

Образац 3.

Факултет    Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

1150/7  
(Број захтева)

Веће научних области техничких наука  
(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

19.11.2020.  
(Датум)

**ЗАХТЕВ**

**за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације  
и о одређивању ментора**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„АУТОНОМНО ПОЗИЦИОНИРАЊЕ И ГЕНЕРИСАЊЕ ОПТИМАЛНИХ ПУТАЊА  
БЕСПИЛОТНИХ ВАЗДУХОПЛОВНИХ СИСТЕМА ПРИ СЛЕТАЊУ (AUTONOMUS POSITIONING  
AND OPTIMAL TRAJECTORY GENERATION OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS DURING  
LANDING)“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ    Ваздухопловство

**ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:**

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:  
Мр Драган (Михаило) Раковић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):  
Магистарске студије, Машински факултет Београд

3. Година завршетка претходног нивоа студија: 2010.

4. Година уписа на докторске студије: 2017.

5. Назив студијског програма докторских студија: Машинско инжењерство

## ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

1. Име и презиме ментора: \_\_\_\_\_Александар Симоновић\_\_\_\_\_

Звање: \_\_\_\_\_Редовни професор\_\_\_\_\_

### Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Pajcin M., Simonovic A., Ivanov T., Komarov D., Stupar S.: Numerical Analysis of a Hypersonic Turbulent and Laminar Flow Using a Commercial CFD Solver, Thermal Science, Volume 21, Supplement 3, 2017, pp. 795-807, M22, IF 1.433, ISSN 0354-9836
2. Simonovic A., Jovanovic M., Lukic N., Zoric N., Stupar S., Ilic S.: Experimental studies on active vibration control of smart plate using a modified PID controller with optimal orientation of piezoelectric actuator, Journal of Vibration and Control, Volume 22, Issue 11, 2016, pp. 2619-2631, M21, IF 2.101, ISSN 1077-5463
3. Sekutkovski B., Kostic I., Simonovic A., Cardiff P., Jazarevic V.: Three-dimensional fluid-structure interaction simulation with a hybrid RANS-LES turbulence model for applications in transonic flow domain, Aerospace Science and Technology, Volume 49, pp 1-16, M21a, IF 2.057, ISSN 1270-9638
4. Pekovic O., Stupar S., Simonovic A., Svorcan J., Trivkovic S.: Free Vibration and Buckling Analysis of Higher Order Laminated Composite Plates Using the Isogeometric Approach, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Volume 53, Issue 2, 2015, pp. 453-466, M23, IF 0.679, ISSN 1429-2955
5. Pekovic O., Stupar S., Simonovic A., Svorcan J., Komarov D.: Isogeometric bending analysis of composite plates based on a higher-order shear deformation theory, Journal of Mechanical Science and Technology, Volume 28, Issue 8, 2014, pp. 3153-3162 M22, IF 0.838, ISSN 1738-494X
6. Zoric N., Simonovic A., Mitrovic Z., Stupar S., Obradovic A., Lukic N.: Free vibration control of smart composite beams using particle swarm optimized self-tuning fuzzy logic controller, Journal of Sound and Vibration, Volume 333, Issue 21, 2014, pp. 5244-5268 M21, IF 1.813, ISSN 0022-460X

