

Универзитет у Нишу
Машински факултет

Катедра за Хидроенергетику

Датум: 31.05.2011. године

На основу члана 29. Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Нишу, Катедра за Хидроенергетику упућује захтев Наставно-научном већу факултета за именовање Комисија за оцену научне заснованости тема докторских дисертација.

Извод из записника већа Катедре за Хидроенергетику

На састанку већа Катедре за Хидроенергетику одржаном 31.05.2011. године разматрани су захтеви за одобрење теме докторских дисертација кандидата:

- Јасмине Богдановић-Јовановић
- Александара Боричића
- Живојина Стаменковића

Веће Катедре је прихватило тему под називом “Одређивање осредњеног односиметричног струјања у радним колима хидрауличких турбомашина” кандидата Јасмине Богдановић Јовановић и предложило следећу Комисију за оцену научне заснованости теме докторске дисертације:

- др Милун Бабић, ред. проф. (научна област-енергетика и процесна техника)
- др Драгица Миленковић, ред. проф. (научна област-теоријска и примењена механика флуида)
- др Драгиша Никодијевић, ред. проф. (научна област-теоријска и примењена механика флуида)

Веће Катедре је прихватило тему под називом “Истраживање нестационарног раванског ламинарног струјања нестишљивог проводног флуида, у спрегнутим МХД, динамичким, топлотним и дифузионим граничним слојевима” кандидата Александра Боричића и предложило следећу Комисију за оцену научне заснованости теме докторске дисертације.

- др Драгиша Никодијевић, ред. проф. (научна област-теоријска и примењена механика флуида)
- др Слободан Савић, ванр. проф.
(научна област-примењена механика, примењена информатика и рачунарско инжењерство)
- др Милош Јовановић, доцент (научна област-теоријска и примењена механика флуида)

Веће Катедре је прихватило тему под називом “Магнетнохидродинамичка (МХД) струјања једног и два флуида у каналима” кандидата Стаменковић Живојина, и предложило следећу Комисију за оцену научне заснованости теме докторске дисертације.

- др Драгиша Никодијевић, ред. проф. (научна област-теоријска и примењена механика флуида)
- др Слободан Савић, ванр. проф.
(научна област-примењена механика, примењена информатика и рачунарско инжењерство)
- др Милош Јовановић, доцент (научна област-теоријска и примењена механика флуида)

шеф Катедре за Хидроенергетику

Драгиша Никодијевић
др Драгиша Никодијевић

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ

Примљено	31.05.2011		
Орг. ред.	Број	Примљено	Функција
1	612-03-6-1/11		

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ			
Примљено: 26.05.2011			
Орг.јед.	Број	Страна	Година
73	612-288		2011

Универзитет у Нишу
Машински факултет

Датум: 26.05.2011. године

Одсеку за наставна и студентска питања

Захтев за одобрење теме докторске дисертације

Пошто сам испунио све услове који су превиђени за пријаву докторске дисертације, Законом о високом образовању Републике Србије, Статутом Универзитета у Нишу, Статутом Машинског факултета у Нишу, Правилником о докторским студијама Машинског факултета и према поступку давања сагласности и усвајању теме докторске дисертације, упућујем Катедри за Хидроенергетику и Наставно-научном већу Машинског факултета, Захтев за одобрење теме докторске дисертације.

Захтев поред образложења предлога теме, садржи:

- радни наслов теме дисертације;
- ужу научну област којој припада докторска дисертација;
- предмет и научни циљ докторске дисертације;
- методе које ће се применити при истраживању;
- списак објављених и саопштених научних радова и саме радове;
- основне биографске податке.

Име у презиме, адреса и број телефона кандидата:

Стаменковић Живојин, Доњоврежинска 12, 18000 Ниш, 063/8723888

1. Радни наслов теме дисертације

Магнетнохидродинамичка (МХД) струјања једног и два флуида у каналима

2. Ужа научна област којој припада докторска дисертација

Теоријска и примењена механика флуида - магнетнахидродинамика

3. Предмет и научни циљ докторске дисертације

Међусобно дејство магнетног поља и електропроводног флуида који се креће узрокује велики број разноврсних магнетнохидродинамичких феномена.

