе за претпроцесирање сигнала са циљем софтверске елиминације шума које би укључиле анализу видео сигнала, за који већ постоје прелиминарни резултати [6], али и коришћењем других техника (нпр. неуралних мрежа, фракционог рачуна, фракталне анализе и других).

6.2. Примена нових метода за анализу ЕГГ сигнала за оцену глатких мишића желуца

Након формирања неколико различитих протокола за снимање ЕГГ-а, који за циљ имају испитивање функције желуца, потребно је снимити сигнале за даљу анализу. Први корак у анализи је израчунавање параметара ЕГГ сигнала за оцену стања гастроинтестиналног тракта у комбинацији са квалитативним мерама (прелиминарни резултати су представљени у [13]), али и по могућности и са другим физиолошким сигнаlima. Други корак је предлагање нових параметара који би на одговарајући начин описивали промене ЕГГ сигнала у току предложеног протокола, и потенцијално помогли разумевању физиолошких процеса. Посебно, извршиће се дефинисање протокола и метода анализе ЕГГ сигнала са циљем процене феномена мучнине.

7. Закључак и предлог

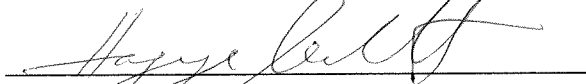
Приликом писања Извештаја, Комисија је размотрила релевантне чињенице о подобности теме и кандидата. Узимајући у обзир резултате досадашњег рада кандидата **Ненада Поповића**, Комисија је закључила да кандидат јесте способан за научно истраживачки рад. Детаљном анализом предложене теме под називом „**Методе за оцену електричне активности глатких мишића**“ (на енглеском „**Methods for assessment of electrical activity of smooth muscles**“), Комисија је у потпуности сагласна да оваква тема задовољава све услове подобности за докторску дисертацију.

Комисија констатује да предложена тема припада ужој научној области **Биомедицинско инжењерство** и да је Универзитет у Београду – Електротехнички факултет (ЕТФ) матичан за ову научну област. За ментора докторске дисертације, Комисија предлаже **др Надицу Миљковић**, доцента са ЕТФ-а и прилаже уз овај Извештај и списак радова др Надице Миљковић, доцента који је квалификују за ментора докторске дисертације.

Имајући у виду све претходно наведено, Комисија има част и задовољство да Наставно-научном већу ЕТФ-а предложи да прихвати тему докторске дисертације која ће бити писана и брањена на енглеском језику „Методе за оцену електричне активности глатких мишића“ (на енглеском „Methods for assessment of electrical activity of smooth muscles“) и да кандидату Ненеду Поповићу омогући приступ њеној изradi.

у Београду 02.07.2019.

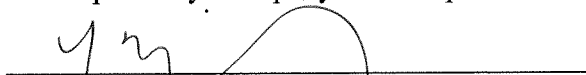
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Надица Миљковић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Дејан Поповић, члан САНУ,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Јака Содник, редовни професор,
Univerza v Ljubljani – Fakultet za elektrotehniko



др Ненад Јовичић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Предраг Пејовић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Захарије Радивојевић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

TO THE TEACHING-SCIENTIFIC COUNCIL

Subject: Report on approval of Doctoral dissertation title and suitability of candidate **Nenad Popović**, MSc EE for work on Doctoral dissertation titled “**Methods for assessment of electrical activity of smooth muscles**” (in Serbian “**Metode za ocenu električne aktivnosti glatkih mišića**”).

By the decision of Teaching-scientific council of the University of Belgrade – School of Electrical Engineering (ETF) number 5026/16-1 from June 21, 2019, we are appointed as Committee members for examination of suitability of Doctoral dissertation title and candidate Nenad Popović for work on Doctoral dissertation “Methods for assessment of electrical activity of smooth muscles” (in Serbian “Metode za ocenu električne aktivnosti glatkih mišića”) and its scientific value.