2. Име и презиме ментора: \_\_\_\_\_Александар Грбовић\_\_\_\_\_

Звање: \_\_\_\_\_Редовни професор\_\_\_\_\_

### Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Kraedegh A., Sedmak A., Grbovic A., Sedmak S.: Stringer effect on fatigue crack propagation in A2024-T351 aluminum alloy welded joint, International Journal of Fatigue, Volume 105, Pages 276-282, ISSN: 0142-1123, IF 3.673 (2017) (M21)
2. Tomović A., Šalinić S., Obradović A., Grbović A., Milovančević M.: Closed-form solution for the free axial-bending vibration problem of structures composed of rigid bodies and elastic beam segments, Applied Mathematical Modelling, Volume 77, Part 2, Pages 1148-1167, ISSN: 0307-904X, IF 2.841 (2020) (M21)
3. Grbovic Aleksandar M., Rasuo Bosko P., FEM based fatigue crack growth predictions for spar of light aircraft under variable amplitude loading, ENGINEERING FAILURE ANALYSIS, (2012), vol. 26 br. , str. 50-64. (IF=2,203) (M21)1
4. Hemer A., Milovic Lj., Grbovic A., Aleksic B., Aleksic V.: Numerical determination and experimental validation of the fracture toughness of welded joints, Engineering Failure Analysis, Vol. 107, ISSN: 1350-6307, IF 2.203 (2020) (M22)1
5. Gordana Kastratović, Aleksandar Grbović, Nenad Vidanović, Approximate method for stress intensity factors determination in case of multiple site damage, Applied Mathematical Modelling, (2015), vol. 39 br. 19, str. 6050-6059 (IF=2,291) (M21)1).

Обавештавамо вас да је

Наставно – научно веће

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 19.11.2020. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

**ДЕКАН ФАКУЛТЕТА**

\_\_\_\_\_

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
  2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

**Напомена:** Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -  
Број: 1150/6  
Датум: 19.11.2020. године  
Београд, Краљице Марије 16

На основу захтева студента **мр Драгана Раковића**, дипл. инж. маш., бр. 1150/1 од 18.08.2020. године да му се одобри израда докторске дисертације, реферата Комисије у саставу: др Часлав Митровић, ред. проф., др Небојша Петровић, ред. проф., др Огњен Пековић, ванр. проф, др Горан Воротовић, ванр. проф. и др Петар Миросављевић, ванр. проф., Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет број 1150/4 од 16.11.2020. године, а на основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 64. Статута Машинског факултета (број 1450/4 од 14.06.2018. године) и члана 30. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 19.11.2020. године, донело је следећу

### ОДЛУКУ

Прихвата се научна заснованост теме докторске дисертације и констатује да студент **МР ДРАГАН РАКОВИЋ**, дипл. инж. маш. испуњава услове за израду докторске дисертације **«АУТОНОМНО ПОЗИЦИОНИРАЊЕ И ГЕНЕРИСАЊЕ ОПТИМАЛНИХ ПУТАЊА БЕСПИЛОТНИХ ВАЗДУХОПЛОВНИХ СИСТЕМА ПРИ СЛЕТАЊУ (AUTONOMUS POSITIONING AND OPTIMAL TRAJECTORY GENERATION OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS DURING LANDING)»**.

Одлуком ННВ бр. 1150/5 од 08.10.2020. године за менторе докторске дисертације **мр Драгану Раковићу**, именују се **др Александар Симоновић, ред. проф. и др Александар Грбовић, ред. проф.**

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, менторима и архиви Факултета.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

# **УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**

## **Машински факултет**

### **ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА**

**Предмет:** Подобност теме и кандидата за израду докторске дисертације студента докторских студија Драгана М. Раковића.

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду Машинског факултета број 1150/3 од 08.10.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за подношење реферата о теми докторске дисертације кандидата **Драгана М. Раковића**, студента Докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме:

**„Аутономно позиционирање и генерисање оптималних путања беспилотних ваздухопловних система при слетању”**

**„Autonomus Positioning and Optimal Trajectory Generation of Unmanned Aircraft Systems during landing“**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

### **РЕФЕРАТ**

#### **1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

##### **1.1. Биографски подаци**

Драган М. Раковић рођен је 07.04.1964. године у Краљеву. Основну и средњу школу завршио је у Рашки. Након завршетка средње школе, усмерено образовање математички смер, уписао је Машински факултет Универзитета у Београду, смер аерокосмотехника. На катедри за ваздухопловство је дипломирао 1994. године.

Магистрирао је 2010. године на Катедри за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду са темом „Развој методологије одређивања конструктивних параметара савремених беспилотних летелица специјалних намена“.