Овај утицај спољашњег магнетног поља користи се код техничких уређаја, као што су нпр. МХД пумпе, магнетни мерачи протока, МХД генератори... У индустријским процесима магнетно поље се користи за управљање струјањем како електропроводних течности, тако и плазме и течних метала. Примена електромагнетних сила код струјања електропроводних дијамагнетика препозната је као технологија која обећава и базирана је на чињеници да магнетно поље може да утиче на струјање плазме, течних метала и електропроводне течности на различите начине.

При турбулентном режиму струјања, утицај магнетног поља користи се у циљу поравнања профила брзине, затим за смањење нежељених турбулентних флукуација и за смањење отпора струјању. При дејству спољашњег магнетног поља у електропроводном флуиду се генерише индукована струја која доводи до Јоуле-ове дисипације, чија је последица трансформација кинетичке енергије у топлотну. Ова се особина такође користи код континуланог ливења, како би се контролисало струјање у млазевима које пуни кадупе. Како би се извршила хомогенизација шарже са циљем добијања производа високог квалитета и чистоће, примењују се ротациона магнетна поља. У овом случају магнетно поље се користи како би се генерисало обртно кретање којим се меша растопина.

Електромагнетно управљање струјањем у технолошким процесима користи се за стабилизацију растопина и слободних површина, затим за ласерско заваривање и површински третман, производњу веома финих прахова, полупроводника, алуминијума и суперлегура са изузетним особинама.

МХД уређаји, као што су електромагнетни мерачи протока често се користе јер могу да раде са изузетно хемијски агресивним течностима и мешавинама. Они мере индукован напон који се генерише услед кретања проводника кроз магнетно поље. Разлика потенцијала која се јавља на електродама је пропорционална протоку флуида у каналу. У хемијској и металуршкој индустрији МХД пумпе се веома често користе, њихову предност представља могућност рада са веома агресивним, хемијски реактивним флуидима веома високе температуре. Поред тога МХД пумпе немају

покретне механичке делове, нема потребе за коришћењем лежајева, није неопходно користити механичке заптиваче итд. па је тиме изузетно повећана њихова поузданост.

Индустријски процеси и технички системи код којих се користе МХД ефекти, показују да магнетно поље представља широко применљив и неинванзиван метод за управљање и утицај на струјање електропроводних флуида. Магнетнахидродинамика данас има значајно место у развоју нових производних метода, али и у поступку унапређења постојећих технолошких процеса са циљем добијања нпр. високо квалитетних материјала.

Повећано интересовање за изучавање МХД феномена повезано је данас у свету са развојем фузионих реактора где се плазма контролише магнетним пољем високог интензитета. Посебно се изучавају омотачи реактора (Molokov, Morley, Smolentsev Bühler) који су постављени између плазме и намотаја за генерисање магнетног поља. У омотачима се апсорбују неутрони и трансформише њихова енергија у топлотну, која се затим одводи одговарајућим расхладним флуидом чиме се спречава долазак неутрона до електромагнета и избегавају радијациона оштећења. Поред тога у омотачима се обогаћује тритијум који је неопходан као гориво за реактор. Како би се испунио овај задатак у омотачу мора да се налази одређени проценат литијума. Смеше течних метала, су веома погодни материјали за обогаћење, јер могу у високом проценту да обогате тритијум и имају велику топлотну проводљивост. Магнетнахидродинамика овде има кључни утицај у управљању струјањем.

Значајна питања везана за пројектовање МХД уређаја односе се на велики пад притиска изазван интеракцијом магнетног поља и флуида велике електропроводности који струји великом брзином. Оваква струјања одликују се великим вредностима Reynolds-овог магнетног броја и код њих се јављају ефекти редистрибуције (прерасподеле) струјања и преноса топлоте. Последица је да се обично код ових уређаја раде разводи где флуид мора да струји кроз нагла проширења или сужења, па је од ове велике значаја разматрање геометрије струјног простора.

