UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS (leto / year 2017/18)			
Predmet:	Numerične metode za linearne sisteme upravljanja		
Course title:	Numerical methods for linear control systems		

Študijski program in stopnja **Study programme and level**	**Študijska smer** **Study field**	**Letnik** **Academic year**	**Semester** **Semester**
Magistrski študijski program Finančna matematika	ni smeri	1 ali 2	prvi ali drugi
Master's study programme Financial Mathematics	none	1 or 2	first or second

Vrsta predmeta / Course type	izbirni / elective
Univerzitetna koda predmeta / University course code:	M2407

Predavanja **Lectures**	**Seminar** **Seminar**	**Vaje** **Tutorial**	**Klinične vaje** **work**	**Druge oblike** **študija**	**Samost. delo** **Individ. work**	**ECTS**
30	**15**	**30**			**105**	**6**

Nosilec predmeta / Lecturer:	prof. dr. Bor Plestenjak

Jeziki / Languages:	**Predavanja / Lectures:**	slovenski / Slovene, angleški / English
	Vaje / Tutorial:	slovenski / Slovene, angleški / English

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik študija.	Enrolment in the programme.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**

Linearni sistemi upravljanja. Zvezni in diskretni sistemi. Vzhodno-izhodne diferencialne enačbe, prostor stanj. Stabilnost, vodljivost, spoznavnost. Regulatorji, odprtozančni in zaprtozančni sistemi. Odziv sistema. Rešitev zveznega sistema. Računanje eksponentne funkcije matrike preko razvoja v Taylorjevo vrsto, Padéjeve aproksimacije in različnih faktorizacij. Numerično testiranje vodljivosti in spoznavnosti. Oddaljenost od najbližjega nevodljivega sistema. Oddaljenost od najbližjega nestabilnega sistema. Numerično reševanje in stabilnost Ljapunove in Sylvestrove matrične enačbe. Uporaba Jordanove forme, Bartels–Stewartov algoritem, Hessenberg–Schurova metoda, posplošene Schurove metode. Numerično reševanje in stabilnost Riccatijeve matrične enačbe. Uporaba lastnega razcepa, Schurova metoda, Newtonova metoda, posplošene Schurove metode. Uravnoteženje sistema. Redukcija modela. Stabilizacija s povratno informacijo in razporejanje lastnih vrednosti. Stabilizabilen sistem. Razporejanje polov.	Linear control systems. Continuos-time and discrete-time systems. Input-output differential equations, state space. Stability, controllability, observability. Regulators, open-loop and closed-loop systems. System response. Solution of a continuous-time sysstem. Numerical computation of matrix exponential using Taylor series, Padé approximation, and matrix factorizations. Numerical tests for controllability and observability. Distance to the nearest uncontrollable system. Distance to the nearest unstable system. Numerical methods for and stability of Lyapunov and Sylvester matrix equations. Application of Jordan canonical form, Bartels-Stewart algorithm, Hessenberg-Schur method, generalized Schur methods. Numerical methods for and stability of Riccati matrix equations. Application of eigendecomposition, Schur method, Newton method, generalized Schur methods. Internal balancing. Model reduction. State-feedback stabilization and eigenvalue assignment problem. Stabilizable system. Pole assignment.

Temeljni literatura in viri / Readings:

•K. J. Åström, R. M. Murray: Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers,Princeton University Press, Princeton, 2008.

•B. N. Datta: Numerical Methods for Linear Control Systems, Academic Press, San Diego, 2004.

•P. Hr. Petkov, N. D. Christov, M. M. Konstantinov: Computational Methods for Linear Control Systems, Prentice Hall, New York, 1991.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**

Slušatelj spozna osnove linearnih sistemov upravljanja, poudarek pa je na numeričnih metodah, ki jih potrebujemo za reševanje raznih matričnih problemov, ki se tu pojavijo. Pridobljeno znanje praktično utrdi z domačimi nalogami in reševanjem problemov s pomočjo računalnika.	Student learns basics of linear control systems with emphasis on numerical methods for various related matrix problems. The acquired knowledge is consolidated by homework assignements and solving problems using computer programs.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Razumevanje osnov linearnih sistemov upravljanja. Poznavanje osnovnih numeričnih pristopov za reševanje problemov s tega področja. Znanje programiranja in uporabe Matlaba oziroma drugih sorodnih orodij za reševanje tovrstnih problemov. Uporaba: Numerično reševanje problemov iz linearnih sistemov upravljanja. Refleksija: Razumevanje teorije na podlagi uporabe. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Spretnost uporabe računalnika pri reševanju matematičnih problemov.	Knowledge and understanding: Understanding of basics of control linear systems. The knowledge of basic numerical methods for related problems. Knowledge of computer programming package Matlab or other similar software for solving such problems. Application: Numerical computation of problems from linear control theory. Reflection: Understanding of the theory from the applications. Transferable skills: The ability to solve mathematical problems using a computer.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
predavanja, vaje, domače naloge, konzultacije, projekti	Lectures, exercises, homeworks, consultations, projects

Načini ocenjevanja:	Delež (v %) / Weight (in %)	**Assessment:**
Način (domače naloge, pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt): domače naloge ali projekt	20% 40%	Type (homeworks, examination, oral, coursework, project): homeworks or project

pisni izpit ustni izpit Ocene: 1-5 (negativno), 6-10 (pozitivno) (po Statutu UL)	 40%	written exam oral exam Grading: 1-5 (fail), 6-10 (pass) (according to the Statute of UL)

Reference nosilca / Lecturer's references:

Bor Plestenjak:

HOCHSTENBACH, Michiel E., KOŠIR, Tomaž, PLESTENJAK, Bor. A Jacobi-Davidson type method for the two-parameter eigenvalue problem. SIAM journal on matrix analysis and applications, ISSN 0895-4798, 2005, vol. 26, no. 2, str. 477-497. [COBISS.SI-ID 13613401]

HOCHSTENBACH, Michiel E., PLESTENJAK, Bor. Backward error, condition numbers, and pseudospectra for the multiparamerer eigenvalue problem. Linear Algebra and its Applications, ISSN 0024-3795. [Print ed.], 2003, vol. 375, str. 63-81. [COBISS.SI-ID 12778841]

PLESTENJAK, Bor. A continuation method for a weakly elliptic two-parameter eigenvalue problem. IMA journal of numerical analysis, ISSN 0272-4979, 2001, vol. 21, no. 1, str. 199-216. [COBISS.SI-ID 10497369]