

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

Кафедра прикладної математики та інформатики



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної і
навчальної роботи та рекрутації

проф. Гаврилюк С.В.

Протокол № 6 від 21.03. 2018 р.

ПРОГРАМА

нормативної навчальної дисципліни

“Мультипроцесорні системи”

підготовки магістра

спеціальності 014.09 “Середня освіта”

освітньої програми “Інформатика”

Луцьк 2018

Програма навчальної дисципліни “Мультипроцесорні системи” підготовки магістра галузі знань 01 “Освіта”, спеціальності 014.09 “Середня освіта”, за освітньою програмою “Інформатика”

Розробник: доцент кафедри прикладної математики та інформатики,
канд. фіз.-мат. наук, доцент,

Булатецький В. В.


Рецензент: доцент кафедри прикладної математики та інформатики,
доктор фіз.-мат. наук,

Михайлюк В. О.

Програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри прикладної математики та інформатики, протокол № 7 від 16. 01. 2018 р.

Завідувач кафедри  проф. Михайлюк В.О.

Програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною комісією факультету інформаційних систем, фізики та математики протокол № 6 від 19.01.2018 р.

Голова науково-методичної комісії факультету  доц. Полетило С.А.

Програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною радою Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.

© Булатецький В. В., 2018

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь, ОКР	Характеристика навчальної дисципліни
		Нормативна
Денна форма навчання	Галузь знань 01 Освіта, спеціальність 014.09 Середня освіта, освітня програма Інформатика, освітній ступінь магістр	Рік підготовки <u>5</u>
Кількість годин /кредитів <u>120/4</u>		Семестр <u>9</u>
		Лекції <u>26</u> год.
		Лабораторні <u>20</u> год.
		Самостійна робота <u>66</u> год.
ІНДЗ: <u>нема</u>		Консультації <u>8</u> год.
	Форма контролю: <u>екзамен</u>	

Таблиця 2

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь, ОКР	Характеристика навчальної дисципліни
		Нормативна
Заочна форма навчання	Галузь знань 01 Освіта, спеціальність 014.09 Середня освіта, освітня програма Інформатика, освітній ступінь магістр	Рік підготовки <u>5</u>
Кількість годин /кредитів <u>120/4</u>		Семестр <u>9</u>
		Лекції <u>10</u> год.
		Лабораторні <u>8</u> год.
		Самостійна робота <u>88</u> год.
ІНДЗ: <u>нема</u>		Консультації <u>14</u> год.
	Форма контролю: <u>екзамен</u>	

2. АНОТАЦІЯ КУРСУ

Дисципліна «Мультипроцесорні системи» належить до переліку нормативних навчальних дисциплін за освітнім рівнем «магістр» циклу навчальних дисциплін професійної та практичної підготовки. Предметом вивчення навчальної дисципліни є основи архітектур та особливості програмування багатопроцесорних систем. Векторно-конвексні суперкомп'ютери. Симетричні мультипроцесорні системи (SMP). Системи з масовим паралелізмом (MPP). Кластерні системи. Паралельне програмування на MPP системах. Загальна організація MPI. Базові функції MPI.

Мета навчальної дисципліни: Метою викладання навчальної дисципліни «Мультипроцесорні системи» є ознайомити студентів із структурою сучасних багатопроцесорних ЕОМ та принципом її роботи на апаратному та програмному рівнях. Основними завдан-

нями вивчення дисципліни “Мультипроцесорні системи” є вивчення основних типів архітектури багатопроцесорних систем, засобів програмування MPI для основних типів архітектури багатопроцесорних систем.

Програмні результати навчання:

Магістр повинен знати особливості абстрактної архітектури мультипроцесорних комп’ютеризованих систем та знання апаратних платформ та програмних середовищ, що відповідають їх архітектурі, базових технологій розроблення програмного забезпечення мультипроцесорних комп’ютеризованих систем.

Магістр повинен вміти досліджувати абстрактну архітектуру (логічну модель) мультипроцесорної комп’ютеризованої системи, вміти відокремлювати основні архітектурні компоненти, описувати їх функції, зв’язки між ними та правила, що регламентують ці зв’язки в основних типах архітектури багатопроцесорних систем. Вміти проводити верифікацію архітектурних рішень та оцінювати їх ефективність. Вміти визначати апаратну платформу та програмне середовище, що відповідають обраній архітектурі. Вміти використовувати програмні методи та засоби підтримки проектування.