Како би се обезбедило успешно и ефикасно коришћење електромагнетних феномена у индустријским процесима и техничким системима, неопходно је веома добро разумевање ефеката дејства магнетног поља на струјање електропроводних флуида у каналима и елементима сложеније геометрије. Од посебног интереса је МХД струјање у дифузорима јер се они срећу поред канала константног попречног пресека као основни геометријски облик компоненти уређаја у којима се јавља струјање електропроводних флуида. МХД појаве које се јављају у каналима са наглим повећањем попречног пресека могу значајно да утичу на струјну слику и да промене нпр. термичке особине компоненте која се разматра. У поређењу са струјањем вискозног флуида у каналу, код струјања електропроводног вискозног флуида у присуству магнетног поља може да се јави велики „магнетни” пад притиска који повећава неопходну снагу пумпе за транспорт електропроводног флуида кроз канале што може да резултује и значајним повећањем механичких оптерећења. Струјање у оваквим геометријским просторима може да доведе до стварања зона мировања флуида или повратног струјања (рецикулације). У случају уређаја где је од значаја и њихова функција преноса топлоте зоне мировања или повратног струјања могу да доведу до појаве тзв. врелих микро области, или до локалног нагомилавања једне компоненте електролитичког раствора. Из овог разлога неопходно је имати аналитичке, нумеричке или експерименталне податке како би се предвидели пад притиска, распоред електричне струје, брзинско и температурско поље којима се потпуно дефинише МХД струјање у оваквим геометријама.

Експериментано утврђивање струјних параметара са високом класом тачности је понекад веома тешко извести или је пак прескупо извођење ових лабораторијских мерења, а дешава се да се услед техничких ограничења не може постићи жељени опсег параметара који карактеришу струјање. Из овог разлога нумеричке симулације МХД струјања су веома значајан алат за анализу ових струјања као допуна експерименталним резултатима. Аналитичка решења која је могуће добити, као и комбинација експериментално утврђених података и нумеричких симулација омогућавају да се покрије веома широк опсег струјних параметара који описују радне режиме разноврсних МХД уређаја и система.

Недавна истраживања показала су да електромагнетнохидродинамичка (ЕМХД) струјања могу такође да буду веома поуздан начин транспортовања слабо проводних флуида у микросистемима. У оваквим микрофлуидним уређајима може се транспортовати више флуида са различитим циљем. На пример повећање брзине једног флуида може се вршити у његовој директној интеракцији са другим покретљивијим, затим се проблем струјања два флуида може применити код уређаја за пренос топлоте или се може вршити контролисано мешање флуида дуж струјног тока.

Имајући у виду значај изучавања магнетнохидродинамичких струјања како теоријски тако и примењени у оквиру ове докторске дисертације предвиђа се изучавање МХД струјања једног и два флуида у каналима.

Први део истраживања биће везан за потпуно развијено, ламинарно МХД струјање у каналима под дејством униформног магнетног поља. Ова се струјања карактеришу тиме да се све физичке величине, изузев притиска, не мењају дуж правца струјања, док је пад притиска у правцу струјања константан. У овом уводном делу разматраће се струјања при различитим вредностима Hartmann-овог броја и Reynolds-овог магнетног броја која се карактеришу униформном брзином у средишњој зони и танким граничним слојевима на зидовима. Ови слојеви су присутни дуж зидова на које магнетно поље делује у правцу.

Овако дефинисан проблем струјања описује се једначином континуитета, моментном једначином, општом једначином магнетне индукције и енергијском једначином. Изучавање проблема описаних овим једначинама и анализа физичких феномена струјања управо су предмет ове дисертације уз посебан осврт на могућност управљања струјањем применом спољашњег магнетног и електричног поља.

У циљу комплетности разматрања описаног проблема дефинисаће се и проблем проводности зидова канала при чему се разликују непроводни зидови, зидови коначне проводности и идеално проводни зидови. У одређеним специфичним техничким условима могуће је направити и комбинацију проводних и непроводних бочних зидова. Промена проводности бочних зидова има значајан утицај на профил брзина у граничним слојевима на зидовима паралелним магнетном пољу, као и на запремински флуks који носе ови слојеви.

