

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	KAOTIČNA DINAMIKA
<b>Course title:</b>	CHAOTIC DYNAMICS

<b>Študijski programi in stopnja</b>	<b>Študijska smer</b>	<b>Letnik</b>	<b>Semestri</b>
Strojništvo, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)		Celoletni

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:**

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
90					160	10

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

<b>Izvajalci predavanj:</b>	<input type="text" value="Edvard Govekar"/>
<b>Izvajalci seminarjev:</b>	
<b>Izvajalci vaj:</b>	
<b>Izvajalci kliničnih vaj:</b>	
<b>Izvajalci drugih oblik:</b>	
<b>Izvajalci praktičnega usposabljanja:</b>	

**Vrsta predmeta/Course type:**

<b>Jeziki/Languages:</b>	<b>Predavanja/Lectures:</b>	Slovenščina, Angleščina
	<b>Vaje/Tutorial:</b>	Slovenščina, Angleščina

<b>Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:</b>	<b>Prerequisites:</b>
Veljajo splošni pogoji za doktorski študij.	General prerequisites for the third level studies.

<b>Vsebina:</b>	<b>Content (Syllabus outline):</b>
<p>Uvod:                      Opredelitev pojma kaotičnosti in lastnosti kaotičnih sistemov, Pregled zgodovine kaotične dinamike, Pomen in uporaba kaotične dinamike v tehniki                      Osnove nelinearnih dinamskih sistemov:                      Fazni prostor in atraktor stanj, Tokovi eno in dvodimenzionalnih dinamskih sistemov v faznem prostoru, Fiksne točke, centri, stabilnost in bifurkacije, Cilindrični fazni prostor, kvazi-periodično gibanje in torus, Nelinearni limitni cikel                      Kaotični sistemi:                      Osnovne lastnosti kaotičnih sistemov: Potrebni pogoji kaotičnosti občutljivost na začetne pogoje, Čudni atraktor, Fraktalna struktura, Poti v kaos: logistična preslikava in podvajanje periode, univerzalne karakteristike, razvoj kaosa s prekinitvami, kvazi-periodični prehod v kaos                      Karakterizacija kaotičnih sistemov:                      Časovni poteka fazne spremenljivke, Avtokorelacija in</p>	<p>General introduction:                      Introduction of concept of chaos and properties of chaotic systems, Brief history of chaos theory                      Importance and applications of chaotic dynamics in engineering                      Basics of nonlinear dynamic systems:                      Phase space and system attractors, Phase space flows of one and two dimensional dynamic systems, Fixed points, centers, stability and bifurcations, Cylindrical phase space, quasi-periodic motion and flow on a torus, Nonlinear limit cycles.                      Chaotic systems:                      Basic properties of chaotic systems. Necessary conditions for chaos and sensitivity to initial conditions, Strange attractors, Fractal structure, Routes to chaos: logistic map, period doubling. Universality of chaos, intermittency route, quasi-periodic route                      Characterisation of chaotic systems:                      Time series of a phase variable, Autocorrelation Fourier-</p>

<p>Fourierov spekter, Poincarejeva preslikava, Dinamske karakteristike: Ljapunov spekter, Entropija kolmogorova, Fraktalni koncepti in fraktalna dimezija atraktorja, Mere fraktalne dimenzije.</p> <p>Pregled sistemov s kaotično dinamiko:</p> <p>Matematični modeli kaotičnih sistemov, Termična konvekcija v tekočinah, Nihanja nosilcev, sistemi s trki, kaos v vzbujanih sistemih, Nestabilnosti in kaotičnost obdelovalnih procesov, Primeri eksperimentalni kaotični sistemov</p> <p>Nelinearna analiza časovnih vrst:</p> <p>Stacionarnost, Rekonstrukcija atraktorja: dimenzionalnost vložitvenega prostora in atraktorja, Modeliranje in predikcija kaotičnih časovnih vrst.</p> <p>Napredne vsebine</p> <p>Napredne metode rekonstrukcije faznega prostora, Kaos in šum, Prostorsko-časovni kaos, Kontrola kaosa</p>	<p>spectra, Poincare section, Dynamic characteristics; Liapunov specter, Kolmogorov entropy, Fractal concepts and fractal dimension of attractor, Measures of fractal dimension</p> <p>Overview of chaotic systems:</p> <p>Mathematical model of chaotic systems, Convection phenomena, Impact systems, Chaos in periodically forced systems, Instability and chaos of cutting processes, Other chaotic experimental systems.</p> <p>Nonlinear time series analysis:</p> <p>Stationarity, Phase space and attractor reconstruction; Embedding dimension and attractor dimensionality, Modeling and prediction of chaotic time series.</p> <p>Advanced topics:</p> <p>Advanced embedding methods, Chaos and noise, Space temporal chaos, Chaos control.</p>
--	--

