



DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Globalios cirkuliacijos modeliavimo pagrindai	

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: doc. Gintautas Stankūnavičius Kitas (-i):	Gamtos mokslų fakultetas: Hidrologijos ir klimatologijos katedra

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) lygmuo	Dalyko (modulio) tipas
Antroji		Privalomasis

Įgyvendinimo forma	Vykdymo laikotarpis	Vykdymo kalba (-os)
Auditorinis	II semestras	Lietuvių

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: nėra	Gretutiniai reikalavimai (jei yra): nėra

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	133	48	85

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos
Suteikti profesionalią ir visapusišką informaciją apie skaitmeninių Žemės sistemų (pagrindė atmosferos ir vandenyno) modelių veiklą: suprasti atmosferos ir vandenyno tarpusavio sąveiką, įvairaus masto cirkuliacijos režimus, šių procesų skaitmeninio imitavimo metodus.

Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Studentas gebės identifikuoti ir naudotis globaliomis klimato ir/ arba atmosferos, vandenyno ir kitomis (ledo ir sniego dangos, augmenijos ir kt.) duomenų bazėmis aprašant vidutinius klimatinius ir anomalių laikotarpių atmosferos ir vandenyno cirkuliacijos režimus.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas paskaitose, diskusijos seminaruose, savarankiška literatūros analizė, pateikčių rengimas.	Pranešimas, praktinis darbas, egzaminas (atvirojo ir uždarojo tipo užduotys)
...susipažins su jungtinių Žemės sistemų modelių konstrukcija: hidrodinaminių ir termodinaminių lygčių sistema, fizinių procesų parametrizacija, atskirų modelio modulių jungimo metodais, įvesties ir išvesties duomenų valdymu, skaičiavimo tinklelių tipais ir modeliavimo rezultatų vertinimo metodika.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas paskaitose, diskusijos seminaruose, savarankiška literatūros analizė, pateikčių rengimas.	Pranešimas, egzaminas (atvirojo ir uždarojo tipo užduotys)
...suvoks jungtinių Žemės sistemų modelių taikymo sritis: orų ir klimato prognozavimas, klimato sistemos pusiausvyros sąlygų nustatymas, paleoklimato rekonstrukcijoms ir Žemės klimato duomenų bazių kūrimas	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas paskaitose, diskusijos seminaruose, savarankiška literatūros analizė, pateikčių rengimas.	Pranešimas, egzaminas (atvirojo ir uždarojo tipo užduotys)
...gebės analizuoti skirtingo sudėtingumo modelių rezultatus: lyginti modelio išvesties ir stebėjimų duomenis manipuliuojant pradinėmis ir kraštinėmis modelio sąlygomis, klimato scenarijais ir kitais išoriniais faktoriais.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas paskaitose, diskusijos seminaruose, pateikčių rengimas.	Pranešimas, projektinis darbas, egzaminas (atvirojo ir uždarojo tipo užduotys)
... susipažins su skaitmeninių modelių raida pasaulyje, naujausių modelių vystymo perspektyvomis žymiausiuose pasaulio klimato modeliavimo, orų prognozavimo ir atmosferos ir vandenyno tyrimo centruose; skirtinguose centruose sukurtų modelių integracijos produktais ir problemomis.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas paskaitose, diskusijos seminaruose, savarankiška literatūros analizė, pateikčių rengimas.	Esė, egzaminas (atvirojo ir uždarojo tipo užduotys)

... įgis mokymosi įgūdžių, kurie leis kryptingai ir savarankiškai gilinti žinias klimato ir atmosferos dinamikos tyrimuose, tęsti studijas doktorantūroje ar kitoje profesinės veiklos srityje	Pateikčių rengimas, grupės diskusijos seminaruose, savarankiška literatūros analizė	Projektinis darbas, pranešimai
...tobulins kritinį ir analitinį mąstymą, didins savo kūrybinį potencialą, gebėjimą bendrauti, dirbti komandoje ir/ arba jai vadovauti	Pateikčių rengimas, grupės diskusijos seminaruose, savarankiška literatūros analizė	