After examination of submitted materials for the Doctoral dissertation application, the Committee prepared the following

R E P O R T

1. PhD candidate

1.1. Biographical data

Nenad Popović was born on September 3, 1992 in Ivanjica. He finished Elementary school and Gymnasium in Ivanjica. In 2011, he enrolled in Bachelor studies at the University of Belgrade – School of Electrical Engineering (ETF). He finished Bachelor studies at the Physical Electronics – Biomedical and Ecological Engineering module (grade 9.73 out of 10.00) and defended Bachelor thesis titled “Design of a device for measurement and frequency analysis of electrogastrography signals” (mentor Prof. Mirjana Popović and co-mentor Assist. Prof. Nadica Miljković). At the BAFA U.S.A. competition for the best Bachelor thesis organized by ETF Alumni, he won the second prize. In 2015/16 academic year, he enrolled in Master studies at the ETF (module: Biomedical and Ecological Engineering). In 2016 he finished Master studies (grade 10.0 out of 10.0) and defended Master thesis titled “Design of methods for signal analysis and user interface for multi-channel electrogastrogram” (mentor Assist. Prof. Nadica Miljković). From 2016/17 academic year, he is a PhD student at the module System Control and Signal Processing at the ETF.

During Bachelor studies, he was intern at the Tecnia Serbia Ltd. and was responsible for performing biosignal analysis. In January 2016 he started to work in Biotronik as clinical engineer (technical consultant for implantable pacemakers and cardio verter defibrillators). From May 2018, he is engaged in company Abbott in Belgrade at the same position.

1.2. Scientific research experience

Candidate enrolled in Doctoral studies at the module System Control and Signal Processing at the ETF during 2016/17 academic year. From the enrollment in Doctoral studies to submitting the Request for approval of Doctoral dissertation he passed all exams (with the average grade 10.0 of 10.0) and finished all mandatory work foreseen by Doctoral studies program at the System Control and Signal Processing module. Passed courses and mandatory work from his academic record are listed in the following Table:

No.	Course title / Mandatory work	Grade	ECTS	Date
1	Neural Networks	10	9	Sep 21, 2018
2	Advanced Methods of Electrophysiological Signal Analysis	10	9	Sep 22, 2018
3	Special Purpose Robotic Systems	10	9	Sep 21, 2018
4	Trends in Health Technologies	10	9	Jul 11, 2018
5	Introduction to Scientific Research	10	6	Jul 9, 2018
6	Linear and Nonlinear Signal Analysis	10	9	Sep 14, 2017
7	Signals Classification and Estimation	10	9	Sep 15, 2017
8	Techniques for Speech Processing and Recognition	10	9	Sep 15, 2017
9	Theory of Robotics Systems	10	9	Sep 15, 2017
10	Selected Applications of Digital Image Processing	10	9	Aug 31, 2017
11	Mandatory work: Scientific and professional paper	--	3	Sep 28, 2018
12	Mandatory work: Study research report I	--	15	Sep 29, 2017
13	Mandatory work: Study research report II	--	15	Sep 28, 2019

Nenad Popović's research interest is focused on the development and design of methods for recording electrical signals from smooth stomach muscles (electrogastographic EGG signals). The main aim of his research is to design the EGG recording device and to implement novel methods for analysis of recorded EGG signals. Such device would enable assessment of stomach in different measurement conditions by application of appropriate protocols. He has already solved a number of technical problems and proposed solutions for designing and improving EGG device. One part of his research (recording EGG signals during driving simulation) was carried out in collaboration with the Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana.

So far, Nenad Popović published two papers in journals from SCI list (he is the first author in one paper). Another paper submitted for the Sensors journal (with impact factor) with Nenad Popović as the first author is under review currently. He is co-author and author of 7 conference papers and he held one invited lecture at the national conference.

In June 1, 2019 the oral public defense of Doctoral dissertation title was held (PhD exam). The Committee members for this oral defense were: Dejan Popović, SASA member from University of Belgrade – School of Electrical Engineering (ETF); Jaka Sodnik, Full Professor, Univerza v Ljubljani – Fakultet za elektrotehniko; Nenad Jovičić, Associate Professor, ETF; Predrag Pejović, Full Professor, ETF; Zaharije Radivojević, Associate Professor, ETF. The Committee graded positively (grade **satisfied**) the oral public defense of the proposed title of Doctoral dissertation.

