

Назив предмета: Методологија научно-истраживачког рада		
Наставник (ци): Љубомир Маџар		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова, али су пожељна знања из предмета Методе истраживања са Мастер академских студија.		
Циљ предмета: Усвајање теоријских сазнања и алгоритамских прилаза у реализацији процеса научних истраживања, као и у примени научно-истраживачких метода у (не)техничким научним областима.		
Исход предмета: Оспособљеност да се идентификује задатак самосталног истраживања, поставе циљеви истраживања, полазне хипотезе и научне методе.		
Садржај предмета:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Општа карактеристика анализе литературе: Фундаментални радови у формирању научне области, до савремених резултата истраживања. 2. Научни искази и научни аргументи: Методолошки аспекти. 3. Основи статистичких процедура научне анализе експерименталних података. 4. Писање научног рада: Структура, садржај, композиција, закључак, референце. 5. Предмет и проблем истраживања, хипотезе истраживања, научни метод и циљеви истраживања у раду на докторској дисертацији: Критички осврт на позната решења, компаративна анализа коришћених алгоритама и кристално јасни закључци у приказу резултата истраживања. 		
Препоручена литература:		
<ul style="list-style-type: none"> o Robert K. Gerver, Writing Math Research Papers: A Guide for Students and Instructors, Key Curriculum; 2nd edition (March 28, 2007) o A.Strauss and J.Corbin, Basics of Qualitative Research Groundid Theory Procedures and Techniques, Sage Publications, 1999. o The New Guide To Writing Research Papers (1999) Monroe Community Colege, Retrieved February 1, 2004, from http://www.monroecc.edu/depts/library/cover.htm. o Kate L. Turabian, Manual for Writers of Research Papers, Theses, and Dissertations,: Chicago Style for Students and Researchers, University of Chicago Press; 9th edition (April 1, 2018) 		
Број часова активне наставе	Предавања: 4	Студијски истраживачки рад: 4
Методе извођења наставе: Предавања, консултације, домаћи задаци, семинарски рад.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Семинарски рад 50 поена и усмени испит са одбраном семинарског рада 50 поена.		

Назив предмета: Логика у рачунарству		
Наставници : Јована Форџан, Јелена Стојановић		
Статус предмета: изборни, прва година, други семестар		
Шифра предмета: 19.DRN011		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема		
Циљ предмета: СТИЦАЊЕ НАПРЕДНИХ ЗНАЊА ИЗ ФОРМАЛНЕ ЛОГИКЕ, ЛОГИЧКИМ КОНЦЕПТИМА КАО ОСНОВИ ФУНДАМЕНТАЛНЕ ИНФОРМАТИКЕ, КАО И ИНИЦИЈАЛНО УКЉУЧИВАЊЕ У НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИ РАД.		
Исход предмета: ПОЗНАВАЊЕ ОСНОВНИХ ПОЈМОВА И РЕЗУЛТАТА ИЗ МАТЕМАТИЧКЕ ЛОГИКЕ, РАЗВИЈАЊЕ АПСТРАКТНОГ РАЗМИШЉАЊА У КОНТЕКСТУ ЛОГИКЕ КАО ОСНОВЕ НЕКИХ БАЗИЧНИХ АСПЕКТА ИНФОРМАТИКЕ. УКЉУЧИВАЊЕ У ИСТРАЖИВАЊЕ ИЗ ОДРЕЂЕНИХ ОБЛАСТИ ЛОГИКЕ.		
Садржај предмета: ИСКАЗНА ЛОГИКА: синтакса исказне логике, семантика исказне логике. Системи за дедукцију у исказној логици: Хилбертов, природна дедукција, секвентни рачун. ЛОГИКА ПРВОГ РЕДА: синтакса логике првог реда, семантика логике првог реда. Системи за дедукцију у логици првог реда: Хилбертов, природно дедукцијски и секвентни рачун. ОДЛУЧИВОСТ И ПРОЦЕДУРЕ ОДЛУЧИВАЊА: рекурзивне функције, одлучиве и неодлучиве теорије, методе за доказивање одлучивости и процедуре одлучивања. ЛОГИКЕ: интуиционистичка, класична, линеарна, темпорална. Рачунарске интерпретације логика. ЛАМБДА РАЧУНИ. Концепт израчунљивости и Тјурингова машина. Основни рачуни са типовима. Curry Howard кореспонденција (формуле-као-типови, докази-као-терми, нормализација-као-израчунавање).		
Препоручена литература: 1. B. Pierce, Types and programming languages, MIT Press, 2002. 2. Z. Ognjanović i S. Gilezan, Uvod u teorijsko računarstvo, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2014. 3. P. Janičić, Matematička logika u računarstvu, Matematički Fakultet u Beogradu, 2007. 4. J. Y. Girard, Linear logic, in Theoretical Computer Science Volume 50, Issue 1, 1987, Pages 1-101. 5. M. Ayala-Rincón i Flávio L. de Moura, Applied Logic for Computer Scientists: Computational Deduction and Formal Proofs, Springer, 2017. 6. S. Ghilezan, J. Ivetic, P. Lescanne, D. Žunić: Intuitionistic sequent-style calculus with explicit structural rules, 8th Int. Symp. on Language, Logic and Computation, TbiLLC, Bakuriani, Georgia, Sept. 2009. LNCS Vol. 6618, pp. 101-124 (2011).		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе: На предавањима се излаже теоријски део градива, након кога следе примери ради лакшег разумевања. Где је то могуће демонстрира се и практична имплементација као додатна илустрација. Студент самостално проучава део литературе (истраживања), о чему дискутује са наставником на консултацијама.		

Оцена знања (максимални број поена 100):

Завршни испит - 60 поена, предиспитне обавезе – 40 поена (домаћи задаци, семинарски рад, учешће у пројектима).

Начин провере знања могу бити различити : (писмени испити, усмени испт, презентација пројекта, семинари итд.....

*максимална дужна 1 страница А4 формата

Назив предмета: Анализа алгоритама		
Наставник (ци): Бобан Весин		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова.		
Циљ предмета: Усвајање теоријских концепата анализе алгоритама и примена на конкретне проблеме из области рачунарства.		
Исход предмета: Оспособљеност да се идентификује сложеност алгоритама при решавању конкретних проблема у области рачунарства у смислу предвиђања брзине извршавања произвољног алгоритама без његове реализације на конкретном рачунару.		
Садржај предмета: Асимптотска ознака O и o . Алгоритми на графовима. Израчунавање вредности полинома. Алгоритам факторизације полинома две променљиве са целобројним коефицијентима помоћу Newton-ових полигона. Израчунавање фактора равнотеже бинарног стабла. Подели и владај (divide and conquer). Пробабистички алгоритми. NP и рачунска неизводљивост (computational intractability). NP-комплетни проблеми. Проблем ранца. Класа проблема изнад NP. Апроксимациони алгоритми. Бојење графова. Геометријски алгоритми. Утврђивање да ли задата тачка припада многоуглу. Конструкција простог многоугла. Конвексни омотач. Алгебарски алгоритми. Степеновање. Еуклидов алгоритам. Множење полинома. Множење матрица. Штрасенов алгоритам. Примери редукција. Редукције на проблем линеарног програмирања. Примена редукције на налажење доњих граница. Уобичајене грешке. Модел паралелног израчунавања. Алгоритми за рачунаре са заједничком меморијом и за мреже рачунара.		
Препоручена литература: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pavkov I., Ralević N., Nedović Lj., An application of bivariate polynomial factorization on decoding of Reed - Solomon based codes, <i>Applicable Analysis and Discrete Mathematics</i>, Vol 12., 166–177, 2018. 2. Levitin A., <i>Introduction to the Design & Analysis of Algorithms</i>, Addison – Wesley, 2003. 3. Hromkovic, J. <i>Theoretical Computer Science: Introduction to Automata, Computability, Complexity, Algorithmics, Randomization, Communication, and Cryptography</i>. Springer, 2004. 4. Живковић М., <i>Алгоритми</i>, Математички факултет Београд, 2000. 5. Ausiello, G., <i>Complexity and Approximability Properties: Combinatorial Optimization Problems and Their Approximability Properties</i>. Springer, 1999. 		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе: Предавања, консултације, домаћи задаци, семинарски рад.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Семинарски рад 50 поена и усмени испит са одбраном семинарског рада 50 поена.		

Назив предмета : Машинско учење		
Наставник (ци) : Дејан Ђукић		
Статус предмета : изборан		
Број ЕСПБ : 10		
Услов : Нема услова, али су пожељна знања из предмета Програмирање (програмски језик Питон), Вероватноћа и статистика, Вештачка интелигенција, и Компјутерска визија са Основних академских студија.		
Циљ предмета : Циљ предмета је да прикаже методе за обраду скупова података који су велики, зашумљени, и вишедимензионални, да укаже на неке примене ових метода, и да оспособи студенте за примену ових метода користећи неке савремене програмске алате.		
Исход предмета : По успешно завршеном предмету, студент ће бити способан да: 1.изабере метод за машинско учење који одговара датом проблему, 2. пројектује и примени метод за машинско учење за обраду података, 3. прикаже резултате и оцени успех или учинак изабраног метода за машинско учење.		
Садржај предмета : <i>Теоријска настава:</i> Основни појмови машинског учења, типови машинског учења, вођено (supervised) и самостално (unsupervised) учење, скупови података, оптимизација, регресија, класификација, бајесовско одлучивање, дистрибуиране репрезентације, случајни графички модели, гаусовске бајесовске мреже и Марковљева поља, закључивање на бајесовским графичким моделима, структурно учење на бајесовским мрежама, статистичко закључивање, апроксимација, процена грешке; Неуронске мреже, вишеслојни перцептрон, параметарска оптимизација, регуларизација, конволуционе неуронске мреже, рекурентне неуронске мреже (RNN) , запречне неуронске мреже, временске скале, неуронске мреже с дуготрајним и краткотрајним памћењем (LSTM), дубинско учење на великим скуповима података (Large scale deep learning) ; Примене машинског учења, параметарска естимација, извлачење кључних показатеља, предвиђање, уклањање шума, обрада природног језика, препознавање говора, машинска визија. <i>Практична настава:</i> Програмско окружење Питон, Нимпи,Тензорфлоу (Python, NumPy, Tensorflow) ; Структуре података, тензори, оператори, визуализација података ; Манипулација података , нумеричка израчунавања, регресија, класификација, неуронске мреже, вишеслојни перцептрон, конволуционе и рекурентне неуронске мреже, аутоенкодерске мреже и класификатори , подржано учење (Reinforced learning) , практично извођење; самостални истраживачки пројекат, циљеви, избор скупа података, анализа података, избор метода, извођење самосталног истраживачког пројекта, писање извештаја, јавна презентација резултата.		
Литература: 1. Goodfellow I. & Bengio Y. & Courville A. : Deep Learning, MIT Press, 2016 2. Barber D. : Bayesian reasoning and machine learning, Cambridge University Press, 2012 3. Mattmann C. : Machine Learning with TensorFlow, Manning Publications, 2020		
Број часова активне наставе	Предавања: 4	Самостални истраживачки пројекат : 4
Методe извођења наставе: Предавања, израда домаћих задатака, консултације, израда самосталног истраживачког пројекта.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит - 40 поена, Предиспитне обавезе - 60 поена (домаћи задаци - 20, самостални истраживачки пројекат - 40).		

Назив предмета: Напредна поглавља теорије аутомата		
Наставник (ци): Душко Богданић		
Статус предмета: Изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова.		
Циљ предмета: Усвајање напредних знања из теорије аутомата и примена на конкретне проблеме у рачунарству.		
Исход предмета: Оспособљеност да се идентификује конкретне проблеме из области рачунарства у контексту теоријских концепата теорије аутомата.		
Садржај предмета: Особине регуларних језика. Нормалне форме Чомског. Лема напумпавања за контекстно слободне језике. Хијерархија Чомског. Везе између класа језика. Особине затворења фамилије језика. Примена коначних аутомата у компајлерима. Универзалне Тјурингове машине и проблем заустављања. Неодлучивост Постовог проблема кореспонденције. Полиномно време и простор. Неки NP комплетни проблеми. Класа co-NP. Одлучиви и неодлучиви проблеми у теорији језика. Неодлучивост контекстно слободних језика. Неодлучивост контекстно осетљивих језика. Неодлучивост језика без ограничења.		
Препоручена литература: <ol style="list-style-type: none"> 1. Црвенковић С., Мадарас Р., Мудрински Н., Збирка задатака из теорије аутомата, Универзитет у Новом Саду, 2005. 2. Огњановић З., Крцавац Н., Увод у теоријско рачунарство, Факултет организационих наука, Београд, 2005. 3. Тирић М., Петковић Т., Богдановић С., Језици и аутомати, Просвета, Ниш, 2000. 4. Howie J., Automata and Languages, Oxford Science Publications, 1991. 5. H. Lewis, C. Papadimitriou, Elements of the theory of computation, Prentice-Hall, 1981. 		
Број часова активне наставе	Предавања: 4	Студијски истраживачки рад: 4
Методе извођења наставе: Предавања, консултације, домаћи задаци, семинарски рад.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Семинарски рад 50 поена и усмени испит са одбраном семинарског рада 50 поена.		