3. КОМПЕТЕНЦІЇ

До кінця навчання студенти будуть компетентними у таких питаннях:

- Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузі, відмінній від професійної.
- Здатність застосовувати професійні знання й уміння на практиці.
- Здатність гнучко адаптуватися до різних професійних ситуацій, проявляти творчий підхід, ініціативу.
- Здатність критично оцінювати й переосмислювати накопичений досвід (власний і чужий), аналізувати свою професійну й соціальну діяльність.
- Здатність вести дослідницьку діяльність, включаючи аналіз проблем, вибір способу й методів дослідження, а також оцінку якості результатів.
- Здатність вирішувати проблеми в професійній діяльності на основі аналізу й синтезу.
- Здатність працювати з інформацією: знаходити, оцінювати й використовувати інформацію з різних джерел, потрібну для розв’язання професійних завдань.
- Здатність використовувати в професійній діяльності базові знання в галузі точних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук.
- Здатність ефективно будувати комунікацію, виходячи з цілей і ситуації спілкування.
- Здатність ефективно використовувати комп’ютерні та інформаційні технології в професійній діяльності.
- Здатність до усвідомленого визначення цілей у професійному й особистісному розвитку.
- Здатність до соціальної й професійної взаємодії та співпраці.
- Здатність математично формалізувати постановку завдання.
- Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв’язання практичних задач дослідження, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
- Проектувальна діяльність
- Здатність розробляти алгоритми та структури даних, програмні засоби та програмну документацію.
- Здатність проектувати бази даних, інформаційні системи та ресурси.
- Технологічна діяльність
- Здатність працювати з комп’ютерною технікою, комп’ютерними мережами та Інтернетом, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.

- Здатність експлуатувати та обслуговувати програмне забезпечення автоматизованих та інформаційних систем різного призначення.
- Здатність оволодіти сучасними технологіями програмування та тестування програмного забезпечення.
- Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.
- Здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду, пов'язаного із застосуванням математичних методів для дослідження різноманітних процесів, явищ та систем.
- Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.
- Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.
- Здатність брати участь у складанні наукових звітів із виконаних науково-дослідних робіт та у впровадженні результатів проведених досліджень і розробок.
- Здатність до ефективної професійної письмової й усної комунікації українською мовою та однією з поширених європейських мов.

4. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Програма навчальної дисципліни складається з таких **змістових модулів**:

1. Архітектури мультипроцесорних систем
2. Програмування мультипроцесорних систем

Структура навчальної дисципліни представляється у вигляді таблиці 3 (денна форма навчання) та таблиці 4 (заочна форма навчання).

Таблиця 3

Тема	Кількість годин, відведених на:				
		Лекції	Лаб.	Конс.	Сам. роб.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Архітектури мультипроцесорних систем					
Тема 1. Введення в архітектури мультипроцесорних обчислювальних систем.	17	4	2	1	10
Тема 2. Багатопроцесорна обчислювальна система nCube2.	17	4	2	1	10
Тема 3. Високопродуктивний обчислювальний кластер.	19	4	2	1	12
Змістовий модуль 2. Програмування мультипроцесорних систем.					
Тема 4. Коротка характеристика засобів програмування мультипроцесорних систем.	13	2	4	1	6
Тема 5. Високопродуктивні обчислення на MPP системах.	9	2		1	6

Тема 6. Засоби паралельного програмування на nCube2.	9	2	2	1	4
Тема 7. Загальна організація MPI. Базові функції MPI.	7	2		1	4
Тема 8. Комунікаційні операції типу точка-точка.	9	2	2	1	4
Тема 9. Колективні операції.	13	2	2	1	8
Тема 10. Передача довільних типів даних	9	2	2	1	4
Всього годин	120	26	20	8	66

Таблиця 4

Тема	Кількість годин, відведених на:				
	Усього	Лекції	Лаб.	Конс.	Сам. роб.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Архітектури мультипроцесорних систем					
Тема 1. Введення в архітектури мультипроцесорних обчислювальних систем.	16	1	2	1	12
Тема 2. Багатопроцесорна обчислювальна система nCube2.	16	1	2	1	12
Тема 3. Високопродуктивний обчислювальний кластер.	16	1	2	1	12
Змістовий модуль 2. Програмування мультипроцесорних систем.					
Тема 4. Коротка характеристика засобів програмування мультипроцесорних систем.	12	1	2	1	8
Тема 5. Високопродуктивні обчислення на MPP системах.	10	1		1	8
Тема 6. Засоби паралельного програмування на nCube2.	10	1		1	8
Тема 7. Загальна організація MPI. Базові функції MPI.	11	1		2	8
Тема 8. Комунікаційні операції типу точка-точка.	11	1		2	8
Тема 9. Колективні операції.	11	1		2	8
Тема 10. Передача довільних типів даних	7	1		2	4
Всього годин	120	10	8	14	88

