

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ЗА МАШИНСТВО И ГРАЂЕВИНАРСТВО У КРАЉЕВУ

КРАЉЕВО

Факултет за машинство и грађевинарство  
у Краљеву

Универзитета у Крагујевцу.

Бр. 196

Датум: 07.03.2017 год.

Краљево, Доситојева 19.

## НАСТАВНО - НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Извештај Комисије о избору у звање научни сарадник кандидата др Владимира Стојановића, дипл. инж. маш.

Одлуком Наставно - научног већа Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву, број: 166/2 од 25.02.2014. године именована је Комисија у следећем саставу:

1. др Новак Недић, редовни професор  
Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву  
Научна област: Системи аутоматског управљања и флуидне управљачке компоненте и системи
2. др Војислав Филиповић, ванредни професор  
Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву  
Научна област: Аутоматско управљање, флуидна техника и мерења
3. др Драган Пршић, доцент  
Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву  
Научна област: Аутоматско управљање, флуидна техника и мерења

за писање извештаја о стицању научног звања **научни сарадник** кандидата др **Владимира Стојановића**, дипл. инж. маш. Сходно Закону о научноистраживачкој делатности, Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача и Статута Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву, а на основу увида у приложену документацију и личног познавања кандидата, Комисија подноси Наставно - научног већу следећи:

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Биографски подаци

Владимир Стојановић је рођен 5. јуна 1983. године у Краљеву, где је завршио основну школу и природно математички смер Гимназије. Машински факултет у Краљеву Универзитета у Крагујевцу је уписао 2002. године. Као студент генерације, дипломирао је 12. фебруара 2007. године на Групи за аутоматско управљање и флуидну технику са просечном оценом 9.57 (девет и 57/100). Дипломски рад из предмета Индустијски работи, под називом "Анализа рада система аутоматског управљања манипулатора ППТ" одбранио је са оценом 10. Ментор овог дипломског рада био је др Новак Недић, ред. проф. Његов успех током студирања потврђују многобројне стипендије и награде које је примао. Неке од њих су: стипендија од Министарства

просвете Републике Србије, Универзитетска стипендија, стипендија од града Краљева, стипендија из фонда Владе за младе таленте као и награда од Регионалне привредне коморе Краљево.

Након завршеног факултета уписао је Докторске академске студије на Машинском факултету у Краљеву и завршио их са просечном оценом 9.88 (девет и 88/100). Био је истраживач-стипендиста Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, а ради укључивања у реализацију научноистраживачких пројеката који се финансирају из буџета Републике Србије. Докторску дисертацију под називом **“Планирање експеримента за робусну идентификацију динамичких система”**, која припада ужој научној области робусне идентификације динамичких система и адаптивног управљања, односно у ширем смислу области аутоматског управљања, одбранио је 27.11.2013. год. Ментор ове докторске дисертације био је др Војислав Филиповић, ван. проф. Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву.

Од 01.01.2011. год. запослен је као истраживач приправник на Машинском факултету Краљево где и сада ради као истраживач сарадник на реализацији пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. До сада је укупно учествовао у реализацији четири научноистраживачка пројеката из области технолошког развоја који су финансирани од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

## **2 Преглед научноистраживачких резултата**

### **2.1 Радови у истакнутим међународним часописима M22**

- 2.1.1 N. Nedic, D. Prsic, Lj. Dubonjic, **V. Stojanovic**, V. Djordjevic (2014): Optimal cascade hydraulic control for a parallel robot platform by PSO. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, DOI: 10.1007/s00170-014-5735-5. (ISSN: 0268-3768), (IF:1.205)

### **2.2 Радови у међународним часописима M23**

- 2.2.1 V. Filipovic, N. Nedic, **V. Stojanovic** (2011): “Robust identification of pneumatic servo actuators in the real situations”, Forschung im Ingenieurwesen - Engineering Research, Vol.75(4), pp. 183-196. (ISSN: 0015-7899)
- 2.2.2 **V. Stojanovic**, V. Filipovic (2014): Adaptive Input Design for Identification of Output Error Model with Constrained Output. Circuits, Systems, and Signal Processing, Vol.33(1), pp. 97-113. (ISSN: 0278-081X), (IF:0.982)

