



SD(M) pavadinimas	Course title
Skaitiniai metodai	Numerical Methods

SD(M) priklausomybė studijų pakopai

Course subjection to study level

Studijos: Studies:	B – Pirmosios pakopos First cycle
------------------------------	--------------------------------------

SD(M) priklausomybė studijų programai

Course subjection to programme

SD(M) priklausomybė studijų krypčių ir krypčių grupei

The list of study fields and groups of fields

SD(M) priklausomybė dalykų grupei * Course subjection to group	1 – studijų dalyko Course	Studijų krypčių grupės kodas Code of the group of study fields	Studijų krypties kodas Code of the study field
SD(M) priklausomybė programos daliai ** Course subjection to part of the programme	B – Studijų krypties dalykų dalis Part of Study area Subjects		
Struktūrinė SD priklausomybė *** Course structural subjection	K – katedros Department	A	A01

*) **Grupė:** *) 1 - studijų dalyko; 2 - praktikos; 3 - baigiamojo darbo ar projekto; 4 - baigiamojo egzamino; 5 - tiriamojo darbo; 6 - profesinio testavimo; 7 - kitas.

**) A - Bendrųjų universitetinių studijų; B - Studijų krypties; C - Specializacijos.

***) U - universiteto; F - fakulteto; K - katedros.

*) **Group:** *) 1 - Course; 2 - Practice; 3 - Final Work or Project; 4 - Final Examination; 5 - Research Work; 6 - Professional Testing; 7 - Other.

**) A - General; B - Field; C - Specialization.

***) U - University; F - Faculty; K - Department.

SD(M) kodas

Course number

Fakultetas Faculty	Katedra Department	Pakopa * Study cycle	Modulio Nr. Number
F	M	B	16502

SD(M) kreditai

Course volume in credits

Iš viso: Total:	Iš jų: KD, KS, KP, PR There out:
6	0

SD(M) Atsiskaitymo forma

Course assessment

I, E1, E2, E, BE, BD, TD, A	KD, KS, KP, PR
E	-

*) B - pirmoji pakopa; A - vientisosios studijos; M - antroji pakopa.

*) B - first cycle studies; A - integrated studies; M - second cycle studies.

SD(M) valandų paskirstymas pagal studijų formas ir būdus

Distribution of course hours by study forms and ways

Studijų forma Study form	Valandos Hours								Kontaktinių Contact
	Kodas Code	Studijų būdas * Study way	Paskai- toms Lectures	Lab. darbams Laboratory works	Praty- boms Practical works	Konsul- tacijoms Consultati on	Sav. darbui Independent work	Iš viso Total	
Nuolatinės studijos Full-time studies	NL	S	30	15	15	4	96	160	64

*) Studijų būdas: S - semestrais; M - moduliais; C - ciklais; T - nuotolinis; NI - neakivaizdinis intensyvusis.

*) Study process forms: S - semesters; M - modules; C - periods; T - distance; NI - part-time.

SD(M) ANOTACIJA

Studijų dalyke įgyjamos žinios apie apytikslius skaičius ir paklaidas, algoritmo stabilumą, netiesinių lygčių ir lygčių sistemų sprendimo metodus, tiesioginius ir iteracinius tiesinių lygčių sistemų sprendimo metodus, funkcijų interpoliavimą ir aproksimavimą, tikrinių reikšmių uždavinio skaitinius sprendimo metodus, optimizavimo metodus, skaitinio integravimo metodus.

Studentai numatytu tvarkaraštyje metu privalo dalyvauti ne mažiau kaip 50 proc. teorinių paskaitų, 60 proc. pratybų ir atlikti ne mažiau kaip 80 proc. laboratorinių darbų.

ANNOTATION OF COURSE

In this course students learn the concepts of computer arithmetic and stability of numerical algorithms, numerical methods for solution of nonlinear equations and systems of equations, direct and iterative methods for solution of linear systems of equations, interpolation and approximation, numerical methods for solution of eigenvalue and eigenfunction problems, optimization methods, and numerical integration methods.

Students must attend at least 60% of the time scheduled practical works, 80% of the time scheduled laboratory works and 50% of the lectures.

SD(M) TIKSLAS

Susipažinti su pagrindiniais skaitiniais metodais ir išmokyti juos taikyti praktinių uždavinių sprendimui.

AIM OF COURSE

The goal is to introduce the basic numerical methods and to learn how to apply these methods for solution of specific problems.

