

UNIVERSITY OF TUZLA



UNIVERZITET U TUZLI

UNIVERZITET U TUZLI
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

ODSJEK: MATEMATIKA

II CIKLUS STUDIJA

STUDIJSKI PROGRAM: PRIMIJENJENA MATEMATIKA

U primjeni od akademske: 2012.-13.g.

Univerzitetska 4, Tuzla
Tel: 035 320 860
Faks: 035 320 861
www.pmf.untz.ba

Opći dio

1. Akademski titula, odnosno stručno zvanje koje se stiče završetkom stepena II ciklusa studija

Završetkom stepena II drugog ciklusa studija student stiče akademsku titulu, odnosno stručno zvanje: **Magistar primijenjene matematike.**

2. Pravo upisa na studijski program II ciklusa studija imaju sva lica koja su završila I ciklus studija matematike ili dvopredmetni studij na kojem je matematika jedan od predmeta (npr. Matematika i fizika, matematika i informatika i sl.) i u istom ostvarili ukupno 240 ECTS.

3. Naziv studijskog programa je **Primijenjena matematika**. Ciljevi studija su produbljanje znanja studenata iz matematike, posebno iz oblasti primijenjene matematike, u cilju njihovog osposobljavanja za dalje bavljenje matematikom u multidisciplinarnim ili inženjerskim projektima, daljem istraživačkom ili akademskom radu.

4. II ciklus studija traje dva (2) semestra, tj. ukupno jednu (1) akademsku godinu. Broj ECTS koji se ostvaruje uspješnim završetkom studija je 60 ECTS.

5. Kompetencije i vještine koje se stiču diplomom:

Budući razvoj privrede, finansijskih, naučno istraživačkih institucija biće zasnovan na nauci, izučavanju i primjeni novih tehnologija. To će biti glavni pokretači ekonomskog i društvenog razvoja, a samim tim i zapošljavanja. Za praćenje najnovijih trendova u nauci i tehnologiji biće potrebni kvalitetno obrazovani kadrovi, osposobljeni da na multidisciplinarni način sagledavaju probleme i iznalaze najbolja rješenja. Po završetku II ciklusa studija, master matematike iz oblasti primijenjene matematike stiče sveobuhvatno znanje iz bazne matematike, kombinovano sa širokim spektrom znanja iz mnogostrukih primjena matematike, kao što su:

- matematičko modelovanje u industriji;
- matematičko modelovanje u finansijama i aktuarskoj matematici;
- matematičko modelovanje u fizici;
- matematičko modelovanje u statistici;
- optimizacijske metode u industriji, finansijama i sl;
- širok spektar baznih oblasti matematike potreban za dalji istraživački rad;
- osposobljenost za rad u edukacijskim ustanovama visokog i višeg obrazovanja;
- osposobljenost za rad u istraživačkim institucijama(instituti, istraživači centri)
- osposobljenost za nastavak akademskog rada i upisivanje dokorskog studija matematike.

6. Uslov prelaska sa drugih studijskih programa je završen dodiplomski studij u četverogodišnjem trajanju-prvi ciklus studija sa ostvarenih 240 ECTS iz oblasti srodne matematice. Srodni studijski programi su teorijska fizika, računarstvo itd.

7. Lista nastavnih predmeta i broj sati potreban za njihovu realizaciju, te pripadajući broj ECTS bodova su dati u tabeli:

Naziv predmeta	Semestar	P	AV	LV	ECTS
Teorija operatora	I	4	0	0	9
Napredni software Matematika	I	2	0	2	5
Numeričko rješavanje rubnih problema	I	4	0	0	8
Dinamički sistemi	I	4	0	0	8
Zbir:		14	0	2	30
	Semestar				
Metode optimizacije	II	4	0	0	8
Završni (Magistarski) rad	II				22
Zbir:		4	0	0	30

8. Uslov upisa u slijedeći semestar je pohađanje nastave na 80% svih sati održanih u semestru, što se potvrđuje potpisom predmetnog nastavnika. Studij se završava izradom završnog(master) rada i njegovom odbranom. Ta aktivnost ukupno nosi 22 ECTS boda.
9. Način izvođenja studija : studij se izvodi mješavinom redovnog studija, vanrednog studija i učenja na daljinu.