Од 2000. године запослен је у Ресору државне безбедности МУП Републике Србије, а од 2002. године у Безбедносно-информативној агенцији Републике Србије. Изабран је у звање асистента на Академији за националну безбедност.

Драган Раковић је сертификован од стране Директората за цивилно ваздухопловство Републике Србије за инструктора за обуку у области обезбеђивања у ваздухопловству. Поседује сертификат за ИСО стандард 27000 – 27014.

Током рада у Агенцији обављао је послове на планирању, пројектовању, развоју и реализацији нових пројеката, између осталог је реализовао и пројекат „Хелидром“.

Кандидат користи Windows, Linux и Mac платформе. Креира и интегрише информационе системе са потребном опремом, софтвером и њиховом заштитом. Користи *CATIA* софтверски пакет као више различитих програмских језика (*FORTRAN*, *Visual Studio*). Такође, користи софтверске пакете: *Ozi explorer*, *ArcGIS* и *MATLAB*.

Служио је војни рок у ЈНА 1983-84. г, а у резервном саставу има чин водника. Говори руски и енглески језик. Ожењен је и има једно дете.

## 1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Као магистар наука кандидат је уписао трећу годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2017/2018. Током докторских студија испунио је све обавезе предвиђене наставним планом и програмом и успешно одбранио Пројекат идеје докторске дисертације. У складу са чланом 15. Правилника о докторским студијама Машинског факултета у Београду, кандидат **Драган М. Раковић** је остварио укупно 120 ЕСПБ бодова, чиме је испунио основни услов да пријави докторску дисертацију. Просечна оцена кандидата током докторских студија је 9,14 (девет и 14/100). У даљем тексту дата је табела у којој су наведени положени предмет, остварени ЕСПБ бодови и добијене оцене.

| Број | Назив предмета                                         | ЕСПБ | Оцена     |
|------|--------------------------------------------------------|------|-----------|
| 1.   | Виши курс математике                                   | 5    | 9 (девет) |
| 2.   | Нумеричке методе                                       | 5    | 9 (девет) |
| 3.   | Аерографи и узгонске површине ваздухоплова             | 5    | 9 (девет) |
| 4.   | Истраживање и публиковање 1                            | 10   | 9 (девет) |
| 5.   | Одабрана поглавља из механике                          | 5    | 9 (девет) |
| 6.   | Одабрана поглавља из структуралне анализе ваздухоплова | 5    | 9 (девет) |

|     |                                                                              |    |            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|----|------------|
| 7.  | Оптимизација ваздухопловних конструкција                                     | 5  | 9 (девет)  |
| 8.  | Замор и процена века ваздухопловних конструкција                             | 5  | 9 (девет)  |
| 9.  | Пројектовање аеропрофила за мале Рејнолдсове бројеве                         | 5  | 9 (девет)  |
| 10. | Истраживање и публиковање 2                                                  | 15 | 9 (девет)  |
| 11. | Истраживање и публиковање 3                                                  | 20 | 9 (девет)  |
| 12. | Истраживање и публиковање 4                                                  | 8  | 9 (девет)  |
| 13. | ОМНИР (организација и методологија научно-истраживачког рада) и комуникација | 5  | 10 (десет) |
| 14. | Пројекат идеје докторске дисертације                                         | 22 | 10 (десет) |

Кандидат је први аутор два рада од којих је један објављен у тематском зборнику од међународног значаја.