Назив предмета: Одабрана поглавља теорије кодирања		
Наставник или наставници: Виолета Димић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета Усвајање напредних знања из теорије информација и кодовања у смислу разумевања принципа поузданог и економичног преноса информација у комуникационим системима и овладавање принципима кодирања и декодирања.		
Исход предмета По завршетку курса, студенти се оспособљавају за разумевање стручне и научне литературе у којима се изучава теорија информација и кодирање и способни су да дају лични допринос у изучавању ове материје.		
Садржај предмета Увод у теорију информација. Информационе мере. Појам ентропије и сопствене информације, узајамна информација. Извори информација. Дискретни и континуални извори информација. Марковљеви извори информација. Квантна теорија информација. Квантна криптографија. Блок кодови. Простор кода. Дужина кода. Кодна реч. Удаљеност кодних речи. Појам доброг кода. Shannon-ова теорема о егзистенцији доброг кода. Линеарни кодови. Удаљеност кодних речи линеарног кода. Конструкција линеарних кодова. Генераторна матрица линеарног кода. Кодирање линеарних кодова. Декодирање линеарних кодова. Дуални и самодуални код. Синдромско декодирање. Hamming-ов код. Кодирање и декодирање Hamming-ових кодова. Циклични кодови, дефиниција и особине. Декодирање цикличних кодова. Reed-Solomon-ови кодови. Декодирање неких класа Reed-Solomon кодова факторизацијом полинома са две променљиве. Код Rivest-а и Shamir-а. Agrawal–Kayal–Saxena тест.		
Препоручена литература 1. Павков И., Факторизација полинома две променљиве са целобројним коефицијентима помоћу Newton-овог полигона и примена у декодирању неких класа Reed –Solomon кодова, докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2017. 2. J. I. Hall, Notes on Coding Theory, Department of Mathematics Michigan State University, 2010. 3. Agrawal, M., Kayal, N., Saxena, N., PRIMES is in P, Annals of Mathematics. 160 (2): 781–793., 2004. 4. P. W. Shor, Algorithms for quantum computation: Discretelogarithms and factoring, Symposium on Foundations of ComputerScience, Santa Fe, New Mexico, 1994. 5. J. H. van Lint, Introduction to Coding Theory, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992. 6. R.L. Rivest and A. Shamir, “How to reuse a write-once memory,”Inform. and Contr., vol. 55, no. 1–3, pp. 1–19, December 1982.		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе Настава се изводи фронтално, реализује се кроз предавања и менторски рад, консултације и студијско-истраживачки рад.		
Оцена знања (максимални број поена 100) Студијско-истраживачко рад: 40; Усмени испит: 60 поена.		

Назив предмета: Клауд рачунарство и виртуелизација		
Наставници: Александар Закић, Милена Раденковић		
Статус предмета: Обавезан, прва година, први семестар		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета: Стицање напредних знања из области рачунарства у облаку и виртуелизације. Оспособљавање за аналитичко разматрање приликом избора типа виртуелизације. Стицање знања о аспектима сигурности и заштите рачунарства у облаку, као и механизмима за опоравак од катастрофе.		
Исход предмета: Овладавање технологијама које омогућава рачунарство у облаку, укључујући виртуелизацију, рачунарске мреже, дистрибуирану обраду и складиштење, сигурност мреже и података, архитектуру оријентисану на услуге и веб апликације, управљање виртуелним машинама. По завршетку курса студент примењује напредне концепте у раду са различитим архитектурама рачунарства у облаку. Овладавање серверлес платформом за изградњу, развој и примену функција и апликација ради поједностављења управљања инфраструктуром. Оспособљавање студента за даља научна истраживања из области рачунарства у облаку и виртуелизације.		
Садржај предмета: Напредни концепти рачунарства у облаку и виртуелизације. Типови и особине клауд мрежа. Мониторинг и мерења перформанси. Виртуелизационе технологије. Различити типове виртуелизације: OS, Desktop, Application, Server, Network, Storage виртуелизација. Сервер виртуелизација на нивоу оперативних система. Класични хипервизори (xen, vmware, hyper-v). Контејнери (Docker). Архитектура рачунарства у облаку – концепти и дизајн. Различити модели сервиса и услуга рачунарства у облаку (IaaS, PaaS и SaaS). Cloud Native концепти (Cloud Native, Containers, Microservices, Kubernetes). Развој и програмирање апликација и сервиса помоћу рачунарства у облаку и виртуелизације. Избор клауд провајдера (AWS, GCP, Azure). Изградња API сервиса. Серверлес компјутерске платформе. Month Classifier, Serverless Version, Serverless Sensor Data Collector. Конвергирана и хипер-конвергирана инфраструктура. Миграција на облак. Миграција физичких сервера на облак, миграција виртуелних машина на облак. Заштита и механизми за опоравак од катастрофе. Сервиси за безбедан проток података - VPN мреже (Site-to-Site, Point-to-Site VPN). Сервиси за изградњу резервних копија. Кластери.		
Препоручена литература: 1. Dan C. Marinescu, <i>Cloud Computing – Theory and Practice</i> , 2018 2. Juan A. Afel Diego P Montes Javier Rodeiro Iglesias, <i>Cloud and Serverless Computing for Scientists</i> , 2020 3. Microsoft Corporation, <i>Cloud Migration Simplified A guide for migrating infrastructure, databases, and applications</i> , 2020 4. Chris Dotson, <i>Practical Cloud Security: A Guide for Secure Design and Deployment</i> , 2019 5. Dac-Nhuong Le Raghvendra Kumar Gia Nhu Nguyen Jyotir Moy Chatterjee, <i>Cloud Computing and Virtualization</i> , Scrivener Publishing LLC, 2018		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методe извођења наставе: Предавања и/или менторски рад, консултације, лабораторијске вежбе, израда домаћих задатака, израда приступног рада.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит-60 поена, предиспитне обавезе– 40 поена (домаћи задаци, семинарски рад, учешће у пројектима).		

Назив предмета: Алгебарско израчунавање		
Наставник или наставници: Душко Богданић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета Циљ овог предмета је да се студентима пружи могућност упознавања са конкретним проблемима професионалних математичара при рачунању са разним математичким објектима. Посебан осврт је на начинима представљања математичких објеката (специјално, алгебарских објеката) на рачунару и њиховом манипулацијом кроз програмске пакете GAP и MAGMA, и open source систем SageMath.		
Исход предмета Након похађања предмета, студент ће бити спреман да: <ul style="list-style-type: none"> • упозна са врстама система компјутерске алгебре (computer algebra systems) • научи напредне концепте програмских пакета за алгебарско израчунавање GAP и MAGMA, • упозна са другим доступним системима за симболичко рачунање (пројекат SageMath), • развија софтвер за напредна симболичка рачунања, те да буде у могућности да сам креира open source библиотеке. 		
Садржај предмета Преглед система компјутерске алгебре (computer algebra systems). Рекурзивна структура математичких израза. Елементарни математички алгоритми (фундаментални рачунски алгоритми за целе бројеве и полиноме, модулarna аритметика), рекурзивни алгоритми. Алгоритми за манипулацију са полиномима и рационалним изразима. Основне библиотеке програмског система GAP (теорија бројева и линеарна алгебра), основне библиотеке програмског система MAGMA (модули и алгебарске криве), рачунарске репрезентације математичких објеката. Развој софтвера за напредна симболичка рачунања у open source систему SageMath.		
Препоручена литература 1. J.S. Cohen, <i>Computer Algebra and Symbolic Computation: Mathematical Methods</i> , A K Peters Ltd., 2003. 2. SageMath manuals, https://doc.sagemath.org/pdf/en/tutorial/SageTutorial.pdf 3. Handbook of MAGMA Functions, https://www.math.uzh.ch/sepp/magma-2.19.8-cr/Handbook.pdf 4. GAP manuals, https://www.gap-system.org/Doc/manuals.html		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методe извођења наставе Настава се изводи кроз предавања и/или менторски рад, консултације, семинаре, студијско-истраживачки рад. У оквиру студијског и истраживачког рада врши се решавање сложених задатака, како би кандидати разумели дато градиво, које би касније у пракси могли да примене. Посебна пажња се посвећује развијању алгоритама и софтвера у комерцијалним системима за симболичко рачунање.		
Оцена знања (максимални број поена 100) Истраживачко-студијски рад: 40; Усмени испит: 60 поена		

Назив предмета: Логички оквири, моделирање и резонување о системима		
Наставници : Јована Форцан		
Статус предмета: изборни, прва година, други семестар		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова		
Циљ предмета: Стицање фундаменталних знања у домену формалног резонувања. Способност моделирања система користећи логичке формалне системе, који у исто време омогућавају резонување о особинама посматраног објектног система. Развијање апстрактног размишљања у комплексном домену формалног резонувања.		
Исход предмета: Познавање релевантних појмова и резултата из логике и формалног резонувања; развијено апстрактно размишљање у контексту аутоматског резонувања и верификације; способност моделирања једноставнијих система, као и резонувања о истим. Иницијална укљученост у научно-истраживачки рад.		
Садржај предмета: Основни појмови и концепти. Увод у аутоматско резонување и историјат система за доказивање теорема. Кратак увод у логичке системе. Резонување у исказном рачуну. Таутологичност, задовољивост, САТ. Нормалне форме, ДПЛЛ процедура. Метод резолуције. Одлучивост. Предикатски рачун. Резолуција, одлучивост. СМТ. Мета логички оквири. LF, LLF i CLF. ЛП-calculus. Интерактивни доказивач теорема Coq. Calculus of constructions. Доказивач Abella. G logic.		
Препоручена литература: 1. J. Harrison, Handbook of practical logic and automated reasoning, Cambridge Univ. Press, 2009. 2. F. Pfenning, Logical frameworks, in Handbook of automated reasoning, pp. 1063–1147, 2001. 3. I. Cervesato, Logical frameworks - why not just classical logic? (online) 1999. 4. P. Janičić, Matematička logika u računarstvu, Matematički Fakultet u Beogradu, 2007. 5. R. Harper, Practical foundations for programming languages, Cambridge University Press, 2016 6. I. Cervesato, S. Khan, G. Reis, D. Žunić: Formalization of automated trading systems in a concurrent linear framework, Proc. of Linearity and TLLA, Oxford UK, July 2018. EPTCS, Vol. 292. pp. 1-15 (2019).		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе: На предавањима се излаже теоријски део градива, након кога следе примери уз одговарајућу примену софтвера. Студент самостално проучава делове литературе и истраживања, о чему дискутује са наставником на консултацијама.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит - 60 поена, предиспитне обавезе – 40 поена (домаћи задаци, семинарски рад, учешће у пројектима).		
Начин провере знања могу бити различити : (писмени испити, усмени испт, презентација пројекта, семинари итд.....		
*максимална дужна 1 страница А4 формата		

Назив предмета: Алгоритми алгебарске комбинаторике		
Наставник или наставници: Душко Богданић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета Циљ овог предмета је да се студенти упознају са основним комбинаторним алгоритмима за рачунање разних алгебарских инваријанти. У току курса, проучаваћемо дизајн ових алгоритама, ефикасност и комплексност, уз посебан фокус на имплементацију у програмским језицима.		
Исход предмета Након похађања предмета, студент ће бити спреман да: <ul style="list-style-type: none"> • разуме основне концепте у вези са неким комбинаторним структурама модерне алгебре, • се упозна са класичним алгоритмима за рачунање разних инваријанти алгебарских структура, а посебно са лимитима модерних рачунара при њиховој имплементацији, • дизајнира и имплементира комбинаторне алгоритме, те да разуме комплексност класичних комбинаторних алгоритама, • примени научене концепте оптимизације у другим областима науке и индустрије. 		
Садржај предмета Симетричне групе и придружене дискретне алгебарске структуре, партиције и Јангови таблои. Фок простор, декомпозициони бројеви, кристални декомпозициони бројеви. LLT-алгоритам за рачунање кристалних декомпозиционих бројева. Оптимизација алгоритама у специјалним случајевима, њихова имплементација као и представљање у програмским системима GAP и MAGMA.		
Препоручена литература 1. В.Е.Сagan, <i>The Symmetric Group: Representations, Combinatorial Algorithms, and Symmetric Functions</i> , Springer 2001. 2. A Lascoux, B Leclerc, JY Thibon, <i>Hecke algebras at roots of unity and crystal bases of quantum affine algebras</i> , Commun. Math. Phys. 181, 205-263, (1996). 3. GAP manuals, https://www.gap-system.org/Doc/manuals.html 4. Handbook of MAGMA Functions, https://www.math.uzh.ch/sepp/magma-2.19.8-cr/Handbook.pdf		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе Настава се изводи кроз предавања и/или менторски рад, консултације, семинаре, студијско-истраживачки рад. У оквиру студијског и истраживачког рада врши се решавање сложених задатака, како би кандидати разумели дато градиво, које би касније у пракси могли да примене. Посебна пажња се посвећује имплементацији алгоритама у програмским пакетима GAP и MAGMA.		
Оцена знања (максимални број поена 100) Истраживачко-студијски рад: 40; Усмени испит: 60 поена		