Како је напред речено проблем струјања који је од значаја за развој МХД уређаја је струјање у дифузорним каналима, па ће се наредни део дисертације односити на ова струјања. Карактеристике струјања код ових проблема зависе од Hartmann-овог броја и параметра оптерећења канала, који дефинише однос напона према напону отвореног кола. Циљ овог дела истраживања је одређивање поља брзине и температуре и то у безиндукционој апроксимацији и у случају купловања

моментне и једначине магнетне индукције. Како оваква струјања у околини критичне вредности Реунолдс-овог броја постају нестабилна, циљ је такође утврђивање границе стабилности ових струјања.

Како је у уводном делу наведено, ЕМХД микропумпе су све актуелније због дугорочне поузданости у остваривању протока, одсуству покретних делова, мале потребне снага, реверзибилности протока, могућности управљања струјања два или више флуида и ефективности у стварњу смеша.

Имајући у виду овако широку могућност примене ЕМХД струјања два флуида који се не мешају, предмет истраживања трећег дела дисертације биће управо овакви типови струјања.

У случају електромагнетнохидродинамичког (ЕМХД) аксијалног струјања у каналу јавља се међусобно дејство између магнетног поља и електричног поља нормалног на њега. Независно од намене ЕМХД струјања два флуида, значајно је разумети динамику разделне површине између флуида и његов ефекат на транспортне карактеристике система.

Посебна пажња у овом делу дисертације биће поклоњена Poiseuille-овом и Poiseuille-Couette-овом струјању два флуида, граничним условима на разделној површини два флуида и примени нагнутог магнетног поља и управног електричног поља на канал. Разматраће се струјање два флуида у каналу чији се зидови одржавају на константној температури, при чему су оба флуида проводна или је пак један од њих непроводан.

Код описаних проблема струјања два флуида који се не мешају посебна се анализирају Цулова топлоте, вискозно загревање, утицај промене угла нагиба магнетног поља, појава индукованог поља и утицај односа висина два флуида у каналу.

Кључни циљеви докторске дисертације су математичко моделирање описаних проблема струјања, затим њихово решавање и анализа физичких феномена који се јављају код МХД и ЕМХД струјања.

Теме које ће бити обрађене у оквиру дисертације су:

1. Струјање и пренос топлоте електропроводног флуида у присуству магнетног поља у каналима константног попречног пресека
2. Струјање и пренос топлоте електропроводног флуида у присуству нагнутог магнетног поља и управног електричног поља у каналима константног попречног пресека
3. Анализа утицаја магнетног и електричног поља на струјање и пренос топлоте електропроводног флуида у дифузорним каналима.
4. Анализа ЕМХД струјања и преноса топлоте проводног и непроводног флуида који се не мешају у каналу у присуству нагнутог спољашњег и индукованог магнетног поља.
5. ЕМХД струјање и пренос топлоте два проводна флуида који се не мешају у каналу у присуству нагнутог спољашњег и индукованог магнетног поља.
6. Комбиновано конвективно МХД струјање два флуида који се не мешају између вертикалног таласастог и равног зида
7. Експериментална истраживања, CFD, практична примена и правци даљих истраживања.

4. Методе које ће се применити при истраживању

Анализа МХД струјања у каналима обично се врши претпостављајући да је електропроводност флуида константна и да је струјање једнодимензијско. Ове две претпоставке значајно поједностављују опште једначне које описују струјање флуида и пренос топлоте и овако добијене једначине је могуће решити аналитички не чинећи грешку у случају једноставне геометрије канала. Посебан значај ових тачних решења поједностављених физичких проблема је у томе што она омогућавају добијање апроксимативних решења сложенијих проблема. Поред ове веома познате примене тачних решења у механици флуида, постоји још један важан разлог за њихову анализу у магнетнохидродинамици. Код магнетнохидродинамичких проблема струјања увођењем електромагнетних феномена у анализу динамике струјања флуида не јављају се само проблеми у решавању једначина већ се јављају и нови физички феномени. Добијена аналитичка решења диференцијалних једначина која описују МХД струјање флуида омогућавају стицање увида у ове нове физичке појаве.