### 1.3 Списак објављених радова и других релевантних резултата и активности које опредељују афинитет кандидата за рад на предложеној теми

#### Научни рад

#### Категорија

**Rakovic, D.,** Simonovic, A., Grbovic, A., *UAV Positioning and Navigation-Review*, Scientific paper printed in “4<sup>th</sup> International Conference of Experimental and Numerical Investigations and New Technologies – CNN TECH 2020“, Edited by Nenad Mitrovic, Goran Mladenovic and Aleksandra Mitrovic, Published by **Springer Verlag Ltd**, ISBN 978-3-030-58361-3, pp. 220-256, Volume 153, 2020, DOI: 10.1007/978-3-030-58362-0\_14

**M14**

**Rakovic, D.,** Simonovic, A., Grbovic, A., *Survey of UAV positioning and navigation methods and methodologies*, 4<sup>th</sup> International Conference of Experimental and Numerical Investigations and New Technologies (CNN TECH 2020), Zlatibor, Serbia, 29 June – 02 July 2020.

**M34**

Наведене референце показују да је кандидат овладао методама детерминисања трајекторија лета и навигације беспилотних ваздухопловних система као и евалуације теоријских и добијених експерименталних података у циљу унапређења карактеристика беспилотних система у режимима аутономног лета. Мултидисциплинарни приступи анализе система контроле и управљања лета беспилотних система указује на способност кандидата да препозна нове методологије и предложи нове концепте у области истраживања докторске дисертације

#### **1.4 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми**

Својим досадашњим истраживачким активностима кандидат **Драган М. Раковић** је испољио потребан квалитет, заинтересованост, способност и стручност за научни и истраживачки рад. Два публикована рада, од чега један рад публикован на међународној конференцији, указују на потенцијале кандидата да се бави теоријским и комплексним истраживањима мултидисциплинарног карактера.

С обзиром да је досадашње ангажовање на истраживачком раду и објављени радови те свеобухватна истраживачка делатност кандидата суштински повезани са научном облашћу којој припада тема предложене докторске дисертације, Комисија сматра да кандидат има научно-стручну усмереност у области које покрива предложена тема.

На основу биографских података кандидата, положених испита на докторским студијама, његових научних и стручних активности, афинитета, исказаног интересовања, као и објављеног рада, Комисија закључује да кандидат **Драган М. Раковић** испуњава потребне услове и да је оспособљен за успешан самостални теоријски и експериментални рад на предложеној теми докторске дисертације.

## **2. ПРЕДМЕТ РАДА**

Унапређење беспилотних ваздухопловних система (*Unmanned Aircraft Systems*) намеће потребу за перманентним развојем нових и унапређењем постојећих научно-технолошких и техничких остварења и њихову ефикасну имплементацију. Подизање функционалне оперативности и проширење спектра и потенцијала могуће употребе у највећој мери зависи од подизања технолошко-техничког нивоа ових система. Као два најосетљивија сегмента употребе ових аутономних система су режими полетања и аутономног слетања. Маневар слетања због своје специфичности представља посебан проблем за ове аутономне системе.

Проблем и предмет истраживања чине формирање и развој адекватног функционалног модела позиционирања и генерисања оптималних трајекторија при слетању широког потенцијала употребе код аутономних ваздухопловних система за задате различите услове.

Предмет истраживања – развој новог модела за аутономно позиционирање и генерисање оптималних путања беспилотних ваздухопловних система потврдиће веродостојност новог модела кроз унапређење карактеристика беспилотних ваздухопловних система у посебним експлоатационим условима током радног века.

### 3. НАУЧНИ ЦИЉ РАДА

Циљ истраживања је усавршавање постојећих и генерисање нових алгоритама за аутономно позиционирање и генерисање оптималних путања беспилотних ваздухопловних система. Током израде докторске дисертације пажња ће бити усмерена на систематизацију постојећих података везаних за ову проблематику при чему ће бити установљена методологија за верификацију резултата добијених током овог истраживања.

За реализацију наведеног циља истраживања неопходно је:

- Сагледати постојеће приступе решавања наведеног проблема у доступној литератури,
- Формирање адекватних модела кретања,
- Формирање математичког модела,
- Израда нумеричког модела,
- Провера и анализа резултата,
- Извођење закључак,

### 4. ПОЛАЗНА ХИПОТЕЗА ИСТРАЖИВАЊА

Полазна хипотеза докторске дисертације је да развој скалабилног система за аутоматско позиционирање и генерисање оптималних путања при слетању беспилотних ваздухопловних система може допринети унапређењу перформанси и експлоатационих карактеристика ових аутономних система.