### **2.3 Саопштења са скупова међународног значаја штампана у целини M33**

- 2.3.1 **V. Stojanovic**, R. Karamarkovic, M. Marasevic (2008): Exergy efficiency of a radiator heating system, Heavy Machinery 2008 – VI International Triennial Conference, pp. D.51-D.56, Kraljevo, June 24<sup>th</sup> – 29<sup>th</sup> (ISBN: 978-86-82631-45-3)
- 2.3.2 N. Nedic, D. Pršic, **V. Stojanovic** (2010): A cascade load force control of a hydraulically driven 6-DOF parallel robot manipulator based on input-output linearization, X Triennial International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, pp. 89-92, Nis, Serbia, November 10<sup>th</sup>–12<sup>th</sup>, (ISBN: 978-86-6125-020-0)

- 2.3.3 V. Filipovic, **V. Stojanovic** (2010): "Robust Kalman filter as parameter estimator for Output Error models, X Triennial International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, pp. 359-362, Nis, Serbia, November 10<sup>th</sup>–12<sup>th</sup>, (ISBN: 978-86-6125-020-0)
- 2.3.4 V. Filipovic, **V. Stojanovic** (2010): Robust Identification of Time-Varying Stochastic systems, X Triennial International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, pp. 363-366, Nis, Serbia, November 10<sup>th</sup>–12<sup>th</sup>, (ISBN: 978-86-6125-020-0)
- 2.3.5 V. Filipovic, **V. Stojanovic** (2011): Switching Predictive Control: Controller Design and Simulations, VII International Triennial Conference – Heavy Machinery 2011, Volume 7, No 3, Session C, pp. 7-12, Vrnjacka Banja, June 29<sup>th</sup> – July 2<sup>nd</sup>, (ISBN: 978-86-82631-58-3)
- 2.3.6 **V. Stojanovic**, V. Filipovic, N. Nedic (2011): Stochastic Model of a Pneumatic Actuator, VII International Triennial Conference – Heavy Machinery 2011, Volume 7, No 3, Session C, pp. 47-52, Vrnjacka Banja, June 29<sup>th</sup> – July 2<sup>nd</sup>, (ISBN: 978-86-82631-58-3)
- 2.3.7 V. Filipovic, **V. Stojanovic**, N. Nedic, D. Prsic (2012): TARX model of Pneumatic cylinder and Identification, XI International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, pp. 260-263, Nis, Serbia, November 14<sup>th</sup>–16<sup>th</sup>, (ISBN: 978-86-6125-072-9)
- 2.3.8 **V. Stojanovic**, V. Filipovic, (2012): Adaptive input design for identification of Output Error model with constrained output, XI International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, pp. 156-159, Nis, Serbia, November 14<sup>th</sup>–16<sup>th</sup>, (ISBN: 978-86-6125-072-9)
- 2.3.9 N. Nedic, D. Prsic, Lj. Dubonjic, **V. Stojanovic**, V. Djordjevic (2013): Optimal Tuning of PID Controllers for a Hydraulically Driven Parallel Robot Platform Based on Firefly Algorithm. International Conference of Automatics and Informatics 2013, John Atanasoff Society of Automatics & Informatics, pp. 277-280, 3-7 October 2013, Sofia, Bulgaria (ISSN: 1313-1850)

#### 2.4 Саопштења са скупова националног значаја штампана у целини M63

- 2.4.1 **V. Stojanovic** (2008): Savremeni sistemi automatizacije na bazi primene mikroelektronike, računara i programabilnih logičkih upravljanja za automatizovane fabrike budućnosti, HIPNEF 2008, str. 429-434, Vrnjačka Banja, 15. –17. Oktobar, (ISBN: 978-86-80587-87-5)
- 2.4.2 **V. Stojanovic**, N. Nedic, V. Filipovic (2009): Generisanje ulaznih signala za identifikaciju dinamičkih sistema zasnovanu na grešci izlaza, HIPNEF 2009, str. 337-342, Vrnjačka Banja, 14. –16. Oktobar, (ISBN:978-86-81505-48-9)