Назив предмета: Рачунарско моделирање природних и техничких процеса		
Наставници: Горан Кековић		
Статус предмета: Изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема		
Циљ предмета: Циљ предмета је упознавање доктораната са применама диференцијалних једначина, вероватноће и статистике у моделирању природних и техничких процеса у ширем смислу и усвајање метода идентификације параметара линеарних и нелинеарних модела; као и упознавање са својствима стохастичких процеса и системима који зависе од случајних догађаја.		
Исход предмета: По успешно завршеном предмету, докторант ће бити способан да: 1. одреди структуру и својства разматраног процеса, 2. на основу тога примени одговарајући математички модел и одговарајуће параметре, 3. правилно одреди границе примењивости модела, 4. напише рачунарски програм за практичну имплементацију датог математичког модела.		
Садржај предмета: <i>Теоријска настава</i> Теорија и методе конструкције диференцијских схема. Савремене методе решавања парцијалних диференцијалних једначина: Лапласов варијациони метод и Вејвлит-Галеркин метод. Решавање фракционих диференцијалних једначина. Примена диференцијских схема за решавање разних типова једначина у програмском језику МАТЛАБ. Диференце једначине. Нехолономни динамички системи. Квази-координате и квази-импулси. Болцман-Хамелова једначина. Транспозициони облик Болцман-Хамелове једначине. Моделирање нехолономних система интегралним методама. Пример математичког моделирања индустријског робота манипулатора у програмском језику МАТЛАБ, применом Лагранжових једначина. Стохастички процеси. Стационарни процеси. Спектрална анализа стационарних процеса. Примери моделирања природних стохастичких процеса у програмском језику МАТЛАБ. <i>Практична настава</i> Рачунске вежбе. Лабораторијске вежбе (рачунарске симулације у програмском језику МАТЛАБ). Истраживачки пројекат.		
Литература 1. A. A. Samarskii, Theory of Difference Schemes, Marcel Dekker, Inc., New York, 2001. 2. B. S. Jovanović, Numeričke metode rešavanja parcijalnih diferencijalnih jednačina, Beograd, 1989. 3. Tarig M. Elzaki, Solution of Nonlinear Partial Differential Equations by New Laplace Variation Iteration Method, IntechOpen, 2018. 4. Simon Jones, Mathias Legrand, The wavelet-Galerkin method for solving PDE's with spatially dependent variables, ICVS19, 2012. 5. Roberto Garrapa, Numerical Solution of Fractional Differential Equations: A Survey and a Software Tutorial, <i>Mathematics</i> , 2018, 6 , 16. 6. Donald T. Greenwood, Advanced Dynamics, Cambridge, University Press, Cambridge 2003. 7. Frank Beichelt: Applied Probability and Stochastic Processes, Taylot & Francic Group, 2016. 8. Richard Durrett: Essentials of stochastic processes, 2nd ed. Springer, 2012. 9. Odabrani naučni radovi novijeg datuma sa SCI liste.		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе: Предавања и/или менторски рад, консултације, лабораторијске вежбе, израда семинарских радова, израда и одбрана истраживачких пројеката.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит - 60 поена, предиспитне обавезе – 40 поена (семинарски рад, учешће у пројектима).		

Назив предмета: Фази скупови и системи		
Наставник или наставници: Виолета Димић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета. Оспособљавање студената на апстрактно мишљење и стицање напредних знања везаних за одабрану област у оквиру метода и техника за моделовање неодређености, непрецизности и недоречености. У зависности од усмерења кандидата и уже научне области која ће бити предмет докторске дисертације, разматраће се различити методолошки концепти, који ће бити основа за научно истраживање.		
Исход предмета. Стицање знање о могућностима примене метода и фази техника у решавању реалних проблема у пракси и овладавање одговарајућим вештинама моделирања коришћењем одабраног приступа и расположивих софтверских алата у изградњи комплексних система управљања на бази фази логике.		
Садржај предмета. Појам фази скупа, скуповне и алгебарске операције на фази скуповима, Принцип екстензије, фази релације, композиција фази релација, фази уређења, фази еквиваленције и фази једнакости, фази партиције, фази функције, екстензионалност, фази матрице, фази затворења, Фази логика. Алгебарске основе фази логике: Резидуиране мреже, Хејтингове алгебре, BL-алгебре, MV-алгебре, Геделове алгебре, троугаоне норме на јединичном интервалу, Лукашиевичева, производ и Геделова норма. Моделирање неодређености, фази логика и апроксимативно резоновање, фази контрола, фази анализа података, фази кластеровање, фази језици и фази аутомати, фази алгебарске структуре, фази релациони системи, фази графови, фази тополошки простори. Практична настава: Примене фази система у другим дисциплинама (анализа података, процесирање слика и др). Моделирање, коришћење рачунара-fuzzy toolbox. Фази системи (Mamdani-Assilan, Takagi, Sugeno-Kang, Tsukamoto, F-N, и др).		
Препоручена литература R.Belohlavek, Fuzzy Relational Systems: Foundations and Principles, Kluwer Academic Publishers, New York, 2002. R. Belohlavek and V. Vychodil, Fuzzy Equational Logic, Springer, Berlin/Heidelberg, 2005. G. Gerla, Fuzzy Logic: Mathematical Tools for Approximate Reasoning, Kluwer, Dordrecht, 2001. J. Klir, B. Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic – Theory and Applications, Prentice Hall, 1995. R. R. Yager, D. Filev, Essential of Fuzzy Modelling and Control, Wiley, 1994 E. Cox, The Fuzzy Systems Handbook, Academic Press, London, 1994. Grabisch M., Nguyen H. Walker E. A. Fundamentals of Uncertainty Calculi with Application to Fuzzy Inference, KluwerAcademicPublishers, Dordrecht-Boston-London, 1995. L.-X. Wang, A Course in Fuzzy Systems and Control, Prentice-Hall International, Inc., 1997 Актуелни одабрани чланци из области из водећих међународних часописа.		
Број часова активне наставе	Теоријска настава: 3	Практична настава: 3
Методе извођења наставе. Настава се изводи кроз предавања и/или менторски рад, консултације, семинаре, студијско-истраживачки рад. Излагање теоретског дела праћено је одговарајућим примерима који доприносе разјашњењу теоретског дела градива. Део наставе на предмету се одвија кроз самостални студијски истраживачки рад, који обухвата активно праћење примарних научних извора, организацију и извођење експеримената и статистичку обраду података, нумеричке симулације, писање рада из области чиме студент самостално продубљује градиво са предавања. Уз рад са наставником студент се оспособљава за самостално писање научног рада. Посебна пажња се посвећује решавању реалних примера из пословне праксе, где се моделирање врши помоћу одговарајућих софтверских алата. Из изабране области студент добија тему за писање семинарског рада који се усмено излаже.		
Оцена знања (максимални број поена 100) Истраживачко-студијски рад: 40; Усмени испит: 60 поена		

Назив предмета: Нумеричка оптимизација		
Наставници : Милена В.Раденковић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова		
Циљ предмета: Темељно познавање и разумевање нумеричких метода за решавање оптимизационих проблема са и без ограничења.. Оспособљавање студената за решавање проблема у овој области уз употребу научних поступака и метода. Способност праћења савремених достигнућа у области и њене примене.		
Исход предмета: Студенти ће овладати нумеричким методама које омогућавају истраживања у теорији оптимизације, као и да примене ове методе на реалне проблеме. Студент је стекао неопходно теоријско знање за систематско разумевање проблематике која се односи на нумеричку оптимизацију, њену примену у другим гранама математике, рачунарству, техници и науци. Студент је савладао вештине и методе истраживања у овој области.		
Садржај предмета: Класичне методе оптимизације. Оптимизациони проблеми без ограничења. Неопходни и довољни услови. Линијско претраживање. Области поверења. Методи Њутновог типа. Метод најмањих квадрата. Оптимизациони проблеми са ограничењима. Теоријско зансивање алгоритама. Проблеми малих и средњих димензија. Проблеми великих димензија. Методе са казнама, Методе множиоца Лагранжа. SQP методе. Конвексна оптимизација.		
Препоручена литература: Bertsekas, D.P. <i>Convex Optimization Methods</i> , Athena Scientific, 2015. Birgin, E.G., Martinez, J.M. <i>Practical Augmented Lagrangian Methods for Constrained Optimization</i> , SIAM 2014. J.E.Dennis and R.B.Schnabel, <i>Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations</i> , SIAM, Philadelphia, 1996. J.Nocedal and S.J.Wright, <i>Numerical Optimization</i> , Springer, 2006. E.Polak, <i>Computational Methods in Optimization, A Unified Approach</i> , Academic Press, New York, 1971. Актуелни чланци из водећих међународних часописа		
Број часова активне наставе	Предавања: 4	Студијски истраживачки рад: 4
Методе извођења наставе: Предавања и/или менторски рад, консултације, израда домаћих задатака, израда семинарског рада, дискусија уз активно учешће студента, учешће у пројектима.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит - 60 поена, предиспитне обавезе – 40 поена (домаћи задаци, семинарски рад, учешће у пројектима).		

Назив предмета: Теорија сложености		
Наставник (ци): Мимица Милошевић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова.		
Циљ предмета: Усвајање теоријских сазнања о сложености алгоритама и примена на конкретне проблеме у смислу израчунљивости.		
Исход предмета: Оспособљеност да се идентификује сложеност алгоритама при решавању конкретних проблема у области рачунарства.		
Садржај предмета: Теорија сложености израчунавања O -нотација. Апстрактна сложеност израчунавања. Класе сложености израчунавања, хијерархија класа. Класа P . Класа NP . Примери. Полинимијално време. Паралелна комплексност. Отворени проблеми у хијерархији класа сложености, $P = NP$ проблем. Комплетни проблеми. Cook-Levin-ова теорема. Проблем Хамилтонове контуре. Интерактивни докази. Пробабалистички проверљиви докази. Комплексност одлучивих теорија. Релативизирана сложеност. Просторна сложеност. Теорема Савича. Класа $PSPACE$. Сложеност струјних кола. Хијерархија полиномијалног времена. Парцијално рекурзивне функције и Геделова нумерација. Апстрактна сложеност. Постов проблем. Нерешиви проблеми граматика без ограничења. Проблем четири боје. Примене теорије сложености у криптологији. Тајни кључеви. Јавни кључ криптосистема.		
Препоручена литература: <ol style="list-style-type: none"> 1. Kozen, D., Theory of Computation, Springer, 2006. 2. Огњановић З., Крџавац Н., Увод у теоријско рачунарство, Факултет организационих наука, Београд, 2005. 3. Sipser, M., Introduction to the Theory of Computation, PWS Publishing Company, 1997. 4. Papadimitriou C., Computational complexity, Addison-Wesley, 1995. 5. H. Lewis, C. Papadimitriou, Elements of the theory of computation, Prentice-Hall, 1981. 		
Број часова активне наставе	Предавања: 4	Студијски истраживачки рад: 4
Методе извођења наставе: Предавања, консултације, домаћи задаци, семинарски рад.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Семинарски рад 50 поена и усмени испит са одбраном семинарског рада 50 поена.		