У наставку се наводи део актуелних референци која се бави предметном проблематиком која је референтна за ову докторску дисертацију:

- [1] Abdessameud, Abdelkader, and Abdelhamid Tayebi. „*Global trajectory tracking control of VTOL-UAVs without linear velocity Measurements*”, Automatica, A Journal of IFAC, the International Federation of Automatic Control 46.6 (2010):1053-1059.
- [2] Zhang, Guohao, and Li-Ta Hsu. „*Intelligent GNSS/INS integrated navigation system for a commercial UAV flight control system*”, Aerospace Science and Technology 80 (2018):368-380.

- [3] Vetrella, Amedeo Rodi, Giancarmine Fasano, and Domenico Accardo. „*Attitude estimation for cooperating UAVs based on tight integration of GNSS and vision measurements*”, Aerospace Science and Technology 84 (2019):966-970.
- [4] V. Jeaneau, L. Jouanneau, A. Kotenkoff, „*Path planner methods for UAVs in real environment*”, IFAC PapersOnLine 51-22 (2018):292–297.
- [5] González, V., et al. „*UAVs mission planning with flight level constraint using Fast Marching Square Method*”, Robotics and Autonomous Systems 94 (2017):162-171.
- [6] Wu, Xiwei, Bing Xiao, and Yaohong Qu. „*Modeling and sliding mode-based attitude tracking control of a quadrotor UAV with time-varying mass*”, ISATransactions, (2019):417-430.
- [7] Khaghani, Mehran, and Jan Skaloud. „*Assessment of VDM-based autonomous navigation of a UAV under operational conditions*”, Robotics and Autonomous Systems 106 (2018): 152-164.
- [8] Yao, Peng, Yangguang Cai, and Qian Zhu. „*Time-optimal trajectory generation for aerial coverage of urban building*”, Aerospace Science and Technology 84 (2019):387-398.
- [9] Dasdemir, Erdi, Murat Köksalan, and Diclehan Tezcaner Öztürk. „*A flexible reference point-based multi-objective evolutionary algorithm: An application to the UAV route planning problem*”, Computers and Operations Research 114 (2020).
- [10] Ony Arifianto, Mazen Farhoodn, „*Optimal control of a small fixed-wing UAV about concatenated trajectories*”, Control Engineering Practice 40 (2015).
- [11] Invernizzi, Davide, and Marco Lovera. „*Trajectory tracking control of thrust-vectoring UAVs*”, Automatica 95 (2018):180-186.
- [12] Zou, Yao, and Ziyang Meng. „*Coordinated trajectory tracking of multiple vertical take-off and landing UAVs*”, Automatic 99 (2019):33-40.
- [13] Uluskan, Seçkin. „*Noncausal trajectory optimization for real-time range-only target*”, Aerospace Science and Technology 99 (2020).
- [14] Pérez-Carabaza, Sara, et al. „*UAV trajectory optimization for Minimum Time Search with communication constraints and collision avoidance*”, Engineering Applications of Artificial Intelligence 85 (2019):357-271.
- [15] Huang, Lan, et al. „*Observable modes and absolute navigation capability for landmark-based IMU/Vision Navigation System of UAV*”, Optik 202 (2020).
- [16] Bousbaa, Fatima Zohra, et al. „*GeoUAVs: A new geocast routing protocol for fleet of UAV*”, ComputerCommunication 149 (2020):259-269.
- [17] Torres, Vitor AMF, et al. „*Combined weightless neural network FPGA architecture for deforestation surveillance and visual navigation of UAVs*”, Engineering Applications of Artificial Intelligence 87 (2020).
- [18] Zhou, Weifeng, et al. „*Position control of a tail-sitter UAV using successive linearization based model predictive control*”, Control Engineering Practice 91 (2019).
- [19] Liao, Song-lin, et al. „*Path planning for moving target tracking by fixed-wing UAV*”, Defence Technology 16.4 (2020):811-824.
- [20] Song, Zhongguo, et al. „*The Vector Matching Method in Geomagnetic Aiding Navigation*”, Sensors 16.7 (2016).
- [21] Sharma, Vishal, Dushantha Nalin K. Jayakody, and Kathiravan Srinivasan. „*On the positioning likelihood of UAVs in 5G networks*”, Physical Communication 31 (2018):1-9.
- [22] Hu, Yujiao, et al. „*3D multi-UAV cooperative velocity-aware motion planning*”, Future Generation Computer Systems Volume102 (2020):762–77.

