

DOKTORANTŪROS STUDIJŲ DALYKO SANDAS

Dalyko pavadinimas	Mokslų kryptis (kodas)	Centras	Skyrius
Netiesinė dinamika, bifurkacijų teorija ir chaosas (8 ECTS kreditai)	Fizika N 002	Fizinių ir technologinių mokslų centras	Fundamentinių tyrimų skyrius
Studijų būdas	Valandų skaičius	Studijų būdas	Valandų skaičius
Paskaitos		Konsultacijos	20
Individualus	180	Seminarai	

Dalyko anotacija

Kurse nagrinėjami kokybiniai ir kiekybiniai netiesinių dinamių sistemų tyrimo metodai. Supažindinama su pagrindinėmis netiesinės dinamikos sąvokomis – fazine erdve, 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. Aptariamos įvairios trečiosios eilės chaotinės dinaminės sistemos ir jų fizikiniai modeliai. 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 dinamių metodų taikymus studentai turi įsisavinti sprendžiant konkrečius netiesinės dinamikos uždavinius.

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

Kurso pagrindą sudaro šios temos: netiesinių dinamių sistemų kokybiniai ir kiekybiniai tyrimo metodai; įvairių fizinių sistemų fazinių portretų tyrimai; rimties taškai ir jų klasifikavimas; ribiniai ciklai, Liapunovo funkcijos, Puankarė 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; bifurkacijų teorija: balno ir mazgo bifurkacija, transkriazinė ir pitčforko bifurkacija, superkriazinė, subkriazinė bei išsigimusi Hopfo bifurkacija, globalinės ribinių ciklų bifurkacijos: balno ir mazgo ribinių ciklų bifurkacija, begalinio periodo bifurkacija, homoklininė bifurkacija; chaoso teorija: Lorenco sistema ir kitos trečiosios eilės chaotinės sistemos, pirmosios ir antrosios eilės Puankarė atvaizdai, topologinės keistųjų atraktorių charakteristikos, chaoso atsiradimo scenarijai, kompiuteriniai keistųjų atraktorių charakteristikų nustatymo algoritmai, chaotinių sistemų sinchronizacija, chaoso valdymas.

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. S. Wiggins, *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos* (Springer-Verlag, 1990)
4. P. Glendinning, *Stability, Instability and Chaos: an introduction to the theory of nonlinear differential equations* (Cambridge University Press, 1994)
5. S.H. Strogatz. *Nonlinear Dynamics and Chaos* (Addison-Wesley, 1994).

<p>6. J. Gukenheimer and P. Holmes. Nonlinear oscillations, dynamical systems and bifurcations of vector fields (Springer, 1983)</p> <p>7. J. Kevorkian and J. D. Cole, Multiple scale and singular perturbation methods (Applied Mathematical Sciences) (Springer-Verlag 1996)</p> <p>8. J. A Sanders, F. Verhulst and J. Murdock, Averaging Methods in Nonlinear Dynamical Systems (Springer, 2007)</p> <p>9. Y. A. Kuznetsov, Elements of Applied Bifurcation Theory (Springer-Verlag,1998)</p> <p>10. H. G. Schuster and W. Just, Deterministic Chaos, An Intruduction (Willey-VCH, 2005)</p> <p>11. E. Ott, Chaos in Dynamical Systems (Cambridge University Press, 1993)</p> <p>12. A. B. Cambel, Applied Chaos Theory: A Paradigm for Complexity (Academic Press, 1993)</p> <p>13. A. Scott (ed.) Encyclopedia of Nonlinear Science (Routlinge New York and London, 2005)</p> <p>14. K. T.Alligood, T. Sauer and J.A.Yorke, Chaos: an introduction to dynamical systems (Springer-Verlag, 1997)</p> <p>15. R. L. Devaney, An Introduction to Chaotic Dynamical Systems (Westview Press, 2003)</p> <p>16. R. Hilborn, Chaos and Nonlinear Dynamics: An Introduction for Scientists and Engineers (Oxford University Press, 2000)</p>			
Konsultuojantys dėstytojai	Mokslo laipsnis	Pedag. vardas	Svarbiausieji darbai mokslo kryptyje (šakoje) paskelbti per pastaruosius 5 metus
Kęstutis Pyragas	habil. dr.	prof.	<ol style="list-style-type: none"> 1. I. Ratas and K. Pyragas, <i>Macroscopic self-oscillations and aging transition in a network of synaptically coupled quadratic integrate-and-fire neurons</i>, Phys. Rev. E 94, 032215 (2016). 2. V. Pyragas and K. Pyragas, <i>Act-and-wait time-delayed feedback control of nonautonomous systems</i>, Phys. Rev. E 94, 012201 (2016). 3. I. Ratas and K. Pyragas, <i>Eliminating synchronization in bistable networks</i>, Nonlinear dynamics 83, 1137-1151 (2016). 4. K. Pyragas and P.A. Tass, <i>Suppression of spontaneous oscillations in high-frequency stimulated neuron models</i>, Lith. J. Phys. 56, 223–238 (2016). 5. T. Pyragienė and K. Pyragas, <i>Anticipatory synchronization via low-dimensional filters</i>, Phys. Lett. A 381, 1893-1898 (2017). 6. I. Ratas and K. Pyragas, <i>Symmetry breaking in two interacting populations of quadratic integrate-and-fire neurons</i>, Phys. Rev. E 96, 042212, (2017). 7. K. Pyragas, A.P. Fedaravičius, T. Pyragienė and P.A. Tass, <i>Optimal waveform for entrainment of a spiking neuron with minimum stimulating charge</i>, Phys. Rev. E 98, 042216 (2018). 8. V. Pyragas and K. Pyragas, <i>Act-and-wait time-delayed feedback control of autonomous systems</i>, Phys. Lett. A 382, 574-580 (2018). 9. I. Ratas and K. Pyragas, <i>Macroscopic oscillations of a quadratic integrate-and-fire neuron network with global distributed-delay coupling</i>, Phys. Rev.

			<p>E 98, 052224 (2018).</p> <p>10. T. Pyragienė and K. Pyragas, <i>Design of a negative group delay filter via reservoir computing approach: Real-time prediction of chaotic signals</i>, Phys. Lett. A 383, 3088-3094 (2019).</p> <p>11. V. Pyragas and K. Pyragas, <i>State-dependent act-and-wait time-delayed feedback control algorithm</i>, Communications in nonlinear science and numerical simulation 73, 338-350 (2019).</p> <p>12. I. Ratas and K. Pyragas, <i>Noise-induced macroscopic oscillations in a network of synaptically coupled quadratic integrate-and-fire neurons</i>, Phys. Rev. E 100, 052211 (2019).</p> <p>13. K. Pyragas, A.P. Fedaravičius, T. Pyragienė and P.A. Tass, <i>Entrainment of a network of interacting neurons with minimum stimulating charge</i>, Phys. Rev. E 102, 012221 (2020).</p> <p>14. V. Pyragas and K. Pyragas, <i>Using reservoir computer to predict and prevent extreme events</i>, Phys. Lett. A 384, 126591 (2020).</p>
<p>Patvirtinta Fizikos mokslų krypties doktorantūros komitete 2022 m. vasario 02 d., protokolo Nr. (7.17 E) 15600-KT-32</p>			
<p>Komiteto pirmininkas S. A. Juršėnas</p>			