Opis programa

TEORIJA OPERATORA

(4 + 0 + 0) (9 ECTS)

Cilj:

Upoznati studente s bitnim rezultatima iz oblasti teorije operatora (vezane za kompaktne operatore, spektralnu teoriju, problem fiksne tačke i diferenciranje nelinearnih operatora), te ih osposobiti da mogu efikasno primjenjivati stečena znanja u različitim oblastima primijenjene matematike.

Programski sadržaj:

Kompaktni operatori. Elementi spektralne teorije linearnih operatora. Dilatacije operatora. Neograničeni operatori. Teoreme o fiksnoj tački nelinearnih operatora. Diferenciranje nelinearnih operatora. Teorija linearnih operatora u Hilbertovom prostoru. Linearne operatorske jednačine u Hilbertovom prostoru.

Literatura:

- N. Danford, Dz.T. Shvarz, Linearni operatori, 1966.
- M. Reed, B. Simon, methods of Modern Mathematical Physics- Functional Analysis, Academic Press, New York- London, 1972
- V.A. Trenogin, Funkcionalna analiza, Moskva «Nauka», 1980.

Način polaganja ispita: Seminarski rad + Usmeni ispit

NAPREDNI SOFTWARE MATEMATICA

(2 + 0 + 2) (5 ECTS)

Cilj:

Cilj predmeta je da upozna studenta sa softwareskim paketom Mathematica, opskivši ga pri tom moćnim alatom pri matematičkom radu u skoro svim oblastima matematike. Današnji matematički istraživački rad je skoro pa nezamisliv bez pomoći računara i specijalizovanih programa za potrebe istraživača, posebno u oblastima numeričke matematike, diferencijalne i algebarske geometrije, matematičke analize, te teoretske fizike i algebre.

Nakon upoznavanja studenta sa osnovim konceptima i sintaksom programiranja u ovom matematičkom softwareskom paketu, potenciraće se primjena stečenih znanja na oblasti od interesa studenta na magistarskom nivou - primjena u diferencijalnom i integralnom računu, diferencijalnim jednačinama (običnim i parcijalnim), diferencijalnim jednačinama, te geometriji (kako diferencijalnoj, tako i algebarskoj).

Programski sadržaj:

- Principi Mathematica-e. Komande. Funkcionalne operacije. Klase komandi. Definicije.
- Moduli i funkcije. Definisavanje sopstvenih programskih algoritama. Manipulacija programima i strukturama podataka.
- Liste, vektori, matrice i druge strukture podataka u paketu Mathematica. Funkcije na listama i strukturama podataka. Algoritmi.
- Racionalni i logički operatori. Kondicionali. Petlje i kontrolne strukture.
- Grafika u paketu Mathematica. Grafovi i kombinovanje grafova. 2D grafovi, 3D grafovi, list grafovi, parametarski grafovi (u dvije i tri dimenzije). Koristenje stečenog znanja za kreaciju matematičkih animacija i eksportovanje u operativni sistem.
- Osnovna analitička geometrija u paketu Mathematica.

- Diferencijalna geometrija i Mathematica. Krive i površi, krivina, torzija krivih i površi u Euclidskom 3-prostoru.
- Diferencijalne jednačine u paketu Mathematica
- Dinamički sistemi i diferentne jednačine u paketu Mathematica
- Numeričke metode.

