



SD(M) pavadinimas	<i>Course title</i>
Skaitiniai metodai	<i>Numerical Methods</i>

SD(M) priklausomybė studijų pakopai
Course subjection to study level

Studijos: <i>Studies:</i>	M - Antrosios pakopos Second 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 * <i>Course subjection to group</i>	1 – studijų dalyko Course	<table border="1"> <tr> <td>Studijų krypčių grupės kodas <i>Code of the group of study fields</i></td> <td>Studijų krypties kodas <i>Code of the study field</i></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>A01</td> </tr> </table>	Studijų krypčių grupės kodas <i>Code of the group of study fields</i>	Studijų krypties kodas <i>Code of the study field</i>	A	A01
Studijų krypčių grupės kodas <i>Code of the group of study fields</i>	Studijų krypties kodas <i>Code of the study field</i>					
A	A01					
SD(M) priklausomybė programos daliai ** <i>Course subjection to part of the programme</i>	B – Studijų krypties dalykų dalis Part of Study area Subjects					
Struktūrinė SD priklausomybė *** <i>Course structural subjection</i>	K – katedros Department					

*) **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 <i>Faculty</i>	Katedra <i>Department</i>	Pakopa * <i>Study cycle</i>	Modulio Nr. <i>Number</i>
F M	M M	M	19101

SD(M) kreditai

Course volume in credits

Iš viso: <i>Total:</i>	Iš jų: KD, KS, KP, PR <i>There out:</i>
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 <i>Study form</i>	Valandos <i>Hours</i>								Kontaktinių <i>Contact</i>
	Kodas <i>Code</i>	Studijų būdas * <i>Study way</i>	Paskaitoms <i>Lectures</i>	Lab. darbams <i>Laboratory works</i>	Pratyboms <i>Practical works</i>	Konsultacijoms <i>Consultation</i>	Sav. darbui <i>Independent work</i>	Iš viso <i>Total</i>	
Nuolatinės studijos <i>Full-time studies</i>	NL	S	30	15	0	4	111	160	49

*) 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 kompiuterių aritmetiką, skaitinių algoritmų stabilumą ir sudėtingumą, netiesinių lygčių ir lygčių sistemų sprendimo metodus, tiesioginius ir iteracinius tiesinių lygčių sistemų sprendimo metodus, baigtinių skirtumų metodą ir jo taikymą diferencialinių lygčių sprendimui, funkcijų interpoliavimą ir aproksimavimą, skaitinio integravimo metodus.

ANNOTATION OF COURSE

In this course students learn the concepts of computer arithmetic, stability and computational complexity of numerical algorithms. Students learn numerical methods for solving nonlinear equations and systems of equations, direct and iterative

methods for solving linear systems of equations, finite difference method for solving differential equations, interpolation and approximation methods, and numerical integration methods.

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.

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.	R. Čiegis. Diferencialinių lygčių skaitiniai sprendimo metodai. Vilnius "Technika". 2003.
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.	K. Plukas. Skaitiniai metodai ir algoritmai. Kaunas: Naujasis laukas, 2000.
2.	R.L. Burden, J.D. Faires, A.M. Burden Numerical Analysis, 10th Edition. 2016.
3.	Jeffrey Leader. Numerical Analysis and Scientific Computation. Addison-Wesley. 2004.
4.	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 Assignment title	Sav. darbo apimtis vienai užduočiai Amount of hours of independent work for a single task					Užduočių skaičius Number of tasks					Iš viso valandų Total hours					Įvertinimo dalis % Part of Evaluation %				
	Rekomenduojamos val. Recommended hours	Skirta val. Separated hours				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)															
Kolokviumas	8-27	27				1					27					20				

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>						
	Rekomenduojamas val. <i>Recommended 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)																
Intermediate examination																						
Namų darbas <i>Home work</i>	4-27		15				2					30					20					
Laboratorinis darbas <i>Laboratory work</i>	2-12		11				1					11					10					
Pasirengimas atsiskaitymui <i>Preparation for evaluation</i>	10-60		43				1					43										
Iš viso: Total:												111										

*) 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													
Namų darbas <i>Home work</i>	*					1					2									
Laboratorinis darbas <i>Laboratory work</i>	*	1								1				2						