#### 2.5 Одбрањена докторска дисертација M71

- 2.5.1 **В. Стојановић**, Планирање експеримента за робусну идентификацију динамичких система, Докторска дисертација, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, 27.11.2013., бр. страна 111, Кључне речи:

робусна идентификација, генерисање улазних сигнала, модели са грешком излаза, стохастички процеси, Ментор: Проф. др Војислав Филиповић.

## 2.6 Учешће у научноистраживачким пројектима

- Истраживање, развој и примена метода и поступака контролисања и сертификације санитарне арматуре и уређаја у складу са захтевима међународних стандарда и прописа, ев. бр. ТД-7019Б, 2007-2008. Пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.  
Руководилац пројекта проф. др Новак Неђић
- Замена вентилски управљаних система системима са фреквентним регулатором, ев. бр. 14071, 2008-2011. Пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.  
Руководилац пројекта проф. др Новак Неђић
- Повећање енергетске ефикасности постројења за производњу топлотне енергије помоћу аутоматског управљања, ев. бр. ТР-33026, 2011-2014. Пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.  
Руководилац пројекта проф. др Новак Неђић
- Развој енергетски ефикасног постројења за гасификацију и когенерацију чврсте биомасе, ев. бр. ТР-33027, 2011-2014. Пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.  
Руководилац пројекта проф. др Владан Карамарковић

## 3. Анализа објављених радова

Области истраживачког рада кандидата су: робусна идентификација динамичких система, адаптивно управљање и оптимално управљање, односно у ширем смислу област аутоматског управљања. У наставку је дат детаљни приказ публикованих резултата кандидата у протеклом периоду.

У радовима 2.1.1, 2.3.2 и 2.3.9 развијене су стратегије управљања паралелне роботске платформе са 6 степени слободе. За реализацију пратећег управљања паралелне роботске платформе користи се каскадни алгоритам који је заснован на улазно – излазној линеаризацији. У овим радовима је развијена једноставна и рачунски прилагодљива стратегија подешавања параметара каскадних регулатора паралелне роботске платформе са 6 степени слободе. Паралелна роботска платформа представља екстремно тежак проблем за управљање. Висока нелинеарност, временска променљивост параметера и купловање, доводи до великих потешкоћа у управљању. Штавише, да би се обезбедило оптимално управљање, потребно је истовремено подешавати 24 параметара (по 4 параметара за сваки од 6 цилиндара). Значи потребно је решити оптимizacionи проблем у 24-димензионалном простору. Проналажење таквих параметара регулатора је рачунски нерешиво применом конвенционалних метода. Стога је веома важно развити једноставну стратегију подешавања параметара каскадних регулатора. У овим радовима је скуп оптималних параметара каскадних регулатора директно добијен решавањем неконвекног оптимizacionог проблема применом метахеуристичких алгоритама (Particle Swarm Optimization и Firefly Algorithm). Резултати симулација показали су предности предложених стратегија оптималног подешавања параметара каскадних регулатора.



У раду 2.3.1 је посматрана ексергијска ефикасност радијаторског система грејања. За ову сврху је развијен математички модел у Матлабу, и симулације су извршене у Симулинку.

У раду 2.3.5 је разматран проблем пројектовања прекидачких предиктивних регулатора (Model Predictive Control - MPC). Главни мотив развоја оваквих регулатора је повећање перформанси система са повратном спрегом. Поред тога, веома важна чињеница је да у пракси постоје системи којима је немогуће управљати коришћењем класичних стратегија управљања. У раду је показано да је коришћењем индекса перформанси, који је униформно ограничен, могуће пројектовати MPC прекидачки регулатор који обезбеђује стабилност система са повратном спрегом.

