



MODULIO APRAŠAS

Modulio pavadinimas	Kodas
Matematinė analizė	

Dėstytojas	Padalinys
Koordinuojantis: doc. dr. Gintautas Bareikis	Matematinės analizės katedra Matematikos institutas Matematikos ir informatikos fakultetas Vilniaus universitetas
Kitas (-i):	

Studijų pakopa	Dalyko tipas
Pirmoji	Pasirenkamasis

Igyvendinimo forma	Vykdymo laikotarpis	Vykdymo kalbos
Auditorinė	5 ir 7 semestrai	Lietuvių

Reikalavimai studijuojančiajam
Išankstiniai reikalavimai: Matematika programų sistemoms II.

Modulio apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	130	70	60

Modulio tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos		
Modulio tikslas – praplėsti matematinės analizės žinių bagažą, kuris reikalingas programų sistemų studijose bei praktinėje veikloje. Giliau susipažinti su funkcijų ribomis, funkcijos išvestine, Teiloro skleidiniu, integralais ir jų taikymais, daugelio kintamųjų funkcijomis. Išugdyti abstraktų mąstymą bei matematinį raštingumą, gebėjimą suprasti matematinius tekstus. Susieti studentų išklausytų informatikos dalykų medžiagą su įsisavintomis matematinės analizės žiniomis. Išugdyti gebėjimą informatikos dalykų žinias taikyti matematikos uždaviniais spręsti. Bendrosios kompetencijos: • Bendravimas ir bendradarbiavimas (BK1) ◦ Gebės raštu ir žodžiu perteikti informaciją, idėjas, problemas ir sprendimus valstybine ir užsienio kalba, bendraudamas su specialistais ir ne specialistais (BK1.1). ◦ Gebės savarankiškai efektyviai organizuoti savo darbą (BK1.3). • Nuolatinis mokymasis (BK2) ◦ Gebės atlikti literatūros paiešką ir analizę, naudoti duomenų bazines ir kitus informacijos šaltinius (BK2.2). ◦ Gebės savarankiškai įsisavinti naujas žinias, metodus ir įrankius bei taikyti juos praktikoje (BK2.3). Dalykinės kompetencijos: • Konceptualių pagrindų žinios ir gebėjimai (DK4). ◦ Gebės taikyti matematikos pagrindų, mokslo, inžinerijos, kompiuterių mokslo teorines žinias ir algoritminius principus programų sistemų kūrime (DK4.2). ◦ Gebės abstrakčiai mąstyti, naudoti formalius aprašymo metodus, įrodinėti jų teisingumą, formalizuoti ir specifikuoti realaus pasaulio problemas (DK4.3).		
Modulio studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Gebės informatikos dalykų žinias pritaikyti kuriant kompiuterines programas matematinės analizės uždaviniais spręsti.	Savarankiškas darbas: mokslinės literatūros (vadovėlių) skaitymas bei praktinių (skaičiavimo) užduočių atlikimas, paskaitos (informacijos pateikimas ir jos analizė, diskusijos), pratybos	Darbas auditorijoje pratybų metu bei savarankiškų studijų laiku, kontrolinis darbas, egzamino darbas.
Gebės raštu perteikti informaciją, idėjas, sprendimus.		
Gebės atlikti reikiamos informacijos paiešką ir analizę, savarankiškai taikyti žinias bei metodus praktikoje, parinkti tinkamus įrankius sprendimų įgyvendinimui.		

Gebės identifikuoti matematines problemas, sukonstruoti modelius naudojant funkcijų ribas, funkcijų išvestines, Teiloro skleidinius, integralus.	(sąvokų apibrėžimų aiškinimasis, teoremų, teiginių bei formulių taikymas praktinių (skaičiavimo) užduočių atlikimui).	Naudojamas kaupiamasis vertinimas.
Gebės problemų sprendimui pritaikyti pagrindines matematines analizės įrodymų schemas bei skaičiavimo būdus.		
Gebės abstrakčiai mąstyti, naudoti formalius aprašymo metodus, įrodinėti jų teisingumą, suvoks pagrindinių matematikos objektų: funkcijos ribos, funkcijos išvestinės, Teiloro skleidinio, integralo esmę bei taikymo galimybes.		
Studentai gebės diskutuoti matematine kalba.		

Temos	Kontaktinio darbo valandos							Savarankiškų studijų laikas ir užduotys	
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai darbai (LD)	Konsultavimas LD metu	Visas kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas	Užduotys
1. Funkcijos riba ir tolydumas. Funkcijos riba ir jos pagrindinės savybės. Klasikinės ribos. Funkcijos viršutinė ir apatinė ribos. Asimptotinis funkcijų įvertinimas. Tolydžiosios funkcijos ir jų savybės. Funkcijos trūkio taškų rūšys. Tolygiai tolydžios funkcijos. Daugelio kintamųjų funkcija. Jos riba ir pagrindinės ribos savybės.	8			9			17	11	Uždavinių sprendimas: [3] skyrius 3; [4] skyrius 1; mokslinės literatūros (vadovėlių) skaitymas: [1] skyriai: 2, 4 (žr. literatūros sąrašą).
2. Funkcijos išvestinė. Funkcijos išvestinės ir jų savybės. Funkcijos diferencialas ir apytikslis skaičiavimas. Vidutinių reikšmių teoremos. Liopitalio taisyklė funkcijų riboms skaičiuoti. Aukštesnių eilių išvestinės ir diferencialai. Teiloro formulė, jos taikymas apytikskliame skaičiavime. Funkcijų tyrimas naudojant išvestines. Kelių kintamųjų funkcijos dalinės išvestinės, diferencialas, Teiloro formulė, ekstremumai. Kelių kintamųjų funkcijos ir apytikslis skaičiavimas.	8			9			17	13	Uždavinių sprendimas: [4] skyrius 2; mokslinės literatūros (vadovėlių) skaitymas: [1] skyrius: 5 (žr. literatūros sąrašą).
3. Neapibrėžtinis ir apibrėžtinis integralai. Neapibrėžtinis integralas. Pagrindiniai integravimo metodai. Integruojamų funkcijų klasės. Apibrėžtinio integralo apibrėžimas. Integralo savybės. Niutono-Leibnico, integravimo kintamojo keitimo, integravimo dalimis formulės. Integralo taikymai.	10			10			20	13	Uždavinių sprendimas: [4] skyriai: 3, 4; [2] skyriai: 1.1 – 1.5; mokslinės literatūros (vadovėlių) skaitymas: [1] skyriai: 4.9, 8.1; [2] skyriai 1.1 – 1.4, 1.5.1 – 1.5.4 (žr. literatūros sąrašą).
4. Netiesioginis integralas. Netiesioginio integralo apibrėžimas. Pavyzdžiai. Netiesioginių integralų palyginimas. Absoliučiai ir reliatyviai konverguojančių netiesioginių integralų sąvokos bei jų savybės. Integralinis eilučių konvergavimo požymis. Taikymai.	4			4			8	5	Uždavinių sprendimas: [4] skyrius 4; [2] skyrius 1.6; mokslinės literatūros (vadovėlių) skaitymas: [2] skyrius 1.6 (žr. literatūros sąrašą).
5. Projektas (semestro darbas) – sukurti matematinio paketo programą, kurioje būtų realizuota viena ar daugiau skaičiavimo galimybių iš aukščiau aprašytų 1 – 3 temų	2	2					4	18	[1], [2], [3], [4] bei studentų išklausyti informatikos dalykai.