Аутори рада [1] баве се контролом положаја беспилотних летелица са вертикалним полетањем и слетањем (*Vertical Take-Off and Landing (VTOL) Unmanned Aerial Vehicles (UAV)*) без мерења линеарне брзине при чему се користе својства каскаде транслационе и ротационе динамике за постизање глобалне асимптотске стабилности целог система затворених петљи. Интеграција више различитих система је дата у литератури [2] и [3] где су разматрани системи интеграције рада GPS/INS и кооперативно навођење више летелица. У радовима [4], [5] и [6] уводе се нови математички модели за одређивање оптималних путања беспилотних система. Интеграција података добијених од више различитих сензора је проширена истраживањима [7], [8] и [9]. Током времена за одређивање оптималних путања беспилотних система посвећен је велики број истраживања. У том смислу разматране су најразличитије идеје као што су: употреба сателитских слика [9], вишеобјектно планирање путање [10], генерисање трајекторија у реалном времену из библиотеке претходно дефинисаних кретања [11], векторисање потиска [12], групно кретање [13]. Коришћење савремених математичких теорија омогућило је инвентивне методе навигације и одређивања оптималних трајекторија лета беспилотних система [14] и [15]. Даљи развој и интеграција техничких карактеристика система, сензора и нових математичких истраживања омогућила су стварање нових моћних интегрисаних система који су разматрани у [15] - [20].

Сасвим нова истраживања која се интензивно проводе у свим друштвеним и техничким сферама савременог живота отварају нове готово неслућене могућности непрестаног усавршавања постојећих система кроз најразличитије интеграције и синергије [20] - [22]. На тај начин, уочен је простор за проширење методологије и нових приступа за одређивање оптималних путања и успешну навигацију беспилотних ваздухопловних система.

## **5. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА**

Током истраживања користиће се научне методе које су карактеристичне за ужу научну област ваздухопловства. Приликом проучавања и разматрања проблематике у процесу доношења валидних закључака примењиваће се:

- Метакеуристичке методе оптимизације,
- Нумеричке методе симулације и анализе,

## **6. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И НАУЧНИ ДОПРИНОС**

Према одређеним циљевима докторске дисертације и постављеним хипотезама, употребом дефинисаних метода, очекује се да докторска дисертација на предложеној тему пружи следеће научне доприносе:

- Развој новог генерализованог модела позиционирања беспилотне ваздухопловне платформе у завршној фази лета. Тако успостављен модел,

омогућиће формирање софтвера за повећавање тачности система позиционирања при кретању беспилотних ваздухопловних система,

- Развој методологије за корелацију конфигурисања система позиционирања беспилотних ваздухопловних система и захтеване разматране класе тачности система позиционирања,
- Генерисање нумеричког модела оцене грешке система позиционирања беспилотних ваздухопловних система у зависности од параметара лета и конфигурације система позиционирања,
- Успостављање методологије концепцијског пројектовања система позиционирања комплексних система беспилотних ваздухопловних платформи са пратећом софтверском надоградњом у циљу унапређења летних карактеристика, енергетске ефикасности, безбедности и интегритета ваздухопловних платформи у посебно захтевним режимима експлоатације,

Научни доприноси резултата истраживања током израде докторске дисертације ће бити верификовани и од стране домаће и међународне стручне јавности публикавањем у референтним међународним часописима високог импакт фактора.