The reference list presenting previous scientific research work and thematic affinities that are consistent with the proposed Doctoral dissertation are given below.

Reference list:

- **Category M21:**

1. Miljković N., **Popović N.B.**, Djordjevic O., Konstantinović Lj., Šekara T.B.: *ECG artifact cancellation in surface EMG signals by fractional order calculus application*, - Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol 140, pp. 259-264, 2017, ISSN: **0169-2607**, DOI: [10.1016/j.cmpb.2016.12.017](https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2016.12.017), **impact factor for 2017: 2.674**.
2. **Popović N.B.**, Miljković N., Stojmenova K., Jakus G., Prodanov M., Sodnik J.: *Lessons learned: Gastric motility assessment during driving simulation*, - Sensors, under review, 2019, ISSN: **1424-8220**, **impact factor for 2017: 2.475**.

- **Category M23:**

3. **Popović N.B.**, Miljković N., Popović M.B.: *Simple gastric motility assessment method with a single-channel electrogastrogram*, - Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik, Vol 64, No 2, pp. 177-185, 2019 (online 2018), ISSN: **0013-5585**, DOI: [10.1515/bmt-2017-0218](https://doi.org/10.1515/bmt-2017-0218), **impact factor for 2017: 1.088**.

- **Category M33:**

4. **Popović N.B.**, Miljković N., Djordjevic O., Šekara T.B.: *Artifact cancellation using median filter, moving average filter and fractional derivatives in biomedical signals*, - Proceedings of the International Conference on Fractional Differentiation and its Applications, July 18-20, 2016, Novi Sad, Serbia, pp. 150-161, ISBN: 978-86-7892-830-7.
5. Cimeša Lj., **Popović N.B.**, Miljković N., Šekara T.B.: *Heart rate detection: Fractional approach and empirical mode decomposition*, - Proceedings of the 25th Telecommunications forum, November 21-22, 2017, Belgrade, Serbia, pp. 1-4, ISBN: 978-86-7892-830-7, DOI: [10.1109/TELFOR.2017.8249358](https://doi.org/10.1109/TELFOR.2017.8249358), IEEE.
6. Miljković N., **Popović N.B.**, Prodanov M., Sodnik J.: *Assessment of sickness in virtual environments*, - Proceedings of the 9th International Conference on Information Society and Technology ICIST, March 10-13, 2019, Kopaonik, Serbia, pp. 1-6, in print.

- **Category M34:**

7. **Popović N.B.**, Miljković N., Papić V.: *Video-based extraction of movement artifacts in electrogastrography signal*, - Book of Abstracts, Belgrade Bioinformatics Conference (BelBi), June 22, 2018, Belgrade, Serbia, Vol. 40, No. 1, pp. 126, ISSN: 2334-6590, DOI: [10.13140/RG.2.2.19753.29280](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19753.29280).
8. Gruden T., **Popović N.B.**, Stojmenova K., Jakus G., Miljković N., Sodnik J.: *Electrogastrography as a tool for sickness detection in autonomous vehicles*, - Proceedings of the 1st International Congress on Motion Sickness and the collaborative 15th European Society for Clinical Evaluation of Balance Disorders Meeting, July 7-10, 2019, Akureyri, Iceland, in print.

- **Category M61:**

9. **Popović N.B.**, Miljković N., Šekara T.B.: *Two applications of fractional calculus on biosignal processing*, - Proceedings of the 2nd Conference on Measurement Information Technologies (Konferencija merno-informacione tehnologije, MIT), December 7, 2018, Novi Sad, Serbia, pp. 1-2, ISBN: 978-86-6022-132-4.

- **Category M64:**

10. **Popović N.B.**, Antić M., Janković M.M.: *PhysioACQ – A software tool for video-assistend multi-channel data acquisition*, - Proceedings of the 2nd Conference on Human-Machine Interface from Student-to-Student Interface, March 20, 2015, Belgrade, Serbia, pp. 23, ISBN: 978-86-7466-542-8.