(apskaičiuoti funkcijų ribas ir išvestines, užrašyti iracionalius skaičius dešimtainiu pavidalu bei įvertinti gautas paklaidas, ištirti funkcijas bei nubrėžti jų grafikus, apskaičiuoti apibrėžtinius integralus, apskaičiuoti bei grafiškai pavaizduoti panašaus tipo dydžius bei reiškinius). Projektą rašo 3 - 4 studentų grupės.									
Kontrolinio rašymas ir egzamino laikymas.							4		
Iš viso	32	2		32			70	60	

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
Vertinimo strategija: galutinį balą sudaro visų trijų atsiskaitymų balų suma, apvalinant gautą sumą vienetų tikslumu pagal standartines taisykles (pvz., jei visų trijų atsiskaitymų balų suma 9,5, tai galutinis balas bus 10. Jei visų trijų atsiskaitymų balų suma 9,4, tai galutinis balas bus 9).			
Kontrolinis darbas (raštu): testas ir praktinių (skaičiavimo) užduočių atlikimas. Kontrolinio darbo trukmė: 2 val.	30	Semestro metu, užbaigus atitinkamą teorijos ir praktinę dalis (pirmąsias dvi temas).	Kontrolinis darbas rašomas iš pirmųjų dviejų temų: 1. Funkcijos riba ir tolydumas; 2. Funkcijos išvestinė. Kontrolinis darbas susideda iš dviejų dalių: testo ir praktinių (skaičiavimo) užduočių atlikimo. Testą sudaro 5 panašaus sudėtingumo atvirojo ir uždarojo tipo klausimų, kiekvienas įvertintas 0,2 balo. Testu tikrinamas studentų gebėjimas įsisavinti informaciją ir šios informacijos supratimas. Testo klausimuose prašoma pateikti sąvokų apibrėžimus, teoremų bei teiginių formuluotes, taikymo pavyzdžių, paaiškinti savo žodžiais sudėtingų užduočių atlikimo (pvz., teoremų įrodymų) žingsnius, dėsnius, teorijas, atpažinti dėsningumus bei nagrinėtas sąvokas, paaiškinti sutartinių simbolių (žymėjimų) prasmę. Teisingas ir išsamus atsakymas į testo klausimą vertinamas 0,2 balo, priešingu atveju atsakymas vertinamas 0 balo. Praktinių (skaičiavimo) užduočių dalį sudaro panašaus sudėtingumo dvi užduotys, kuriose prašoma atlikti skaičiavimus. Praktinėmis (skaičiavimo) užduotimis tikrinamas studentų gebėjimas pritaikyti įgytas žinias skaičiavimo uždaviniams spręsti. Kiekviena užduotis vertinama 1 balu. Kiekvienos iš praktinių užduočių vertinimo kriterijai yra tokie: iki 20% nuo maksimalaus užduoties balo: žino formules, teoremas, teiginius, modelius, apibrėžimus, reikalingus išspręsti užduotis, bet jų nemoka pritaikyti. iki 60% nuo maksimalaus užduoties balo: žino formules, teoremas, teiginius, modelius, apibrėžimus, reikalingus išspręsti užduotis. Juos taiko, bet sprendime yra principinių klaidų, iš esmės įtakančių užduoties rezultatą, sprendimas nenuoseklus, maišomi sprendimo žingsniai, trūksta argumentacijos ar pagrindimo, daromos skaičiavimo klaidos. iki 90% nuo maksimalaus užduoties balo: žino formules, teoremas, teiginius, modelius, apibrėžimus, reikalingus išspręsti užduotis. Juos taiko. Sprendime nėra principinių klaidų, iš esmės įtakančių užduoties rezultatą, sprendimas nuoseklus, nemašomi sprendimo žingsniai, argumentacija ir pagrindimas pakankami. Bet pasitaiko iš esmės sprendimo rezultatą neįtakančių formulų, teiginių, metodų taikymo klaidų, daromos skaičiavimo klaidos. iki 100% nuo maksimalaus užduoties balo: žino formules, teoremas, teiginius, modelius, apibrėžimus, reikalingus išspręsti užduotis. Juos taiko. Sprendime nėra taikymo klaidų, sprendimas nuoseklus, nemašomi sprendimo žingsniai, argumentacija ir pagrindimas išsamus. Gali pasitaikyti sprendimo rezultatą neiškraipiančių skaičiavimo klaidų.
Projektas (semestro darbas).	20	Semestro metu, projektai	Projektas (semestro darbas): sukurti matematinio paketo programą, kurioje būtų realizuota viena ar daugiau skaičiavimo

