

INTEGRALSKE TRANSFORMACIJE IN FOURIEROVA ANALIZA

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Integralske transformacije in Fourierova analiza
Course title:	Integral Transformations and Fourier Analysis
Članica nosilka/UL Member:	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Strojništvo - razvojno raziskovalni program, prva stopnja, univerzitetni	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0562749
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	2012-U

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		45			60	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	izr. prof. dr. Aljoša Peperko, doc. dr. Darja Rupnik Poklukar, prof. ddr. Janez Žerovnik
-----------------------------------	--

Izvajalci predavanj:
Izvajalci seminarjev:
Izvajalci vaj:
Izvajalci kliničnih vaj:
Izvajalci drugih oblik:
Izvajalci praktičnega
usposabljanja:

Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni splošni predmet /Compulsory general course
------------------------------------	--

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

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

Izpolnjevanje pogojev za vpis v Univerzitetni študijski program I. stopnje Strojništvo - Razvojno raziskovalni program.

Prerequisites:

Meeting the enrollment conditions for the Academic study programme of Mechanical Engineering - Research and Development program.

Vsebina:

Integrali s parametrom, Laplaceova transformacija in pomembne funkcije
1. Integrali s parametrom.
- Odvajanje integralov s parametrom. Integriranje integralov s parametrom. Izlimitirani integrali s

Content (Syllabus outline):

Integrals with parameters, Laplace transform and special functions
1. Integrals with a parameter.
- Differentiation and integration of integrals with parameter. Improper integrals with a parameter.

parametrom. Odvajanje in integriranje. 2. Laplaceova transformacija. - Inverzna Laplaceova transformacija. Pravila za uporabo Laplaceove transformacije. Tabela transformirank. 3. Konvolucija funkcij. - Uporaba Laplaceove transformacije za reševanje linearnih sistemov diferencialnih enačb. Reševanje posebnih primerov integro-diferencialnih enačb z Laplaceovo transformacijo. Uporaba na fizikalnih primerih. 4. Gama funkcija. Beta funkcija. Eulerjev izrek. - Aplikacije integralov s parametri v reševanju fizikalnih in inženirskih problemov in preprostih parcialnih diferencialnih enačb. 5. Funkcijske vrste. - Definicija in osnovne lastnosti. Enakomerna konvergenca. Integriranje in odvajanje funkcijskih vrst. 6. Legendrova enačba. - Reševanje s potenčno metodo. Legendrovi polinomi. Splošna rešitev. 7. Frobeniousova metoda. - Besselova enačba. Besselove funkcije 1.vrste. Besselove funkcije 2.vrste. Fourierova analiza. 8. Fourierove vrste. - Sodi razvoj. Lihi razvoj. Izračun številskih vrst s pomočjo Fourierovega razvoja. 9. Kompleksne Fourierove vrste. - Fizikalni zgledi. Vsiljene oscilacije. Vzmet-masa. Električno vezje. 10. Aproksimacije s trigonometričnimi polinomi. - Minimalna napaka. Parsevalova enakost. Zgledi. 11. Sturm-Lioviellovi sistemi. - Robni pogoji. Ortogonalne funkcije. Ortogonalnost lastnih funkcij. 12. Razvoj po ortogonalnih vrstah. - Posplošene Fourierove vrste. Fourier-Legendrove vrste. Fourier-Besselove vrste. L^2 konvergenca. Polnost ortonormalnih množic funkcij. 13. Fourierov integral. - Kosinusna Fourierova transformacija. Sinusna Fourierova transformacija. Pravila transformiranja. 14. Fourierova transformacija. - Inverzna Fourierova transformacija. Fizikalna interpretacija. Transformacijska pravila. 15. Tabela transformirank. - Diskretna Fourierova transformacija. Hitra Fourierova transformacija. Zgledi.	Differentiation and integration. 2. Laplace transform - Inverse Laplace transform. Rules for Laplace transform. Table for the Laplace transform. 3. Convolution of functions - Application of Laplace transform in solving linear systems of differential equations and in solving special cases of integro-differential equations. Application to examples from physics. 4. Gamma function. Beta function. Euler theorem. - Application of integrals with parameters in solving physical and engineering problems and in solving simple partial differential equations. 5. Function series. - Definition and basic properties. Uniform convergence. Integration and differentiation of function series. 6. Legendre equation. - Solving via a power method. Legendre polynomials. General solution. 7. Frobenious method. - Bessel equation. Bessel functions of first and second order. Fourier analysis 8. Fourier series. - Even series. Odd series. Calculating scalar series via Fourier series. 9. Complex Fourier series. - Application to examples from physics. Forced oscillations. Mass-spring systems. Electrical circuit. 10. Approximation with trigonometric polynomials. - Minimal error. Parseval equation. Examples. 11. Sturm-Lioviell systems - Boundary conditions. Ortogonal functions. Ortogonality of eigenfunctions. 12. Ortogonal series expansion - Generalized Fourier series. Fourier-Legendre series. Fourier-Bessel series. L^2 convergence. Completeness of ortonormal sets of functions. 13. Fourier integral. - Cosine Fourier transform. Sine Fourier transform. Transformation rules. 14. Fourier transformation. - Inverse Fourier transform. Physical interpretation. Transformation rules. 15. Table for Fourier transform. - Discrete Fourier transform. Fast Fourier transform. Examples.
--	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. RUPNIK POKLUKAR, Darja, ZAKRAJŠEK, Helena. *Integralske transformacije in Fourierova analiza*. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2022. VII, 170 str., ilustr. ISBN 978-961-6980-93-7. [COBISS.SI-ID [122139395](#)]
2. E. Kreyszig, *Advanced Engineering Mathematics*, Wiley, 10th Edition, 2011. ISBN 978-0-470-64613-7 [COBISS.SI-ID [69008385](#)]