1.3. Assessment of suitability of the candidate for work on the proposed Doctoral dissertation

For this Report, the Committee took into account all abovementioned facts and results of work for candidate Nenad Popović. The Committee thoroughly examined candidate's experience in research work and having all aforementioned facts in mind, the Committee gathered complete insight into candidate's ability for scientific research work and for the work on the proposed Doctoral dissertation that has been recognized and valorized by the international scientific community.

The Committee attitude is positive and after in-detail explanation, the Committee will propose to the Teaching-scientific council at the ETF to accept the proposed Doctoral dissertation title and to provide an approval for candidate to proceed with the work on his Doctoral dissertation.

2. Subject and purpose of the research

The aim of the proposed Doctoral dissertation with the working title "Methods for assessment of electrical activity of smooth muscles" (in Serbian "Metode za ocenu električne aktivnosti glatkih mišića") that will be written and defended in English is design of an adequate instrumentation for efficient and non-invasive measurement, design of novel measurement protocols, and development and improvement of methods for analyzing electrical signals recorded from smooth stomach muscles. Special emphasis of this research is on the application of the developed methods for studying gastro-intestinal tract as well as sickness phenomenon.

Electrophysiological signals are all electrical signals that can be recorded and monitored by placement of appropriate transducers on the subject's body. Well known and most widely used non-invasively recorded electrophysiological signals, in research and clinical practice, are: electrical signals from heart muscle (electrocardiography – ECG), electrical signals from skeletal muscles (electromyography – EMG), and electrical brain signals (electroencephalography – EEG) [1]. A less known and insufficiently studied electrophysiological method that can be used for non-invasive assessment of gastro-intestinal tract is electrogastrography (EGG) [2]. The main advantage of this method is its non-invasiveness, while disadvantages include lack of standardized procedures and the less known diagnostic usability [3-4]. The main objectives of the research presented in this Doctoral dissertation are:

- Design of appropriate instrumentation for non-invasive and efficient recording of EGG signals as well as verification of the device in measurement conditions with reduced signal-to-noise ratio (SNR).
- Establishment of adequate protocols for recording EGG signals with the aim of minimization of the number of channels and time consumption, and testing the reproducibility of the proposed method.
- Development of methods for estimating and removing artifacts, as well as definition of novel parameters for assessment of gastro-intestinal tract.
- Application of the proposed method and instrumentation for quantitative assessment of the gastro-intestinal tract.
- Evaluation of the proposed quantitative assessment for assessment of sickness phenomenon with focus on its usability in driving simulators and with technology that incorporates virtual and augmented reality.

EGG signals cannot be measured by application of the wide-spread commercially available electrophysiological amplifiers due to EGG characteristics (low frequency of approximately 0.05 Hz and low amplitude of approximately 200-400 μ V) [3]. After verification of the proposed electronic circuits with the amplifier and filter parts (prototype of the device) for measuring EGG signals in this Doctoral dissertation, the next step will be realization of the device on the printed circuit board and its testing. So far, a relatively large number of test signals have been recorded by EGG prototype and more recordings are planned. The results of the study in 20 healthy subjects

already published in [5] proved the prototype usability for recording EGG signals with satisfying quality by detecting a shift of dominant peak towards higher frequencies as a result of test meal and by examination of protocol simplification (one-channel recordings with short recording sessions). These results proved that standardization for measuring EGG signals is possible. The conclusions and recommendations provided in [5] are very important for future implementation of EGG in clinical and research practice. It should be noted that the recording protocol and the subject preparation must be clearly defined and simplified (to a reasonable extent) so that the proposed method can be used.

Another important aspect for wider application of EGG technique is the artifact cancellation [4]. Therefore, one of the key issues is the noise estimation and artifact cancellation without affecting the EGG signal components of interest. Different methods for artifact cancellation will be tested in the Doctoral dissertation (e.g. fractal analysis, neural networks, video signal analysis [6], fractional calculus [7-9], etc.).