Синтеза оптималног улазног сигнала је подручје интензивног савременог истраживања. У радовима 2.2.2 и 2.3.8 је разматрана оптимална синтеза експеримента за моделе са грешком излаза (output error - OE) када постоји ограничење на снагу излазног сигнала. Показано је да се оптимални улазни сигнал добија преко регулатора минималне варијансе чија је референца бели шум са познатом варијансом. Да би се алгоритам могао реализовати примењен је адаптивни приступ. Алгоритам има два корака. У првом кораку се оцењују параметри процеса. У другом кораку, на основу тако добијених параметара, формира се регулатор минималне варијансе који генерише улазни сигнал процеса на основу којег се врши идентификација. Због референце у форми белог шума процена параметара је конзистентна (са вероватноћом 1 добијају се тачне вредности параметара).

Оправданост разматрања идентификације система у присуству негаусовог шума мерења потврђена је у пракси. Наиме, у мерењима постоје ретке, опсервације које су неконзистентне са већином популације опсервација (аутлајери) чије присуство може значајно деградирати перформансе линеарних рекурзивних алгоритама који су засновани на претпоставци да је шум мерења има Гаусову расподелу. Због тога је синтеза робусних алгоритама од примарног значаја. Синтеза је заснована на Хуберовој теорији робусних статистика. Робусност алгоритама се постиже увођењем нелинеарне трансформације грешке предикције (Хуберова функција). За наведену ситуацију Масрелез (Masreliez) и Мартин (Martin) су предложили робусни Калманов филтар. Овај филтар има малу осетљивост на присуство аутлајера у поређењу са стандардним Калмановим филтром, изведеним за случај да шум процеса има Гаусову расподелу а шум мерења негаусову расподелу. Оригинално предложени робусни Калманов филтер укључује две величине које није лако одредити у практичним условима. Да би се повећала флексибилност у циљу практичне примене робусног Калмановог филтра у радовима 2.3.3 и 2.3.4 су извршене хеуристичке модификације. Ове хеуристичке модификације су потврђене интензивним симулацијама. Додатна бенефиција једне од предложених интервенција је повећање брзине конвергенције процене параметара. Разлог је повећање појачања робусног Калмановог филтра. Перформансе предложене робусне процедуре су проказане на примеру модела са грешком излаза, у раду 2.3.3. У раду 2.3.4, ефикасност предложеног робусног алгоритма идентификације је приказана на примеру временски променљивих система. Као побудни сигнал је генерисан шум ограниченог опсега "1/f" користећи идеје из предиктивног управљања.

Детаљнија анализа модела пнеуматског цилиндра, описаног у радовима 2.2.1, 2.3.6 и 2.3.7, показује да постоји утицај комбинације топлотног коефицијента, непознатог коефицијента пражњења и промене температуре на модел цилиндра. Ти утицаји су случајни и зато је претпостављено да су параметри пнеуматског цилиндра случајни. Новија истраживања показала су да се нелинеарни модел система може коректно апроксимирати системом са временски променљивим параметрима. Због наведених разлога претпостављено је да је модел пнеуматског цилиндра стохастички линеарни модел са временски променљивим параметрима. Практична и теоријска

истраживања су показала да стохастичком моделу система постоје опсервације неконзистентне са већином популације опсервација (аутлајери), па је због тога у радовима 2.2.1 и 2.3.6 поремећај у моделу (шум мерења) негаусов. За идентификацију параметара система предложен је робусни алгоритам који је заснован на модификованом Масрељез-Мартинином филтру.

У раду 2.3.7 употребљен је рекурзивни алгоритам идентификације са фактором заборављања за естимацију параметара нелинеарних модела. Нелинеарни модел је апроксимиран са временски променљивим ARX моделом (TARX). Практични аспект добијених резултата потврђен је кроз експеримент на пнеуматском цилиндру који се налази у лабораторији Центра за аутоматско управљање и флуидну технику, Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву.

