



## DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Dinaminės meteorologijos pagrindai ir orų prognozavimas	

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

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

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

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: „Sinoptinės meteorologijos pagrindų“ kursas	Gretutiniai reikalavimai (jei yra): nėra

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
6	160	96	64

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos		
Suteikti studentams žinių ir įgūdžių reikalingų tapti profesionaliu orų prognozuotoju ir bendrą supratimą apie dinaminės, skaitmeninės ir sinoptinės meteorologijos metodus.		
Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Studentas gebės sistemškai suvokti prognozės sudarymo pagrindus, mokės panaudoti ir apjungti dinaminės, sinoptinės ir skaitmeninės meteorologijos metodus sudarant trumpalaikę orų prognozę.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas paskaitose, pratybos, savarankiška literatūros analizė.	Egzaminas (atvirojo ir uždarojo tipo užduotys)
...turės galimybę objektyviai vertinti skaitmeninių orų prognozių modelių išvesties duomenis, tinkamai juos interpretuoti, kritiškai vertinti šių modelių prognozuojamų parametrų erdvinę ir laikinę sklaidą skirtingų sinoptinių situacijų fone.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas paskaitose, pratybos, savarankiška literatūros analizė, pateikčių rengimas.	Egzaminas (atvirojo ir uždarojo tipo užduotys)
...gebės taikyti skaitmeninių orų prognozių rezultatus giminingose mokslo srityse: hidrologiniuose, oro taršos, aplinkos sąlygų dinamikos, ekstremalių gamtinių įvykių ir pan. tyrimuose.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas paskaitose, diskusijos seminaruose, savarankiška literatūros analizė, pateikčių rengimas.	Pranešimas, egzaminas (atvirojo ir uždarojo tipo užduotys)
...gebės susieti orus skirtingose sinoptinėse sistemose ar jų dalyse ir galės taikyti nustatytas priklausomybes prognozuojamam termobariniam laukui.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas paskaitose, pratybos, diskusijos seminaruose, pateikčių rengimas.	Pranešimas, egzaminas (atvirojo ir uždarojo tipo užduotys)
... susipažins su skaitmeninių modelių raida pasaulyje, naujausių modelių vystymo perspektyvomis žymiausių pasaulio klimato modeliavimo, orų prognozavimo ir atmosferos ir vandenyno tyrimo centruose; skirtinguose centruose	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas paskaitose, diskusijos seminaruose, savarankiška literatūros analizė, pateikčių rengimas.	Esė, egzaminas (atvirojo ir uždarojo tipo užduotys)

sukurtų modelių integracijos produktais ir problemomis.		
... 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
<p><b>1. Pagrindinės hidrodinamikos ir termodinamikos lygtys ir koordinacių sistemos.</b> Dekarto, izobarinė, natūrali, sferinė ir izotropinė sistemos; judesio kiekio momento, vientisumo, statikos ir šilumos prietakos lygtys užrašomos skirtingose koordinacių sistemose. Sūkurio ir santykinio sūkurio tendencijos lygtys, jų taikymas būsimų slėgio laukų prognozavimui.</p> <p><b>1.a Orų prognozės.</b> Samprata, prognozių klasifikacijos problema, taikymo sritys. Prognozės "vertė". Orų prognozių terminologija, keliami reikalavimai. Orų prognozių viešinimas.</p>	4		1	2			7	4	<p>Pagrindinės literatūros (1: III-IV skyriai; 2: II-III skyriai; 4: II-V skyriai; 3: VIII-XI skyriai).</p> <p>Papildomos literatūros (1: I skyrius; 2: 1-3 ir 6 skyriai).</p> <p><b>Praktinis darbas.</b></p>
<p><b>2. Dinaminės meteorologijos įvadas</b> Sinoptinio masto judesių kvazigeostrofinė (QG) analizė. Judesių struktūra. Atmosferos sraujybių branduoliai, jų vaidmuo sinoptinių darinių vystymuisi. Atmosferos bangų geostrofinė pusiausvyra. Vertikalaus greičio diagnozė. Baroklininis nestabilumas. Greitai augančios bangos.</p> <p>Potencialaus sūkurio teorija. Samprata ir pagrindinės lygtys, statinio stabilumo kriterijai. Q vektorius, jo diagnostinė ir prognostinė reikšmė. Diabatinio šildymo poveikis potencialaus sūkurio pokyčiui. Distantinių metodų taikymas potencialaus sūkurio korekcijai. Atmosferos dinamikos diagnostika izentropiniame lauke.</p>	6		1	6			13	4	<p>Pagrindinės literatūros (1: VI-VIII; 2: II-IV skyriai; 4: V-VI skyriai),</p> <p>Papildomos literatūros (1: II skyrius), paskaitų konspektai</p> <p><b>Praktinis darbas.</b></p> <p>Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose</p>
<p><b>3. Skaitmeninės orų prognozės (SOP) su dinaminės meteorologijos pagrindais.</b> Skaitmeninės meteorologijos istorija, raidos etapai. Pagrindinių hidrodinaminių lygčių (HDL) sistema. HDL sprendimas baigtinių skirtumų metodu. Barotropinis kvazigeostrofinis (QG) prognostinis modelis. Primityvių lygčių sistema. Spektrinis SOP metodas. Skaitmeninių modelių sandara, klasifikacijos, taikymas. Skaitmeninės prognozės principinė schema. Prognozių atnaujinimo ciklas.</p>	4		2				6	4	<p>Pagrindinės literatūros (1: XIII skyrius; 2: X skyrius; 3: XI skyrius; 5: I-VI skyriai)</p> <p>Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose</p>