		pateikiami vertinimui iki gruodžio 1 dienos.	galimybių iš aukščiau aprašytų 1 – 3 temų. Projektą rašo 3 - 4 studentų grupės. Projekto rezultatą sudaro: 1. Programos (sistemos) architektūros projektas; 2. Programos naudotojo vadovas; 3. Teorinės dalies (panaudotų, realizuotų matematinių modelių, metodų) aprašymas; 4. Programos testavimo protokolas, kuriame akcentuojamas programos funkcionalumas, našumas, stabilumas, atskirų programos dalių integracijos patikimumas. 5. Veikianti programa. Rezultatai 1 – 4 pateikiami popierine forma. Rezultatas 5 pateikiamas skaitmenine forma CD, DVD, USB ar analogiškame nešėjyje. <u>Vertinimo kriterijai:</u> Programos išbaigtumas: 0 – realizuota labai nedidelė dalis skaičiavimo galimybių ir/ar programa veikia labai nestabiliai bei nepatikimai; 0,3 – realizuota ne mažiau kaip 50% užduotyje nurodyto funkcionalumo ir programa veikia patikimai; 0,5 – realizuota ne mažiau kaip 90% užduotyje nurodyto funkcionalumo ir programa veikia patikimai. Teorinės dalies (matematiniai modeliai, metodai, formulės) suvokimas: 0 – modeliai ir metodai užrašyti, bet jie taikomi netinkamai, formaliai, nesuvokiant jų prasmės; 0,3 – modeliai ir metodai užrašyti, iš esmės jų prasmė suvokiama, bet pasitaiko klaidų formuluotėse bei taikymuose; 0,5 – visi reikalingi modeliai ir metodai užrašyti, jų prasmė suvokiama, nėra klaidų formuluotėse ir taikymuose. Loginis nuoseklumas: 0 – dėstymas bei programos realizacija fragmentiška ir nesusietos atskiros jos dalys tarpusavyje; 0,3 – išlaikyta vieninga programos apipavidalinimo ir realizacijos linija, bet pasitaiko nenuoseklumų atskirose vietose; 0,5 – dėstymas ir realizacija nuosekli, aprašomasis tekstas suprantamas. IT branda ir priimtų sprendimų tinkamumas: 0 – rezultatai netenkina tokioms programoms keliamų esminių reikalavimų; 0,3 – esminiai reikalavimai tenkinami, bet priimti programos įgyvendinimo sprendimai ar jų reikšminga dalis yra netinkami pateiktai užduočiai spręsti; 0,5 – esminiai reikalavimai tenkinami ir priimti programos įgyvendinimo sprendimai yra tinkami. Kiti vertinimo kriterijai: Jei pateikta programa neveikia, projekto rezultatas vertinamas 0 balų. Jei projekto rezultatas nukopijuotas nuo kolegų ar iš kitų šaltinių arba darbas yra nesavarankiškas, projekto rezultatas vertinamas 0 balų.
Egzaminas (raštu): praktinių (skaičiavimo) ir teorinių užduočių atlikimas. Egzamino darbo trukmė: 2 val.	50	Sesijos metu.	Egzamino darbas rašomas iš dviejų paskutiniųjų temų: 3. Apibrėžtinis integralas; 4. Netiesioginis integralas. Egzamino darbas susideda iš dviejų dalių: praktinių (skaičiavimo) užduočių atlikimo ir teorinių užduočių atlikimo. Praktinių (skaičiavimo) užduočių dalį sudaro panašaus sudėtingumo trys užduotys, kuriose prašoma atlikti skaičiavimus. Praktinėmis (skaičiavimo) užduotimis tikrinamas studentų gebėjimas pritaikyti įgytas žinias skaičiavimo uždaviniams spręsti. Kiekviena užduotis vertinama 1 balu. Kiekvienos iš praktinių užduočių vertinimo kriterijai yra tokie kaip aprašyta kontrolinio darbo vertinimo kriterijų skyriuje. Teorinėmis užduotimis tikrinamas studentų gebėjimas taikyti įgytas žinias, gebėjimas visumą skaidyti į sudėtinges dalis (analizė) bei tikrinamas gebėjimas atskirus elementus jungti į