Studento pasiekimų vertinimo formulė

Studentų pasiekimai ir gebėjimai vertinami taikant kriterinę proporcinę žinių vertinimo sistemą. Semestro darbo rezultatai vertinami pažymiais. Egzaminų sesijos metu nustatomas galutinis dalyko įvertinimo pažymys, gautus atskirus pažymius (nuo 1 iki 10) padauginant iš svertinių koeficientų ir sandaugas susumuojant.

Galutinio įvertinimo pažymio G formulė:

$$E = 0,5 \times SE + 0,2 \times KO + 0,05 \times LD + 0,25 \times PR$$

čia: SE - sesijos egzamino pažymys; KO - kolokviumo pažymys; LD - laboratorinių darbų suminis pažymys; PR - pratybų suminis pažymys.

Assessments methods of students formula

Students achievements are evaluated by proportional criteria knowledge assessment system, using a ten-point rating scale. Results of the semester work are accumulated.

The final mark E is calculated as:

$$E = 0.5 \times SE + 0.2 \times KO + 0.05 \times LD + 0.25 \times PR,$$

where SE is the mark of session exam; KO is the mark of colloquium; LD is the total mark of laboratory works, and PR is the total mark from the in-class exercises.

Pagrindinė literatūra (ne daugiau kaip 5 šaltiniai):

Main references (not more than 5 references)

Eil. Nr. No.	Leidinio autoriai ir pavadinimas (elektroninių leidinių ir žiniatinklio adreso) Authors and title (site address in case of e-publication)
1.	R.Čiegis, V.Būda. Skaičiuojamoji matematika. Vilnius: TEV, 1997.
2.	K. Plukas, R. Barauskas, R. Gaidys. Skaitiniai inžinerijos metodai MATLAB'o terpėje. Technologija. 2012.
3.	K. Plukas. Skaitiniai metodai ir algoritmai. Kaunas: Naujasis laukas, 2000.
4.	Laurene V. Fausett. Applied numerical analysis using MATLAB. Second Edition, Pearson Prentice Hall, 2008.
5.	Holistic Numerical Methods. https://nm.mathforcollege.com [žiūrėta 2023-03-03]

*) Kortelės pildymo metu

*) At the form filling moment

Papildoma literatūra (ne daugiau kaip 10 šaltinių):

Additional references (not more than 10 references)

Eil. Nr. No.	Leidinio autoriai ir pavadinimas (elektroninių leidinių ir žiniatinklio adreso) Authors and title (site address in case of e-publication)
1.	R.L. Burden, J.D. Faires, A.M. Burden Numerical Analysis, 10th Edition. 2016.
2.	Jeffrey Leader. Numerical Analysis and Scientific Computation. Addison-Wesley. 2004.
3.	A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri. Numerical Mathematics. Texts in Applied Mathematics. Springer. 2000.

*) Kortelės pildymo metu

*) At the form filling moment

Reikalingi IT resursai * (nurodyti 1-3 alternatyvas, pageidautina, kad bent 1 būtų nemokama)

Required IT Resources

Eil. Nr. No.	Programinės įrangos pavadinimas, gamintojas Name of the software, manufacturer	Licencijos tipas (pagal įsigijimo būdą) License type
--------------------	---	--

1	MATLAB	Mokama, akademinė Paid, academic
2	GNU Octave	Nemokama Unpaid
3	Python IDE	Nemokama Unpaid

*) Pildoma, jei tokie resursai reikalingi. Stulpelyje Licencijos tipas pasirenkamas iš sąrašo:

Mokama, akademinė

Mokama, komercinė

Nemokama

*) Should be completed if such reassures are needed. License type - select from the list:

Paid, academic

Paid, commercial

Savarankiško darbo turinys

Content of individual work

Užduoties pavadinimas <i>Assignment title</i>	Sav. darbo apimtis vienai užduočiai <i>Amount of hours of independent work for a single task</i>					Užduočių skaičius <i>Number of tasks</i>					Iš viso valandų <i>Total hours</i>					Įvertinimo dalis % <i>Part of Evaluation %</i>							
	Rekomen- duojamos val. <i>Recom- mended hours</i>	Skirta val. <i>Separated hours</i>					NL (T)	NL (S)	NL (Sav.)	I(S)	I(T)	NL(T)	NL(S)	NL (Sav.)	I(S)	I(T)	NL(T)	NL(S)	NL (Sav.)	I(S)	I(T)		
		NL(T)	NL(S)	NL (Sav.)	I(S)	I(T)																	
Namų darbas Home work	4-27		6					2					12						10				
Kontrolinis darbas Test	4-20		9					2					18						15				
Pasirengimas atsiskaitymui Preparation for evaluation	10-60		40					1					40										
Laboratorinis darbas Laboratory work	2-12		6					1					6						5				
Kolokviumas Intermediate examination	8-27		20					1					20						20				
Iš viso: <i>Total:</i>													96										