Назив предмета: Системи за подршку одлучивању		
Наставник или наставници: Дејан Видука		
Статус предмета: Изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: математичка анализа, вероватноћа, статистика		
Циљ предмета <p>СТИЦАЊЕ НАПРЕДНИХ ЗНАЊА ВЕЗАНИХ ЗА САВРЕМЕНЕ ДИСЦИПЛИНЕ И МЕТОДЕ КОЈЕ СЕ БАВЕ ТЕМАТИКОМ ОДЛУЧИВАЊА. У зависности од усмерења кандидата и уже научне области која ће бити предмет докторске дисертације, разматраће се различити методолошки концепти, који ће бити основа за научно истраживање.</p>		
Исход предмета <p>Студент је упознат са низом значајних метода, модела и техника у области одлучивања и поседује довољно знања да може самостално да крене у истраживање области одлучивања и да започне научно истраживање. Студент је овладао софтверским алатима за подршку одлучивању.</p>		
Садржај предмета. Увод у теорију одлучивања, Процес доношења одлуке. Аспекти вероватноће и статистике у теорији одлучивања (Minimum прос. ризик, Вajесов ризик, постериорни ризик, Вajес и Minimax одлуке, Г-Minimax одлуке). Поређење модела, редукција. Инваријантни статистички модели одлучивања. Апроксимација модела и одлука. Процена. Тестирање. Одабир модела. Аксиоматски приступ теорији корисности. Теорија игара. Аспект фази логике и фази система у теорији одлучивања. Техника стабла одлучивања. Вишекритеријумско одлучивање и анализа (ELECTRE, PROMETHEE, АНР и друге хибридне методе). Групно одлучивање. Delfi техника. Технологије за развој система за подршку одлучивању. Примена вештачке интелигенције у системима за подршку одлучивању. Софтвери за подршку одлучивању.		
Препоручена литература <p>Miescke, K-J, Liese, F. Statistical Decision Theory: Estimation, Testing, and Selection, Springer-Verlag New York, 2008 Чупић М., Сукновић М., Одлучивање: Формални приступ, ФОН, Београд, 2008. S. K. Neogy, R. B. Vapat, A. K. Das & T. Parthasarathy. Mathematical Programming and Game Theory for Decision Making, World Scientific, 2008. Lior Rokach, Oded Maimon. Data mining with decision trees. Theory and Applications. World Scientific, 2008. Skalna I., et al. Advances in Fuzzy Decision Making, Theory and Practice, Springer, 2015. Актуелни одабрани чланци из међународних часописа.</p>		
Број часова активне наставе	Теоријска настава: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методe извођења наставе. <p>Настава се изводи кроз предавања и/или менторски рад, консултације, семинаре, студијско-истраживачки рад. У оквиру студијског и истраживачког рада врши се решавање сложених задатака, како би кандидати разумели дато градиво, које би касније у пракси могли да примене. Посебна пажња се посвећује решавању реалних примера из пословне праксе, где се моделирање врши помоћу одговарајућих софтверских алата. Део наставе на предмету се одвија кроз самостални студијски истраживачки рад, који обухвата активно праћење примарних научних извора, организацију и извођење експеримената и статистичку обраду података, нумеричке симулације, писање рада из понуђених области или области интресовања студента, чиме студент самостално продубљује градиво са предавања. Уз рад са наставником студент се оспособљава за самостално писање научног рада.</p>		
Оцена знања (максимални број поена 100) <p>Истраживачко-студијски рад: 40; Усмени испит: 60 поена</p>		

Табела 5.1 Спецификација предмета на студијском програму докторских студија

Назив предмета: Адаптивни системи за пословно одлучивање		
Наставник или наставници: Бобан Весин, <u>Ненад Глигорић</u> , <u>Иван Станковић</u> , <u>Јелена Стојановић</u>		
Статус предмета: Изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета Класични приступи у анализи података заснивају се на статичком (или унапред дефинисаном) поступку за прикупљање и обраду података. Савремени приступи баве се адаптивним методама који се у пракси готово увек користе. Циљ предмета је да студенти науче како да дизајнирају системе који адаптивно прикупљају и обрађују податке како би самостално или у сарадњи са људима доносили одлуке. Предмет примењује основне принципе машинског учења, статистичких модела, база података и проналажења скривеног знања у великим скуповима <u>различитих типова</u> података, све у сврху примене у системима за подршку у пословном одлучивању.		
Исход предмета Након похађања предмета, студент ће бити спреман да: <ul style="list-style-type: none"> • разуме адаптивну анализу података, основне научне теорије о тестирању хипотезе, квантитативне и квалитативне аналитике у сврху доношења одлука као и да очисти опште проблеме приликом доношења одлука. • анализира и изабере адекватне стратегије за решавање различитих проблема у домену подршке одлучивању. • користи SQL упитни језик за анализу података. • планира адаптивно прикупљање података. • користи алате за обраду података великих размера као што је Tensor-flow. • решава проблеме са екстремумима, као и са непотпуним и/или необрађеним подацима. 		
Садржај предмета Комплексност система подршку у одлучивању, потреба за системима подршке у одлучивању, проблеми одлучивања, теорија одлучивања, моделовање процеса одлучивања, адаптивни системи за подршку одлучивању, карактеристике и функционалности система, биг дејта, структуре података, филтрирање података, моделовање и анализа, статички и динамички модели, вероватноће и ризици, проналажење скривеног знања код система за пословно одлучивање, технике за пост-процесирање података, модели валидације, статистичке методе за валидацију хипотезе, прикупљање података, дата мајнинг, аналитика и визуализације, софтверски алати за развој система за подршку у одлучивању (Tensor-flow), примена адаптивних система за подршку одлучивању на проблеме из реалног окружења <u>модел машинског учења код Tensor-flow-а, надгледано учење употребом Tensor-flow, неуронске мреже и Tensor-flow, обрада природног језика помоћу Tensor-flow-а, употреба Tensor-flow за рад са сликама.</u>		
Препоручена литература <ul style="list-style-type: none"> - Ramesh, S., Dursun, D., Efraim T., Analytics, Data Science, & Artificial Intelligence: Systems for Decision Support, 11th Edition, 2020, ISBN-10: 0135192013 - Pramod Singh, Avinash Manure, Learn TensorFlow 2.0 Implement Machine Learning and Deep Learning Models with Python, 2020, ISBN 978-1-4842-5558-2 - Thushan Ganegedara, Natural Language Processing with TensorFlow: Teach language to machines using Python's deep learning library, ISBN, 2018, 978-1788478311 - Rowel A., Advanced Deep Learning with TensorFlow 2 and Keras: Apply DL, GANs, VAEs, deep RL, unsupervised learning, object detection and segmentation, and more, 2nd Edition, 2020 - Dimitrakakis, C. Ortner, R., Decision making under uncertainty and reinforcement learning. Chalmers University of Technology, 2018. - Dwork, C. and Roth, A., The algorithmic foundations of differential privacy. <i>Foundations and Trends in Theoretical Computer Science, 2014</i> - <u>Klašnja Milićević, A., Vesin, B., Ivanović, M., Budimac, Z. and Jain, L.C., E-learning systems: Intelligent techniques for personalization (Vol. 112). Springer, 2016</u> 		
Број часова активне наставе	Теоријска настава: 3	Практична настава: 3
Методе извођења наставе Настава се изводи кроз предавања и/или менторски рад, консултације, семинаре, студијско-истраживачки		

Formatted: Font: Italic

рад. У оквиру студијског и истраживачког рада врши се решавање сложених задатака, како би кандидати разумели дато градиво, које би касније у пракси могли да примене. Посебна пажња се посвећује решавању реалних примера из пословне праксе, где се моделирање врши помоћу одговарајућих софтверских алата.

Оцена знања (максимални број поена 100)

Истраживачко-студијски рад: 40; Усмени испит: 60 поена

Назив предмета: Напредна поглавља теорије аутомата		
Наставник (ци): Црвенковић Ђ. Симиша		
Статус предмета: Изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова.		
Циљ предмета: Усвајање напредних знања из теорије аутомата и примена на конкретне проблеме у рачунарству.		
Исход предмета: Оспособљеност да се идентификује конкретне проблеме из области рачунарства у контексту теоријских концепата теорије аутомата.		
Садржај предмета: Особине регуларних језика. Нормалне форме Чомског. Аутомати са потискујућом меморијом. Контекстно слободни језици. Лема напумпавања за контекстно слободне језике. Хијерархија Чомског. Везе између класа језика. Детерминистички контекстно слободни језици. Особине затворења фамилије језика. Примена коначних аутомата у компајлерима. Черчова хипотеза. Универзалне Тјурингове машине и проблем заустављања. Еквиваленција Тјурингових машина и рекурзивних функција. Неодлучивост Постовог проблема кореспонденције. Полиномно време и простор. Неки NP комплетни проблеми. Класа co-NP.		
Препоручена литература: 1. Мадарас Р., Црвенковић С., Увод у теорију аутомата и формалних језика, Нови Сад, 1995. 2. Огњановић З., Крџавац Н., Увод у теоријско рачунарство, Факултет организационих наука, Београд, 2005. 3. Н. Lewis, C. Papadimitriou, Elements of the theory of computation, Prentice-Hall, 1981. 4. Kozen, D., Automata and Computability, Springer, 1997. 5. Hopcroft, J., Ullman, J., Introduction to Automata Theory, Languages and Computation, Addison-Wesley, 1979.		
Број часова	активне наставе	Предавања: 4
		Студијски истраживачки рад: 4
Методе извођења наставе: Предавања, консултације, домаћи задаци, семинарски рад.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Семинарски рад 50 поена и усмени испит са одбраном семинарског рада 50 поена.		

Назив предмета: Фази системи и примене		
Наставник или наставници: Марија В. Пауновић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета Оспособљавање студената на апстрактно мишљење и стицање напредних знања везаних за одабрану област у оквиру метода и техника за моделовање неодређености, непрецизности и недоречености. У зависности од усмерења кандидата и уже научне области која ће бити предмет докторске дисертације, разматраће се различити методолошки концепти, који ће бити основа за научно истраживање.		
Исход предмета Стицање знање о могућностима примене метода и фази техника у решавању реалних проблема у инжењерској и менаџерској пракси и овладавање одговарајућим вештинама моделирања коришћењем одабраног приступа и расположивих софтверских алата у изградњи комплексних система управљања.		
Садржај предмета Теоријска настава. Фази логика. Фази и обични скупови. Фази аритметика. Апроксимативно резоновање. Мере неодређености. Фази системи (Mamdani-Assilan, Takagi, Sugeno-Kang, Tsukamoto, F-N, и др). Фази базе података. Процесирање слике. Анализа облика., Фази кластеровање. Теорија фази одлучивања. Инжењерске примене и примене фази система у другим дисциплинама (анализа података, процесирање слика, одлучивање и др). Практична настава: Моделирање, коришћење рачунара-fuzzy toolbox.		
Препоручена литература J. Klir, B. Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic – Theory and Applications, Prentice Hall, 1995. R. R. Yager, D. Filev, Essential of Fuzzy Modelling and Control, Wiley, 1994 E. Cox, The Fuzzy Systems Handbook, Academic Press, London, 1994. Grabisch M., Nguyen H. Walker E. A. Fundamentals of Uncertainty Calculi with Application to Fuzzy Inference, KluwerAcademicPublishers, Dordrecht-Boston-London, 1995. Небојша Ралевић. Збирка решених испитних задатака из Фази математике ФТН Издаваштво 2018		
Број часова	активне наставе	Теоријска настава: 3 Практична настава: 3
Методе извођења наставе Настава се изводи кроз предавања и/или менторски рад, консултације, семинаре, студијско-истраживачки рад. Излагање теоретског дела праћено је одговарајућим примерима који доприносе разјашњењу теоретског дела градива. Део наставе на предмету се одвија кроз самостални студијски истраживачки рад, који обухвата активно праћење примарних научних извора, организацију и извођење експеримената и статистичку обраду података, нумеричке симулације, писање рада из области чиме студент самостално продубљује градиво са предавања. Уз рад са наставником студент се оспособљава за самостално писање научног рада. Посебна пажња се посвећује решавању реалних примера из пословне праксе, где се моделирање врши помоћу одговарајућих софтверских алата. Из изабране области студент добија тему за писање семинарског рада који се усмено излаже. У току предавања се ради пројекат-програм (Matlab, Mathematica, C) за задати проблем.		
Оцена знања (максимални број поена 100) Истраживачко-студијски рад: 40; Усмени испит: 60 поена		

Назив предмета: Системи за подршку одлучивању		
Наставник или наставници: Марија В. Пауновић		
Статус предмета: Изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета СТИЦАЊЕ НАПРЕДНИХ ЗНАЊА ВЕЗАНИХ ЗА САВРЕМЕНЕ ДИСЦИПЛИНЕ И МЕТОДЕ КОЈЕ СЕ БАВЕ ТЕМАТИКОМ ОДЛУЧИВАЊА. У ЗАВИСНОСТИ ОД УСМЕРЕЊА КАНДИДАТА И УЖЕ НАУЧНЕ ОБЛАСТИ КОЈА ЋЕ БИТИ ПРЕДМЕТ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ, РАЗМАТРАЋЕ СЕ РАЗЛИЧИТИ МЕТОДОЛОШКИ КОНЦЕПТИ, КОЈИ ЋЕ БИТИ ОСНОВА ЗА НАУЧНО ИСТРАЖИВАЊЕ.		
Исход предмета Студент је упознат са низом значајних метода, модела и техника у области одлучивања и поседује довољно знања да може самостално да крене у истраживање области одлучивања и да започне научно истраживање. Студент је овладао софтверским алатима за подршку одлучивању.		
Садржај предмета. Увод у теорију одлучивања, Процес доношења одлуке. Аспекти вероватноће и статистике у теорији одлучивања (Minimum прос. ризик, Вajesов ризик, постериорни ризик, Вajes и Minimax одлуке, Г-Minimax одлуке). Техника стабла одлучивања. Теорија корисности. Теорија игара. Вишеатрибутивна корисност. Вишекритеријумско одлучивање и анализа (ELECTRE, PROMETHEE, ANP и друге хибридне методе). Групно одлучивање. Delfi техника. Технологије за развој система за подршку одлучивању. Оптимизациони модели за доношење одлука. Примена вештачке интелигенције у системима за подршку одлучивању. Експертски системи. Патерни и одлучивање. Софтвери за подршку одлучивању.		
Препоручена литература 1. Чупић М., Сукновић М., Одлучивање: Формални приступ, ФОН, Београд, 2008. 2. Murty K. Optimization models for decision making, Springer-Verlag US, 2010 3. Miescke, K-J, Liese, F. Statistical Decision Theory: Estimation, Testing, and Selection, Springer-Verlag New York, 2008 4. Павличић, Д. Теорија одлучивања, ЦИД, Економски факултет Београд, 2004. додатна литература 5. Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning , Springer, 2007. 6.S. K. Neogy, R. V. Bapat, A. K. Das & T. Parthasarathy. Mathematical Programming and Game Theory for Decision Making, World Scientific, 2008.		
Број часова активне наставе	Теоријска настава: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методe извођења наставе. Настава се изводи кроз предавања и/или менторски рад, консултације, семинаре, студијско-истраживачки рад. У оквиру студијског и истраживачког рада врши се решавање сложених задатака, како би кандидати разумели дато градиво, које би касније у пракси могли да примене. Посебна пажња се посвећује решавању реалних примера из пословне праксе, где се моделирање врши помоћу одговарајућих софтверских алата. Део наставе на предмету се одвија кроз самостални студијски истраживачки рад, који обухвата активно праћење примарних научних извора, организацију и извођење експеримената и статистичку обраду података, нумеричке симулације, писање рада из понуђених области или области интресеовања студента, чиме студент самостално продубљује градиво са предавања. Уз рад са наставником студент се оспособљава за самостално писање научног рада.		
Оцена знања (максимални број поена 100) Истраживачко-студијски рад: 40; Усмени испит: 60 поена		