У оквиру дисертације биће учињен покушај да се поменута поједностављена анализа прошири узимајући у обзир индуковано магнетно поље са циљем утврђивања магнетнохидродинамичке интеракције флуида и поља, док се у енергијској једначини поред вискозног загревања узима у обзир и Joule-ова топлота. Описани проблеми биће разматрани како за струјање једног, тако и за струјање два флуида који се не мешају. Овако проширене једначине сводиће се на бездимензиони облик коришћењем бездимензионих величина које карактеришу МХД струјања и затим ће бити дата њихова аналитичка решења. Добијена решења биће анализирана за флуиде чија је примена значајна у техничкој пракси и за различите вредности карактеристичних бездимензионих величина.

У случају струјања у дифузорним каналима као и код струјања када је један зид раван а други таласаст струјање се разматра као дводимензионо. Једначине које описују струјање и пренос топлоте су у овим случајевима спрегнуте и нелинеарне па је веома тешко добити њихово аналитичко решење. У овом случају могуће је добити апроксимативно решење коришћењем пертурбационе технике, па ће се из овог разлога у дисертацији учинити покушај да се добију решења развојем у ред по малом параметру. Решења једначина ће се даље тражити применом методе сукцесивних апроксимација.

Поред поменутих метода за решавање једначина у оквиру дисертације учиниће се покушај примене нумеричке методе – диференцијална метода квадратуре (DQM) која представља ефикасну технику дискретизације за добијање нумеричких решења високе тачности коришћењем малог броја тачака нумеричке мреже. Ова метода биће примењена за решавање проблема код ког су моментна и општа једначина магнетне индукције спрегнуте.

5. Списак објављених и саопштених научних радова

У оквиру овог дела пријаве дат је део радова из последњег периода рада кандидата који се експлицитно односе на тему докторске дисертације. Уколико је то неопходно кандидат може да достави списак свих радова које је објавио током досадашњег рада:

Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, The System of Universal Equations of Unsteady MHD Incompressible Fluid Flow on Heated Moving Plate, **1st IC-SCCE - 1st International conference from scientific computing to computational engineering**, issued by: Demos T. Tsahalidis; Paper ID 173, 7 pages, Athens, Greece, 2004.

Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, Universal equations of unsteady MHD incompressible flow on heated moving plate of fluid which electro-conductivity is function of velocity ratio, **The fifth international conference heavy machinery HM2005, Conference proceedings**, pp. B5-B9. 2005.

Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, A form of MHD universal equations of unsteady incompressible fluid flow with variable electroconductivity on heated moving plate, **Theoretical and Applied Mechanics**, 2005, Vol. 32, No.1, pp.65-77, ISSN 1450-5584.

Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, The system of universal equations of unsteady MHD incompressible fluid flow with variable electro-conductivity on heated moving porous plate, **Poglavlje u monografiji: Theoretical and Experimental Research of Elasto-Plastic Behaviour of Engineering Structures**, 2006, pp. 113-125, ISBN 86-80295-71-X, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet.

Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, Parametric method in unsteady MHD boundary layer theory of fluid with variable electroconductivity, **Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF'06), The 13th International Conference on Fluid Flow Technologies**, Budapest, Hungary, September 6-9, 2006, pp. 831-837. ISBN 963-420-872-x.

Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, Universal equations of unsteady MHD flow of fluid with variable electroconductivity in vicinity of heated moving plate, **PROCESING 2006**, pp. 74, **Book of abstracts**.

Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, Universal equations for unsteady two-dimensional MHD boundary layer on the constant temperature body, **IX Triennial International SAUM Conference on Systems Automatic Control and Measurements**, 2007, pp. 148-152, ISBN 978-86-85195-49-5.

Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Jovanović Miloš, Stamenković Živojin, Universal equations of temperature MHD boundary layer, **HIPNEF 2008**, pp.227-237, ISBN978-86-80587-87-5.

Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Blagojević Bratislav, Stamenković Živojin, Universal Solutions of Unsteady Two-Dimensional MHD Boundary Layer on the Body with Temperature Gradient along Surface, **WSEAS TRANSACTIONS on FLUID MECHANICS, Volume 4**, 2009, pp. 97-106, ISSN 1790-5087.