Проблем транспорта објеката је један од најчешћих случајева аутоматизације у индустрији. Коришћење програмабилних логичких контролера (Programmable Logic Controller - PLC), представља једноставно и економично решење. Рад 2.4.1 има за циљ аутоматизацију конкретног манипулатора користећи PLC контролер СРМ2. Поред тога, разматрани су начини смањења трајања радног циклуса.

За генерисање улазних сигнала у раду 2.4.2 се користи метод генерисања коваријационе функције улаза. Добијање ове функције је реализовано применом теорије хибридних система управљања. Улазни сигнал се генерише користећи идеје из предиктивног управљања заснованог на коначном улазном алфabetу. Генеришу се бинарни сигнали који имају особину да дају максималну енергију за дату амплитуду. У овом раду је изведен општи случај рекурзивног алгоритма за генерисање улазних сигнала користећи наведене идеје. Наиме, формулисан је алгоритам за генерисање бинарних сигнала са жељеном аутоковаријансом који генерише сигнале на произвољном интервалу.

У раду 2.5.1 се применом принципа црне кутије и теорија вероватноће, стохастичких процеса и математичке статистике а уз коришћење улазно/излазних мерења разматра могућност добијања математичких модела. Оквири за добијање модела су општи јер се претпоставља да су стохастички поремећаји негаусови. Практична истраживања показују да поремећај, у општем случају, има негаусову расподелу. Посебно је важан случај када се појаве опсервације које су неконзистентне у односу на главнину популације, (аутлајери). Расподеле вероватноће за тај случај су приближно нормалне ( $\epsilon$ - контаминирани) и предмет су интензивног проучавања у математичкој статистици. За такав случај се предлажу робусни алгоритми идентификације, при чему робусност има статистички карактер. Такође је разматрана примена робусног Калмановог филтра у идентификацији модела заснованих на грешци излаза. Развијен је робусни алгоритам за естимацију параметара линеарних стохастичких система који је заснован на модификованом Масрељез-Мартинином филтру. Предложена је робусна процедура за естимацију стања нелинеарних стохастичких система која се заснива на модификованом проширеном Масрељез-Мартинином филтру. Формулисан је робусни алгоритам за идентификацију временски променљивих система, заснованог на моделима са грешком излаза. Робусни проширени Калманов филтар се користи за идентификацију опште форме линеарног модела у простору стања. Такође је развијена робусна процедура за упоредну естимацију параметара и стања нелинеарних стохастичких система која се заснива на модификованом проширеном Масрељез-Мартинином филтру. Теорија планирања експеримента има важну улогу у повећању брзине конвергенције рекурзивних алгоритама као и у скраћењу времена идентификације. Предложена је адаптивна двостепена процедура за генерисање оптималног улазног сигнала за идентификацију модела заснованих на грешци излаза при ограничењу излаза. Улазни сигнали за идентификацију су креирани преко рекурзивне релације за аутоковаријациону

функцију. Синтеза аутоковаријационе функције заснована је на идејама из предиктивног управљања, при чему управљачки сигнал има коначан алфабет.

Сви радови кандидата др Владимира Стојановића имају највише три коаутора, осим рада 2.3.7 који има четири коаутора и радова 2.1.1 и 2.3.9 који имају пет коаутора и сви садрже нумеричке симулације. Дакле, сви радови кандидата имају пуну тежину.

#### **4. Квалитативна оцена научног доприноса**

##### **4.1 Показатељи успеха у научном раду:**

(Награде и признања за научни рад додељене од стране релевантних научних институција и друштава; уводна предавања на научним конференцијама и друга предавања по позиву; чланства у одборима међународних научних конференција; чланства у одборима научних друштава; чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија, рецензије научних радова и пројеката)

Кандидат др Владимир Стојановић, дипл. инж. маш. је рецензирао радове за следеће научне часописе:

- Circuits Systems and Signal Processing M23, (ISSN: 0278-081X) (IF: 0.982)
- Journal of Intelligent and Robotic Systems M23, (ISSN: 0921-0296) (IF: 0.827)

##### **4.2 Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова:**

(Допринос развоју науке у земљи; менторство при изради мастер, магистарских и докторских радова, руковођење специјалистичким радовима; педагошки рад; међународна сарадња; организација научних скупова)

Кандидат је био ангажован у наставном процесу извођења вежби на предметима који се изводе у оквиру Катедре за енергетику и аутоматско управљање.