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. Algoritimų sudarymas ir palyginimas. <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. Algoritmo sudarymas ir konvergavimo analizė. <i>Numerical solution of one-dimensional heat conduction equation. Numerical solution of tridiagonal systems of equations. Implementation and convergence analysis of finite difference scheme.</i>		5			
3. Paprastųjų diferencialinių lygčių sprendimas. Algoritimų sudarymas ir palyginimas. Konvergavimo analizė. <i>Numerical solution of ordinary differential equations. Implementation and comparison of different algorithms. Convergence analysis.</i>		6			
Iš viso: Total:		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)

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 apytiksliai skaičiais. Algoritmo stabilumo sąvoka. Algoritmo aritmetinių veiksmų skaičius. <i>Computer arithmetic. Round-off, truncation errors. Numerical stability of algorithm. Computational complexity of algorithm.</i>		2			
2. Netiesinių lygčių sprendimo metodai. Šaknų atskyrimas. Pusiaukirtos metodas, paprastųjų iteracijų metodas, Niutono metodas, kirstinių metodas. Konvergavimo sąlygos ir greitis. <i>Numerical methods for solving nonlinear equations. Separation of roots. Bisection, fixed-point iteration, secant, Newton's methods. Conditions of convergence. Rate of convergence.</i>		4			
3. Netiesinių lygčių sistemų sprendimo metodai. Paprastųjų iteracijų metodas, Niutono metodas. <i>Numerical methods for solving 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 solving linear systems of equations. Gaussian elimination with pivoting. LU factorization. Thomas algorithm for tridiagonal matrices. Computational complexity of algorithms.</i>		2			
5. Skaitinis diferencijavimas. Baiginių skirtumų metodas. Vienmatės šilumos laidumo uždavinio sprendimas baiginių skirtumų metodu. <i>Numerical differentiation. Finite difference method. 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, jungtinių gradientų metodas. <i>Iterative methods for solving systems of linear equations. Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation and conjugate gradient methods. Rate of convergence.</i>		2			
7. Dvimatės šilumos laidumo uždavinio sprendimas baiginių skirtumų metodu <i>Numerical solution of two-dimensional heat conduction equation by the finite difference method.</i>		2			
8. Paprastųjų diferencialinių lygčių pradinio uždavinio skaitiniai sprendimo algoritmai. Išreikštinis, neišreikštinis ir simetrinis Eulerio metodai. Rungės ir Kuto metodas. Stabilumas. Konvergavimas. <i>Numerical methods for solving ordinary differential equations. Euler method, backward Euler method, midpoint method, Runge-Kutta methods. Stability. Convergence.</i>		4			
9. Parabolinių uždavinių sprendimas. Išreikštinė baiginių skirtumų schema. Neišreikštinė schema. Nestacionarus šilumos laidumo uždavinys. <i>Numerical solution of parabolic problems. Explicit and implicit finite difference schemes. Non-stationary heat conduction problem.</i>		2			
10. Funkcijų interpoliavimas. Niutono interpoliacinė formulė. Paklaida ir konvergavimas. Tiesiniai, kvadratiniai ir kubiniai splainai. <i>Polynomial interpolation. Interpolation error and convergence. Linear, quadratic, and cubic splines.</i>		4			
11. Funkcijų aproksimavimas. Mažiausių kvadratų metodas. <i>Function approximation. Least squares approximation.</i>		2			
12. 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			
Iš viso: <i>Total:</i>		30			

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

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

Antano Gustaičio aviacijos instituto *Aerokosmoso inžinerijos (6211EX060) 2017-07-01* programos studijų rezultatų sąrašas su SDM rezultatais bei studijų ir studentų pasiekimų vertinimo metodais