Sickness phenomenon caused by driving, driving simulator, or by application of virtual and augmented reality, has not been fully explored yet. There are reports stating that sickness might be assessed by studying stomach response with EGG measurement [10-13]. In the proposed research, the applicability of quantitative method for the gastro-intestinal tract assessment during different measurement conditions will be tested and, in particular, the nausea quantification will be examined in-detail. Due to the lack of standardized parameters/features of EGG signal for sickness assessment [3], one of the goals of the proposed research will be recommendation and testing of novel parameters and features. In addition to clinical applications, the proposed research can have important application in automotive and gaming industry, as well as for the design of novel systems that incorporate virtual and augmented reality [13].

2.1. Relevant research literature:

- [1] Calder S., O'Grady G., Cheng L.K., Peng D.: *A theoretical analysis of electrogastrography (EGG) signatures associated with gastric dysrhythmias*, - IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol 64, No 7, pp. 1592-1601, 2017, ISSN: 0018-9294, DOI: [10.1109/TBME.2016.2614277](https://doi.org/10.1109/TBME.2016.2614277).
- [2] Koch K.L., Stern R.M.: *Handbook of electrogastrography*, - New York: Oxford University Press, 2004, ISBN: 0-19-514788-X.
- [3] Riezzo G., Russo F., Indrio F.: *Electrogastrography in adults and children: The strength, pitfalls, and clinical significance of the cutaneous recording of the gastric electrical activity*, - BioMed Research International, Vol 2013, Article ID 282757, pp. 1-14, 2013, ISSN: 2314-6133, DOI: [10.1155/2013/282757](https://doi.org/10.1155/2013/282757).
- [4] Qina S., Ding W., Miaoa L., Xia N., Lia H., Yangd C.: *Signal reconstruction of the slow wave and spike potential from electrogastrogram*, - Bio-Medical Materials and Engineering, Vol 26, No Suppl 1, pp. S1515-21, 2015, ISSN: 0959-2989, DOI: [10.3233/BME-151450](https://doi.org/10.3233/BME-151450).
- [5] Popović N.B., Miljković N., Popović M.B.: *Simple gastric motility assessment method with a single-channel electrogastrogram*, - Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik, Vol 64, No 2, pp. 177-185, 2019 (online 2018), ISSN: 0013-5585, DOI: [10.1515/bmt-2017-0218](https://doi.org/10.1515/bmt-2017-0218).
- [6] Popović N.B., Miljković N., Papić V.: *Video-based extraction of movement artifacts in electrogastrography signal*, - Book of Abstracts, Belgrade Bioinformatics Conference (BelBi), June 22, 2018, Belgrade, Serbia, Vol. 40, No. 1, pp. 126, ISSN: 2334-6590, DOI: [10.13140/RG.2.2.19753.29280](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19753.29280).
- [7] Popović N.B., Miljković N., Djordjevic O., Šekara T.B.: *Artifact cancellation using median filter, moving average filter and fractional derivatives in biomedical signals*, - Proceedings of the International Conference on Fractional Differentiation and its Applications, July 18-20, 2016, Novi Sad, Serbia, pp. 150-161, ISBN: 978-86-7892-830-7.

- [8] Miljković N., **Popović N.B.**, Djordjevic O., Konstantinović Lj., Šekara T.B.: *ECG artifact cancellation in surface EMG signals by fractional order calculus application*, - Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol 140, pp. 259-264, 2017, **ISSN: 0169-2607**, DOI: [10.1016/j.cmpb.2016.12.017](https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2016.12.017).
- [9] Cimeša Lj., **Popović N.B.**, Miljković N., Šekara T.B.: *Heart rate detection: Fractional approach and empirical mode decomposition*, - Proceedings of the 25th Telecommunications forum, November 21-22, 2017, Belgrade, Serbia, pp. 1-4, ISBN: 978-86-7892-830-7, DOI: [10.1109/TELFOR.2017.8249358](https://doi.org/10.1109/TELFOR.2017.8249358), IEEE.
- [10] Dennison M.S., Wisti A.Z., D'Zmura M.: *Use of physiological signals to predict cybersickness*, - Displays, Vol 44, pp. 42-52, 2016, **ISSN: 0141-9382**, DOI: [10.1016/j.displa.2016.07.002](https://doi.org/10.1016/j.displa.2016.07.002).
- [11] Munafo J., Diedrick M., Stoffregen T.A.: *The virtual reality head-mounted display: Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects*, - Experimental Brain Research, Vol 235, No 3, pp. 889-901, 2017, **ISSN: 0014-4819**, DOI: [10.1007/s00221-016-4846-7](https://doi.org/10.1007/s00221-016-4846-7).
- [12] Gavvani A.M., Walker F.R., Hodgson D.M., Nalivaiko E.: *A comparative study of cybersickness during exposure to virtual reality and „classic“ motion sickness: are they different?*, - Journal of Applied Physiology, Vol 125, No 6, pp. 1670-1680, 2018, **ISSN: 8750-7587**, DOI: [10.1152/jappphysiol.00338.2018](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00338.2018).
- [13] Miljković N., **Popović N.B.**, Prodanov M., Sodnik J.: *Assessment of sickness in virtual environments*, - Proceedings of the 9th International Conference on Information Society and Technology ICIST, March 10-13, 2019, Kopaonik, Serbia, pp. 1-6, in print.