Temos	Kontaktinio darbo valandos							Savarankiškų studijų laikas ir užduotys	
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai darbai	Praktika	Visas kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas	Užduotys
1. Globalių cirkuliacijos modelių (GCM) svarba šiuolaikiniame pasaulyje. Bendroji atmosferos ir vandenyno cirkuliacija, atskiri jos komponentai. Procesų erdvinis ir laikinis masteliai. Realistiniai ir konceptualūs modeliai. Klimato modelių hierarchija. Modelių jautrumas išoriniams faktoriams ir skirtingiems klimato elementams. Skaitmeninių modelių struktūra, jų tobulinimo perspektyvos. Modelių taikymo aspektai.	4		1				5	3	Pagrindinės literatūros (1: I-IV skyriai; 2: II skyrius; 4: I ir II skyriai; 3: VIII-XI skyriai). Papildomos literatūros (1: I skyrius; 2: II dalies 16-19 skyriai).
2. GCM modelio komponentai. GCM modelių vystymo etapai. Pradiniai duomenys. Pagalbiniai duomenys. Globalios stebėjimo sistemos. Duomenų asimiliacija. Prognostiniai algoritmai. Išvesties sąlygų diagnostika. Rezultatai ir jų perkėlimas į kitos sandaros modelius.	2		1				3	6	Pagrindinės literatūros (6; 2: 5 ir 9 skyriai; 3: X-XII skyriai), Papildomos literatūros (1: II skyrius), paskaitų konspektai Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose
3. GCM modelių klasifikacija. Operatyvniai skaitmeniniai orų prognozės modeliai (globaliniai, sektoriai, regioniniai ir lokaliniai). Stratosferos modeliavimas. Vandenyno modeliavimas. Klimato svyravimų ir kaitos modeliavimas. Kiti modeliai.	2		1				3	6	Pagrindinės literatūros (5; 5 skyrius; 3: XI skyrius) Papildomos literatūros (4: XI, XVI, XVII skyriai). Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose
4. GCM modelių erdvinės ir laikinės struktūrų diskretizacija. Vertikali koordinatė, modelio orografija, laiko žingsnis. Skaitmeninis stabilumas. Modelio kintamieji. Atmosferos ir vandenyno tiesioginiai ir išvestiniai fiziniai parametrai. Modelio kraštinės sąlygos.	2		1				3	6	Pagrindinės literatūros (2: III skyrius; 4: V ir XI skyriai; 5: 3.3 ir 3.4 skyreliai) Papildomos literatūros (2: III dalies 20-23 skyriai). Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose
5. Dinaminės lygtys ir procesų parametrizacija. Pagrindinių lygčių sistema ir sprendimo metodai. Parametrizacijos samprata. Fizinių procesų parametrizacijos schemos: atmosferos, vandenyno, sausumos, ledo dangos ir kt.	2		1				3	6	Pagrindinės literatūros (3: III-IV ir VI-VII skyriai; 6). Papildomos literatūros (2: I dalies 1-3 ir 6 skyriai; 5: III skyrius). Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose
6. Modelio rezultatų patikimumas ir interpretacija. Rezultatų neapibrėžtumas. Modelių verifikacijos metodai. Ansamblinės prognozavimo sistemos. Vieno modelio ir jungtinės kelių modelių ansamblinės sistemos.	3	1	1	2			7	6	Pagrindinės literatūros (1: IX skyrius; 3: XIII skyrius; 5: 3.5 skyrelis; 6 Papildomos literatūros (1: 7 skyrius) Duomenų bazės – 4.

