



SD(M) pavadinimas	Course title
Matematinė fizika	Mathematical Physics

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	C – Specializacijos dalykų dalis Part of Specialization 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	16610

SD(M) kreditai

Course volume in credits

Iš viso: Total:	Iš jų: KD, KS, KP, PR There out:
3	0

SD(M) Atsiskaitymo forma

Course assessment

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

*) 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	15	15	0	2	48	80	32

*) 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

Pagrindinės sąvokos ir apibrėžimai. Pirmosios eilės diferencialinės lygtys dalinėmis išvestinėmis. Diferencialinių lygčių dalinėmis išvestinėmis klasifikacija. Pagrindinės matematinės fizikos lygtys ir uždaviniai. Svyravimų lygties Koši ir mišrusis uždavinys. Šilumos laidumo lygties Koši ir mišrusis uždavinys. Sprendinių egzistavimas, vienatis. Sprendimo metodai. Pagrindiniai Laplaso lygties paprasčiausių sričių kraštiniai uždaviniai.

ANNOTATION OF COURSE

Main concepts. First order partial differential equations. Classification of partial differential equations. Main types of equations and problems of mathematical physics. The wave equation, initial and initial-boundary value problems. The heat

conduction equation, initial and initial-boundary value problems. The existence and uniqueness of a solution. Solving methods. Boundary value problems for the Laplace equation in simple regions.

SD(M) TIKSLAS

Supažindinti studentus su pagrindinėmis matematinės fizikos lygtimis, diferencialinių lygčių dalinėmis išvestinėmis sąvokomis ir šių lygčių sprendimo metodais. Numatomas gebėjimas spręsti paprasčiausias lygtis dalinėmis išvestinėmis.

AIM OF COURSE

The aim is to introduce the main classes of equations of mathematical physics, define important concepts of partial differential equations and to present methods for solutions of such equations.

Studento pasiekimų vertinimo formulė

Galutinio vertinimo pažymio formulė:

$$E=0,2 KL+0.075 (LD1+LD2+LD3+LD4)+0,25 T+0,25 P,$$

čia E - studento galutinio vertinimo pažymys dešimties balų skalėje;

KL - semestro metu laikyto kolokviumo vertinimo pažymys dešimties balų skalėje;

LD1,LD2,LD3,LD4 - laboratorinio darbo vertinimo pažymys dešimties balų skalėje;

T - sesijos metu laikyto egzamino teorinės dalies pažymys dešimties balų skalėje;

P - sesijos metu laikyto egzamino praktinės dalies pažymys dešimties balų skalėje;

Assessments methods of students formula

$$FE=0,2 KL+0.075 (LD1+LD2+LD3+LD4)+0,25 T+0,25 P,$$

Where E - student's exam final mark in ten-grade scale;

KL - student's midterm colloquium mark in ten-grade scale;

LD1,LD2,LD3,LD4 - student's marks for laboratory works in ten-grade scale;

T - student's mark of the final exam for theoretical part in ten-grade scale;

P - student's mark of the final exam for practical part in ten-grade scale;

Pagrindinė literatūra (ne daugiau kaip 5 šaltiniai):

Main references (not more than 5 references)

Eil. Nr. <i>No.</i>	Leidinio autoriai ir pavadinimas (elektroninių leidinių ir žiniatinklio adreso) <i>Authors and title (site address in case of e-publication)</i>
1.	V. Paulauskas. Matematinės fizikos lygtys. Vilnius, Mintis, 1974, 456 p.
2.	A. Ambrazevičius. Matematinės fizikos lygtys, Vilnius, Aldorija, 1996, 380 p ISBN 9986-820-01-4
3.	Gintautas Kamuntavičius. Matematinė fizika. Vadovėlis. VDU leidykla, 2008. 208 p. ISBN 978-9955-12-299-9
4.	Victor Ivrlin. Partial Differential Equations. Toronto. Qutario. 2021
5.	Walter A. Strauss. Partial Differential Equations. An Introduction. John Willey & Sons, Ltd. 2008

*) Kortelės pildymo metu

*) *At the form filling moment*

Papildoma literatūra (ne daugiau kaip 10 šaltinių):

Additional references (not more than 10 references)

Eil. Nr. <i>No.</i>	Leidinio autoriai ir pavadinimas (elektroninių leidinių ir žiniatinklio adreso) <i>Authors and title (site address in case of e-publication)</i>
1.	L.C. Evans. Partial Differential Equations, American Mathematical Society, Providence, 1998. ISBN 0-8218-0772-2
2.	A. N. Tikhonov, A. A. Samarskii. Equations of Mathematical Physics. Dover Publications; Reprint edition (November 30, 2011) ISBN-13: 978-0486664224
3.	Y. Pinchover and J.Rubinstein. An introduction to Partial Differential Equations. Cambridge University Press. 2012.

