

## DOKTORANTŪROS STUDIJŲ DALYKO PROGRAMA

Dalyko pavadinimas		Mokslų kryptis (šaka) kodas	Institutas	Padalinys
Netiesinės dinamikos ir bifurkacijų teorija		Fiziniai mokslai, Fizika, 02P	Fizinių ir technologinių mokslų centras	Puslaidininkų fizikos institutas
Studijų būdas	Kreditų skaičius (VU/ECTS)	Studijų būdas	Kreditų skaičius (VU/ECTS)	
Paskaitos		Konsultacijos	2,5/3,75	
Individualus	3,5/5,25	Seminarai		

### Dalyko anotacija

Kurse nagrinėjami kokybiniai ir kiekybiniai netiesinių dinaminų sistemų tyrimo metodai, apsiribojant pirmosios ir antrosios eilės sistemomis. Supažindinama su pagrindinėmis netiesinės dinamikos sąvokomis – fazine plokštuma, rimties taškais, ribiniais ciklais, stabilumu. Nagrinėjami asimptotiniai netiesinių lygčių tyrimo metodai: skirtingų laiko mastelių skleidimo (multiple-scale expansion) metodas, suvidurkinimo metodas bei harmonikų balanso metodas. Kurse didelis dėmesys skiriamas bifurkacijų teorijai, kuria grindžiami šiuolaikiniai netiesinių sistemų tyrimo metodai. Ši teorija nagrinėja kokybinius netiesinių sistemų pokyčius, kai keičiamas sistemos valdymo parametras. Kai netiesinė sistema yra arti bifurkacijos taško ją galima aprašyti universaliu analiziniu modeliu. Netiesinių dinaminų metodų taikymus studentai turi įsisavinti sprendžiant konkrečius netiesinės dinamikos uždavinius. Šis kursas yra savotiškas įvadas į dinaminio chaoso teoriją, kuria pastaruoju metu labai domimasi.

Kurso tikslas – supažindinti su šiuolaikiniais netiesinių dinaminų sistemų tyrimo metodais ir suformuoti praktinius jų taikymo įgūdžius.

Kurso pagrindą sudaro šios temos: netiesinių dinaminų sistemų kokybiniai ir kiekybiniai tyrimo metodai; įvairių fizinių sistemų fazinių portretų tyrimai; rimties taškai ir jų klasifikavimas, Puankare indeksų teorija; ribiniai ciklai, gradientinės sistemos, Liapunovo funkcijos, Puankare ir Bendiksono teorema, savaiminių virpesių teorija: kvaziharmoniniai ir relaksaciniai virpesiai, asimptotiniai virpesių tyrimo metodai (skirtingų laiko mastelių, suvidurkinimo bei harmonikų balanso metodas), netiesinių osciliatorių sinchronizacija, neautonominės netiesinės sistemos: priverstiniai netiesinės svyravimo virpesiai, parametrinis rezonansas, savaiminių virpesių sinchronizacija, Puankarė atvaizdai; bifurkacijų teorija: balno ir mazgo bifurkacija, transkrikinė ir pitčforko bifurkacija, superkrikinė, subkrikinė bei išsigimusi Hopfo bifurkacija, globalinės ribinių ciklų bifurkacijos: balno ir mazgo ribinių ciklų bifurkacija, begalinio periodo bifurkacija, homoklininė bifurkacija.

### Pagrindinė literatūra

1. A. Medio and M. Lines, *Nonlinear Dynamics: A Primer* (Cambridge University Press, 2001)
2. D. Kaplan and L. Glass, *Understanding Nonlinear Dynamics* (Springer-Verlag, 1995)
3. R. Hilborn, *Chaos and Nonlinear Dynamics: An Introduction for Scientists and Engineers* (Oxford University Press, 2000)
4. S. Wiggins, *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos* (Springer-Verlag, 1990)
5. P. Glendinning, *Stability, Instability and Chaos: an introduction to the theory of nonlinear differential equations* (Cambridge University Press, 1994)

6. J. Gukenheimer and P. Holmes. *Nonlinear oscillations, dynamical systems and bifurcations of vector fields* (Springer, 1983)
7. J. Kevorkian and J. D. Cole, *Multiple scale and singular perturbation methods (Applied Mathematical Sciences)* (Springer-Verlag 1996)
8. J. A Sanders, F. Verhulst and J. Murdock, *Averaging Methods in Nonlinear Dynamical Systems* (Springer, 2007)
9. V. I. Arnold, *Geometrical methods in the theory of ordinary differential equations* (Springer-Verlag, 1988)
10. Y. A. Kuznetsov, *Elements of Applied Bifurcation Theory* (Springer-Verlag, 1998)

Konsultuojančiųjų dėstytojų vardas, pavardė	mokslo laipsnis	pedag. vardas	Svarbiausieji darbai mokslo kryptyje (šakoje) paskelbti per pastaruosius 5 metus
Kęstutis Pyragas	Habil. dr.	Prof.	<p>V. Pyragas, K. Pyragas, Delayed feedback control of the Lorenz system: An analytical treatment at a subcritical Hopf bifurcation, <i>Phys. Rev. E</i> 73, 036215-10 (2006)</p> <p>K. Pyragas, T. Pyragienė, A. Tamaševičius, G. Mykolaitis, Control of forced self-sustained oscillations via a backward time controller, <i>Phys. Lett. A</i> 350, 349-354 (2006)</p> <p>K. Pyragas, Delayed feedback control of chaos, <i>Philos. T. Roy. Soc. A: Mat. Phys. Eng. Sci.</i> 364, 2309-2334 (2006)</p> <p>102. T. Pyragienė, G. Mykolaitis, A. Tamaševičius, K. Pyragas, Non-invasive control of synchronization region of a forced self-oscillator via a second order filter, <i>Phys. Lett. A</i> 361, 323-331 (2007)</p> <p>103. K. Höhne, H. Shirahama, Ch.-U. Choe, H. Benner K. Pyragas, and W. Just, Global Properties in an Experimental Realization of Time-Delayed Feedback Control with an Unstable Control Loop, <i>Phys. Rev. Lett.</i> 98, 214102-4 (2007)</p> <p>A. Tamaševičius, G. Mykolaitis, V. Pyragas, K. Pyragas, Delayed feedback control of periodic orbits without torsion in nonautonomous chaotic systems: Theory and experiment, <i>Phys. Rev. E</i> 76, 026203-6 (2007)</p> <p>K. Pyragas, O. V. Popovych, P. A. Tass, Controlling synchrony in oscillatory networks with a separate stimulation-registration setup, <i>EPL</i> 80, 40002-p6 (2007)</p> <p>K. Pyragas, T. Pyragienė, Coupling design for a long-term anticipating synchronization of chaos, <i>Phys. Rev. E</i> 78, 046217-4 (2008)</p> <p>K. Pyragas, V. Pyragas, Using ergodicity of chaotic systems for improving the global properties of</p>

			the delayed feedback control method, Phys. Rev. E 76, 067201–4 (2009) Pyragas, T. Pyragienė, Extending anticipation horizon of chaos synchronization schemes with time-delay coupling, Philos. T. Roy. Soc. A: Mat. Phys. Eng. Sci. 368, 305-317 (2010)
--	--	--	--

Patvirtinta Fizikos mokslų krypties doktorantūros komitete 2010 m. spalio mėn. 27 d. ,  
protokolo Nr. 3

Komiteto pirmininkas S. Juršėnas