<p><b>4. Duomenų asimiliacija ir fizinių procesų parametrizacija SOP modeliuose.</b> Globalaus masto stebėjimų rūšys. Stebėjimų įdiegimas į skaitmeninį modelį. Duomenų asimiliacijos metodai. Analizės – korekcijos schema. Parametrizacijos sąvoka. Vertikali modelio koordinatė, modelio orografija, spinduliuotės pernašos reprezentacija, mažo masto procesų parametrizacija: debesų ir kritulių, konvekcijos, paviršiaus bei paribio sluoksnių reprezentacija. Modelio kintamieji. Atmosferos ir vandenyno tiesioginiai ir išvestiniai fiziniai parametrai. Modelio kraštinės sąlygos.</p>	6		1				7	4	<p>Pagrindinės literatūros (2: X skyrius; 4: XI skyrius; 5: XIII skyrius) Papildomos literatūros (1: IV skyrius; 2: X skyrius). Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose</p>
<p><b>5. Modelio rezultatų patikimumas ir interpretacija. Ansamblinis prognozavimo metodas.</b> Modeliavimo rezultatų neapibrėžtumas ir priklausomybė nuo pradinių ir kraštinių sąlygų Modelių verifikacijos metodai. Ansamblinės prognozavimo sistemos. Vieno modelio ir jungtinės kelių modelių ansamblinės sistemos. Orų numatymo ribos taikant SOP ir ansamblinį prognozavimo metodą. Prognozių korekcijos schemas. Modelio išvesties statistinis duomenų apdorojimas - MOS</p>	4		1	4			9	4	<p>Pagrindinės literatūros (2: X-XI skyriai; 3: XIII skyrius ir VI-VII ; 6). <b>Praktinis darbas.</b> Papildomos literatūros (2: I dalies 1-3 ir 6 skyriai). Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose</p>
<p><b>6. Palydovinės informacijos ir skaitmeninių modelių suderinimas prognozėje.</b> Sinoptinio objekto identifikavimas natūraliuose ir dirbtiniuose palydoviniuose vaizduose (VIS, IR, WV, kombinuotuose bangų diapazonuose). Skaitmeninio modelio išvesties parametrų susiejimas su sinoptiniu objektu, tolesniu jo vystymusi ir orais</p>	3			4			7	4	<p>EUMeTrain – ePort modulio teikiamos informacijos interpretacija. Nurodytos teritorijos orų ir sinoptinės situacijos identifikavimas, trumpalaikės orų prognozės sudarymas Duomenų bazės – 4. <b>Praktinis darbas.</b> diskusija seminare</p>
<p><b>7. Konceptualių orų modelių (KOM) analizė.</b> KOM sudarymo principai, naudojama pradinė informacija, taikymas prognozėse. Pagrindiniai atmosferos frontai, frontų intensyvumo rodikliai. Ciklogenezės ir frontogenezės sąlygos. Nefrontiniai orų dariniai. Mezo-gardelės ir kiti konvekciniai dariniai. Vietinės cirkuliacijos bruožai</p>	3			4			7	4	<p>Papildomos literatūros (3: pagrindiniai frontai) analizė. Nurodytų sinoptinių objektų (konceptualių modelių) debesų struktūros, meteorologinių –fizinių parametrų, SOP išvesties duomenų ir tipinių orų interpretacija <b>Praktinis darbas.</b> diskusija seminare</p>
<p><b>8. Aviacinės meteorologinės informacijos interpretacija ir aviacinės meteorologinės prognozės.</b> Orų sąlygos ir prognozės aerouostuose: METAR, TAF, SIGMET. Skrydžių prognozė, prognostinių žemėlapių tipai, interpretacija.</p>	4		1	4			9	6	<p>Aviacijos orų centro (Aviation Weather Center) teikiamos informacijos interpretacija. Skrydžio prognozės sudarymas Duomenų bazės – 5. <b>Praktinis darbas.</b> diskusija seminare</p>
<p><b>9. Trumpalaikės orų prognozės sudarymas, ekspertinis orų ir orų prognozės vertinimas.</b> Supažindinimas su ekspertine prognostine informacija: determinuotų SOP modelių, jų ansamblių</p>	6		2	4			12	6	<p>WeatherOnline Online Services (tiesioginės prieigos) ekspertinių orų žemėlapių ir grafinės medžiagos interpretacija,</p>