Назив предмета : Машинско учење		
Наставник (ци) : Дејан Ђукић		
Статус предмета : изборан		
Број ЕСПБ : 10		
Услов : Нема услова, али су пожељна знања из предмета Програмирање (програмски језик Питон), Вероватноћа и статистика, Вештачка интелигенција, и Компјутерска визија са Основних академских студија.		
Циљ предмета : Циљ предмета је да прикаже методе за обраду скупова података који су велики, зашумљени, и вишедимензионални, да укаже на неке примене ових метода, и да оспособи студенте за примену ових метода користећи неке савремене програмске алате.		
Исход предмета : По успешно завршеном предмету, студент ће бити способан да: 1.изабере метод за машинско учење који одговара датом проблему, 2. пројектује и примени метод за машинско учење за обраду података, 3. прикаже резултате и оцени успех или учинак изабраног метода за машинско учење.		
Садржај предмета : <i>Теоријска настава:</i> Векторски простори, димензионалност, функције, пресликавања, пројекције; диференцијалне и диференцне једначине ; Вероватноћа и случајни процеси, расподеле, Бајесово правило, континуални и дискретни Марковљеви процеси ; Машинско учење, типови машинског учења, скупови података, оптимизација, регресија, класификација, бајесовско одлучивање, статистичко закључивање, апроксимација, процена грешке; Неуронске мреже, вишеслојни перцептрон, параметарска оптимизација, регуларизација, конволуционе неуронске мреже, рекурентне неуронске мреже ; Примене машинског учења, параметарска естимација, извлачење кључних показатеља, предвиђање, уклањање шума, обрада природног језика, препознавање говора, машинска визија. <i>Практична настава:</i> Програмско окружење Питон, Нимпи,Тензорфлоу; Структуре података, тензори, оператори, визуализација података ; Манипулација података , нумеричка израчунавања, регресија, класификација, неуронске мреже, вишеслојни перцептрон, конволуционе и рекурентне неуронске мреже ; самостални истраживачки пројекат, циљеви, избор скупа података, анализа података, избор метода, извођење самосталног истраживачког пројекта, писање извештаја, јавна презентација резултата.		
Литература: 1. Goodfellow I. & Bengio Y. & Courville A. : Deep Learning, MIT Press, 2016 2. Barber D. : Bayesian reasoning and machine learning, Cambridge University Press, 2012 3. Mattmann C. : Machine Learning with TensorFlow, Manning Publications, 2020		
Број часова активне наставе	Предавања: 4	Самостални истраживачки пројекат : 4
Методе извођења наставе: Предавања, лабораторијске вежбе, израда домаћих задатака, консултације, израда самосталног истраживачког пројекта.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит - 40 поена, Предиспитне обавезе - 60 поена (домаћи задаци - 20, самостални истраживачки пројекат - 40).		

Назив предмета: Клауд рачунарство и виртуелизација		
Наставници: Милена Раденковић, Александар Закић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета: Увод у концепте и технике примене рачунарства у облаку коришћењем виртуелизације и дистрибуиране обраде процеса и складиштења података. Теме укључују виртуелизацију, дистрибуирано мрежно складиштење, дистрибуирано рачунарство, моделе у облаку (ИААС, ПААС и СААС), серверлес платформе, типове инфраструктуре и сигурност у облаку.		
Исход предмета: Разумевање главних технологија које омогућава рачунарство у облаку, укључујући виртуелизацију, рачунарске мреже, дистрибуирану обраду и складиштење, сигурност мреже и података, архитектуру оријентисану на услуге и веб апликације. Управљањем виртуелним машинама. Разумевање сигурносних изазова у примени и раду са различитим архитектурама рачунарства у облаку. Разумевање серверлес платформе за изградњу, развој и примену функција и апликација, ради поједностављења управљањем инфраструктуром.		
Садржај предмета: 1. Основни концепти рачунарства у облаку и виртуелизације 2. Виртуелизационе технологије 3. Архитектура рачунарства у облаку 4. Развој и програмирање апликација и сервиса помоћу рачунарства у облаку и виртуелизације 5. Различити модели сервиса и услуга рачунарства у облаку (ИААС, ПААС и СААС) 6. Серверлес компјутерске платформе 7. Конвергирана и хипер-конвергирана инфраструктура 8. Миграција на облак 9. Заштита и механизми за опоравак од катастрофе		
Препоручена литература: 1. Dan C. Marinescu, <i>Cloud Computing – Theory and Practice</i> , 2018 2. Dac-Nhuong Le Raghendra Kumar Gia Nhu Nguyen Jyotir Moy Chatterjee, <i>Cloud Computing and Virtualization</i> , Scrivener Publishing LLC, 2018		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Метод извођења наставе: Предавања и/или менторски рад, консултације, лабораторијске вежбе, израда домаћих задатака, израда семинарског рада.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит-60 поена, предиспитне обавезе- 40 поена (домаћи задаци, семинарски рад, учешће у пројектима).		

Назив предмета: Одабрана поглавља теорије кодирања		
Наставник или наставници: Иван Павков		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета		
Усвајање напредних знања из теорије информација и кодовања у смислу разумевања принципа поузданог и економичног преноса информација у комуникационим системима и овладавање принципима кодирања и декодирања.		
Исход предмета		
По завршетку курса, студенти се оспособљавају за разумевање стручне и научне литературе у којима се изучава теорија информација и кодирање и способни су да дају лични допринос у изучавању ове материје.		
Садржај предмета		
Увод у теорију информација. Информационе мере. Појам ентропије и сопствене информације, узајамна информација. Извори информација. Дискретни и континуални извори информација. Марковљеви извори информација.		
Мотивација и историјат теорије кодирања. Основни појмови теорије кодирања. Појам комуникацијског канала. Зашумљен комуникацијски канал. Појам редунадансе. Shannon-ов комуникацијски систем (кодер, комуникацијски канал, декодер). Особине кодне функције.		
Блок кодови. Простор кода. Дужина кода. Кодна реч. Удаљеност кодних речи. Појам доброг кода. Shannon-ова теорема о егзистенцији доброг кода.		
Линеарни кодови. Удаљеност кодних речи линеарног кода. Конструкција линеарних кодова. Генераторна матрица линеарног кода. Кодирање линеарних кодова. Декодирање линеарних кодова. Дуални и самодуални код. Синдромско декодирање. Hamming-ов код. Кодирање и декодирање Hamming-ових кодова.		
Циклични кодови, дефиниција и особине. Декодирање цикличних кодова. Reed-Solomon-ови кодови. Декодирање неких класа Reed-Solomon кодова факторизацијом полинома са две променљиве.		
Препоручена литература		
<ol style="list-style-type: none"> 1. J. I. Hall, Notes on Coding Theory, Department of Mathematics Michigan State University, 2010. 2. W. C. Huffman and V. Pless, Fundamentals of Error Correcting Codes, Cambridge University Press, New York, 2003. 3. J. H. van Lint, Introduction to Coding Theory, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992. 4. М. Милосављевић, С. Адамовић, Основи теорије информација и кодовања, Београд, 2017. 		
Број часова	активне наставе	Предавања: 3
		Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе		
Настава се изводи фронтално, реализује се кроз предавања и менторски рад, консултације и студијско-истраживачки рад.		
Оцена знања (максимални број поена 100)		
Студијско-истраживачко рад: 40; Усмени испит: 60 поена.		

Назив предмета: Анализа алгоритама		
Наставник (ци): Црвенковић Ђ. Симиша		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова.		
Циљ предмета: Усвајање теоријских концепата анализе алгоритама и примена на конкретне проблеме из области рачунарства.		
Исход предмета: Оспособљеност да се идентификује сложеност алгоритама при решавању конкретних проблема у области рачунарства у смислу предвиђања брзине извршавања произвољног алгорита без његове реализације на конкретном рачунару.		
Садржај предмета: Асимптотска ознака O и o . Алгоритми на графовима. Бинарно стабло претраге. Израчунавање вредности полинома. Израчунавање фактора равнотеже бинарног стабла. Динамичко програмирање, проблем ранца. Бинарна претрага и варијације. Сортирање. Упоредивање низова. Графовски алгоритми. Ојлерови графови. Најкраћи путеви из задатог чвора. Минимално повезујуће стабло. Транспортне мреже. Хамилтонови циклуси. Геометријски алгоритми. Утврђивање да ли задата тачка припада многоуглу. Конструкција простог многоугла. Конвексни омотач. Алгебарски алгоритми. Степеновање. Еуклидов алгоритам. Множење полинома. Множење матрица. Штрасенов алгоритам. Примери редукција. Редукције на проблем линеарног програмирања. Примена редукције на налажење доњих граница. Уобичајене грешке. Модели паралелног израчунавања. Алгоритми за рачунаре са заједничком меморијом и за мреже рачунара. Неизрачунљивост и неодлучивост.		
Препоручена литература: 6. Hromkovic, J. Theoretical Computer Science: Introduction to Automata, Computability, Complexity, Algorithmics, Randomization, Communication, and Cryptography. Springer, 2004. 7. Живковић М., Алгоритми, Математички факултет Београд, 2000. 8. Tarjan, R. E., Data Structures and Network Algorithms. SIAM, 1983. 9. Harel D., Algorithmics The Spirit of Computing, Addison-Wesley, 1987. 10. Ausiello, G., Complexity and Approximability Properties: Combinatorial Optimization Problems and Their Approximability Properties. Springer, 1999.		
Број часова активне наставе	Предавања:	Студијски истраживачки рад:
	3	3
Методе извођења наставе: Предавања, консултације, домаћи задаци, семинарски рад.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Семинарски рад 50 поена и усмени испит са одбраном семинарског рада 50 поена.		

Назив предмета: Алгебарско израчунавање		
Наставник или наставници: Душко Богданић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета Циљ овог предмета је да се студенти упознају са начинима представљања математичких објеката (са посебним нагласком на алгебарске објекте) на рачунару и њиховом симболичком манипулацијом кроз програмске пакете GAP и MAGMA, и open source систем SageMath.		
Исход предмета Након похађања предмета, студент ће бити спреман да: <ul style="list-style-type: none"> • научи напредне концепте програмских пакета за алгебарско израчунавање GAP и MAGMA, • упозна са другим доступним системима за симболичко рачунање (пројекат SageMath), • развија софтвер за напредна симболичка рачунања, те да буде у могућности да сам креира open source библиотеке. 		
Садржај предмета Основне библиотеке програмског система GAP (линеарна алгебра), основне библиотеке програмског система MAGMA (модули и алгебарске криве), рачунарске репрезентације математичких објеката. Развој софтвера за напредна симболичка рачунања у open source систему SageMath.		
Препоручена литература SageMath manuals, https://doc.sagemath.org/pdf/en/tutorial/SageTutorial.pdf Handbook of MAGMA Functions, https://www.math.uzh.ch/sepp/magma-2.19.8-cr/Handbook.pdf J.S. Cohen, <i>Computer Algebra and Symbolic Computation: Elementary Algorithms</i> , CRC Press, 2003. GAP manuals, https://www.gap-system.org/Doc/manuals.html		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе Настава се изводи кроз предавања и/или менторски рад, консултације, семинаре, студијско-истраживачки рад. У оквиру студијског и истраживачког рада врши се решавање сложених задатака, како би кандидати разумели дато градиво, које би касније у пракси могли да примене. Посебна пажња се посвећује развијању алгоритама и софтвера у комерцијалним системима за симболичко рачунање.		
Оцена знања (максимални број поена 100) Истраживачко-студијски рад: 40; Усмени испит: 60 поена		