3. PEPPERKO, Aljoša, PERMAN, Mihael, RUPNIK POKLUKAR, Darja. *Matematika 3 : naloge in postopki reševanja*. 2. dopolnjena izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2020. 210 str., ilustr. ISBN 978-961-6980-69-2. [COBISS.SI-ID [14594563](#)]
4. Riley, Kenneth Franklin, Michael Paul Hobson, and Stephen John Bence. *Mathematical methods for physics and engineering*. 3rd ed. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press. 2006. ISBN 0-521-86153-5; 0-521-67971-0 [COBISS.SI-ID [2334827](#)]
5. MIZORI-OBLAK, Pavlina, *Matematika za študente tehnike in naravoslovja*, Del 2, Ljubljana, Fakulteta za strojništvo, 1992, ISBN 86-7217-086-5 [COBISS.SI-ID [31264000](#)]
6. MIZORI-OBLAK, Pavlina, *Matematika za študente tehnike in naravoslovja*, Del 3, Ljubljana, Fakulteta za strojništvo, 1991, ISBN 86-7217-077-6 [COBISS.SI-ID [27196160](#)]

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Cilji: - Študenti spoznajo napredne metode iz področja integralnih transformacij, funkcijskih vrst in Fourierove analize. - Spoznajo teoretične osnove metod za reševanje in izpeljavo rešitev nekaterih fizikalnih in tehniških problemov Kompetence: - Sposobnost uporabe pridobljenih matematičnih znanj s področij integralnih transformacij, funkcijskih vrst in Fourierove analize za modeliranje, reševanje in evalviranje strokovnih tehniških problemov v strojništvu (S1-RRP, S6-RRP, P4-RRP) - Sposobnost samostojnega pridobivanja ustreznega matematičnega znanja za namen reševanja kompleksnih strokovnih problemov (P5-RR5, S1-RRP, S2-RRP, S6-RRP, P4-RRP).	Objectives: - Students learn advanced methods for solving partial differential equations. - Students learn theoretical foundations of methods to solve some physical and engineering problems. Competences: - The ability to apply the obtained mathematical knowledge of integral transformations, functions series and Fourier analysis for modelling, solving and analysis professional technical problems from mechanical engineering (S1-RRP, S6-RRP, P4-RRP) - The ability of acquire new adequate mathematical knowledge for solving complex professional problems (P5-RR5, S1-RRP, S2-RRP, S6-RRP, P4-RRP).

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanja: - Obvladajo metode uporabe integralnih transformacij, funkcijskih vrst in Fourierove analize na izbranih problemih. (Z1). - Razumejo matematične modele nekaterih fizikalnih in tehniških problemov (Z1). Spretnosti: - Spretnost samostojnega matematičnega eksaktnega modeliranja primerno zahtevnih strokovnih problemov (S1.2, S1.3, S1.4). - Trdna analitična spretnost razmišljanja in analitično-sintetičnega reševanja eksaktnih problemov (S1.2, S1.3, S1.4).	Knowledge: - Mastering the methods of applications of integral transformations, function series and Fourier analysis on selected problems (Z1). - Understanding mathematical models of some physical and technical problems (Z1). Skills: - The skill of independent mathematical exact modelling of suitably demanding professional problems (S1.2, S1.3, S1.4). - Solid analytic skill of thinking and analitic-synthetic solving of exact problems (S1.2, S1.3, S1.4).

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
P1 Avditorna predavanja z reševanjem izbranih - za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov. P2 Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki. P3 Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri.	P1 Auditorial lectures with solving selected field-specific theoretical and applied use cases. P2 Presenting the content according to the explained system. P3 Auditorial exercises, in which theoretical content from the lectures is supplemented with practical examples.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Pisni izpit.	80,00 %	Written exam.
Teoretični izpit.	20,00 %	Theoretical exam.

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Janez Žerovnik:

1. SHAO, Zehui, LI, Zepeng, ERVEŠ, Rija, **ŽEROVNIK, Janez**. The 2-rainbow domination numbers of $C_4 \square C_n$ and $C_8 \square C_n$. *National Academy Science Letters*. 2019, vol. 42, iss. 5, str. 411-418, ilustr. ISSN 0250-541X. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40009-018-0779-y>, DOI: [10.1007/s40009-018-0779-y](https://doi.org/10.1007/s40009-018-0779-y). [COBISS.SI-ID [16771355](#)]
2. POVH, Janez, ZADNIK STIRN, Lidija, **ŽEROVNIK, Janez**. 60 years of OR in Slovenia : development from a first conference to a vibrant community. *Central European journal of operations research*. 2023, vol. 31, iss. 3, str. 681–690. ISSN 1613-9178. <https://doi.org/10.1007/s10100-023-00859-z>, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10100-023-00859-z>, <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=148036>, DOI: [10.1007/s10100-023-00859-z](https://doi.org/10.1007/s10100-023-00859-z). [COBISS.SI-ID [155154691](#)],
3. ERVEŠ, Rija, **ŽEROVNIK, Janez**. On 3-rainbow domination number of generalized Petersen graphs $P(6k, k)$. *Symmetry*. Oct. 2021, vol. 13, iss. 10 (1860), str. 1-11. ISSN 2073-8994. DOI: [10.3390/sym13101860](https://doi.org/10.3390/sym13101860). [COBISS.SI-ID [79263747](#)],
4. ERVEŠ, Rija, **ŽEROVNIK, Janez**. On 2-rainbow domination number of generalized Petersen graphs $P(5k, k)$. *Symmetry*. May 2021, vol. 13, iss. 5, str. 1-12, ilustr. ISSN 2073-8994. <https://www.mdpi.com/2073-8994/13/5/809>, DOI: [10.3390/sym13050809](https://doi.org/10.3390/sym13050809). [COBISS.SI-ID [63479043](#)]
5. BREZOVNIK, Simon, RUPNIK POKLUKAR, Darja, **ŽEROVNIK, Janez**. The 2-rainbow domination number of Cartesian bundles over cycles. *Central European journal of operations research*. 2024, vol. , iss. , str. 1-19, ilustr. ISSN 1613-9178. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10100-024-00949-6>, DOI: [10.1007/s10100-024-00949-6](https://doi.org/10.1007/s10100-024-00949-6). [COBISS.SI-ID [216758531](#)]

Aljoša Peperko:

1. MÜLLER, Vladimir, **PEPERKO, Aljoša**. On some aspects of spectral theory for infinite bounded non-negative matrices in max algebra. *Linear and Multilinear Algebra*. 2023, vol. , iss. , 20 str. ISSN 0308-1087. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03081087.2023.2188155>, DOI: [10.1080/03081087.2023.2188155](https://doi.org/10.1080/03081087.2023.2188155). [COBISS.SI-ID [145331459](#)]
2. BOGDANOVIĆ, Katarina, **PEPERKO, Aljoša**. Inequalities and equalities on the joint and generalized spectral and essential spectral radius of the Hadamard geometric mean of bounded sets of positive kernel operators. *Linear and Multilinear Algebra*. 2022, vol. , iss. , 19 str. ISSN 0308-1087. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03081087.2022.2121369>, DOI: [10.1080/03081087.2022.2121369](https://doi.org/10.1080/03081087.2022.2121369). [COBISS.SI-ID [123273475](#)]
3. **PEPERKO, Aljoša**. Inequalities for the spectral radius and essential spectral radius of positive operators on Banach sequence spaces. *Positivity*. Sep. 2021, vol. 25, iss. 4, str. 1659-1675. ISSN 1385-1292. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11117-021-00833-6>, DOI: [10.1007/s11117-021-00833-6](https://doi.org/10.1007/s11117-021-00833-6). [COBISS.SI-ID [64493059](#)]
4. **PEPERKO, Aljoša**, PERMAN, Mihael, RUPNIK POKLUKAR, Darja. *Matematika 3 : naloge in postopki reševanja*. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2017. 184 str., ilustr. ISBN 978-961-6980-39-5. [COBISS.SI-ID [291934720](#)]
5. PUSTAVRH, Jan, **PEPERKO, Aljoša**, MAJDIČ, Franc. Modeliranje in razvoj hidravličnega sistema Stewartove ploščadi. V: GOLOBIČ, Iztok (ur.). *Akademija strojništva 2022 : inženirstvo - inovativne rešitve za trajnostni razvoj in samooskrbo, Ljubljana, 23. november 2022 : [11. mednarodna konferenca]*. Ljubljana: Zveza strojnih inženirjev Slovenije - ZSIS, 2022. Letn. 11, št. 3/6, str. 122-123, ilustr. Svet strojništva, letn. 11, št. 3/6. ISSN 1855-6493. <https://www.zveza-zsis.si/2022/11/22/svet-strojnistva-akademija-strojnistva-2022/>. [COBISS.SI-ID [133691651](#)]

Darja Rupnik Poklukar:

1. **RUPNIK POKLUKAR, Darja**, ŽEROVNIK, Janez. Double Roman domination : a survey. *Mathematics*. Jan. 2023, vol. 11, iss. 2, str. 1-20, ilustr. ISSN 2227-7390. <https://www.mdpi.com/2227-7390/11/2/351>,

<https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=143746>, DOI: [10.3390/math11020351](https://doi.org/10.3390/math11020351). [COBISS.SI-ID [137104899](#)]

2. **RUPNIK POKLUKAR, Darja**, ŽEROVNIK, Janez. On the double Roman domination in generalized Petersen graphs $P(5k, k)$. *Mathematics*. Jan. 2022, vol. 10, iss. 1, str. 1-19, ilustr. ISSN 2227-7390. <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/1/119>, DOI: [10.3390/math10010119](https://doi.org/10.3390/math10010119). [COBISS.SI-ID [93020931](#)]
3. ŽEROVNIK, Janez, **RUPNIK POKLUKAR, Darja**. Elementary methods for computation of quartiles. *Teaching statistics*. 2017, vol. 39, iss. 3, str. 88-91, ilustr. ISSN 1467-9639. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/test.12133/abstract>, DOI: [10.1111/test.12133](https://doi.org/10.1111/test.12133). [COBISS.SI-ID [15602715](#)]
4. ŽEROVNIK, Janez, GABROVŠEK, Boštjan, **RUPNIK POKLUKAR, Darja**, ZAKRAJŠEK, Helena. *Analiza*. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2021. 258 str., graf. prikazi. ISBN 978-961-6980-79-1. [COBISS.SI-ID [74551299](#)]
5. **RUPNIK POKLUKAR, Darja**, ZAKRAJŠEK, Helena. *Integralske transformacije in Fourierova analiza*. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2022. VII, 170 str., ilustr. ISBN 978-961-6980-93-7. [COBISS.SI-ID [122139395](#)]