3. Starting hypotheses

The basic hypotheses in this research are:

- 1) With the appropriate instrumentation and clearly defined post-processing and signal analysis methods, it is possible to reduce and simplify the protocol for EGG recording for appropriate adaptation of the EGG method to wider clinical and research application. In addition, such protocol should enable high-quality EGG acquisition with decreased noise presence.
- 2) Electrogastrography as a non-invasive method for assessment of electrical activity of stomach smooth muscles can provide useful information for a better understanding of the gastro-intestinal tract physiology.

4. Scientific research methods

The proposed research will be carried out in several laboratories at the University of Belgrade – School of Electrical Engineering and at the Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana (Univerza v Ljubljani, Fakultet za elektrotehniko) in collaboration with Prof. Jaka Sodnik being also a member of this Committee.

In the first phase of this research, EGG signals will be recorded with device prototype implemented on the breadboard. The amplifier and filter elements of the prototype will be tested thoroughly. After the implementation of the final version of the device with the proposed components on the printed circuit board and with the appropriate enclosure, the device will be used for signal acquisition in research studies. In addition, the operation of the device and the operation of individual elements (amplification, filtering, and AD conversion) will be tested on simulated EGG signals.

For the verification of the proposed EGG device and for the selection from different protocols, EGG signals will be recorded in healthy subjects during rest at different time intervals with and without

test meal. The same recordings will be used for estimation and reduction of noise in EGG signal and for testing of the quantitative parameters for assessment of gastro-intestinal tract.

In order to study sickness and nausea, new protocols with audio-visual and mechanical stimuli in driving simulator and during virtual reality experiences will be designed. The subjective assessment of sickness symptoms will be assessed by application of standard questionnaires and the obtained qualitative parameters will be compared with quantitative EGG-based parameters.

5. Expected scientific contribution

The proposed research should provide following scientific contributions:

- An appropriate and easy-to-use device for recording EGG signals.
- A protocol adapted to research and clinical applications with guidelines for positioning the electrodes and with the recommended recording duration.
- New methods for noise estimation and noise cancellation in EGG signal.
- Analysis of the relationship between EGG parameters and qualitative measures for assessment of sickness, which can contribute to a better understanding of various symptoms.
- An appropriate protocol for evaluating nausea symptoms during driving simulation and during virtual and augmented reality experiences.
- Discussion on the application of novel quantitative measures of smooth stomach muscles both for diagnostics, and in automotive and gaming industries.

6. Research plan and work organization

The research plan includes two parts:

- Instrumentation, protocol, and pre-processing of EGG signals.
- Application of novel methods for EGG signals analysis for assessment of smooth stomach muscles.

6.1. Instrumentation, protocol, and pre-processing of EGG signals

The first part of the proposed research plan relates to the preliminary results with device prototype published in [5] with the aim to reach clear conclusions on protocol validity for single-channel EGG recording. After the final device assembly on the printed circuit board, it is necessary to perform its validation by recording simulated and real-life signals (measured on healthy subjects). For the verification of this final version of the device, previous findings will be taken into account for designing validation procedures and in order to reconfirm the device usability (by examining repeatability and reliability).