Назив предмета: Алгоритми комбинаторне алгебре		
Наставник или наставници: Душко Богданић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: нема		
Циљ предмета Циљ овог предмета је да се студенти упознају са основним комбинаторним алгоритмима за рачунање разних алгебарских инваријанти. У току курса, проучаваћемо дизајн ових алгоритама, ефикасност и комплексност, као и имплементацију у програмским језицима.		
Исход предмета Након похађања предмета, студент ће бити спреман да: <ul style="list-style-type: none"> • разуме основне концепте у вези са неким дискретним структурама модерне алгебре, • се упозна са класичним алгоритмима за рачунање разних инваријанти алгебарских структура, а посебно са лимитима модерних рачунара при њиховој имплементацији, • разуме комплексност класичних комбинаторних алгоритама, • дизајнира и имплементира комбинаторне алгоритме, • примени научене концепте оптимизације у другим областима науке и индустрије. 		
Садржај предмета Симетричне групе и придружене дискретне алгебарске структуре, партиције и Јангови таблои, декомпозициони бројеви, алгоритми за рачунање са Јанговим таблоима (Робинсон-Шенстед, Литлвуд-Ричардсон и Мурнаган-Накајама). Оптимизација ових алгоритама у специјалним случајевима, њихова имплементација као и представљање Јангових таблоа у програмским системима GAP и MAGMA.		
Препоручена литература B.E.Sagan, <i>The Symmetric Group: Representations, Combinatorial Algorithms, and Symmetric Functions</i> , Springer 2001. J. Gathen, J. Gerhard, <i>Modern Computer Algebra</i> , Cambridge University Press, 2013. GAP manuals, https://www.gap-system.org/Doc/manuals.html		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе Настава се изводи кроз предавања и/или менторски рад, консултације, семинаре, студијско-истраживачки рад. У оквиру студијског и истраживачког рада врши се решавање сложених задатака, како би кандидати разумели дато градиво, које би касније у пракси могли да примене. Посебна пажња се посвећује имплементацији алгоритама у програмским пакетима GAP и MAGMA.		
Оцена знања (максимални број поена 100) Истраживачко-студијски рад: 40; Усмени испит: 60 поена		

Назив предмета: Логички оквири, моделирање и резоновање о системима		
Наставници : Драгиша Жунић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова		
Циљ предмета: Стицање фундаменталних знања у домену формалног резоновања. Способност моделирања система користећи логичке формалне системе, који у исто време омогућавају резоновање о особинама посматраног објектног система. Развијање апстрактног размишљања у комплексном домену формалног резоновања.		
Исход предмета: Познавање релевантних појмова и резултата из логике и формалног резоновања; развијено апстрактно размишљање у контексту аутоматског резоновања и верификације; способност моделирања једноставнијих система, као и резоновања о истим. Иницијална укљученост у научно-истраживачки рад.		
Садржај предмета: Основни појмови и концепти. Увод у аутоматско резоновање и историјат система за доказивање теорема. Кратак увод у логичке системе. Резоновање у исказном рачуну. Таутологичност, задовољивост, SAT. Нормалне форме, ДПЛЛ процедура. Метод резолуције. Одлучивост. Предикатски рачун. Резолуција, одлучивост. СМТ. Мета логички оквири. LF, LLF i CLF. λ -calculus. Интерактивни доказивач теорема Coq. Calculus of constructions. Доказивач Abella. G logic.		
Препоручена литература: 1. J. Harrison, Handbook of practical logic and automated reasoning, Cambridge Univ. Press, 2009. 2 F. Pfenning, Logical frameworks, in Handbook of automated reasoning, pp. 1063–1147, 2001. 3. I. Cervesato, Logical frameworks - why not just classical logic? (online) 1999. 4. P. Janičić, Matematička logika u računarstvu, Matematički Fakultet u Beogradu, 2007. 5. R. Harper, Practical foundations for programming languages, Cambridge University Press, 2016		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе: На предавањима се излаже теоријски део градива, након кога следе примери уз одговарајућу примену софтвера. Студент самостално проучава делове литературе и истраживања, о чему дискутује са наставником на консултацијама.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит - 60 поена, предиспитне обавезе – 40 поена (домаћи задаци, семинарски рад, учешће у пројектима).		
Начин провере знања могу бити различити : (писмени испити, усмени испт, презентација пројекта, семинари *максимална дужна 1 страница А4 формата		

Назив предмета: Нумеричка оптимизација		
Наставници : Милена В.Раденковић		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова		
Циљ предмета: Упознавање са класом метода оптимизације нултог реда која не захтева информацију о изводу и не конструише апроксимативни модел критеријума оптималности, односно показати да су у нумеричкој оптимизацији алгоритми метода директног претраживања само функције рангирања пребројивог скупа вредности критеријума.		
Исход предмета: Могућност успешне примене у различитим теоријским и апликативним анализама и оптимизацији нелинеарних модела функција у опису система разнородних физичких карактеристика, економских, организационих, пословних, информационих, техничких, ..., односно успешност примене на проблеме оптимизације са неглатким функцијама које се често срећу управо у експерименталној анализи и пројектовању разнородних (не)техничких система.		
Садржај предмета: Класичне методе оптимизације. Једнодимензионална оптимизација (Фибоначијева метода; метода златног пресека; Њутнова метода; метода сечења; метода полиномне апроксимације). Безусловна оптимизација без прорачуна деривата (Hooke-Jeevesova метода; Powellova метода) Безусловна оптимизација за диференцијабилне функције (Кошијева метода; модификација Кошијевог метода; Њутнова метода). Конвексно програмирање, Градијентне методе, Вишекритеријумска оптимизација. Метакеуристике.		
Препоручена литература: 1. J.E.Dennis and R.B.Schnabel, <i>Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations</i> , SIAM, Philadelphia, 1996. 2. J.Nocedal and S.J.Wright, <i>Numerical Optimization</i> , Springer, 2006. 3. E.Polak, <i>Computational Methods in Optimization, A Unified Approach</i> , Academic Press, New York, 1971. 4. Zlobec S., Petrić J., <i>Nelinearno programiranje</i> , Naučna knjiga, Beograd, 1989.		
Број часова активне наставе	Предавања: 4	Студијски истраживачки рад: 4
Метод извођења наставе: Предавања и/или менторски рад, консултације, лабораторијске вежбе, израда домаћих задатака, израда семинарског рада, учешће у пројектима.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит - 60 поена, предиспитне обавезе – 40 поена (домаћи задаци, семинарски рад, учешће у пројектима).		

Назив предмета: Рачунарско моделирање природних и техничких процеса		
Наставници: Горан Кековић		
Статус предмета: Изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема		
Циљ предмета: Циљ предмета је упознавање доктораната са применама диференцијалних једначина, вероватноће и статистике у моделирању природних и техничких процеса у ширем смислу и усвајање метода идентификације параметара линеарних и нелинеарних модела; као и упознавање са својствима стохастичких процеса и системима који зависе од случајних догађаја		
Исход предмета: По успешно завршеном предмету, докторант ће бити способан да: 1. одреди структуру и својства разматраног процеса, 2. на основу тога примени одговарајући математички модел и одговарајуће параметре, 3. правилно одреди границе примењивости модела, 4. напише рачунарски програм за практичну имплементацију датог математичког модела.		
Садржај предмета: <i>Теоријска настава</i> Теорија динамичких система. Континуални динамички системи. Једнодимензионални линеарни системи. Фазни портрет и анализа стабилности једнодимензионалних линеарних система. Систем диференцијалних једначина првог реда (енг. ОДЕ). Испитивање својстава ОДЕ у програмском језику МАТЛАБ. Диференчне једначине. Дводимензионални динамички системи и њихова линеаризација. Домети и ограничења линеаризације. Фазни портрет линеаризованих система. Хамилтонови системи. Лагранжове једначине прве и друге врсте и њихова кореспонденција са Хамилтоновим једначинама. Хамилтонов принцип. Примери примене Лагранжових и Хамилтонових једначина у класичној механици. Стохастички процеси. Стационарни процеси. Дискретни и континуални Марковљеви ланци. Симулација Марковљевих ланаца у програмском језику МАТЛАБ. Примери примене Марковљевих ланаца. <i>Практична настава</i> Рачунарске вежбе. Лабораторијске вежбе (рачунарске симулације у програмском језику МАТЛАБ). Истраживачки пројекат.		
Литература 1. G. C. Layek: An Introduction to Dynamical Systems and Chaos, Springer (India), 2015. 2. Henk Broer and Floris Takens: Dynamical Systems and Chaos, Springer, 2009. 3. Frank Beichelt: Applied Probability and Stochastic Processes, Taylot & Francic Group, 2016. 4. Richard Durrett : Essentials of stochastic processes, 2nd ed. Springer, 2012. 5. Muammer Catak: Application of Markov chains on image enhancement, <i>Neural Comput & Applic</i> , Springer-Verlag, 2014. 6. Mark Stamp: Introduction to Machine Learning with Applications in Information Security, Taylot & Francic Group.		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе: Предавања и/или менторски рад, консултације, лабораторијске вежбе, израда семинарских радова, израда и одбрана истраживачких пројеката.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит - 60 поена, предиспитне обавезе – 40 поена (семинарски рад, учешће у пројектима).		

Назив предмета: Логика у рачунарству		
Наставници : Драгиша Жунић		
Статус предмета: обавезан		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема		
Циљ предмета: Стицање напредних знања из формалне логике, логичким концептима као основи фундаменталне информатике, као и иницијално укључивање у научно-истраживачки рад.		
Исход предмета: Познавање основних појмова и резултата из математичке логике, развијање апстрактног размишљања у контексту логике као основе неких базичних аспеката информатике. Укључивање у истраживање из одређених области логике.		
Садржај предмета: Исказна логика: синтакса исказне логике, семантика исказне логике. Системи за дедукцију у исказној логици: Хилбертов, природна дедукција, секвентни рачун Логика првог реда: синтакса логике првог реда, семантика логике првог реда. Системи за дедукцију у логици првог реда: Хилбертов, природно дедукцијски и секвентни рачун Одлучивост и процедуре одлучивања: рекурзивне функције, одлучиве и неодлучиве теорије, методе за доказивање одлучивости и процедуре одлучивања. Логике: интуиционистичка, класична, линеарна, темпорална. Рачунарске интерпретације логика. Ламбда рачуни. Концепт израчуњивости и Тјурингова машина. Основни рачуни са типовима. Curry Howard кореспонденција (формуле-као-типови, докази-као-терми, нормализација-као-израчунавање).		
Препоручена литература: 1. B. Pierce, Types and programming languages, MIT Press, 2002. 2. Z. Ognjanović i S. Gilezan, Uvod u teorijsko računarstvo, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2014. 3. P. Janičić, Matematička logika u računarstvu, Matematički Fakultet u Beogradu, 2007. 4. R. Harper, Practical foundations for programming languages, Cambridge University Press, 2016. 5. J. Y. Girard, Linear logic, in Theoretical Computer Science Volume 50, Issue 1, 1987, Pages 1-101. 6. M. Ayala-Rincón i Flávio L. de Moura, Applied Logic for Computer Scientists: Computational Deduction and Formal Proofs, Springer, 2017.		
Број часова активне наставе	Предавања: 3	Студијски истраживачки рад: 3
Методе извођења наставе: На предавањима се излаже теоријски део градива, након кога следе примери ради лакшег разумевања. Где је то могуће демонстрира се и практична имплементација као додатна илустрација. Студент самостално проучава део литературе (истраживања), о чему дискутује са наставником на консултацијама.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Завршни испит - 60 поена, предиспитне обавезе – 40 поена (домаћи задаци, семинарски рад, учешће у пројектима).		
Начин провере знања могу бити различити : (писмени испити, усмени испит, презентација пројекта, семинари *максимална дужна 1 страница А4 формата		

Назив предмета: Методологија научно-истраживачког рада		
Наставник (ци): Пауновић Марија		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова, али су пожељна знања из предмета Методе истраживања са Мастер академских студија.		
Циљ предмета: Усвајање теоријских сазнања и алгоритамских прилаза у реализацији процеса научних истраживања, као и у примени научно-истраживачких метода у (не)техничким научним областима.		
Исход предмета: Оспособљеност да се идентификује задатак самосталног истраживања, поставе циљеви истраживања, полазне хипотезе и научне методе.		
Садржај предмета: 1. О природи научног истраживања и сазнања: Алгоритми метода и техника квалитативног истраживачког рада. 2. Општа карактеристика анализе литературе: Фундаментални радови у формирању научне области, до савремених резултата истраживања. 3. Научни искази и научни аргументи: Методолошки аспекти. 4. Алгоритми метода и техника анализе (не)нумеричких података у постављању решења идентификованог научног проблема. 5. Основи статистичких процедура научне анализе експерименталних података. 6. Писање научног рада: Структура, садржај, композиција, закључак, референце. 7. Предмет и проблем истраживања, хипотезе истраживања, научни метод и циљеви истраживања у раду на докторској дисертацији: Критички осврт на позната решења, компаративна анализа коришћених алгоритама и кристално јасни закључци у приказу резултата истраживања.		
Препоручена литература: o J.Richie and J.Lewis, Qualitative Research Practice, Sage Publications, 2003. o A.Strauss and J.Corbin, Basics of Qualitative Research Grounded Theory Procedures and Techniques, Sage Publications, 1999. o The New Guide To Writing Research Papers (1999) Monroe Community College, Retrieved February 1, 2004, from http://www.monroecc.edu/depts/library/cover.htm . o G. Post and D. Anderson, Management Information Systems, Solving Business Problems with Information Technology, New York:McGraw-Hill, 2003. o The Harvard Style of referencing published material, Including electronic information (2004) [Internet], Learning Support Services, Leeds Metropolitan University, 4th edition, July, Retrieved December 12, 2004, from http://www.leedsmet.ac.uk/lskills .		
Број часова активне наставе	Предавања:	Студијски истраживачки рад:
	4	4
Методе извођења наставе: Предавања, консултације, домаћи задаци, семинарски рад.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Семинарски рад 50 поена и усмени испит са одбраном семинарског рада 50 поена.		

