Univerza v Mariboru
University of Maribor

Fakulteta za naravoslovje in matematiko

OPIS PREDMETA / SUBJECT SPECIFICATION	
Predmet:	**Dinamični sistemi**
Subject Title:	Dynamical Systems

Študijski program Study programme	Študijska smer Study field	Letnik Year	Semester Semester
Fizika Physics		1	**1**

Univerzitetna koda predmeta / University subject code:

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Sem. vaje Tutorial	Lab. vaje Lab. work	Teren. vaje Field work	Samost. delo Individ. work	ECTS
45			30		105	**6**

Nosilec predmeta / Lecturer: Matjaž Perc

Jeziki / Languages:
Predavanja / Lecture: SLOVENSKO/SLOVENE
Vaje / Tutorial: SLOVENSKO/SLOVENE

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:

Predznanje analize, algebre, matematične fizike.

Prerequisites:

Preknowledge of calculus, algebra and mathematical physics.

Vsebina:

1. **Preprosti matematični opis dinamike sistema (enodimenzionalni (1D) sistemi)**
   Splošna definicija dinamičnih sistemov, avtonomnost dinamičnega sistema, fazni prostor, linearna stabilnostna analiza, bifurkacijska analiza, enodimenzionalni sistemi in oscilacije.

2. **Dinamični sistemi in oscilacije (2D sistemi)**
   Linearni 2D sistemi, nelinearni 2D sistemi, linearizacija sistema in linearna stabilnostna analiza, konzervativni in disipativni sistemi, oscilator – konzervativni sistemi, oscilator – disipativni sistem, bifurkacije, bifurkacijski diagram, lokalne in globalne bifurkacije.

3. **Kompleksni atraktorji (3D sistemi)**
   Fourierjeva transformacija in avtokorelacija, Lyapunovi eksponenti, regularni atraktorji v 3D, kaos, čudni atraktorji in fraktalne dimenzije.

4. **Aplikacije**
   Pomen dinamičnih sistemov v fiziki in na drugih področjih: dinamični sistemi v biologiji, okoljevarstvu, ekonomiji, ….

5. **Uporaba računalniških programov**
   Uporaba računalniških programov za

Contents (Syllabus outline):

1. **Basic mathematical description of the system dynamics (one-dimensional (1D) systems)**
   Definition of dynamical systems, autonomous dynamical systems, the phase space, the linear stability analysis, the bifurcation analysis, one-dimensional systems and oscillations.

2. **Dynamical systems and oscillations (2D systems)**
   Linear 2D systems, nonlinear 2D systems, linearization and linear stability analysis, conservative and dissipative systems, oscillator – conservative system, oscillator – dissipative system, bifurcations, bifurcation diagram, local and global bifurcations.

3. **Complex attractors (3D systems)**
   Fourier transformation and autocorrelation, Lyapunov exponents, regular attractors in 3D, chaos, strange attractors and fractal dimensions.

4. **Applications**
   The role of dynamical systems in physics and in other fields: dynamical systems in biology, environmental science, economy, …

5. **Using of computer programs**
   Computer programmes for the implementation of

implementacijo dinamičnih sistemov: DynaSys, Stella, Madonna, C++, ...	dynamical systems: DynaSys, Stella, Madonna, C++, ...

Temeljni študijski viri / Textbooks:

- Steven H. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos with Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering. Perseus Pub., Cambridge, 1994.
- J. B. Snape, I. J. Dunn, J. Ingham, J. E. Prenosil, Dynamics of Environmental Bioprocesses, Modelling and Simulation, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1995.
- Natali Hritonenko, Yuri Yatsenko, Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment, Springer, New York, 1999.
- Strokovni in znanstveni članki v revijah / Articles published in professional and scientific journals.

Cilji:	**Objectives:**
• Razviti sposobnosti za opravljanje kvantitativne analize dinamike kompleksnih sistemov. • Razumeti ključne razlike in karakteristike dinamičnih sistemov v različnih dimenzijah. • Poznati uporabnost znanja o dinamičnih sistemih v naravnih sistemih in prenos znanja na druga področja. • Znati uporabiti računalniške programe za implementacijo dinamičnih sistemov.	• Develop the skills for quantitative analysis of the dynamics of complex systems. • Understand the basic differences and characteristics of dynamical systems in different dimensions. • Know the applicability of knowledge about dynamical systems in the nature and the transfer of knowledge to other fields. • Use computer programs for the implementation of dynamical systems.
Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: • Usvojiti metode za kvantitativno analizo dinamike kompleksnih sistemov. • Spoznati ključne razlike in karakteristike dinamičnih sistemov v različnih dimenzijah. • Spoznati uporabnost znanja o dinamičnih sistemih v fiziki in prenos znanja na druga področja. • Znati uporabljati računalniške programe za implementacijo dinamičnih sistemov. Prenesljive/ključne spretnosti in drugi atributi: • Metode kvantitativne analize dinamičnih sistemov so univerzalne in jih je mogoče uporabiti na najrazličnejših področjih. • Poudarek je na prenosu znanja s primerov	Knowledge and Understanding: • Be able to use methods for quantitative analysis of the dynamics of complex systems. • Know basic differences and characteristics of dynamical systems in different dimensions. • Be able to apply the knowledge about dynamical systems in physics to other fields. • Using computer programs for the implementation of dynamical systems. Transferable/Key Skills and other attributes: • Methods for quantitative analysis of dynamical system are universal and can be implemented in different fields of research. • In particular, a knowledge transfer from

iz fizike na področja biologije, ekologije, ekonomije, …	examples in physics to examples in biology, ecology, economics, etc. is emphasised.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
• Predavanja • Teoretične vaje • Vaje na računalniku • Eksperimentalne vaje	• Lectures • Theoretical exercises • Computer exercises • Experiments

Načini ocenjevanja:	Delež (v %) / Weight (in %)	**Assessment:**
• ustni izpit • pisni izpit • seminarska naloga	**40** **40** **20**	• oral exam • written exam • seminar