			visumą, modeliuoti, formuluoti išvadas bei pateikti jų pagrindimą. Teorinių užduočių dalį sudaro dvi panašaus sudėtingumo užduotys. Kiekviena užduotis vertinama 1 balu: 0% nuo užduoties balo: nežino sąvokų apibrėžimų arba jų nesupranta (nesuvokia), nekorektiškai formuluoja pagrindines teoremas ir teiginius, netinkamai naudoja sutartinius simbolius (žymėjimus) arba jų nesupranta. iki 25% nuo užduoties balo: žino sąvokų apibrėžimus ir juos supranta, žino kai kurių teoremų bei teiginių formuluotes, bando jas taikyti, pagal paskirti naudoja sutartinius simbolius (žymėjimus) ir juos supranta. iki 50% nuo užduoties balo: žino sąvokų apibrėžimus ir juos supranta, žino teoremų bei teiginių formuluotes, sugeba paaiškinti savo žodžiais sudėtingesnių teoremų bei teiginių įrodymų žingsnius. iki 75% nuo užduoties balo: sugeba įrodyti teoremas bei teiginius, sugeba interpretuoti, perfrazuoti, atpažinti situacijas ir dėsnius bei juos palyginti, sugeba išskirti esmines visumos dalis, jas klasifikuoti. iki 100% nuo užduoties balo: sugeba įrodyti teoremas bei teiginius, sugeba interpretuoti, perfrazuoti, atpažinti situacijas ir dėsnius bei juos palyginti, išskirti esmines visumos dalis, jas klasifikuoti, sugeba modeliuoti situacijas bei jas analizuoti, sugeba suformuluoti išvadas ir jas pagrįsti.
--	--	--	--

Reikalavimai dalyko vertinimui eksterno būdu	
Įvertinimas galimas eksterno būdu:	Taip
Rašomas kontrolinis darbas (svoris 30%), projektas (svoris 20%) ir egzaminas (svoris 50%). Kontrolinis darbas ir egzaminas rašomi atskirai. Kiekvieno iš jų trukmė: 2 val. Projektas pateikiamas iki egzamino. Dalyko temos ir vertinimo kriterijai identiški aukščiau aprašytiems.	

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privalomoji literatūra				
[1] V. Kabaila (vadovėlis)	1983	Matematinė analizė	1 dalis	Mokslas, Vilnius
[2] V. Mackevičius (vadovėlis ir uždavinytas)	1998	Integralas ir matas		TEV, Vilnius
[3] E. Misevičius, D. Kamuntavičius, S. Norvidas (uždavinynas)	1996	Matematinės analizės pratybų užduotys		Vilniaus universiteto leidykla, Vilnius
[4] Б. П. Демидович (uždavinynas)	1990	Сборник задач и упражнений по математическому анализу		Наука, Москва
Papildoma literatūra				
A. Raudeliūnas, G. Stepanauskas	1998	Kelių kintamųjų funkcijos		Vilniaus universiteto leidykla, Vilnius
G. Stepanauskas	2014; 2007; 2012; 2007	Riba; Funkcijos išvestinė ir jos taikymai; Eilutės; Neapibrėžtinis ir apibrėžtinis integralai, Paskaitų konspektai		mif.vu.lt/~stepanauskas
R. L. Graham, D. E. Knuth, O. Patashnik	1998	Concrete mathematics. A foundation for computer science		Addison-Wesley
V. Pekarskas	2000	Trumpas matematikos kursas		Technologija, Kaunas