Назив предмета: Теорија сложености		
Наставник (ци): Црвенковић Ђ. Симиша		
Статус предмета: изборни		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: Нема услова.		
Циљ предмета: Усвајање теоријских сазнања о сложености алгоритма и примена на конкретне проблеме у смислу израчуњљивости.		
Исход предмета: Оспособљеност да се идентификује сложеност алгоритма при решавању конкретних проблема у области рачунарства.		
Садржај предмета: Теорија сложености израчунавања О-нотација. Апстрактна сложеност израчунавања. Класе сложености израчунавања, хијерархија класа. Класа P. Класа NP. Примери. Полиномијално време. Отворени проблеми у хијерархији класа сложености, P =NP проблем. Комплетни проблеми. Cook-Levin-ова теорема. Проблем Хамилтонове контуре. Просторна сложеност. Теорема Савича. Класа PSPACE. Сложеност струјних кола. Хијерархија полиномијалног времена. Парцијално рекурзивне функције и Геделова нумерација. Примене теореме Рекурзије. Апстрактна сложеност. Постов проблем. Примене теорије сложености у криптологији. Тајни кључеви. Јавни кључ криптосистема.		
Препоручена литература: 11. Огњановић З., Кривац Н., Увод у теоријско рачунарство, Факултет организационих наука, Београд, 2005. 12. Papadimitriou C., Computational complexity, Addison-Wesley, 1995. 13. H. Lewis, C. Papadimitriou, Elements of the theory of computation, Prentice-Hall, 1981. 14. Kozen, D., Theory of Computation, Springer, 2006. 15. Sipser, M., Introduction to the Theory of Computation, PWS Publishing Company, 1997.		
Број часова активне наставе	Предавања:	Студијски истраживачки рад:
	4	4
Методе извођења наставе: Предавања, консултације, домаћи задаци, семинарски рад.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Семинарски рад 50 поена и усмени испит са одбраном семинарског рада 50 поена.		

Назив предмета: Студијско истраживачки рад на изради Приступног рада за Докторску дисертацију		
Наставник (ци): Ментор		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: 90 ЕСПБ		
Циљ предмета: <p>Стицање стручних и практичних искустава на пољу оспособљавања студената докторских студија за успешно писање приступног рада, научних радова, као и на будућој изради докторске дисертације. Уз помоћ ментора, студент сагледава, излаже методологију и решава конкретан актуелни проблем научно-истраживачким методама, уз примену током студија стечених теоријских и апликативних знања.</p>		
Исход предмета: Учињени су успешни први кораци у оспособљавању студента за самосталан научно-истраживачки рад у изборном подручју: Може да изврши анализу расположиве и доступне научне литературе и може дати компаративни преглед познатих решења, са њиховим предностима и недостацима. Може да изложи полазне хипотезе, наведе основне методе истраживања и опише форму очекиваног научног доприноса и очекиване научне резултате. Претходна анализа треба да имплицира способност студента да у изучаваној научној области може да током самосталног истраживачког рада евентуално дође до значајних научних доприноса.		
Садржај предмета: Уз подршку ментора, студент користи стечена знања, али и даље проучава и истражује одабрану научну област, чији садржај зависи од конкретно разматраног проблема. Рад треба да покаже да студент поседује обимно знање и разумевање проблема у делу студијског подручја које је изучавао на докторским студијама, тако што ће на основу ширег прегледа референци дати свеобухватну анализу уочених задатака истраживања у датој ужој назној области, као и познате начине решавања ових проблема. На основу критичног осврта на позната решења, студент треба да идентификује задатак самосталног истраживања, постави циљеве, полазне хипотезе и научне методе које користи, образложи њихов избор и прикаже резултате свог истраживања, на пример, модификација познатог алгоритма, приступа, модела и/или метода, нови алгоритам, приступ, компаративна анализа коришћених алгоритама и јасне закључке о предностима и недостацима сваког од њих у решавању постављеног научно-истраживачког задатка.		
Препоручена литература: Општа карактеристика анализе литературе треба да се огледа у систематском хронолошком приступу приказа релевантних референци у области истраживања, почев од фундаменталних радова у формирању области, до савремених резултата објављених у водећим међународним научним часописима са сци листе, других научних часописа, конференцијских зборница, објављених докторских дисертација и књигама уџбеничког и/или монографског карактера. Релевантна референтна литература треба да постави оквире развоја разматране научне области, односно оквире досадашње, као и будућег развоја области истраживања.		
Број часова активне наставе	Предавања: 0	Студијски истраживачки рад: 10
Методe извођења наставе: Консултације са ментором у свим фазама рада, уз активно праћење и проучавање нових резултата радова релевантних научних часописа, конференцијских зборника, техничких извештаја факултета и института и докторских дисертација других аутора у разматраној области истраживања.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Истраживачки рад на изради Приступног рада за Докторску дисертацију 50 поена. Активно учешће на научном скупу 50 поена.		

Назив предмета: Израда и одбрана Приступног рада за докторску дисертацију		
Наставник (ци): Ментор		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 20		
Услов: 90 ЕСПБ		
Циљ предмета: Стицање стручних и практичних искустава на пољу оспособљавања студената докторских студија за успешно писање приступног рада, научних радова и докторске дисертације. Припремање (формулисање проблема, спровођење истраживања и састављање рада са постигнутим резултатима) и објављивање радова (у целисти или у изводу) на међународним и националним научним скуповима и/или симпозијумима или у међународним и националним научним часописима.		
Исход предмета: Оспособљавање студената да самостално примењују претходно стечена знања из различитих подручја које су претходно изучавали, ради сагледавања структуре задатог проблема и његовој системској анализи у циљу извођења закључака о могућим правцима његовог решавања. Студент може да изврши анализу расположиве и доступне научне литературе и може дати компаративни преглед познатих решења, са њиховим предностима и недостацима. Кроз самостално коришћење литературе, студенти проширују знања из изабраног подручја и проучавању различитих метода и радова који се односе на сличну проблематику. На тај начин, код студената се развија способност да спроводе анализе и идентификују проблеме у оквиру задате теме. Може да изложи полазне хипотезе, наведе основне методе истраживања и опише форму очекиваног научног доприноса и очекиване научне резултате. Претходна анализа треба да имплицира способност студента да у изучаваној научној области може да током самосталног истраживачког рада евентуално дође до значајних научних доприноса. Практичном применом стечених знања из различитих области код студената се развија способност да сагледају место и улогу своје струке у изабраном подручју, потребу за сарадњом са другим струкама и тимским радом.		
Садржај предмета: Уз подршку ментора, студент користи стечена знања, али и даље проучава и истражује одабрану научну област, чији садржај зависи од конкретно разматраног проблема. Рад треба да покаже да студент поседује обимно знање и разумевање проблема у делу студијског подручја које је изучавао на докторским студијама, тако што ће на основу ширег прегледа референци дати свеобухватну анализу уочених задатака истраживања у датој ужој научној области, као и познате начине решавања ових проблема. На основу критичног осврта на позната решења, студент треба да идентификује задатак самосталног истраживања, постави циљеве, полазне хипотезе и научне методе које користи, образложи њихов избор и прикаже резултате свог истраживања, на пример, модификација познатог алгоритма, приступа, модела и/или метода, нови алгоритам, приступ, компаративна анализа коришћених алгоритама и јасне закључке о предностима и недостацима сваког од њих у решавању постављеног научно-истраживачког задатка.		
Препоручена литература: Формира се појединачно у складу са потребама израде конкретне докторске дисертације, његовој сложености и структуром. Студент проучава стручну литературу, докторске дисертације студената који се баве сличном тематиком, врши анализе у циљу изналажења решења конкретног задатка који је дефинисан задатком докторске дисертације. Релевантна референтна литература треба да постави оквире развоја разматране научне области, односно оквира досадашњег, као и будућег развоја области истраживања.		
Број часова активне наставе	Предавања: 0	Студијски истраживачки рад: 10
Методe извођења наставе: Консултације са ментором у свим фазама рада, уз активно праћење и проучавање нових резултата радова релевантних научних часописа, конференцијских зборника, техничких извештаја факултета и института и докторских дисертација других аутора у разматраној области истраживања.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Написан и позитивно оцењен Приступни рад 50 поена и његова усмена одбрана 50 поена.		

Назив предмета: Докторска дисертација (студијско истраживачки рад)		
Наставник (ци): Ментор		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 30		
Услов: 120 ЕСПБ		
Циљ предмета: Припремање студента за самосталан научно-истраживачки рад на изради приступног рада, као и на будућој изради докторске дисертације. Уз помоћ ментора, студент сагледава, излаже методологију и решава конкретан актуелни проблем научно-истраживачким методама, уз примену током студија стечених теоријских и апликативних знања.		
Исход предмета: Учињени су успешни први кораци у оспособљавању студента за самосталан научно-истраживачки рад у изборном подручју: Може да изврши анализу расположиве и доступне научне литературе и може дати компаративни преглед познатих решења, са њиховим предностима и недостацима. Може да изложи полазне хипотезе, наведе основне методе истраживања и опише форму очекиваног научног доприноса и очекиване научне резултате. Претходна анализа треба да имплицира способност студента да у изучаваној научној области може да током самосталног истраживачког рада евентуално дође до значајних научних доприноса.		
Садржај предмета: Уз подршку ментора, студент користи стечена знања, али и даље проучава и истражује одабрану научну област, чији садржај зависи од конкретно разматраног проблема. Рад треба да покаже да студент поседује обимно знање и разумевање проблема у делу студијског подручја које је изучавао на докторским студијама, тако што ће на основу ширег прегледа референци дати свеобухватну анализу уочених задатака истраживања у датој ужој научној области, као и познате начине решавања ових проблема. На основу критичног осврта на позната решења, студент треба да идентификује задатак самосталног истраживања, постави циљеве, полазне хипотезе и научне методе које користи, образложи њихов избор и прикаже резултате свог истраживања, на пример, модификација познатог алгоритма, приступа, модела и/или метода, нови алгоритам, приступ, компаративна анализа коришћених алгоритама и јасне закључке о предностима и недостацима сваког од њих у решавању постављеног научно-истраживачког задатка.		
Препоручена литература: Општа карактеристика анализе литературе треба да се огледа у систематском хронолошком приступу приказа релевантних референци у области истраживања, почев од фундаменталних радова у формирању области, до савремених резултата објављених у водећим међународним научним часописима са сци листе, других научних часописа, конференцијских зборница, објављених докторских дисертација и књигама уџбеничког и/или монографског карактера. Релевантна референтна литература треба да постави оквире развоја разматране научне области, односно оквире досадашњег, као и будућег развоја области истраживања.		
Број часова активне наставе	Предавања: 0	Студијски истраживачки рад: 20
Методе извођења наставе: Консултације са ментором у свим фазама рада, уз активно праћење и проучавање нових резултата радова релевантних научних часописа, конференцијских зборника, техничких извештаја факултета и института и докторских дисертација других аутора у разматраној области истраживања.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Студијско истраживачки рад на докторској дисертацији 50 поена и рад објављен у научном часопису са СЦИ листе на ком је докторанд први аутор 50 поена.		

Назив предмета: Докторска дисертација (израда и одбрана)			
Наставник (ци) (презиме, средње слово име): Ментор и Комисија за преглед и оцену и усмену одбрану			
Статус предмета: Докторска дисертација – обавезна			
Број ЕСПБ: 30			
Услов: 150 ЕСПБ и објављен рад у научном часопису са СЦИ листе на ком је докторанд први аутор			
Циљ предмета: Приступни рад, посебно Докторска дисертација представљају самосталне научне радове кандидата, са научним доприносом који га квалификује као самосталног научног истраживача у његовом даљем раду.			
Исход предмета : Студент је оспособљен за самосталан научно-истраживачки рад у изборном подручју: Може да изврши анализу расположиве и доступне научне литературе и може дати компаративни преглед познатих решења, са њиховим предностима и недостацима. Може да изложи полазне хипотезе, наведе основне методе истраживања и опише форму очекиваног научног доприноса и очекиване научне резултате. Претходна анализа треба да имплицира способност студента да у изучаваној научној области може да током самосталног истраживачког рада евентуално дође до значајних научних доприноса.			
Садржај предмета: Приступни рад, посебно Докторска дисертација, треба да покаже да студент поседује обимно знање и разумевање проблема у делу студијског подручја које је изучавао на докторским студијама, тако што ће на основу ширег прегледа референци дати свеобухватну анализу уочених задатака истраживања у датој ужој назочној области, као и познате начине решавања ових проблема. На основу критичног осврта на позната решења, студент треба да идентификује задатак самосталног истраживања, постави циљеве, полазне хипотезе и научне методе које користи, образложи њихов избор и прикаже резултате свог истраживања, на пример, модификација познатог алгоритма, приступа, модела и/или метода, нови алгоритам, приступ, компаративна анализа коришћених алгоритама и јасне закључке о предностима и недостацима сваког од њих у решавању постављеног научно-истраживачког задатка.			
Литература: Општа карактеристика анализе литературе треба да се огледа у систематском хронолошком приступу приказа релевантних референци у области истраживања, почев од фундаменталних радова у формирању области, до савремених резултата објављених у водећим међународним научним часописима са сци листе, других научних часописа, конференцијских зборница, објављених докторских дисертација и књигама уџбеничког и/или монографског карактера. Релевантна референтна литература треба да постави оквире развоја разматране научне области, односно оквире досадашњег, као и будућег развоја области истраживања.			
Број часова активне наставе	предавања: 0	Студијски истраживачки рад: 20	Остали часови: 10
Методe извођења наставе: Консултације са ментором у свим фазама рада, уз активно праћење и проучавање нових резултата радова релевантних научних часописа, конференцијских зборника, техничких извештаја факултета и института и докторских дисертација других аутора у разматраној области истраживања.			
Оцена знања (максимални број поена 100): Написана и позитивно оцењена Докторска дисертација 50 поена и њена усмена одбрана 50 поена.			

