



STUDIJŲ DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Lygiagrečiai skaičiavimai	

Anotacija
Šis kursas skirtas fizikos ir kitų fizinių mokslų krypties sričių studentams, siekiantiems susipažinti su šiuolaikinės, daugelį procesorių naudojančios, skaičiavimų technikos veikimo ypatumais ir efektyvių programų, veikiančių su tokia įranga, kūrimo principais. Kurso metu aptariama šiuolaikinio procesoriaus sandara, pateikiami būdai skirstyti norimus skaičiavimus į nepriklausomas dalis naudojant vektorinius grandynus, procesoriaus gijas bei atskirus procesus ir pristatomi populiariausi lygiagrečiam taikomi programavimo modeliai – OS gijų, <i>OpenMP</i> ir <i>MPI</i> .

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: dr. Stepas Toliautas	

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) tipas
Pirmoji (bakalauro studijos)	Privalomasis

Įgyvendinimo forma	Vykdymo laikotarpis	Vykdymo kalba (-os)
Mišraus mokymosi	Rudens (5) semestras	Lietuvių, anglų

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: programavimo įvado ir kompiuterių įvado bakalauro kursai arba šių kursų lygį atitinkančios kompetencijos; anglų k. (B1, literatūrai skaityti)	Gretutiniai reikalavimai (jei yra): nėra

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	140 val.	64	76

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos		
Supažindinti su lygiagrečiųjų skaičiavimų technika ir jai skirtų programų kūrimo ypatumais; praplėsti esamus programavimo įgūdžius, naudojant bendruosius ir lygiagrečiųjų sistemų programavimo metodus; ugdyti fizinių ir technologijos mokslų srityse formuluojamų uždavinių sprendimo kompetencijas.		
Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Kursą baigę studentai turės supratimą apie lygiagrečiųjų skaičiavimų technikos įvairovę ir tokiai technikai skirtų programų kūrimo ypatumus.	* Aiškinamasis ir probleminis dėstymas, demonstravimas; * kodo analizė.	Egzaminas (klausimai ir užduotys raštu)
Studentai išmanys pagrindinius lygiagretinimo (programų pritaikymo šiuolaikinei kompiuterių architektūrai) metodus.	* Tikslinės informacijos paieška, pristatymas ir aptarimas; * kodo analizė; * užduočių sprendimas.	Temos pristatymas (seminaras) Seminaras, namų užduotys
Studentai gebės spręsti tipinius fizinių ir technologijos mokslų uždavinius kompiuteriais (kurti programas), naudodami įvairius lygiagretinimo modelius (<i>OpenMP</i> , <i>MPI</i> ir kt.)	Aktyvus mokymasis: prižiūrimas ir savarankiškas užduočių sprendimas.	Namų užduotys, projekcinė užduotis

Temos	Kontaktinio darbo valandos							Savarankiškų studijų laikas ir užduotys	
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminariai	Pratybos	Laboratoriniai darbai	Praktika	Kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas	Užduotys
1. Našųjų skaičiavimų technika. Įrangos raida: pirmieji superkompiuteriai, kompiuterių klasteris, šiuolaikinis asmeninis kompiuteris. Flynn procesorių tipai. Atmintinės struktūra kompiuteriuose: paskirstytosios atminties sistemos, bendros adresų erdvės sistemos, hibridinės sistemos.	2		2				4	4	Namų užduotys
2. Lygiagrečiųjų skaičiavimų principai. Lygiagretinimo užduotys: darbo ir duomenų dalijimas, sinchronizacija, komunikacija. Gijų ir procesų lygiagretinimas, adaptuoti algoritmai grafiniams procesoriams. Skaičiavimų efektyvumas: spartinimas, Amdahl dėsnis, mastelio efektas.	2		2				4	4	
3. Sinchronizacija. Lenktyniavimas. Kritinė sekcija, Petersono sprendinys. Atomiškos operacijos. Blokuojantys, neblokuojantys, cikliniai užrakčiai, sąlyginiai kintamieji. Monitoriai. Semaforai. Programos užsistovėjimas: aklavietės, skirstymo badas. Aklaviečių susidarymas, aptikimas, šalinimas, prevencija. OS gijų valdymo bibliotekos.	4		4				8	8	
4. OpenMP lygiagretinimo modelis. Lygiagrečios sekcijos sąvoka, darbo padalijimo ir sinchronizacijos segmentai. Kintamųjų galiojimo sritys. Programavimo modelio taikymai.	6		6				12	20	Namų užduotys, projekcinė užduotis
5. MPI lygiagretinimo modelis. Žinučių siuntimo režimai. Blokuojantis ir neblokuojantis siuntimas. Transliacinės žinutės: sinchronizacija, duomenų perdavimas, redukcija. • Išvestiniai duomenų tipai. Procesų grupės, tinklo topologija. Transliacijų algoritmai: medis, žiedas, hiperkubas. Programavimo modelio taikymai.	6		6				12	16	Namų užduotys, temos pristatymas (seminaras) ir savarankiška užduotis
6. Lygiagrečiųjų programų optimizavimas. Vykdomo laiko matavimas. Atsitiktinių skaičių generavimas. Procesorių skyrimas. <i>SIMD</i> vektorizavimas. Kompiliatoriaus nuostatos.	4		4				8	8	Namų užduotys ir jų aptarimas