## **7. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

У иницијалној фази израде докторске дисертације биће извршен преглед доступне релевантне литературе која се бави сличним и сродним истраживањима са освртом на теоријске приступе и остварене резултате.

Фазе даљег рада су следеће:

- Развој модела ваздухопловног беспилотног система;
- Израда нумеричког модела, нумеричке платформе и експерименталног система који ће се користити за разматрање;
- Обрада и анализа добијених резултата током експеримента;
- Верификација добијених резултата;
- Дискусија и израда закључка;

Општа структура предложене докторске дисертације би требала да садржи следећа поглавља:

- 1) Увод
- 2) Осврт на постојећа истраживања
- 3) Теоријске основе
- 4) Нумерички модел
- 5) Експериментална верификација
- 6) Дискусија
- 7) Закључак
- 8) Литература
- 9) Прилози

## 8. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Анализом пријаве теме кандидата **мр Драгана М. Раковића**, дипл. инж. маш., Комисија за подошење реферата о теми докторске дисертације закључује да је предложена тема научно утемељена, изузетно актуелна, пружа могућност за остваривање значајних научних доприноса и одговарајућа за израду докторске дисертације, као и да кандидат, који је студент Докторских студија на Универзитету у Београду – Машинском факултету, испуњава све предвиђене услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду, и да има научноистраживачке способности за рад на докторској дисертацији. Имајући у виду све наведено, Комисија предлаже Већу докторских студија Машинског факултета Универзитета у Београду да се кандидату **мр Драгану М. Раковићу**, дипл. инж. маш. студенту Докторских студија Машинског факултета Универзитета у Београду, одобри израда докторске дисертације под називом:

**„Аутономно позиционирање и генерисање оптималних путања беспилотних ваздухопловних система при слетању“**

**„Autonomus Positioning and Optimal Trajectory Generation of Unmanned Aircraft Systems during landing“**

Тема припада области техничких наука – машинство, ужој научној области – ваздухопловство, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан. За ментора ове докторске дисертације предлажу се др Александар Симоновић, дипл. инж. маш., редовни професор, Универзитет у Београду - Машински факултет и др Александар Грбовић, дипл. инж. маш., редовни професор, Универзитет у Београду - Машински факултет.

Београд, 22.10.2020.

### **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

др Часлав Митровић, редовни професор

др Небојша Петровић, редован професор

др Огњен Пековић, ванредни професор

др Горан Воровић, ванредни професор

др Петар Миросављевић, ванредни професор  
Универзитета у Београду Саобраћајног  
факултета

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –  
Број: 1150/5  
Датум: 08.10.2020.  
Београд, Краљице Марије бр.16

На основу члана 64. Статута Машинског факултета Универзитета у Београду број 1450/4 од 14.06.2018. године и члана 20. а сагласно члану 29. Правилника о докторским студијама на Универзитету у Београду од 24.05.2016.г., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној дана 08.10.2020. године, донело је следећу

### ОДЛУКУ

Именују се **др Александар Симоновић, ред. проф. и др Александар Грбовић, ред. проф.** за менторе докторске дисертације **„АУТОНОМНО ПОЗИЦИОНИРАЊЕ И ГЕНЕРИСАЊЕ ОПТИМАЛНИХ ПУТАЊА БЕСПИЛОТНИХ ВАЗДУХОПЛОВНИХ СИСТЕМА ПРИ СЛЕТАЊУ (AUTONOMUS POSITIONING AND OPTIMAL TRAJECTORY GENERATION OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS DURING LANDING)“** кандидата **МР ДРАГАНА РАКОВИЋА**, дипл. инж. маш., студента докторских студија.

Одлуку доставити: ментору, докторанду и архиви.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић