

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
Strojništvo - razvojni raziskovalni program, prva stopnja, univerzitetni	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 0562749

Koda učne enote na članici/UL Member course code: 2012-U

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			60	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Aljoša Peperko, Boštjan Gabrovšek, Darja Rupnik Poklukar, Janez Žerovnik

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:

Prerequisites:

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

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

Vsebina:

Content (Syllabus outline):

Integrali s parametrom, Laplaceova transformacija in pomembne funkcije

- Integrali s parametrom.
 - Odvajanje integralov s parametrom. Integriranje integralov s parametrom. Izlimitirani integrali s parametrom. Odvajanje in integriranje.
- Laplaceova transformacija.
 - Inverzna Laplaceova transformacija. Pravila za uporabo Laplaceove transformacije. Tabela transformirank.
- Konvolucija funkcij.

Integrals with parameters, Laplace transform and special functions

- Integrals with a parameter.
 - Differentiation and integration of integrals with parameter. Improper integrals with a parameter. Differentiation and integration.
- Laplace transform
 - Inverse Laplace transform. Rules for Laplace transform. Table for the Laplace transform.
- Convolution of functions
 - Application of Laplace transform in solving linear

<ul style="list-style-type: none"> - 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. Frobeniusova 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. 	<p>systems of differential equations and in solving special cases of integro-differential equations. Application to examples from physics.</p> <p>4. Gamma function. Beta function. Euler theorem.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Application of integrals with parameters in solving physical and engineering problems and in solving simple partial differential equations. <p>5. Function series.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definition and basic properties. Uniform convergence. Integration and differentiation of function series. <p>6. Legendre equation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solving via a power method. Legendre polynomials. General solution. <p>7. Frobenius method.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bessel equation. Bessel functions of first and second order. <p>Fourier analysis</p> <p>8. Fourier series.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Even series. Odd series. Calculating scalar series via Fourier series. <p>9. Complex Fourier series.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Application to examples from physics. Forced oscillations. Mass-spring systems. Electrical circuit. <p>10. Approximation with trigonometric polynomials.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Minimal error. Parseval equation. Examples. <p>11. Sturm-Lioviell systems</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boundary conditions. Orthogonal functions. Orthogonality of eigenfunctions. <p>12. Orthogonal series expansion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generalized Fourier series. Fourier-Legendre series. Fourier-Bessel series. L^2 convergence. Completeness of ortonormal sets of functions. <p>13. Fourier integral.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cosine Fourier transform. Sine Fourier transform. Transformation rules. <p>14. Fourier transformation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inverse Fourier transform. Physical interpretation. Transformation rules. <p>15. Table for Fourier transform.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discrete Fourier transform. Fast Fourier transform. Examples.
--	--

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 9th Edition, 2006
2. PEPERKO, Aljoša, PERMAN, Mihael, RUPNIK POKLUKAR, Darja. Matematika 3 : naloge in postopki reševanja. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 184 str., 2017.
3. J.A.Rice, Mathematical Statistics and Data Analysis, 3th Edition, Thompson, 2007.
4. Vidav, Višja matematika I, II, III, Ljubljana 1976
5. MIZORI-OBLAK, Pavlina. Matematika za študente tehnike in naravoslovja. Del 2. 6. izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1997.

Cilji in kompetence:**Cilji:**

1. Študenti spoznajo napredne metode iz področja integralnih transformacij, funkcijskih vrst in Fourierove analize.
2. Spoznajo teoretične osnove metod za reševanje in izpeljavo rešitev nekaterih fizikalnih in tehniških problemov

Kompetence:

1. 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)
2. Sposobnost samostojnega pridobivanja ustreznega matematičnega znanja za namen reševanja kompleksnih strokovnih problemov (P5-RR5, S1-RRP, S2-RRP, S6-RRP, P4-RRP).

Objectives and competences:**Objectives:**

1. Students learn advanced methods for solving partial differential equations.
2. Students learn theoretical foundations of methods to solve some physical and engineering problems.

Competences:

1. 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)
2. The ability to acquire new adequate mathematical knowledge for solving complex professional problems (P5-RR5, S1-RRP, S2-RRP, S6-RRP, P4-RRP).

Predvideni študijski rezultati:**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).

Intended learning outcomes:**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 analytic-synthetic solving of exact problems (S1.2, S1.3, S1.4).

Metode poučevanja in učenja:

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.

Learning and teaching methods:

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	50,00 %	Written exam.
Teoretični izpit.	50,00 %	Theoretical exam.

Reference nosilca/Lecturer's references:**Janez Žerovnik**

1. SHAO, Zehui, LI, Zepeng, ERVEŠ, Rija, **ŽEROVNIK, Janez**. The 2-rainbow domination numbers of $C_4 \times C_n$ and $C_8 \times C_n$ *National Academy Science Letters*. Feb. 2019, str. 1-8.
2. RUPNIK POKLUKAR, Darja, **ŽEROVNIK, Janez**. The differences among methods for computation of quartiles do matter. *Journal of mathematics and statistical science*. Oct. 2018, vol. 4, nr. 10, 379-388.
3. **ŽEROVNIK, Janez**, RUPNIK POKLUKAR, Darja. Elementary methods for computation of quartiles. *Teaching statistics*. 2017, vol. 39, iss. 3, str. 88-91.
4. HRASTNIK LADINEK, Irena, **ŽEROVNIK, Janez**. On hamiltonian decomposition of direct graph bundle. *International journal of mathematical models and methods in applied sciences*. 2016, vol. 10, str. 120-133.
5. RUPNIK POKLUKAR, Darja, **ŽEROVNIK, Janez**. The reliability Wiener number of cartesian product graphs. *Iranian journal of mathematical chemistry*. 2015, vol. 6, no. 2, 129-13

Aljoša Peperko

1. **PEPERKO, Aljoša**. Bounds on the joint and generalized spectral radius of the Hadamard geometric mean of bounded sets of positive kernel operators. *Linear Algebra and its Applications*, ISSN 0024-3795. [Print ed.], 2017, vol. 533, str. 418-427
2. MÜLLER, Vladimir, **PEPERKO, Aljoša**. On the Bonsall cone spectral radius and the approximate point spectrum. *Discrete and continuous dynamical systems*, ISSN 1078-0947, Oct. 2017, vol. 37, nr. 10, str. 5337-5354
3. **PEPERKO, Aljoša**. On the functional inequality for the spectral radius of compact operators. *Linear and Multilinear Algebra*, ISSN 0308-1087, 2011, vol. 59, iss. 4, str. 357-364.
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. **PEPERKO, Aljoša**. Inequalities on the spectral radius, operator norm and numerical radius of Hadamard weighted geometric mean of positive kernel operators. V: *Book of abstracts*, 8th Linear Algebra Workshop, Ljubljana, Slovenia, June 12 - 16, 2017. Ljubljana: Fakulteta za matematiko in fiziko: Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko: FAMNIT. 2017, str. 25. <http://www.law05.si/law17/abstracts/peperko.pdf>. [COBISS.SI-ID [18059865](#)]

Boštjan Gabrovšek

1. **GABROVŠEK, Boštjan**. An invariant for colored bonded knots. *Studies in applied mathematics*, ISSN 0022-2526, April 2021, vol. 146, iss. 3, str. 586-604. [COBISS.SI-ID [49404163](#)].
2. CATTABRIGA, Alessia, **GABROVŠEK, Boštjan**. A Markov theorem for generalized plat decomposition. *Annali della Scuola normale superiore di Pisa, Classe di scienze*, ISSN 0391-173X, 2020, vol. 20, iss. 4, str. 1273-1289. [COBISS.SI-ID [47280643](#)].
3. **GABROVŠEK, Boštjan**, PEPERKO, Aljoša, ŽEROVNIK, Janez. Independent rainbow domination numbers of generalized Petersen graphs $P(n,2)$ and $P(n,3)$. *Mathematics*, ISSN 2227-7390, June 2020, vol. 8, iss. 6, art. 996 (13 str.). [COBISS.SI-ID [20459011](#)].
4. **GABROVŠEK, Boštjan**, PEPERKO, Aljoša, ŽEROVNIK, Janez. 2-rainbow independent domination numbers of some graphs. V: DROBNE, Samo (ur.), et al. *SOR '21 proceedings: the 16th International Symposium on Operational Research in Slovenia: September 22-24, 2021*, online. Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research. 2021, str. 173-178. [COBISS.SI-ID [84424451](#)].
5. 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](#)].

Darja Rupnik Poklukar

1. **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](#)]
2. 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](#)]
3. ŽEROVNIK, Janez, GABROVŠEK, Boštjan, **RUPNIK POKLUKAR, Darja**. *Analiza in navadne diferencialne enačbe*. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2021. 284 str., graf. prikazi. ISBN 978-961-6980-80-7. [COBISS.SI-ID [74552323](#)]
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, v pripravi.