išvesties duomenys, prognostinės informacijos struktūrizavimas.									prognozės taškui sudarymas. Duomenų bazės – 6. <b>Projektinis darbas.</b> Rezultatai pristatomi žodžiu ir raštu.
<b>10. Paribio sluoksnio procesai. Vietinių sąlygų įtaka orams. Labai trumpos trukmės prognozės.</b> Paribio sluoksnio rodikliai, trinties poveikis, turbulencija. Labai trumpos trukmės orų prognozavimo (LTOP) metodai: inerciniai, statistiniai. LTOP taikymas vietinės cirkuliacijos reiškinių ir su jais susijusių orų prognozavimui: ekstremali paros temperatūra, konvekciniai krituliai, jūros brizas, rūkas, žemas debesuotumas.	4		1	4				<b>9</b>	<b>6</b> Pagrindinės literatūros (1: V ir IX skyriai); Duomenų bazės – 3. <b>Praktinis darbas.</b> Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose
<b>11. Stambiausi pasaulio prognostiniai centrai.</b> Sandara, veiklos rūšys, produktai, tyrimai. ECMWF, NCEP, MetOffice, DWD, Environment Canada, BoM, JMA, Rusijos Hidrometcentras, CPTEC ir kiti. Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prognostinė veikla, rezultatai.	4		2					<b>6</b>	<b>6</b> Duomenų bazės – 7. Pranešimų rengimas ir skaitymas, diskusija seminaruose
<b>12. Pasiruošimas egzaminui.</b>		4						<b>4</b>	<b>12</b> Pagrindinės ir papildomos literatūros analizė.
<b>Iš viso</b>	48	4	12	32				<b>96</b>	<b>64</b>

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
3 pranešimai seminaruose (trukmė po 4-7 min.) iliustruojami grafine ir kita vaizdine medžiaga. Atskirai vertinamas kiekvienas pranešimas ir aktyvumas seminare.	5%	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	20%	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 „Vidutinės trukmės orų prognozės sudarymas punktu ir teritorijai“	25%	Semestro metu	Projektinis darbas pristatomas raštu ir žodžiu. Vertinimo kriterijai. 1. Atlikto tyrimo išsamumas, logika ir argumentacija, išvadų pagrindimas atliktais modeliavimo darbais (raštu)