##### **4.3 Организација научног рада:**

(Руковођење пројектима, потпројектима и задацима; технолошки пројекти, патенти, иновације и резултати примењени у пракси; руковођење научним и стручним друштвима; значајне активности у комисијама и телима Министарства за науку и технолошки развој и телима других министарстава везаних за научну делатност; руковођење научним институцијама)

Нема.

##### **4.4 Квалитет научних резултата:**

(Утицајност; параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатових радова; ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора; степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству; допринос кандидата реализацији коауторских радова; значај радова)

##### **4.4.1 Параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатових радова**

У протеклом периоду кандидат је објавио 3 научна рада у часописима са СЦИ листе, и то:

#### Један рад у истакнутим међународном часопису M22

- Journal of Advanced Manufacturing Technology (IF:1.205)

Положај часописа на листи групације: *Automation & Control Systems* (27/59)

Положај часописа на листи групације: *Engineering, Manufacturing* (15/39)

#### Два рада у међународним часописима M23

- Forschung im Ingenieurwesen - Engineering Research (IF:0.348)

Положај часописа на листи групације: *Engineering, Mechanical* (105/122)

Положај часописа на листи групације: *Engineering, Multidisciplinary* (75/90)

- Circuits, Systems, and Signal Processing (IF:0.982)

Положај часописа на листи групације: *Engineering, Electrical & Electronic* (136/243)

Кандидат је у радовима који су објављени међународним часописима 2014. године:

N. Nedic, D. Prsic, Lj. Dubonjic, V. Stojanovic, V. Djordjevic (2014): Optimal cascade hydraulic control for a parallel robot platform by PSO. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,

DOI: 10.1007/s00170-014-5735-5. (ISSN: 0268-3768), (IF:1.205)

V. Stojanovic, V. Filipovic (2014): Adaptive Input Design for Identification of Output Error Model with Constrained Output. Circuits, Systems, and Signal Processing, Vol.33(1), pp. 97-113. (ISSN: 0278-081X), (IF:0.982)

цитирао рад:

V. Filipovic, N. Nedic, V. Stojanovic (2011): "Robust identification of pneumatic servo actuators in the real situations", Forschung im Ingenieurwesen - Engineering Research, Vol.75(4), pp. 183-196. (ISSN: 0015-7899)

#### 4.4.2 Ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора

Сви радови кандидата др Владимира Стојановића имају највише три коаутора, осим рада 2.3.7 који има четири коаутора и радова 2.1.1 и 2.3.9 који имају пет коаутора и сви садрже нумеричке симулације. Дакле, сви радови кандидата имају пуну тежину.

#### 4.4.3 Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

У свим реализованим радовима кандидат је био одговорни аутор (Corresponding author). Сви радови су остварени уз сарадњу са научницима и истраживачима у нашој земљи.

#### 4.4.4 Допринос кандидата реализацији коауторских радова

Кандидат је радове реализовао уз супервизију ментора и руководиоца пројекта и уско сарађивао са осталим коауторима у свим фазама рада.