Literatura:

- S. Wolfram , *The Mathematica Book*, Wolfram Media, Cambridge University Press, 2003.
- F.F. Cap, *Mathematical Methods in Physics and Engineering with Mathematica*, Chapman & Hall/CRC Applied Mathematics & Nonlinear Science.
- M.L. Abel, J.P. Braselton, *Differential Equations with Mathematica*, Academic Press, 1993.
- P.K. Kythe, *Partial Differential Equations and Mathematica*, CRC Press, 1997

Način polaganja ispita: Seminarski rad + Usmeni ispit

NUMERIČKO RJEŠAVANJE RUBNIH PROBLEMA

(4+0+0) (8 ECTS)

Cilj:

Cilj predmeta je da se studenti upoznaju i ovladaju jednačinama matematičke fizike i rubnim problemima u opštem obliku, te da ovladaju metodama i tehnikama za numericko rješavanje rubnih problema. Takođe, cilj je upoznati studente i sa konkretnim primjenama tih metoda i tehnika u oblasti primjene rubnih problema.

Programski sadržaj:

Uvod u rubne probleme: Laplaceova jednadžba. Jednadžba provođenja. Valna jednadžba.

Neki algoritmi projekcionog metoda: Linearna operatorska jednačina. Shema algoritama; Metoda Ritca, Metoda Galerkina; Metoda najmanjih kvadrata, Popštena metoda najmanjih kvadrata. Projekcioni metodi u Hilbertovom prostoru; Metoda Galerkin-Petrova; Problem izbora baznih funkcija. Izbor baznih funkcija metodom Kantoroviča.

Aproksimacija i bazne funkcije: Proste bazne funkcije. Po dijelovima linearne bazne funkcije u jednodimenzionalnom slučaju. Po dijelovima linearna aproksimacija na mnogougonoj oblasti. Bilinearne bazne funkcije. Po dijelovima kvadratne bazne funkcije na trougaonoj mreži. Prostori Soboljeva. Bazni algoritam projekciono - mrežnih metoda.

Primjena projekciono-mrežnih metoda: Rubni problem reakcione difuzije. Konstrukcija diskretne sheme za probleme matematičke fizike. Primjena metode konačnih elemenata u tehnici. Singularno-perturbacioni rubni problemi.

Literatura:

- I. Aganović, *Uvod u rubne zadaće mehanike kontinuuma*, Element, Zagreb, 2003.
- I. Aganović, K. Veselić, *Linearne diferencijalne jednadžbe*, Element, Zagreb, 1997.
- A.J. Chorin, *Computational Fluid Mechanics*, Accademic press, 1989.
- S.N. Antontsev, A.V. Kazhikov, V.N. Monakhov, *Boundary Value Problems in Mechanics of Nonhomogeneous Fluid*, North-Holland, 1990.
- P.G. Ciarlet, *The Finite Element Method for Elliptic Problems*, North-Holland, 1998.

Način polaganja ispita: Seminarski rad + Usmeni ispit

DINAMIČKI SISTEMI

(4+0+0) (8 ECTS)

Cilj:

Cilj predmeta je da se studenti upoznaju i ovladaju diskretnim dinamiškim sistemima i diferentnim jednađbama u općenitom smislu. Nakon upoznavanja studenata s metodama rješavanja, te s teorijom stabilnosti i nelinearnom teorijom, cilj je upoznati studente i s konkretnim primjenama diferentnih jednađbi u različitim oblastima nauke i tehnike, posebno s principom kompetitivnosti.

Programski sadržaj:

Kontinualni dinamički sistemi i teorija stabilnosti diferencijalnih jednađbi (funkcije Lyapunova) s primjenama u ekonomiji i matematičkoj biologiji.

Diskretni dinamički sistemi:

Uvod i linearna teorija: Motivacija i primjeri diferentnih jednađbi. Linearne diferentne jednađbe i sistemi. Metodi rješavanja linearnih diferentnih jednađbi i sistema. Definicije stabilnosti.

Nelinearna teorija: Metodi rješavanja nekih nelinearnih diferentnih jednađbi. Riccati-jeva diferentna jednađba. Stabilnost. Periodička rješenja. Linearizirana stabilnost. Schur-Cohn-ovi uvjeti stabilnosti. Stabilna i nestabilna mnogostrukost. Globalna atraktivnost. Bifurkacije i bifurkacioni dijagrami. Lyapunov-ljevi eksponenti i brojevi. Haos u slučaju diferentnih jednađbi prvog reda. Haos u slučaju diferentnih jednađbi višeg reda. Invarijante i Lyapunov-ljeve funkcije.