*) Papildomas laukas pildomas tik tada, kada taikomas SD(M) kortelėje nenurodytas studijų būdas: M - moduliai; C - ciklais; T - nuotolinis

*) Must be used in case study way does not fall into standard category: M - modules; C - periods; T - distance

Savarankiško darbo grafikas

Individual work schedule

Užduoties tipas <i>Task type</i>	Užduoties pateikimo(*) ir atsiskaitymo(+) savaitė <i>Week of Assignment setting (*) and assessment(+)</i>																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nuolatinės studijos (S) <i>Full-time studies</i>																				
Kolokviumas <i>Intermediate examination</i>	*						1													
Laboratorinis darbas <i>Laboratory work</i>	+	1							1											
Namų darbas <i>Home work</i>	*				1						2									
Kontrolinis darbas <i>Test</i>	+			1						1		2			2					

Pratybų temų sąrašas
List of the Course exercise topics

Temos pavadinimas <i>Topic title</i>	Valandų skaičius <i>Number of hours</i>				
	NL(T)	NL(S)	NL(Sav.)	I(S)	I(T)
1. Netiesinių lygčių sprendimas. <i>Numerical solution of nonlinear equations.</i>		2			
2. Tiesinių lygčių sistemų sprendimas tiesioginiais metodais. <i>Numerical solution of linear systems by direct methods.</i>		3			
3. Tiesinių lygčių sistemų sprendimas iteraciniais metodais. <i>Numerical solution of linear systems by iterative methods.</i>		2			
4. Funkcijų interpoliavimo uždavinių sprendimas. <i>Solution of interpolation problems.</i>		2			
5. Optimizavimo uždavinių sprendimas. <i>Numerical solution of optimization problems.</i>		2			
6. Skaitinio integravimo uždavinių sprendimas. <i>Numerical integration.</i>		2			
7. Tikrinių reikšmių uždavinių sprendimas. <i>Numerical solution of eigenvalue and eigenvector problems.</i>		2			
Iš viso: <i>Total:</i>		15			

Laboratorinių darbų sąrašas
List of the Course laboratory work

Temos pavadinimas <i>Topic title</i>	Valandų skaičius <i>Number of hours</i>				
	NL(T)	NL(S)	NL(Sav.)	I(S)	I(T)
1. Netiesinių lygčių sprendimas. Algoritmų sudarymas ir programavimas. <i>Numerical solution of nonlinear equations. Implementation and comparison of different algorithms.</i>		4			
2. Vienmatės šilumos laidumo lygties sprendimas baigtinių skirtumų ir perkelties metodais. Algoritmų sudarymas ir programavimas. <i>Numerical solution of tridiagonal systems of equations. Implementation of Thomas algorithm. Numerical solution of one-dimensional heat conduction equation.</i>		5			
3. Funkcijos interpoliavimas kubinių spline. Algoritmo sudarymas ir programavimas. Rezultatų analizė. <i>Solution of interpolation problems. Implementation of cubic spline. Error analysis.</i>		6			
Iš viso: <i>Total:</i>		15			

Paskaitų temų sąrašas
List of the Course lecture topics

Temos pavadinimas <i>Topic title</i>	Valandų skaičius <i>Number of hours</i>				
	NL(T)	NL(S)	NL(Sav.)	I(S)	I(T)
1. Kompiuterinė aritmetika. Apytiksliai skaičiai ir paklaidos. Veiksmai su apytiksliais skaičiais. Algoritmo stabilumo sąvoka. Algoritmo aritmetinių veiksmų skaičius. <i>Computer arithmetic. Round-off, truncation errors. Numerical stability and complexity of the algorithm.</i>		2			
2. Netiesinių lygčių sprendimo metodai. Šaknų atskyrimas. Pusiauškirtos metodas, paprastųjų iteracijų metodas, Niutono metodas, kirstinių metodas. Konvergavimo teoremos. <i>Numerical methods for the solution of nonlinear equations. Bisection, fixed-point iteration, secant, Newton's methods. Convergence theorems.</i>		4			
3. Netiesinių lygčių sistemų sprendimo metodai. Paprastųjų iteracijų metodas, Niutono metodas. <i>Numerical methods for the solution of systems of nonlinear equations. Fixed-point iteration method. Newton's methods and its variations.</i>		2			
4. Tiesioginiai tiesinių lygčių sistemų sprendimo metodai. Gauso metodas, skaidos metodai. Perkelties metodas. Algoritmai ir jų aritmetinių veiksmų skaičius. <i>Direct methods for the solution of linear systems of equations. Gaussian elimination with pivoting. Thomas algorithm for tridiagonal matrices. LU factorization. Cholesky factorization.</i>		4			