7. <i>Hibridinės ir heterogeninės sistemos. MPI+OpenMP lygiagrečio modelis. Bendrieji skaičiavimai naudojant grafinius procesorius. Nvidia CUDA technika, užduočių branduoliai. Heterogeninių sistemų programavimas, OpenCL.</i>	4		4				8	8	
8. Seminarai (temų pristatymai).	2		2				4		
9. Projektinių užduočių pristatymai.	2		2				4		
10. Pasirengimas egzaminui.								8	
Iš viso	32		32				64	76	

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
Namų užduotys: programų kodas	20	Semestro metu, sutartais terminais	<i>Kiekvienai užduočiai/ jos daliai, vertinamai 1 tašku: atlikta teisingai ir veikia – 1 taškas, veikia ne visais atvejais arba yra klaidų – 0,5 taško, neveikia arba neatlieka užduoties – 0 taškų. Įvertinimas yra atskirų užduočių taškų suma.</i>
Seminaras: pasirinktos temos pristatymas ir savarankiška užduotis	40*	Semestro metu (per seminarą)	<i>Pristatymas: aiškiai – 2 taškai, silpnai/ neatsakoma į klausimus – 1 taškas, neatsiskaityta – 0 taškų. Užduotis (programa): atlikta teisingai ir veikia – 2 taškai, veikia su trūkumais – 1 taškas, neveikia ar neatlieka užduoties – 0 taškų.</i>
Projektinė užduotis: tiriamasis programos kūrimas, tyrimo aprašas ir pristatymas	40*	Paskutinė savaitė	<i>Programa: be klaidų, efektyvi ir aiški – 2 balai, veikia su trūkumais arba neefektyviai – 1 balas, neveikia arba neatlieka užduoties – 0 balų. Aprašas ir pristatymas: vertinama užduoties analizė, interpretacija ir pasirinkti konkrečių sprendimų metodai (1 balas), testų pasirinkimas, jų rezultatai ir paaiškinimas (1 balas).</i>
Egzaminas: klausimai ir užduotys raštu	40*	Sesijos metu	<i>Egzaminą sudaro atviro tipo klausimai ir užduotys. Įvertinimas yra teisingai atsakytų klausimų dalis.</i>
* Pastaba: atsižvelgiant į pasiekimus semestro metu, egzamino laikymas gali būti neprivalomas. Nelaikant egzamino, galutinį įvertinimą sudaro balų už užduotis semestro metu (1–3 eilutės) suma. Laikant egzaminą, galutinį įvertinimą sudaro namų užduočių (20 %), likusių užduočių vidurkis (40 %) ir egzamino įvertinimo (40 %) balų suma.			

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privaloma literatūra				
P. Pacheco	2011	An Introduction to Parallel Programming		Morgan Kaufmann Publishers (<i>San Francisco</i>)
P. Pacheco	1997	Parallel Programming with <i>MPI</i>		Morgan Kaufmann Publishers (<i>San Francisco</i>)
Rekomenduojama literatūra				
A. Silberschatz, P. B. Galvin, G. Gagne	2013	Operating System Concepts	9 leidimas	Wiley (<i>Hoboken</i>)
J. Sanders, E. Kandrot	2011	<i>CUDA</i> by Example		Addison-Wesley (<i>Boston</i>)
Papildoma literatūra				
M. Herlihy, N. Shavit	2008	The Art of Multiprocessor Programming		Morgan Kaufmann Publishers (<i>San Francisco</i>)
J. Levesque	2011	High Performance Computing: Programming and Applications		CRC Press (<i>Boca Raton</i>)
B. Chapman, G. Jost, R. van der Pas	2008	Using <i>OpenMP</i> : Portable Shared Memory Parallel Programming		The MIT Press (<i>Cambridge Mass.</i>)