								Praktinis darbas. Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose
7. Žemės klimato tyrimai mokomuoju GCM. Supažindinimas su EdGCM projektu. Klimato eksperimentams sukurti mokymosi įrankiai ir programinė įranga. EdGCM modelio rezultatų vizualizacija ir analizė.	1	4	1				6	12 EdGCM projekto analizė. Žemės klimato kintamumo tyrimai EdGCM modelio pagalba. Duomenų bazės – 2. Projektinis darbas. Rezultatai pristatomi žodžiu ir raštu.
8. Globalaus klimato duomenų bazės. Reanalizės samprata. Operatyvios atmosferos ir vandenyno reanalizės. Skirtinguose centruose vystomų reanalizių (duomenų bazių) palyginimas. Reanalizių taikymo sritys. Reanalizių taikymas individualiuose tyrimuose.	2	4	2	2			10	12 Pagrindinės literatūros (1: IV skyrius; Duomenų bazės – 1. Praktinis darbas. Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose
9. GCM eksperimentai klimato tyrimuose. Bendrosios cirkuliacijos fiziniai eksperimentai. Svarbiausi GCM modelių vystymo centrai ir jų tyrimo sritys. Modelių tarpusavio palyginimo eksperimentai, CMIP3 ir CMIP5. Paleoklimato tyrimai. Poliarinio klimato kaitos tyrimai.	2	4	2				8	12 Pagrindinės literatūros (1: V, VI, X skyriai; 2: VI skyrius; 3: XIV skyrius; 5: IV skyrius) Papildomos literatūros (1: 9 skyrius) Duomenų bazės – 3. Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose
10. Pasiruošimas egzaminui.								16 Pagrindinės ir papildomos literatūros analizė.
Iš viso	20	13	11	4			48	85

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
3 moksliniai pranešimai (trukmė po 10-15 min.) iliustruojami grafine ir kita vaizdine medžiaga. Atskirai vertinamas kiekvienas pranešimas ir aktyvumas seminare.	15%	Semestro metu	1. Pranešimo plano sudarymas, tinkamos dėstymo medžiagos parinkimas. (50% įvertinimo) 2. Dėstymo logika ir argumentacija. (20% įvertinimo) 3. Pristatymo sklandumas, aiškumas, gebėjimas sudominti klausytojus (20% įvertinimo) 4. Aktyvumas ir gebėjimas argumentuoti aptariant kitų studentų pristatymus (10% įvertinimo) Didžiausias suminis įvertinimas – 10 balų. 0 balų: Pranešimas neparengtas arba problema išanalizuota netinkamai. Seminare nedalyvauja. Už visus pranešimus galima surinkti 30 balų
Esė Pristatoma raštu (8–10 psl.) ir žodžiu	15%	Semestro metu	1. Esė plano sudarymas, tinkamos dėstymo medžiagos parinkimas. (20% įvertinimo) 2. Dėstymo logika ir argumentacija. (25% įvertinimo) 3. Tinkamas esė apipavidalinimas: literatūros citavimas, terminų suderinimas tarp skirtingų literatūros šaltinių, paveikslų ir lentelių pavadinimai, literatūros sąrašas, darbo išvados ir/ arba apibendrinimas. (15% įvertinimo) 4. Pristatymo sklandumas, aiškumas, gebėjimas sudominti klausytojus (25% įvertinimo) 5. Aktyvumas ir gebėjimas argumentuoti aptariant kitų studentų pristatymus (15% įvertinimo) Didžiausias suminis įvertinimas – 10 balų. 0 balų: Pranešimas neparengtas arba problema išanalizuota netinkamai. Seminare nedalyvauja
Projektinis darbas „Žemės klimato kintamumo imitacija su skirtingomis pradinių sąlygų ir išorinių faktorių paleistimis“	35%	Semestro metu	Projektinis darbas pristatomas raštu ir žodžiu. Vertinimo kriterijai. 1. Atlikto tyrimo išsamumas, logika ir argumentacija, išvadų pagrindimas atliktais modeliavimo darbais (raštu) atitikimas moksliniam darbui keliamiems reikalavimams. (80% įvertinimo)