Paskaitų temų sąrašas
List of the Course lecture topics

Temos pavadinimas <i>Topic title</i>	Vandens skaičius <i>Number of hours</i>				
	NL(T)	NL(S)	NL(Sav.)	I(S)	I(T)
5. Skaitinis diferencijavimas. Šilumos laidumo uždavinio sprendimas baigtinių skirtumų metodu. <i>Numerical differentiation. Numerical solution of one-dimensional heat conduction equation by the finite difference method.</i>		2			
6. Iteraciniai tiesinių lygčių sistemų sprendimo metodai. Jakobio metodas, Zeidelio metodas, relaksacijos metodas, paprastųjų iteracijų metodas. Iteracinių metodų klasifikacija ir konvergavimo sąlygos. <i>Iterative methods for solving systems of linear equations. Jacobi, Gauss-Seidel and relaxation methods. Classification of iterative methods. Convergence analysis.</i>		2			
7. Variaciniai tiesinių lygčių sistemų sprendimo metodai. Didžiausio nuolydžio metodas. Jungtinių gradientų metodas. <i>Variational methods for solving systems of linear equations. The gradient method. The conjugate gradient method.</i>		2			
8. Funkcijų interpoliavimas. Niutono interpoliacinė formulė. Optimalus mazgų išdėstymas. Paklaida ir konvergavimas. Tiesiniai, kvadratiniai ir kubiniai splainai. <i>Polynomial interpolation. Interpolation error and convergence. Linear, quadratic, and cubic splines.</i>		4			
9. Duomenų aproksimavimas. Mažiausių kvadratų metodas. <i>Function approximation. Method of least squares.</i>		2			
10. Optimizavimo metodai. Globalūs ir lokalūs ekstremumai. Vieno kintamojo funkcijų optimizavimo metodai: aukso pjūvio metodas, Niutono metodas. <i>Optimization methods. Golden section search. Newton method.</i>		2			
11. Skaitinio integravimo metodai. Stačiakampių, trapecijų, Simpsono formulės. Paklaidos įvertinimas. Rungės taisyklė. <i>Numerical integration. Rectangle, trapezoidal, Simpson's formulas. Estimation of integration error.</i>		2			
12. Tikrinių reikšmių uždavinio skaitiniai sprendimo metodai. Laipsnių metodas. Atvirkštinių iteracijų metodas. <i>Approximation of eigenvalues and eigenvectors. Power method. Inverse iteration.</i>		2			
Iš viso: <i>Total:</i>		30			

*) Papildomas laukas pildomas tik tada, kada taikomas SD(M) kortelėje nenurodytas studijų būdas: M - moduliai; C - ciklais; T - nuotolinis

*) Must be used in case study way does not fall into standard category: M - modules; C - periods; T - distance

Fundamentinių mokslų fakulteto *Moderniųjų technologijų matematikos (612G12001)* 2016-07-01 programos studijų rezultatų sąsajos su SDM rezultatais bei studijų ir studentų pasiekimų vertinimo metodais

Links of the Mathematics of Modern Technologies (612G12001) of the Faculty of Fundamental Sciences with the course unit and evaluation methods of students achievements

Programos studijų rezultatai <i>Study programme outcomes</i>	SD(M) rezultatai <i>Course results</i>	Studijų metodai <i>Methods of studies</i>	Studento pasiekimų vertinimo metodai <i>Evaluation methods of student achievements</i>	Studentų pasiekimų vertinimo kriterijai pagal lygmenis <i>Assessments criteria of students achievements by Assessment levels</i>
Z2. Galės transformuoti įgytas matematikos ir moderniųjų informacinių technologijų žinias, jas taikys analizuodami ir modeliuodami įvairius procesus, gebės nustatyti naujus ryšius. Z2. Will be able to transform the acquired knowledge of mathematics and modern information technologies, apply it by analyzing and modeling various processes, and will be able to identify new relationships.	Žinos įvairius skaitinius metodus ir jų analizės būdus. Gebės sudaryti ir taikyti skaitinius algoritmus įvairių uždavinių sprendimui. Will acquire knowledge of various numerical methods and their analysis. Will be able to create and apply numerical algorithms for solution of various problems.	Teorinės paskaitos, uždavinių sprendimas per pratybas, laboratorinių darbų atlikimas, savarankiškos dalyko studijos, pasirengimas atsiskaitymams, konsultacijos. Will acquire knowledge of various numerical methods and their analysis. Will be able to create and apply numerical algorithms for solving various problems.	Laboratorinių darbų vertinimas, namų darbai, kontroliniai darbai, kolokviumas, egzaminas Assessment of laboratory works, in-class tests, intermediate examination, home works, examination.	Sleknstinis (5-6): žino pagrindinius skaitinius metodus ir moka jomis naudotis sprendžiamas paprasčiausias užduotis. Tipinis (7-8) : gerai žino įvairius skaitinius metodus, geba juos taikyti įvairių uždavinių sprendimui, pasirenka tinkamiausius metodus pasitelkdamas teorines žinias. Puikus (9-10): puikiai žino visą skaitinių metodų teorinį kursą,