Nikodijević Dragiša, Boričić Zoran, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, Generalized similarity method in unsteady two-dimensional MHD boundary layer on the body which temperature varies with time, **International Journal of Engineering, Science and Technology**, Vol. 1, No. 1, 2009, pp. 206-215, ISSN 2141-2839; 2141-2820.

Boričić Zoran, Nikodijević Dragiša, Obrović Branko, Stamenković Živojin, Universal equations of unsteady two-dimensional MHD boundary layer whose temperature varies with time, **Theoretical and Applied Mechanics** Vol.36, No.2, pp. 119-135, 2009, ISSN 1450-5584.

Nikodijević Dragiša, Boričić Zoran, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, Živković Dragan, Jovanović Miloš, Unsteady Plane Mhd Boundary Layer Flow of a Fluid of Variable Electrical Conductivity, **THERMAL SCIENCE**, (2010), Vol. 14, suppl., pp. S171-S182.

Stamenković Živojin, Nikodijević Dragiša, Blagojević Bratislav, Savić Slobodan, MHD Flow and Heat Transfer of Two Immiscible Fluids Between Moving Plates, **TRANSACTIONS OF THE CANADIAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERING**, (2010), Vol. 34 No. 3-4, pp. 351-372.

Nikodijević Dragiša, Nikolić Vlastimir, Stamenković Živojin, Boričić Aleksandar, Parametric method for unsteady two-dimensional MHD boundary-layer on a body for which temperature varies with time, **ARCHIVES OF MECHANICS**, (2011), Vol. 63 No. 1, pp. 57-76.

Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, MHD Couette two-fluid flow and heat transfer in presence of uniform inclined magnetic field, **HEAT & MASS TRANSFER**, (2011), DOI 10.1007/s00231-011-0815-7

Nikodijević Dragiša, Stamenković Živojin, Poiseuille-Couette MHD Flow and Heat Transfer of Two Immiscible Fluids, **III International Symposium Contemporary Problems of Fluid Mechanics**, May 12-13th, 2011.

6. Основни биографски подаци

Рођен сам 31. јануара 1972. године у Нишу, ожењен сам и отац једног детета.

Основно образовање стекао сам у школи “Вожд Карађорђе” у Нишу. Након завршетка математичке гимназије “Бора Станковић” у Нишу стекао сам звање програмера. Током основног и средњег образовања био сам учесник великог броја регионалних и републичких такмичења из математике, физике и информатике.

На Машинском факултету Универзитета у Нишу дипломирао сам 1998. године, на смеру Аутоматског управљања, са просечном оценом на студијама 8.05, и оценом на дипломском раду 10. На истом факултету од 1999. године почињем са радом као приправник на смеру Енергетике и Хидроенергетике. Током 2000. године био сам на одслужењу војног рока. Од 2001. године радим као сарадник на Машинском факултеу у Нишу, и октобра исте године сам уписао последипломске студије на смеру Хидроенергетике. Све испите на последипломским студијама положио сам са просечном оценом 10 (десет).

У школској 2007-2008. години уписао сам докторске студије на студијском програму Енергетика и процесна техника-Машинског факултета у Нишу. Ове студије сам завршио 2010. године и положио све испите предвиђене планом са просечном оценом 10 (десет).

У досадашњем раду ангажован сам на извођењу рачунских вежбања на предметима: Основе информационо комуникационих технологија, Механика флуида, Хидромашинска опрема, Математичко моделирање енергетских објеката и процеса, Нестационарна струјања, Пројектовање енергетских елемената и система применом рачунара, Нумеричке симулације струјања. Почевши од школске 2008. године водим лабораторијске вежбе из Механике флуида.

Учесник сам бројних научно-стручних скупова и конгреса као (ко)аутор радова, као и неколико међународних курсева за студенте докторских студија.

Током досадашњег рада учествовао сам као истраживач на 12 научно-истраживачких и развојних пројеката.

Закључак

Молим Катедру за Хидроенергетику Машинског факултета у Нишу да ми одобри предложену тему докторске дисертације, предложи потенцијалног ментора и формира комисију за оцену научне заснованости теме.

Подносилац захтева

Стаменковић Живојин