*) Kortelės pildymo metu

*) *At the form filling moment*

Savarankiško darbo turinys

Content of individual work

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)																	
Kolokviumas Intermediate examination	8-27		15					1					15						20				
Laboratorinis darbas Laboratory work	2-12		5					4					20						30				
Pasirengimas atsiskaitymui Preparation for evaluation	10-60		13					1					13										
Iš viso: <i>Total:</i>													48										

*) 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		2		3				4				1						
	+		1	1		2		3				4				4				

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. Pirmos eilės lygčių sprendimas. Gautųjų sprendinių grafinis braižymas. <i>First order PDE. Visualizing Solving of PDE.</i>		4			
2. Antrosios eilės lygčių suvedimas į kanoninį pavidalą. <i>Canonical Forms of PDE.</i>		3			
3. Stygos lygties sprendimas. <i>Solving of wave and heat equations.</i>		3			
4. Parabolinių, hiperbolinių, elipsinių lygčių sprendimas. <i>Solving of elliptic equations.</i>		5			
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. Fizinio proceso matematinis modelis. Pagrindines matematines fizikos lygtys ir uždaviniai. <i>Mathematical model of a physical process. Main problems and equations of Mathematical Physics</i>		3			
2. Pirmosios eilės lygtys dalinėmis išvestinėmis. Koši uždavinio formulavimas. Geometrinė sprendinio interpretacija. Charakteristikos. <i>First Order Linear Partial Differential Equations (PDE). Cauchy Problem. Geometric interpretations. Characteristics.</i>		3			
3. Netiesinės pirmosios eilės lygtys dalinėmis išvestinėmis. <i>Nonlinear first order PDE.</i>		2			

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)
4. Antrosios eilės tiesinių diferencialinių lygčių dalinėmis išvestinėmis klasifikacija. Hiperbolinio, parabolinio ir elipsinio tipo lygčių suvedimas į kanoninį pavidalą. <i>Classification of second order linear PDE. Canonical forms of hyperbolic, parabolic and elliptic equations.</i>		4			
5. Stygos svyravimo lygtis. Strypo ir membranos svyravimai. Sprendimas neapribotoje srityje. <i>Wave equation. Oscillations of a string and of membrane. Solving on an Unbounded Domain.</i>		4			
6. Šilumos laidumo lygtis. Pradinės ir kraštinės sąlygos. Maksimumo principas. <i>Heat equation. Initial and Boundary Conditions. The Maximum Principle.</i>		3			
7. Kintamųjų atskyrimo metodas. Tikrinės reikšmės ir tikriniai vektoriai. Šturmo ir Liuvilio uždavinys. Furjė eilutės. <i>Method of Separate of Variables. Eigenvalues and Eigen functions. Sturm-Liouville Problem. Fourier Series.</i>		4			
8. Laplaso ir Puasono lygtys. Nekorektiški uždaviniai. Dirichlė ir Neimano kraštiniai uždaviniai, Harmoninės funkcijos. Potencialai. <i>The Laplace and Poisson equations. Well posed problems. Dirichlet and Neumann problems. Harmonic functions. Potentials.</i>		4			
9. Klasikiniai ir apibendrintieji sprendiniai. Pagrindinių operatorių dalinėmis išvestinėmis fundamentalieji sprendiniai <i>Classical and generalized solutions. Fundamental solutions of main PDE operators.</i>		3			
Iš viso: <i>Total:</i>		30			

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

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

Fundamentinių mokslų fakulteto *Modernių 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>
GT1. Gebės įžvelgti tarpdalykinius ryšius ir į problemą pažvelgti kaip į visumą, savarankiškai analizuos problemas, nagrinės ir vertins matematinių modelių tinkamumą, savybes, supras matematinių įrodymų būtinumą, griežtumą. GT1. Will be able to spot interdisciplinary relationships and look at the problem as a whole, analyze the problems independently, analyze and assess the properties of mathematical models, as well as the overall suitability of those models, and will understand the necessity and rigor of mathematical proof.	Remdamiesi įgytomis matematinės fizikos žiniomis analizuos ir modeliuos įvairius reiškinius. Sudėtingų problemų analizei pasitelks kompiuterines programas. Galės savarankiškai atlikti patikėtos problemos matematinę analizę, interpretuos ir vertins gautus rezultatus. Sugebės juos pagrįsti. The students are able to analyze and to modelling physical and natural phenomenon using the knowledge of Mathematical Physics, for complicated problems are able to use computer programs. The student are able by oneself to analyze a concrete problem, to explain and to validate the results of it solving.	Teorinės paskaitos, laboratoriniai darbai, savarankiškos dalyko studijos, konsultacijos. Theoretical lectures, exercises, laboratory works, independent study of subjects, consultations.	Laboratorinių darbų vertinimas, egzaminas. Laboratory work assessment and exam.	Slenkstinis lygmuo: studentas žino pagrindines modulio kortelėje išvardintas sąvokas ir moka jomis naudotis sprendžiamas aprašytas programoje pagrindines užduotis. Tipinis lygmuo: studentas žino visas modulio kortelėje išvardintas sąvokas, gali pagrįsti taikomas formules ir metodus, žino aprašytas programoje teorinius faktus, geba tinkamai taikyti įgytas žinias atlikdamas praktinių ir teorinių tipinių užduočių analizę, skaičiavimams taiko kompiuterines programas. Puikusias lygmuo:

				studentas ne tik yra pasiekęs tipinį lygmenį, bet ir geba savarankiškai sudaryti naujų, panašių nagrinėjamos, tačiau tiesiogiai programoje neaprašytų, problemų matematinius modelius, juos analizuoti ir vertinti pasitelkdamas kompiuterines programas. Threshold (5-6): the student knows the basic definitions and using example can analyze a simple problems. Typical (7-8): the student knows the basic definitions, is able to explain it and to apply theoretical facts for the problem analysis and use the computer programs for calculations. Excellent (9-10): the student is not only achieving typical level, but also is able to adapt the knowledges for new situation.
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.	Pastebės matematikos ir fizikos dalykų ryšius, gebės transformuoti įgytas matematinės fizikos žinias ir jas taikyti naujoje plotmėje. The students are able to see relations of physical phenomenon with mathematics, can make modifications and generalizations of problem statement.	Teorinės paskaitos, laboratoriniai darbai, savarankiškos dalyko studijos, konsultacijos. Theoretical lectures, exercises, laboratory works, independent study of subjects, consultations.	Laboratorinių darbų vertinimas, egzaminas. Laboratory work assessment and exam.	Slenkstinis lygmuo: studentas žino pagrindines modulio kortelėje išvardintas sąvokas ir moka jomis naudotis sprendamas aprašytas programoje pagrindines užduotis. Tipinis lygmuo: studentas žino visas modulio kortelėje išvardintas sąvokas, gali pagrįsti taikomas formules ir metodus, žino aprašytus programoje teorinius faktus, geba tinkamai taikyti įgytas žinias atlikdamas praktinių ir teorinių tipinių užduočių analizę, skaičiavimams taiko kompiuterines programas. Puikusias lygmuo: studentas ne tik yra pasiekęs tipinį lygmenį, bet ir geba savarankiškai sudaryti

				naujų, panašių nagrinėjamoms, tačiau tiesiogiai programoje neaprašytų, problemų matematinius modelius, juos analizuoti ir vertinti pasitelkdamas kompiuterines programas. Threshold (5-6): the student knows the basic definitions and using example can analyze a simple problems. Typical (7-8): the student knows the basic definitions, is able to explain it and to apply theoretical facts for the problem analysis and use the computer programs for calculations. Excellent (9-10): the student is not only achieving typical level, but also is able to adapt the knowledges for new situation.
--	--	--	--	--

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

Course compiled by (full name, signature)

Aleksandras Krylovas

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>	Moderniųjų technologijų matematika		
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>	Fundamentinių mokslų fakulteto studijų komitetas		
Fakulteto studijų komiteto pirmininkas (vardas ir pavardė, parašas) <i>Chairman of the Studies committee (full name, signature)</i>		Data <i>Date</i>	