				geba savarankiškai analizuoti ir vertinti skaitinių metodų savybes. Geba kūribiškai taikyti skaitinius algoritmus įvairių uždavinių sprendimui. Threshold (5-6): Student has acquired knowledge of basic numerical methods and is able to apply them for solving basic problems. Typical (7-8): Student has acquired good knowledge of various numerical methods and is able to apply them for solving various problems, chooses the best suitable methods with the help of theoretical knowledge. Excellent (9-10): Student has acquired very good knowledge of various numerical methods and is able to analyze them, evaluate their properties, and creatively apply numerical algorithms for solving various problems.
SG1. Gebės operuoti abstrakčiomis sąvokomis, matematiškai mąstyti, patikėtas užduotis aprašyti matematine kalba (matematinėmis formulėmis), taikyti arba(ir) kurti analizei skirtas kompiuterines programas. SG1. Will be able to operate abstract concepts, think mathematically, describe tasks in a mathematical way (using mathematical formulas), and will be able to create computer programs designed for analysis.	Gebės formuluoti uždavinius matematine kalba ir taikyti matematinius paketus su tinkamais skaitiniais metodais jų sprendimui ir analizei. Gebės kurti savo kompiuterines programas, realizuojančias tinkamus skaitinius algoritmus. Will be able describe various problems mathematically and apply mathematical software packages for their solution using appropriate numerical methods. Will be able to write own programs to implement numerical algorithms.	Teorinės paskaitos, uždavinių sprendimas per pratybas, laboratorinių darbų atlikimas, savarankiškos dalyko studijos, pasirengimas atsiskaitymams, konsultacijos. Will acquire knowledge of various numerical methods and their analysis. Will be able to create and apply numerical algorithms for solving various problems.	Laboratorinių darbų vertinimas, namų darbai, kontroliniai darbai, kolokviumas, egzaminas Assessment of laboratory works, in-class tests, intermediate examination, home works, examination.	Slekinstinis (5-6): geba išspręsti paprasčiausias užduotis taikant matematinius paketus ir pasirenkant tinkamus skaitinius metodus. Tipinis (7-8) : geba suprasti ir išspręsti įvairiausių uždavinių taikant matematinius paketus ir pasirenkant geriausius prieinamus skaitinius metodus. Geba programiškai realizuoti paprasčiausius skaitinius algoritmus. Puikus (9-10): geba formuluoti įvairius uždavinius matematine kalba ir juos spręsti taikant matematinius paketus ir pasirenkant geriausius prieinamus skaitinius metodus. Geba kūribiškai kurti ir programiškai realizuoti netrivialius skaitinius algoritmus

				Threshold(5-6): Student is able to solve basic problems using mathematical software packages and choosing appropriate numerical methods. Typical (7-8): Student is able to understand and solve various problems by applying mathematical software packages and choosing the best available numerical methods, is able to program the simplest numerical algorithms. Excellent (9-10): Student is able to understand and describe various problems mathematically, solve various problems by applying mathematical software packages and choosing the best available numerical methods, is able to create and program non-trivial numerical algorithms.
--	--	--	--	--

SD(M) sudarytojas (-ai) (parašas, vardas ir pavardė)

Course compiled by (full name, signature)

Vadimas Starikovičius

Katedros vedėjas (parašas, vardas ir pavardė)

Head of Department (full name, signature)

Raimondas Čiegis

SD(M) atestuojamas

The Course is certified

SD(M), skirtas studijų programai:

The Course for the programme of studies:

Moderniųjų technologijų matematika

Mathematics of Modern Technologies

SD(M) atestacija galioja:

Course certification is valid:

nuo

from

iki

till

SD(M) atestavo

the Course certified by

Fundamentinių mokslų fakulteto studijų komitetas

Faculty of Fundamental Sciences Study Committee

Fakulteto studijų komiteto pirmininkas (vardas ir pavardė, parašas)

Chairman of the Studies committee (full name, signature)

Data

Date