#### 4.4.5 Значај радова

У радовима 2.1.1 и 2.3.9 је развијена једноставна и рачунски прилагодљива стратегија подешавања параметара каскадних регулатора паралелне роботске платформе са 6 степени слободе. Паралелна роботска платформа представља екстремно



тежак проблем за управљање. Висока нелинеарност, временска промењивост параметера и купловање, доводи до великих потешкоћа у управљању. Штавише, да би се обезбедило оптимално управљање, потребно је истовремено подешавати 24 параметара (по 4 параметара за сваки од 6 цилиндара). Значи потребно је решити оптимизациони проблем у 24-димензионалном простору. Проналажење таквих параметара регулатора је рачунски нерешиво применом конвенционалних метода. Стога је веома важно развити једноставну стратегију подешавања параметара каскадних регулатора. У овим радовима је скуп оптималних параметара каскадних регулатора директно добијен решавањем неконвекног оптимизационог проблема применом метахеуристичких алгоритама. Резултати истраживања су показали предности предложених стратегија оптималног подешавања параметара каскадних регулатора.

У радовима, 2.2.1, 2.2.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.3.6, 2.3.7, 2.3.8, 2.4.2, 2.5.1 дат је читав низ значајних резултата који могу бити изузетно корисни у теорији и пракси.

Присуство случајности се у реалним практичним проблемима не може занемарити. Последњих неколико деценија, интензивно су проучавани проблеми рекурзивних алгоритама идентификације стохастичких система. Класа рекурзивних алгоритама заснована на грешци излаза (ОЕ модели) има своје корене у адаптивним системима управљања са референтним моделом. До сада у литератури није разматрана робусност ових алгоритама у статистичком смислу. Применом Хуберових статистика генерише се робусна верзија горе споменутих алгоритама. Такви алгоритми су погодни за идентификацију индустријских процеса у присуству неконзистентних опсервација. Такође је разматрана примена робусног Калмановог филтра у идентификацији модела заснованих на грешци излаза. Развијен је робусни алгоритам за естимацију параметара линеарних стохастичких система који је заснован на модификованом Масрељез-Мартинином филтру. Предложена је робусна процедура за естимацију стања нелинеарних стохастичких система која се заснива на модификованом проширеном Масрељез-Мартинином филтру. Извршене хеуристичке модификације Масрељез-Мартининовог филтра значајно повећавају његову практичну употребљивост. Формулисан је робусни алгоритам за идентификацију временски променљивих система, заснованог на моделима са грешком излаза. Робусни проширени Калманов филтар се користи за идентификацију опште форме линеарног модела у простору стања. Такође је развијена робусна процедура за упоредну естимацију параметара и стања нелинеарних стохастичких система која се заснива на модификованом проширеном Масрељез-Мартинином филтру.

Са практичног становишта је од посебног значаја да се истакне да је ефикасност предложених робусних алгоритама задовољавајуће висока за произвољан степен контаминације. Робусни алгоритми постижу приближно исти квалитет процена као конвенционални, линеарни алгоритми идентификације када поремећај има чисту нормалну расподелу. Са повећањем контаминације расте и надмоћност робусних алгоритама над линеарним.

Применом планирања експеримента алгоритми су постали још погоднији за примену јер се повећава њихова брзина конвергенције. Теорија планирања експеримента има важну улогу у повећању брзине конвергенције рекурзивних алгоритама као и у скраћењу времена идентификације. Предложена је адаптивна двостепена процедура за генерисање оптималног улазног сигнала за идентификацију модела заснованих на грешци излаза при ограничењу излаза. Резултати показују супериорност идентификације применом адаптивне методологије за генерисање улазног сигнала у односу на идентификацију параметара система у отвореној повратној спрези применом PRBS сигнала. Улазни сигнали за идентификацију су креирани преко рекурзивне релације за аутоковаријациону функцију. Синтеза аутоковаријационе функције

заснована је на идејама из предиктивног управљања, при чему управљачки сигнал има коначан алфабет. Изведена је форма алгоритма за генерисање бинарних сигнала који су дефинисани на произвољном интервалу.

