

# NUMERIČNE METODE

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

**Predmet:** NUMERIČNE METODE

**Course title:** NUMERICAL METHODS

**Članica nosilka/UL Member:** UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
-------------------------------	----------------	--------	----------	-----------

Strojništvo, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)		Celoletni	izbirni
--	---------------------------------	--	-----------	---------

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 0033418

**Koda učne enote na članici/UL Member course code:** 7010

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
-------------------------	---------------------	--------------------	--------------------------------------	---	---	------

90					160	10
----	--	--	--	--	-----	----

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Janko Slavič

**Izvajalci predavanj:** Janko Slavič

**Izvajalci seminarjev:**

**Izvajalci vaj:**

**Izvajalci kliničnih vaj:**

**Izvajalci drugih oblik:**

**Izvajalci praktičnega usposabljanja:**

**Vrsta predmeta/Course type:**

Izbirni predmet /Elective course

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:

Angleščina, Slovenščina

Vaje/Tutorial:

Angleščina, Slovenščina

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

**Prerequisites:**

Veljajo splošni pogoji za doktorski študij.

General prerequisites for the third level studies.

**Vsebina:**

**Content (Syllabus outline):**

Izvori napak, pogojenost problema, konvergenca in stabilnost numeričnih postopkov. Reševanje nelinearnih enačb. Reševanje sistemov linearnih enačb in sistemov enačb s posebno strukturo. Direktne, iterativne in gradientne metode. Reševanje sistemov nelinearnih enačb. Linearna in nelinearna aproksimacija funkcij. Polinomska in racionalna aproksimacija in interpolacija. Interpolacijaj z zlepki, naravni kubični zlepki, parametrični, Akimovi, Bézierovi in De Boorovi zlepki. Dvodimenzionalna interpolacija in aproksimacija. Fourierova vrsta, integral in transformacija, hitra Fourierova transformacija, Laplaceova transformacija, ortogonalni polinomi. Natančnejše metode numeričnega odvajanja in integriranja. Mnogoterni inposplošeni integrali.

Numerično reševanje navadnih diferencialnih enačb z začetnim in robnim pogojem. Reševanje sistemov diferencialnih enačb. Numerične metode za reševanje parcialne diferencialne enačbe eliptičnega, paraboličnega in hiperboličnega tipa, diferenčna metoda in metoda karakteristik. Problem lastnih vrednosti. Potenčna metoda in inverzna potenčna metoda, Jacobijeva metoda za računanje lastnih vrednosti simetričnih matrik. QD, LR in QR algoritmi. Metoda

Errors in numerical computation, well and ill conditioned problems, convergence and stability of numerical methods. Solutions of nonlinear equations of one variable, methods for solving linear systems and special linear systems. Direct, iterative and gradient methods. Solutions of nonlinear systems of equations. Linear and nonlinear approximation theory. Polynomial and rational function approximation and interpolation. Interpolation with splines, cubic natural splines, parametric, Akima, Bézier and B-splines. Two-dimensional interpolation and approximation. Fourier series, integral and transforms, fast Fourier transforms, Laplace transforms, orthogonal polynomials. Advance methods of numerical differentiation and integration. Multiple and improper integrals.

Numerical solution of initial-value and boundary-value problems for ordinary differential equations. Methods for solution of system of ordinary differential equations. Numerical methods for solution of elliptic, parabolic and hyperbolic partial differential equations with different boundary conditions, difference method and method of characteristics. Eigenvalue problems, the power method,

Panelty function, spektralne metode, brezmrežne metode in Monte-Carlo metode. Metode numerične optimizacije.	the inverse power method, the Jacobi method for a symmetric matrix, QD, LR, and QR methods. Method of penalty functions. Spectral methods, meshless methods and Monte-Carlo methods. Numerical optimization.
--	--

### **Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] R. L. Burden, J. D. Faires: Numerical analysis, -7th ed., BROOKS/COLE, 2001.
- [2] A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerical Mathematics, Springer, 2000.
- [3] H. M. Antia: Numerical Methods for Scientists and Engineers, Birkhäuser Verlag, 2002.
- [4] J. Petrišič: Reševanje enačb, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2005.
- [5] J. Nocedal, S.J. Wright: Numerical Optimization, Springer Verlag, 1999.