Назив предмета: Студијско истраживачки рад на изради Приступног рада за Докторску дисертацију		
Наставник (ци): Ментор		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 10		
Услов: 90 ЕСПБ		
Циљ предмета: <p>Стицање стручних и практичних искустава на пољу оспособљавања студената докторских студија за успешно писање приступног рада, научних радова, као и на будућој изради докторске дисертације. Уз помоћ ментора, студент сагледава, излаже методологију и решава конкретан актуелни проблем научно-истраживачким методама, уз примену током студија стечених теоријских и апликативних знања.</p>		
Исход предмета: Учињени су успешни први кораци у оспособљавању студента за самосталан научно-истраживачки рад у изборном подручју: Може да изврши анализу расположиве и доступне научне литературе и може дати компаративни преглед познатих решења, са њиховим предностима и недостацима. Може да изложи полазне хипотезе, наведе основне методе истраживања и опише форму очекиваног научног доприноса и очекиване научне резултате. Анализа литературе и познатих решења из области треба да имплицира способност студента да у изучаваној научној области може током самосталног истраживачког рада евентуално да дође до значајних научних доприноса.		
Садржај предмета: Уз подршку ментора, студент користи стечена знања, али и даље проучава и истражује одабрану научну област, чији садржај зависи од конкретног разматраног проблема. Рад треба да покаже да студент поседује обимно знање и разумевање проблема у делу студијског подручја које је изучавао на докторским студијама, тако што ће на основу ширег прегледа референци дати свеобухватну анализу уочених задатака истраживања у датој ужој научној области, као и познате начине решавања ових проблема. На основу критичког осврта на позната решења, студент треба да идентификује задатак самосталног истраживања, постави циљеве, полазне хипотезе и научне методе које користи, образложи њихов избор и прикаже резултате свог истраживања, на пример, модификација познатог алгорита, приступа, модела и/или метода, нови алгоритам, приступ, компаративна анализа коришћених алгоритама и јасне закључке о предностима и недостацима сваког од њих у решавању постављеног научно-истраживачког задатка.		
Препоручена литература: Општа карактеристика анализе литературе треба да се огледа у систематском хронолошком приступу приказа релевантних референци у области истраживања, почев од фундаменталних радова у формирању области, до савремених резултата објављених у водећим међународним научним часописима са сци листе, других научних часописа, конференцијских зборника, објављених докторских дисертација и књигама уџбеничког и/или монографског карактера. Релевантна референтна литература треба да постави оквире развоја разматране научне области, односно оквире досадашње, као и будућег развоја области истраживања.		
Број часова активне наставе	Предавања: 0	Студијски истраживачки рад: 10
Методe извођења наставе: Консултације са ментором у свим фазама рада, уз активно праћење и проучавање нових резултата радова релевантних научних часописа, конференцијских зборника, техничких извештаја факултета и института и докторских дисертација других аутора у разматраној области истраживања.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Истраживачки рад на изради Приступног рада за Докторску дисертацију 50 поена. Активно учешће на научном скупу 50 поена.		

Назив предмета: Израда и одбрана Приступног рада за докторску дисертацију		
Наставник (ци): Ментор		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 20		
Услов: 90 ЕСПБ		
Циљ предмета: Утврђивање и стицање нових знања о начину, структури и форми писања приступног рада, научних радова и докторске дисертације. Припремање (формулисање проблема, спровођење истраживања и састављање рада са постигнутим резултатима) и објављивање радова (у целости или у изводу) на међународним и националним научним скуповима и/или симпозијумима или у међународним и националним научним часописима.		
Исход предмета: Студент је оспособљен да самостално примењује претходно стечена знања из различитих подручја која је претходно изучавао, ради сагледавања структуре задатог проблема и његовој системској анализи у циљу извођења закључака о могућим правцима његовог решавања. Студент може да изврши анализу расположиве и доступне научне литературе и може дати компаративни преглед познатих решења, са њиховим предностима и недостацима. Кроз самостално коришћење литературе, студенти проширују знања из изабраног подручја и различитих метода и радова који се односе на сличну проблематику. На тај начин, код студената се развија способност да спроведе анализе и идентификују проблеме у оквиру задате теме. Може да изложи полазне хипотезе, наведе основне методе истраживања и опише форму очекиваног научног доприноса и очекиване научне резултате. Практичном применом стечених знања из различитих области код студената се развија способност да сагледају место и улогу своје струке у изабраном подручју, потребу за сарадњом са другим струкама и тимским радом.		
Садржај предмета: Приступни рад треба да покаже да је студент усвојио знања која је прикупио у оквиру предмета Студијско истраживачки рад на изради Приступног рада за Докторску дисертацију и у стању је да започне испуњавање циљева задатка самосталног истраживања које је тамо формулисао. Студент тежи да научним методама, које је раније објаснио и формулисао, започне доказивање полазне хипотезе свог истраживања. Уз подршку ментора, студент надограђује стечена знања, и даље проучава и истражује одабрану научну област, чији садржај зависи од конкретног разматраног проблема. Студент се фокусира на писање припремног рада и резултате до којих је дошао у току истраживања на датом предмету објављује у припремном раду.		
Препоручена литература: Формира се појединачно у складу са потребама израде приступног рада и конкретне докторске дисертације, његове сложености и структуре. Студент проучава стручну литературу, докторске дисертације студената који се баве сличном тематиком, врши анализе у циљу изналажења решења конкретног задатка који је дефинисан задатком докторске дисертације. Релевантна референтна литература треба да постави оквире развоја разматране научне области, односно оквире досадашњег, као и будућег развоја области истраживања. Један део релевантне литературе препоручује ментор.		
Број часова активне наставе	Предавања: 0	Студијски истраживачки рад: 10
Методе извођења наставе: Консултације са ментором у свим фазама рада, уз активно праћење и проучавање нових резултата, радова релевантних научних часописа, конференцијских зборника, техничких извештаја факултета и института и докторских дисертација других аутора у разматраној области истраживања.		
Оцена знања (максимални број поена 100): Написан и позитивно оцењен Приступни рад 50 поена и његова усмена одбрана 50 поена.		

Назив предмета: Докторска дисертација (студијско истраживачки рад)		
Наставник (ци): Ментор		
Статус предмета: Обавезан		
Број ЕСПБ: 30		
Услов: 120 ЕСПБ		

<p>Циљ предмета: Продубљивање знања о структури и форми писања научних радова и докторске дисертације. Наставак спровођења истраживања, започетог на предмету Израда и одбрана Приступног рада за докторску дисертацију и састављање рада са постигнутим резултатима на датом нивоу истраживања и објављивање радова (у целости или у изводу) на међународним и националним научним скуповима и/или симпозијумима или у међународним и националним научним часописима.</p>		
<p>Исход предмета: Студент је оспособљен да самостално примењује претходно стечена знања из различитих подручја која је претходно изучавао, у стању је да раније постављене хипотезе и докаже коришћењем раније дефинисаних научних метода. У стању је да прати нова научна достигнућа у пољу истраживања и да на основу њих генерише потенцијалне нове правце истраживања и решавање нових проблема, сродних проблемима које тренутно решава и изучава.</p>		
<p>Садржај предмета: Студент се фокусира на писање научног рада, који ће бити срж докторске дисертације, и резултате до којих је дошао у току истраживања на датом предмету објављује у датом научном раду. Студент тежи да научним методама, дефинисаним на ранијим нивоима истраживања, заокружи доказивање полазних хипотеза свог истраживања и да закључке формулише у форми научног рада, који ће бити прихваћен у оквиру адекватног часописа са сци листе. Студент би требало да сагледа и неке нове потенцијалне правце за истраживање проблема који су сродни тренутним проблемима, чијим се изучавањем бави, а такође и да испрати нове научне методе у области којом се бави, како би могао да их аплицира на решавање проблема којима се тренутно бави, а који су још увек остали отворени.</p>		
<p>Препоручена литература: Општа карактеристика анализе литературе треба да се огледа у систематском хронолошком приступу приказа релевантних референци у области истраживања, почев од фундаменталних радова у формирању области, до савремених резултата објављених у водећим међународним научним часописима са сци листе, других научних часописа, конференцијских зборника, објављених докторских дисертација и књигама уџбеничког и/или монографског карактера. Релевантна референтна литература треба да помогне студенту да заокружи један део свог истраживачког путовања и да га подстакне да приступи решавању још неких отворених сродних проблема.</p>		
<p>Број часова активне наставе</p>	<p>Предавања: 0</p>	<p>Студијски истраживачки рад: 20</p>
<p>Методe извођења наставе: Консултације са ментором у свим фазама рада, уз активно праћење и проучавање нових резултата радова релевантних научних часописа, конференцијских зборника, техничких извештаја факултета и института и докторских дисертација других аутора у разматраној области истраживања.</p>		
<p>Оцена знања (максимални број поена 100): Студијско истраживачки рад на докторској дисертацији 50 поена и рад објављен у научном часопису са СЦИ листе на ком је докторанд први аутор 50 поена.</p>		

Назив предмета: Докторска дисертација (израда и одбрана)			
Наставник (ци) (презиме, средње слово име): Ментор и Комисија за преглед и оцену и усмену одбрану			
Статус предмета: Докторска дисертација – обавезна			
Број ЕСПБ: 30			
Услов: 150 ЕСПБ и објављен рад у научном часопису са СЦИ листе на ком је докторанд први аутор			
Циљ предмета: Приступни рад, посебно Докторска дисертација представљају самосталне научне радове кандидата, са научним доприносом који га квалификује као самосталног научног истраживача у његовом даљем раду.			
Исход предмета : Студент је оспособљен за самосталан научно-истраживачки рад у изборном подручју: Може да изврши анализу расположиве и доступне научне литературе и може дати компаративни преглед познатих решења, са њиховим предностима и недостацима. Може да изложи полазне хипотезе, наведе основне методе истраживања и опише форму очекиваног научног доприноса и очекиване научне резултате. Такође, може да прати нова научна достигнућа и методе из своје области, и да их примени, уколико се укаже потреба у његовом научном истраживању. Претходна анализа треба да имплицира способност студента да у изучаваној научној области може да током самосталног истраживачког рада дође до значајних научних доприноса.			
Садржај предмета: Приступни рад, посебно Докторска дисертација, треба да покаже да студент поседује обимно знање и разумевање проблема у делу студијског подручја које је изучавао на докторским студијама, тако што ће на основу ширег прегледа референци дати свеобухватну анализу уочених задатака истраживања у датој ужој назочној области, као и познате начине решавања ових проблема. Заокруживање истраживања која је спровео у току докторских студија. Студент је у стању да закључке које је донео на основу свог истраживања, начине на које је решио неки одређени отворен проблем, представи у оквиру научних радова, докторске дисертације, у форми која доказује да је студент самосталан, формирани научни истраживач. Пожељно је и проналажење или формулисање отворених проблема, из исте или сличне уже научне области којом се студент бави, који би показивали правац у ком ће се кретати научни пут студента након завршене докторске дисертације.			
Литература: Општа карактеристика анализе литературе треба да се огледа у систематском хронолошком приступу приказа релевантних референци у области истраживања, почев од фундаменталних радова у формирању области, до савремених резултата објављених у водећим међународним научним часописима са сци листе, других научних часописа, конференцијских зборника, објављених докторских дисертација и књигама уџбеничког и/или монографског карактера.			
Број часова активне наставе	предавања: 0	Студијски истраживачки рад: 20	Остали часови: 10
Методe извођења наставе: Консултације са ментором у свим фазама рада, уз активно праћење и проучавање нових резултата радова релевантних научних часописа, конференцијских зборника, техничких извештаја факултета и института и докторских дисертација других аутора у разматраној области истраживања.			
Оцена знања (максимални број поена 100): Написана и позитивно оцењена Докторска дисертација 50 поена и њена усмена одбрана 50 поена.			