Links of the Aerospace Engineering (6211EX060) of the Antanas Gustaitis' Aviation Institute 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>
<p>ACG1. Gebės veiksmingai dirbti savarankiškai ir komandoje, būti komandos, kurią gali sudaryti įvairių studijų kryptių ir lygių atstovai, lyderiu, mokės bendrauti su inžinerijos bendruomene ir plačiąja visuomene nacionaliniu bei tarptautiniu mastu.</p> <p>ACG1. Will be able to work effectively both individually and in a team, be a leader of a team composed of members of various study fields and levels, to communicate with the engineering community and the general public both on a national and international level.</p>	<p>Gebės savarankiškai įvertinti įvairius skaitinius metodus, išskirti ir paaiškinti esminius problemų skaitinio sprendimo momentus, metodų privalumus ir trūkumus, analizuoti gaunamus rezultatus ir klaidas.</p> <p>Will be able to individually evaluate various numerical methods, identify and explain the essential moments of numerical problem solving, advantages and disadvantages of different methods, analyze the results and errors.</p>	<p>Teorinės paskaitos, laboratorinių ir namų darbų atlikimas, savarankiškos dalyko studijos, pasirengimas atsiskaitymams, konsultacijos.</p> <p>Theoretical lectures, laboratory and home works, independent work, preparation for evaluations, consultations.</p>	<p>Laboratorinių ir namų darbų vertinimas, kolokviumas, egzaminas.</p> <p>Assessment of laboratory and home works, colloquium, session exam.</p>	<p>Slenkstinis (5-6): geba išspręsti paprasčiausias užduotis taikant matematinius paketus ir pasirenkant tinkamus skaitinius metodus.</p> <p>Tipinis (7-8) : geba suprasti ir išspręsti pagrindinius uždavinius taikant matematinius paketus ir pasirenkant efektyvius skaitinius metodus.</p> <p>Puikus (9-10): geba suprasti ir išspręsti įvairiausias uždavinius taikant matematinius paketus ir pasirenkant geriausias prieinamas skaitinius metodus.</p> <p>Threshold (5-6): Student is able to solve the simplest problems using mathematical packages and selecting appropriate numerical methods.</p> <p>Typical (7-8): Student is able to understand and solve basic problems using mathematical packages and choosing efficient numerical methods.</p> <p>Excellent (9-10): Student is able to understand and solve a variety of different problems using mathematical packages and selecting the best available numerical methods.</p>
<p>IVG1. Gebės sujungti į visumą skirtingų studijų kryptių žinias ir spręsti daugialypes inžinerines problemas, mokės parinkti inžinerinius įrenginius ir programinę įrangą.</p> <p>IVG1. Will be able to integrate knowledge from different study fields and solve multi-faceted engineering problems, to select appropriate engineering equipment and software.</p>	<p>Gebės formuluoti įvairius uždavinius matematine kalba, mokės parinkti ir pritaikyti efektyvius skaitinius metodus jų sprendimui ir analizei panaudojant tinkamą programinę įrangą.</p> <p>Will be able to understand the formulation of various problems in mathematical language, will be able to select and apply efficient numerical methods for their solution and analysis using the appropriate software.</p>	<p>Teorinės paskaitos, laboratorinių ir namų darbų atlikimas, savarankiškos dalyko studijos, pasirengimas atsiskaitymams, konsultacijos.</p> <p>Theoretical lectures, laboratory and home works, independent work, preparation for evaluations, consultations.</p>	<p>Laboratorinių ir namų darbų vertinimas, kolokviumas, egzaminas.</p> <p>Assessment of laboratory and home works, colloquium, session exam.</p>	<p>Slenkstinis (5-6): geba išspręsti paprasčiausias užduotis taikant matematinius paketus ir pasirenkant tinkamus skaitinius metodus.</p> <p>Tipinis (7-8) : geba suprasti ir išspręsti pagrindinius uždavinius taikant matematinius paketus ir pasirenkant efektyvius skaitinius metodus.</p> <p>Puikus (9-10): geba suprasti ir išspręsti įvairiausias uždavinius taikant matematinius paketus ir pasirenkant geriausias prieinamas</p>

				skaitinius metodus. Threshold (5-6): Student is able to solve the simplest problems using mathematical packages and selecting appropriate numerical methods. Typical (7-8): Student is able to understand and solve basic problems using mathematical packages and choosing efficient numerical methods. Excellent (9-10): Student is able to understand and solve a variety of different problems using mathematical packages and selecting the best available numerical methods.
--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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 <i>The Course is certified</i>			
SD(M), skirtas studijų programai: <i>The Course for the programme of studies:</i>	Aerokosmoso inžinerija		
SD(M) atestacija galioja: <i>Course certification is valid:</i>	nuo <i>from</i>		iki <i>till</i>

SD(M) atestavo <i>the Course certified by</i>	Antano Gustaičio aviacijos instituto studijų komitetas		
Fakulteto studijų komiteto pirmininkas (vardas ir pavardė, parašas) <i>Chairman of the Studies committee (full name, signature)</i>		Data <i>Date</i>	