Многе савремене инжењерске примене као што су управљање извршним органима, дистрибутивним системима, савременим оптичким уређајима или роботима захтева употребу алгоритама идентификације у реалном времену. Такође важни савремени примери укључују естимацију стања и параметара ради предикције олуја, цунамија, ширења загађујућих материја, као и процене колико брзо се развија тумор коштаног ткива, колики је ризик од пуцања бране или краха грађевинских објеката под утицајем кише, снега, ветра, земљотреса итд. Стога се може закључити да су ови радови донели читав низ практичних и конкретних инжењерских решења која могу у наредном периоду да се интегришу у широк спектар процеса.

## 5. Оцена комисије о научном доприносу кандидата са образложењем

На основу анализе целокупног научноистраживачког рада др Владимира Стојановића, дипл. инж. маш. Комисија сматра да кандидат испуњава све услове према Закону о научноистраживачкој делатности и Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача за избор у звање **научни сарадник**. Својим досадашњим радом др Владимир Стојановић, дипл. инж. маш. је показао да поседује радозналост, упорност, креативност, компетентност и стручност за научноистраживачки рад. Комисија истиче да је кандидат у току свог научноистраживачког рада посебан допринос дао развоју:

- Алгоритама робусне идентификације линеарних динамичких система,
- Алгоритама робусне идентификације нелинеарних динамичких система,
- Синтезе оптималних улазних сигнала за идентификацију динамичких система,
- Пројектовању регулатора као и оптималном подешавању параметара регулатора у системима аутоматског управљања,

што припада области идентификације динамичких система, адаптивног и оптималног управљања, односно научној области аутоматског управљања.

У оквиру свог научноистраживачког рада, учествовао у реализацији четири домаћа научноистраживачка пројеката из области технолошког развоја. Као аутор и коаутор објавио више радова у научним часописима међународног значаја, као и на научним скуповима у земљи и иностранству, чиме је потврдио своју научно-стручну компетентност.

Према Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача дат је преглед научних резултата остварених по категоријама.

Ознака категорије	Број радова	Вредност	Укупно поена
M22	1	5	5
M23	2	3	6
M33	9	1	9
M63	2	0.5	1
M71	1	6	6
Укупно	-	-	27

Минимални и остварени квантитативни показатељи за стицање звања научни сарадик за техничко технолошке науке су дати у следећој табели.

Диференцијални услов - Од првог избора у претходно звање до избора у звање	Потребно је да кандидат има најмање XX поена, који треба да припадају следећим категоријама:		
		Неопходно XX=	<b>Остварено</b>
<b>Научни сарадик</b>	Укупно	16	<b>27</b>
	$M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51 \geq$	9	<b>20</b>
	$M21+M22+M23+M24 \geq$	4	<b>11</b>


На основу свега изложеног Комисија доноси следећи

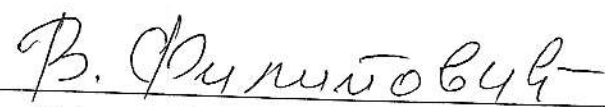
## ЗАКЉУЧАК

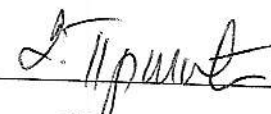
На основу детаљне анализе досадашњег рада и резултата које је постигао у претходном периоду до данас, Комисија је констатовала да кандидат, др Владимир Стојановић, дипл. инж. маш., испуњава све формалне и суштинске услове утврђене Законом о научноистраживачкој делатности и Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, које треба да поседује научни сарадник. Стога предлаже Наставно научно већу Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву, Комисији за стицање научних звања и матичном одбору при Министарству просвете науке и технолошког развоја да се др **Владимир Стојановић**, дипл. инж. маш., изабере у звање **научни сарадник**.

Краљево, 05.03.2014. год.

Чланови Комисије:

  
др **Новак Недић**, редовни професор  
Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву  
Научна област: Системи аутоматског управљања и флуидне управљачке  
компоненте и системи

  
др **Војислав Филиповић**, ванредни професор  
Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву  
Научна област: Аутоматско управљање, флуидна техника и мерења

  
др **Драган Пршић**, доцент  
Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву  
Научна област: Аутоматско управљање, флуидна техника и мерења