remiantis determinuotų SOP modelių ir jų ansambolinių sistemų išvesties duomenimis.				<p>atitikimas moksliniam darbui keliamiems reikalavimams. (80% įvertinimo)</p> <p>2. Aktyvumas diskusijoje, atsakymai į užduotus klausimus. (20% įvertinimo).</p> <p>Didžiausias suminis įvertinimas – 10 balų.</p> <p><b>0 balų:</b> Darbas nepateiktas arba problema išanalizuota netinkamai.</p>
Egzaminas	Testas (raštu)	30%	Sesijos metu	<p>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.</p> <p>Egzaminui paruošiami 25 bilietai, turintys po 1 platų klausimą (užduotį). Vienas studentas gali traukti tik vieną bilietą.</p> <p>Šioje egzamino dalyje galima naudotis visais galimais literatūros šaltiniais: knygomis, paskaitų konspektais, internetu ir kt.</p> <p>Atsakymai į egzamino klausimą (užduotį) vertinami.</p> <p>1. Dėstyimo logika ir argumentacija. (25% įvertinimo)</p> <p>2. Tinkamai pasirinkti ir cituojami literatūros šaltiniai ar atitinkami jų skyriai (35% įvertinimo)</p> <p>3. Atsakymai į dėstytojo užduodamus klausimus (40% įvertinimo)</p> <p>Didžiausias suminis įvertinimas – 10 balų.</p> <p><b>0 balų:</b> studentas nežino klausimo arba atsakinėja ne į temą</p>
	Žodžiu (klasikinis)	20%		<p>Kaupiamasis pažymys skaičiuojamas taip:  <math>(0,05 * M) / 3 + 0,25 * P + 0,15 * E + 0,30 * Te + 0,2Ke</math>,  kur M – bendra visų mokslinių pranešimų įvertinimų suma;  P – mokslinio projekto įvertinimas;  E – ese įvertinimas  Te – egzamino testo įvertinimas  Ke – egzamino žodžiu įvertinimas</p> <p>Teigiamas galutinis įvertinimas galimas tik įvykdžius visas individualias užduotis.</p>
Galutinis įvertinimas			Sesijos metu	<p>Kaupiamasis pažymys skaičiuojamas taip:  <math>(0,05 * M) / 3 + 0,25 * P + 0,15 * E + 0,30 * Te + 0,2Ke</math>,  kur M – bendra visų mokslinių pranešimų įvertinimų suma;  P – mokslinio projekto įvertinimas;  E – ese įvertinimas  Te – egzamino testo įvertinimas  Ke – egzamino žodžiu įvertinimas</p> <p>Teigiamas galutinis įvertinimas galimas tik įvykdžius visas individualias užduotis.</p>

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. Ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
<b>Privalomoji literatūra</b>				
1. James R. Holton, Gregory J. Hakim. H.	2013	An introduction to dynamic meteorology		Cambridge University Press
2. Gary Lackmann	2011	Midlatitude synoptic meteorology: dynamics, analysis, and forecasting		American Meteorological Society
3. J. T. Houghton	2002	The physics of atmospheres		Cambridge University Press
4. Jonathan E. Martin	2011	Mid-latitude atmospheric dynamics: a first course		WILEY
5. D. Randall	2004 (2011)	An Introduction to numerical modeling of the atmosphere (class notes)		Department of Atmospheric Science, Colorado State University <a href="http://faculty.ksu.edu.sa/Almutaz/Documents/Enviro_courses/EN_VS-531/an_introduction_to_atmospheric_modeling_2004_362.pdf">http://faculty.ksu.edu.sa/Almutaz/Documents/Enviro_courses/EN_VS-531/an_introduction_to_atmospheric_modeling_2004_362.pdf</a>
<b>Papildoma literatūra</b>				
1. T. Palmer, R. Hagedorn	2008	Predictability of weather and climate		Cambridge University Press
2. M. Satoh	2004	Atmospheric circulation dynamics and general circulation models		Springer-Praxis Publishing

3.	EUMeTrain	2012	Manual of Synoptic Satellite Meteorology	<a href="http://www.eumetrain.org/satmanu/index.html">http://www.eumetrain.org/satmanu/index.html</a>
4.	Rusin I. N. and Tarakanov G. G.	1996	Very shortrange forecasts.	University Press. Sant Petersburg
5.	G. Carbone	2010	Exercises for weather and climate (8th Edition)	University of South Carolina
<b>Naudojamos duomenų bazės ir programos</b>				
Duomenų bazės pavadinimas			Elektroninis duomenų bazių ir/ arba programų adresas	
1.	ESRL/PSD GEFS Reforecast Version 2		<a href="http://www.esrl.noaa.gov/psd/forecasts/reforecast2/">http://www.esrl.noaa.gov/psd/forecasts/reforecast2/</a>	
2.	NOMADS Ensemble Probability Tool		<a href="http://nomads.ncdc.noaa.gov/EnsProb/">http://nomads.ncdc.noaa.gov/EnsProb/</a>	
3.	Numerical weather prediction systems		<a href="http://meteocentre.com/models/models.php?">http://meteocentre.com/models/models.php?</a>	
4.	EUMeTrain - ePort		<a href="http://eumetrain.org/eport.html">http://eumetrain.org/eport.html</a>	
5.	Aviation Weather Center		<a href="https://www.aviationweather.gov/">https://www.aviationweather.gov/</a>	
6.	WeatherOnline Online Services		<a href="http://www.weatheronline.co.uk/cgi-bin/expertcharts?">www.weatheronline.co.uk/cgi-bin/expertcharts?</a>	
7.	World Weather Information Service		<a href="http://worldweather.wmo.int/en/home.html">http://worldweather.wmo.int/en/home.html</a>	