

Studijski program		Vrsta studija (ciklus)	Treći ciklus studija – doktorski studij	
		Naziv studijskog programa	Doktorski studij matematičkih i kompjuterskih nauka	
PREDMET				
Naziv predmeta		Teorija haosa		
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS bodovi	Kontakt sati
AMAT 676	II	Izborni	10	30
Ciljevi i ishodi predmeta	Cilj predmeta je razviti teorijsko razumijevanje složene dinamike u diskretnim i neprekidnim dinamičkim sistemima, sa naglaskom na osjetljivost na početne uslove, topološki kaos, simboličku dinamiku, fraktalne strukture, čudne atraktore i mehanizme nastanka haotičnog ponašanja. Predmet obuhvata metode za analizu haotičnih preslikavanja i tokova, uključujući jednodimenzionalna preslikavanja, logističko preslikavanje, shift dinamiku, Sharkovskijev teorem, Li-Yorkeov i Devaneyjev kaos, topološku tranzitivnost, entropiju, Lyapunovljeve eksponente, fraktalne dimenzije i klasične primjere haotičnih sistema. Poseban naglasak stavlja se na vezu između lokalne nestabilnosti, globalne strukture faznog prostora i dugoročnog nepredvidivog ponašanja sistema.			
Sadržaj predmeta				
Osnovni pojmovi haotične dinamike: deterministički sistemi, dugoročno ponašanje orbita, osjetljivost na početne uslove, nepredvidivost, topološka tranzitivnost, gustoća periodičnih orbita i različite definicije haosa. Jednodimenzionalna preslikavanja i prelaz ka haosu: intervalna preslikavanja, logističko preslikavanje, tent map, unimodalna preslikavanja, period-doubling kaskada, bifurkacioni dijagrami i Feigenbaumove konstante. Sharkovskijev teorem i Li-Yorkeov kaos: periodične tačke intervalnih preslikavanja, Sharkovskijev poredak, postojanje perioda tri, Li-Yorkeov pojam haosa, scrambled skupovi i implikacije za složenu dinamiku. Simbolička dinamika: shift prostori, itinerari, kodiranje orbita, subshiftovi konačnog tipa, konjugacija i semikonjugacija, Markovljeve particije i primjena simboličke dinamike u analizi haosa. Topološki kaos: Devaneyjev kaos, topološka tranzitivnost, topološko miješanje, osjetljivost na početne uslove, gustoća periodičnih tačaka i topološka ekvivalentnost haotičnih sistema. Topološka entropija i mjera kompleksnosti: topološka entropija, rast broja periodičnih orbita, entropija simboličkih sistema, osnovne veze između entropije, nestabilnosti i složenosti dinamike. Fraktali i fraktalne dimenzije: samosličnost, Cantorov skup, Hausdorffova, box-counting i korelacijska dimenzija, fraktalna geometrija atraktora i veza između fraktalne strukture i dinamike. Lyapunovljevi eksponenti i numerička dijagnostika haosa: eksponencijalno razdvajanje orbita, Lyapunovljevi eksponenti za preslikavanja i tokove, numeričko računanje eksponenata, Poincaréove sekcije i analiza vremenskih serija. Haos u višedimenzionalnim preslikavanjima: Hénonovo preslikavanje, Smaleova potkovica, homokliničke i heterokliničke strukture, rastezanje i savijanje faznog prostora, stabilne i nestabilne mnogostrukosti. Haos u neprekidnim sistemima: Lorenzov, Rösslerov i Chua sistem, čudni atraktori, Poincaréovo preslikavanje, homoklinički mehanizmi i prelaz od regularnog ka haotičnom ponašanju. Numerička i eksperimentalna analiza haosa: bifurkacioni dijagrami, rekonstrukcija atraktora, fazni portreti, vremenske serije, numerički artefakti, ograničenja simulacija i interpretacija haotične dinamike.				
LITERATURA		PROVJERA ZNANJA I OCJENJIVANJE		
[1] Devaney, R. L. An Introduction to Chaotic Dynamical Systems. 3rd ed., Chapman & Hall/CRC, 2022. [2] Alligood, K. T., Sauer, T. D., Yorke, J. A. Chaos: An Introduction to Dynamical Systems. Springer, 1996. [3] Strogatz, S. H. Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering. 2nd ed., CRC Press, 2015. [4] Wiggins, S. Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos. 2nd ed., Springer, 2003. [5] Elaydi, S. N. Discrete Chaos: With Applications in Science and Engineering. 2nd ed., Chapman & Hall/CRC, 2007. [6] Robinson, C. Dynamical Systems: Stability, Symbolic Dynamics, and Chaos. 2nd ed., CRC Press, 1999. [7] Ott, E. Chaos in Dynamical Systems. 2nd ed., Cambridge University Press, 2002.		Kriterij	Bodovi	Uslov
		1. Testovi u toku semestra	50	27
		2. Završni ispit	50	28
		Ukupno	100	55