Primjene: Primjene u inženjerstvu – analiza signala. Primjene u modeliranju bioloških i ekonomskih sistema. Kompetitivni i kooperativni sistemi drugog reda. Princip kompetitivne koegzistencije. Princip kompetitivne isključivosti.

Literatura:

- M.R.S. Kulenović and G. Ladas, *Dynamics of Second Order Rational Difference Equations with Open Problems and Conjectures*, Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, London, 2001.
- M.R.S. Kulenović and O. Merino, *Discrete Dynamical systems and Difference Equations with Mathematica*, Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, London, 2002.
- M.Nurkanović, *Diferentne jednađbe – Teorija i primjene*, Univerzitetski udžbenik, Denfas, Tuzla, 2008.
- S. Elaydi, *Discrete Chaos*, Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, London / San Diego, 2001.
- S. Elaydi, *An Introduction to Difference Equations*, Springer, New York / Berlin / Barcelona / London, 1999.
- A. Keley and A. Peterson, *Difference Equations: An Introduction with Applications (2nd Edition)* Harcourt/Academic Press, London, 2000.
- V.L. Kocic and G. Ladas, *Global Behavior of Nonlinear Difference Equations of Higher Order with Applications*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston /London, 1993.

Način polaganja ispita: Seminarski rad + Usmeni ispit

METODE OPTIMIZACIJE

(4+0+0) (8 ECTS)

Cilj:

Upoznati studente s najnovijim rezultatima i metodama u oblasti jednodimen-zionalne i višedimenzionalne minimizacije, te mogućnostima njihove primjene u praktične svrhe korištenjem metoda najmanjih kvadrata.

Programski sadržaj:

Uvod: Lokalni i globalni minimum. Ilustrativni primjeri iz primjena. Konveksne funkcije. *Jednodimenzionalna minimizacija:* Metoda parabole. Brentova metoda. Newtonova metoda i

njene modifikacije. Primjene: L_p ($p \geq 1$) udaljenost točke do krivulje. Višedimenzionalna minimizacija bez ograničenja: Gradijentna metoda. Metoda najbržeg spusta. Newtonova metoda i njene modifikacije. Quasi-Newtonove metode. Metoda konjugiranih gradijenata. Metode traženja - višedimenzionalna minimizacija bez ograničenja nediferencijabilne funkcije (metoda koordinatne relaksacije, Nelder-Meadova Downhill Simplex metoda). **Primjene:** Total L_p spline. Problemi najmanjih kvadrata: Motivacija i primjeri. Linearni i nelinearni problemi najmanjih običnih kvadrata, problemi najmanjih potpunih kvadrata (Total least squares problems): formulacija problema, problem egzistencije i jedinstvenosti rješenja, metode rješavanja. Primjene: problemi identifikacije parametara u matematičkim modelima.

Literatura:

- C.T.Kelley, *Iterative methods for optimization*, SIAM, Philadelphia, 1999.
- Å. Björck, *Numerical Methods for Least Squares Problems*, SIAM, Philadelphia, 1996.
- Z.Michalewicz, *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*, Springer-Verlag, Berlin, 1996.
- J.E.Dennis, Jr, R.B.Schnabel, *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*, SIAM, Philadelphia, 1996.
- P.E.Gill, W.Murray and M.H.Wright, *Practical Optimization*, Academic Press, 1981.
- W.H.Press, B.P.Flannery, S.A.Teukolsky and W.T.Vetterling, *Numerical Recipes*, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- J.Stoer and R.Bulirsch, *Introduction to Numerical Analysis*, Springer-Verlag, New York, 1993.

Način polaganja ispita: Seminarski rad + Usmeni ispit