### **Cilji in kompetence:**

#### **Cilji:**

Študent se mora naučiti numerično reševati zahtevne matematične modele, s katerimi se popiše tehniški problem, ob podpori računalnika.

#### **Kompetence:**

Študent je sposoben samostojno nadgraditi svoje znanje numeričnih metod in numerično rešiti zahteven matematični model, ki ga bo srečal med raziskovalnim delom.

### **Objectives and competences:**

#### **Goals:**

The student is taught to solve demanding mathematical models used to describe a technical problem, numerically and with help of a computer.

#### **Competences:**

The student alone is capable of upgrading his knowledge of numerical methods and solving a demanding mathematical model, that he could encounter during his research activities.

### **Predvideni študijski rezultati:**

Študent je sposoben samostojno nadgraditi svoje znanje numeričnih metod in numerično rešiti zahteven matematični model, ki ga bo srečal med raziskovalnim delom.

### **Intended learning outcomes:**

The student alone is capable of upgrading his knowledge of numerical methods and solving a demanding mathematical model, that he could encounter during his research activities.

### **Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, laboratorijske vaje, seminarsko delo, e-izobraževanje, konzultacije. Seminarsko delo v čim večji meri navezuje se na področje doktorskega raziskovanja. Študij z

### **Learning and teaching methods:**

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

uporabo priporočene literature.	literature basis.
---------------------------------	-------------------

<b>Načini ocenjevanja:</b>	<b>Delež/ Weight</b>	<b>Assessment:</b>
Ustni izpit, poročilo o seminarskem delu. Pogoji za opravljanje ustnega izpita je uspešno izdelano in pozitivno ocenjeno seminarsko delo. • projekt (seminarsko delo) (70%) • ustno izpraševanje (30%)		Oral exam, report on seminar work. The condition for admission to oral exam is successful completion of seminar work, rewarded with a passing grade. • project (seminar assignment) (70%) • oral examination (30%)

#### **Reference nosilca/Lecturer's references:**

##### **izr.prof.dr. Janko SLAVIČ**

ROVŠČEK, Domen, SLAVIČ, Janko, BOLTEŽAR, Miha. Operational mode-shape normalisation with a structural modification for small and light structures. Mechanical systems and signal processing, ISSN 0888-3270. [Tiskana izd.], 2014, vol. 42, issue 1-2, str. 1-13, doi: 10.1016/j.ymssp.2013.08.019.

LANGERHOLC, Marko, SLAVIČ, Janko, BOLTEŽAR, Miha. Absolute nodal coordinates in digital image correlation. Experimental mechanics, ISSN 0014-4851. Tiskana izd., 2013, vol. 53, issue 5, str. 807-818, ilustr., doi: 10.1007/s11340-012-9691-4.

MRŠNIK, Matjaž, SLAVIČ, Janko, BOLTEŽAR, Miha. Frequency-domain methods for a vibration-fatigue-life estimation - application to real data. International journal of fatigue, ISSN 0142-1123. [Print ed.], Feb. 2013, vol. 47, str. 8-17, ilustr., doi: 10.1016/j.ijfatigue.2012.07.005.

SLAVIČ, Janko, BOLTEŽAR, Miha. Damping identification with the morlet-wave. Mechanical systems and signal processing, ISSN 0888-3270. [Tiskana izd.], Jul. 2011, vol. 25, iss. 5, str. 1632-1645, doi: 10.1016/j.ymssp.2011.01.008.

SLAVIČ, Janko, SIMONOVSKI, Igor, BOLTEŽAR, Miha. Damping identification using a continuous wavelet transform: application to real data. Journal of sound and vibration, ISSN 0022-460X. [Print ed.], 2003, letn. 262, št. 2, str. 291-307. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/0022460X>.