Next step will include testing of the proposed method for signal pre-processing (software-based artifact cancellation) on already recorded signals. Preliminary results of this step are published in [6] for application of video signals. Other methods should be also tested and considered such as neural networks, fractional calculus, fractal analysis, etc.

6.2. Application of novel methods for EGG signals analysis for assessment of smooth stomach muscles.

According to the established protocols for EGG acquisition for assessment of gastro-intestinal tract, EGG signals will be measured and stored for further analysis. The first step in the analysis is to calculate parameters of the EGG signals for the assessment of stomach functioning and to compare those parameters with qualitative measures (preliminary results are already presented in [13]), and if possible with other electrophysiological signals. Then, adequate qualitative parameters for description of changes in EGG signals that could lead to understanding of physiological processes

will be proposed and discussed. In particular, EGG-based protocols and methods for sickness assessment will be proposed.

7. Conclusion and proposal

For preparing this Report, the Committee considered relevant facts on the suitability of the Doctoral dissertation title and the PhD candidate. Taking into account the previous work of the candidate **Nenad Popović**, the Committee concluded that candidate is capable for delivering scientific research work. After the detailed analysis of the proposed Doctoral dissertation title “**Methods for assessment of electrical activity of smooth muscles**” (in Serbian: “**Metode za ocenu električne aktivnosti glatkih mišića**”), the Committee agrees completely that the proposed title meets all eligibility criteria for a Doctoral dissertation.

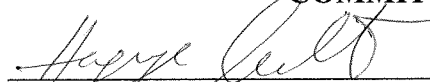
The Committee agrees that the proposed title and theme belong to the narrow scientific field of **Biomedical Engineering** and that University of Belgrade – School of Electrical Engineering (ETF) is competent for this scientific field.

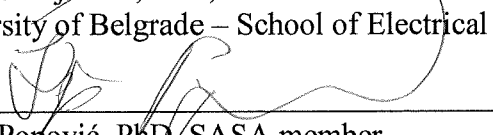
For the mentor of Doctoral dissertation the Committee proposes **Assist. Prof. Nadica Miljković** from the ETF and encloses to this Report a list of published papers for Nadica Miljković that qualifies her to be the mentor of the proposed Doctoral dissertation.

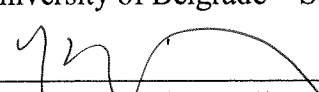
Having in mind all aforementioned facts, the Committee has an honor and pleasure to propose to the Teaching-scientific council at the ETF to accept the title of the Doctoral dissertation that will be written and defended in English “Methods for assessment of electrical activity of smooth muscles” (in Serbian “Metode za ocenu električne aktivnosti glatkih mišića”) and to allow candidate Nenad Popović to work on the proposed thesis.

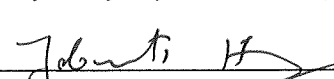
in Belgrade on July 2, 2019.

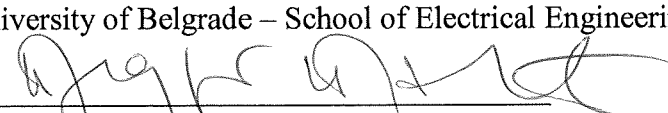
COMMITTEE MEMBERS

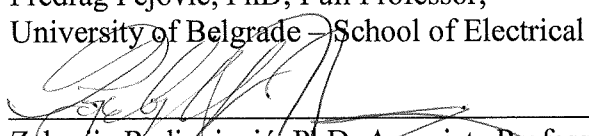

Nadica Miljković, PhD, Assistant Professor
University of Belgrade – School of Electrical Engineering


Dejan Popović, PhD, SASA member
University of Belgrade – School of Electrical Engineering


Jaka Sodnik, PhD, Full Professor,
University of Ljubljana – Faculty of Electrical Engineering


Nenad Jovičić, PhD, Associate Professor,
University of Belgrade – School of Electrical Engineering


Predrag Pejović, PhD, Full Professor,
University of Belgrade – School of Electrical Engineering


Zaharije Radivojević, PhD, Associate Professor,
University of Belgrade – School of Electrical Engineering