				2. Aktyvumas diskusijoje, atsakymai į užduotus klausimus. (20% įvertinimo). Didžiausias suminis įvertinimas – 10 balų. 0 balų: Darbas nepateiktas arba problema išanalizuota netinkamai.
Egzaminas	Testas (raštu)	25%	Sesijos metu	Egzamino testą sudaro atvirojo ir uždarojo tipo klausimai, kurių vertinimas kinta nuo 0,4 iki 2,5 taškų. Viso galima surinkti 10 taškų. Bendras testo pažymys gaunamas susumavus visus testo klausimų įverčius.
	Žodžiu (klasikinis)	10%		Egzaminui paruošiami 25 bilietai, turintys po 1 platų klausimą (užduotį). Vienas studentas gali traukti tik vieną bilietą. Šioje egzamino dalyje galima naudotis visais galimais literatūros šaltiniais: knygomis, paskaitų konspektais, internetu ir kt. Atsakymai į egzamino klausimą (užduotį) vertinami. 1. Dėstymo logika ir argumentacija. (25% įvertinimo) 2. Tinkamai pasirinkti ir cituojami literatūros šaltiniai ar atitinkami jų skyriai (35% įvertinimo) 3. Atsakymai į dėstytojo užduodamus klausimus (40% įvertinimo) Didžiausias suminis įvertinimas – 10 balų. 0 balų: studentas nežino klausimo arba atsakinėja ne į temą
Galutinis įvertinimas			Sesijos metu	Kaupiamasis pažymys skaičiuojamas taip: $(0,15 * M) / 3 + 0,35 * P + 0,15 * E + 0,25 * Te + 0,1 * Ke$, kur M – bendra visų mokslinių pranešimų įvertinimų suma; P – mokslinio projekto įvertinimas; E – ese įvertinimas Te – egzamino testo įvertinimas Ke – egzamino žodžiu įvertinimas Teigiamas galutinis įvertinimas galimas tik įvykdžius visas individualias užduotis.

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. Ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privalomoji literatūra				
1. H. A. Bridgman, J. E. Oliver.	2006	The global climate system: patterns, processes, and teleconnections		Cambridge University Press
2. Mcguffie Kendal	2005	A Climate Modelling Primer		University of Technology, Sydney
3. J. T. Houghton	2002	The Physics of atmospheres		Cambridge University Press
4. D. Randall	2004 (2011)	An Introduction to numerical modeling of the atmosphere (class notes)		Department of Atmospheric Science, Colorado State University http://faculty.ksu.edu.sa/Almutaz/Documents/Enviro_courses/ENVS-531/an_introduction_to_atmospheric_modeling_2004_362.pdf
5. H. Goosse, P. Y. Barriat, W. Lefebvre, M. F. Loutre and V. Zunz	2011	Introduction to climate dynamics and climate modeling		http://www.climate.be/textbook
6. S. R. Weart	2011	General Circulation Models of Climate		http://www.aip.org/history/climate/GCM.htm
Papildoma literatūra				
1. T. Palmer, R. Hagedorn	2008	Predictability of weather and climate		Cambridge University Press
2. M. Satoh		Atmospheric circulation dynamics and general circulation models		Springer-Praxis Publishing
3. R. T. Pierrehumbert	2012	Principles of planetary climate		Cambridge University Press
4. G. Carbone	2010	Exercises for weather and climate (8th Edition)		University of South Carolina
5. J. A. Curry, P. J. Webster	1999	Thermodynamics of atmospheres and oceans		Academic Press, San Diego
6. NOAA Research	2011	Modeling Climate		http://www.research.noaa.gov/climate/t_modeling.html

Naudojamos duomenų bazės ir programos	
Duomenų bazės pavadinimas	Elektroninis duomenų bazių ir/ arba programų adresas
1. Reanalysis Intercomparison and Observations	http://reanalyses.org/atmosphere/comparison-table
2. EdGCM - Educational Global Climate Modeling	http://edgcm.columbia.edu/software-update/the-project/
3. NOAA Paleoclimatology, Paleoclimate modeling	http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/model.html
4. KNMI Climate Explorer: Decadal hindcasts	http://climexp.knmi.nl/selectfield_dec.cgi?