### Temeljna literatura in viri/Readings:

<p>[1] Strogatz, S. H.: Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry and engineering.- Reading etc.: Addison-Wesley, 1994.-</p> <p>[2] Anastasios A. Tsonis: Chaos: From Theory to Applications, Plenum Press, NY, 1992</p> <p>[2] Moon, F.: Chaotic and fractal dynamics, an introduction for applied scientists and engineers.- New York etc.: J. Wiley &amp; Sons, 1992.)</p> <p>[3] Paul S Addison: Fractals and Chaos an Illustrated Course, IOP Publishing 1997</p> <p>[4] Kantz, H., Schreiber, T.: Nonlinear time series analysis.- New York: Cambridge University Press, 1997.- (Cambridge nonlinear science series; 7)</p> <p>[5] H. D. I. Abarbanel: Analysis of Observed Chaotic Data, Springer, 1996</p> <p>[6] Heiger R, Kantz, H., Schreiber, TISEAN-Nonlinear time series analysis,- software package <a href="http://www.mpi-pks-dresden.mpg.de/~tisean/">http://www.mpi-pks-dresden.mpg.de/~tisean/</a></p>
---

### Cilji in kompetence:

<p><b>Cilji predmeta so:</b></p> <p>(i) predstaviti princip kaotičnosti kot izvor kompleksnosti</p> <p>(ii) predstaviti vzroke kaotičnosti in lastnosti kaotičnih sistemov</p> <p>(iii) prikazati postopke zaznavanja, analize in karakterizacije kaotičnih sistemov</p> <p><b>Kompetence:</b></p> <p>Študent bo:</p> <p>(i) pridobil razumevanje koncepta kaotičnosti kot izvor kompleksnosti</p> <p>(ii) pridobil razumevanje poglavitnih vzrokov (nelinearnost, nestabilnost in ustrezna dimenzionalnost) za nastop kaotičnosti</p> <p>(iii) razvil sposobnost analize in karakterizacije kaotičnih sistemov</p> <p>(iv) zmožen uporabiti koncepte kaotične dinamike pri analizi karakterizaciji modeliranju in interpretaciji eksperimentalnih podatkov ter pri snovanju novih sistemov in procesov</p>	<p><b>Objectives and competences:</b></p> <p><b>Goals:</b></p> <p>The objectives of the course are</p> <p>(i) to introduce the principles of chaos as a source of complexity</p> <p>(ii) to present sources, causes of chaos onset and properties of chaotic system</p> <p>(iii) to demonstrate methods of detection, analysis and characterization of chaotic systems</p> <p><b>Competences:</b></p> <p>The student will:</p> <p>(i) understand the concept of chaos as a sources of complexity</p> <p>(ii) understand of the main causes (nonlinearity, instability and dimensionality) for onset of chaos</p> <p>(iii) develop the ability to analyze and characterize chaotic systems</p> <p>(iv) be able to use the concepts of chaotic dynamics at analysis, characterization, interpretation and modeling of experimental data and at design of systems and processes.</p>
---	---

### Predvideni študijski rezultati:

<p>Študent bo pridobil razumevanje koncepta kaotičnosti kot izvor kompleksnosti, pridobil razumevanje poglavitnih vzrokov (nelinearnost, nestabilnost in ustrezna</p>	<p><b>Intended learning outcomes:</b></p> <p>The student will understand the concept of chaos as a sources of complexity, understand of the main causes (nonlinearity, instability and dimensionality) for onset of</p>
---	---

dimenzionalnost) za nastop kaotičnosti, razvil sposobnost analize in karakterizacije kaotičnih sistemov, zmožen uporabiti koncepte kaotične dinamike pri analizi karakterizaciji modeliranju in interpretaciji eksperimentalnih podatkov ter pri snovanju novih sistemov in procesov	chaos, develop the ability to analyze and characterize chaotic systems, be able to use the concepts of chaotic dynamics at analysis, characterization, interpretation and modeling of experimental data and at design of systems and processes.
--	---

<b>Metode poučevanja in učenja:</b>	<b>Learning and teaching methods:</b>
Predavanja, laboratorijske vaje, seminarsko delo, e-izobraževanje, konzultacije. Seminarsko delo v čim večji meri navezuje se na področje doktorskega raziskovanja. Študij z uporabo priporočene literature.	Lectures, laboratory practice & seminar work, e-education, consulting. The seminar work is related, as much as possible, to the student's doctoral research field. Study on a recommended literature basis.

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Ocena je sestavljena iz seminarja (100%). Ocena seminarja je sestavljena iz pisnega dela (40%) in predavitve in ustnega zagovora (60%).		The grade is determined from the seminar (100%). The seminar grade consists of the written part (40%), presentation and oral defence (60%)

<b>Reference nosilca/Lecturer's references:</b>
<p><b>prof. dr. Edvard GOVEKAR</b>  BIZJAN, Benjamin, ŠIROK, Brane, GOVEKAR, Edvard. Nonlinear analysis of mineral wool fiberization process. Journal of computational and nonlinear dynamics, ISSN 1555-1415, Mar. 2015, vol. 10, iss. 2, str. 1-8.  KRESE, Blaž, PERC, Matjaž, GOVEKAR, Edvard. Experimental observation of a chaos-to-chaos transition in laser droplet generation. International journal of bifurcation and chaos in applied sciences and engineering, ISSN 0218-1274, 2011, vol. 21, no. 6, str. 1689-1699.  KRESE, Blaž, PERC, Matjaž, GOVEKAR, Edvard. The dynamics of laser droplet generation. Chaos, ISSN 1054-1500, 2010, vol. 20, iss. 1, str. 013129-1-013129-7.</p>