Теми лабораторних занять

№ з/п	Тема
1	Введення в архітектури мультипроцесорних обчислювальних систем.
2	Багатопроцесорна обчислювальна система nCube2
3	Високопродуктивний обчислювальний кластер
4	Коротка характеристика засобів програмування мультипроцесорних систем. Високопродуктивні обчислення на MPP системах
5	Засоби паралельного програмування на nCube2. Загальна організація MPI. Базові функції MPI
6	Комунікаційні операції типу точка-точка
7	Колективні операції
8	Високопродуктивні обчислення на MPP системах.

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Денна форма навчання

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Підготовка до лабораторних робіт	30
2	Опрацювання лекцій	36
	Разом	66

Заочна форма навчання

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Підготовка до лабораторних робіт	44
2	Опрацювання лекцій	44
	Разом	88

6. РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Дисципліна складається з двох змістових модулів та її вивчення передбачає виконання лабораторних робіт. У цьому випадку підсумкова оцінка за 100-бальною шкалою складається із сумарної кількості балів за:

- поточне оцінювання з відповідних тем (максимум 40 балів);
- модульні контрольні роботи (максимум 60 балів) (МКР 1 – письмова, МКР 2 – письмова).

Поточний контроль (мах = 40 балів)								Модульний контроль (мах. 60 балів)		Загальна кількість балів
Модуль 1								Модуль 2		
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2						МКР 1	МКР 2	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	30	30	100
5	5	5	5	5	5	5	5			

Шкала оцінювання (національна та ECTS)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
82 – 89	B	Добре	
75 - 81	C	Задовільно	
67 -74	D		
60 - 66	E	Незадовільно	Незараховано (з можливістю повторного складання)
1 – 59	Fx	Незадовільно	

6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон / — М. : Мир, 1982. — 416 с.
2. Воеводин Вл. В. Легко ли получить обещанный гигафлоп? / Вл. В. Воеводин // Программирование. — 1995. — № 4. — С. 13–23.
3. Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. — СПб. : БХВ-Петербург, 2002. — 600 с.
4. The Cost Effective Computing Array (COCOА) [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://cocoa.aero.psu.com>
5. ScaLAPACK Users' Guide. — 1997 [Электронный ресурс] — Доступный з : http://www.netlib.org/scalapack/scalapack_home.html, http://rsusu1.rnd.runnet.ru/ncube/scalapack/scalapack_home.html
6. The OpenMP Application Program Interface (API) [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://www.openmp.org>
7. MPI: A Message-Passing Interface Standard. Message Passing Interface Forum. — Version 1.1. 1995 [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi>
8. High Performance Fortran Language Specification. High Performance Fortran Forum. — Version 2.0. — 1997 [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://dacnet.rice.edu/Depts/CRPC/HPFF/versions/hpf2/hpf-v20>
9. ADAPTOR. High Performance Fortran (HPF) Compilation System [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://www.gmd.de/SCAI/lab/adaptor>
10. Л. С-DVM – язык разработки мобильных параллельных программ / Н. А. Коновалов, В. А. Крюков, А. А. Погребцов, Ю. Сазанов // Программирование. — 1999. — № 1. — С. 20–28.
11. Ian Foster. Designing and Building Parallel Programs. [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://www.hensa.ac.uk/parallel/books/addison-wesley/dbpp> <http://rsusu1.rnd.runnet.ru/ncube/design/dbpp/book-info.html>
12. Amdahl G. Validity of the single-processor approach to achieving large-scale computing capabilities / G. Amdahl // Proc. 1967 AFIPS Conf., AFIPS Press. — 1967. — Vol. 30. — P. 483.
13. nCUBE 2 Programmers Guide / r2.0, nCUBE Corporation, Dec., 1990.
14. Portable Batch System [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://www.openpbs.org>
15. MPI: The Complete Reference [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://rsusu1.rnd.runnet.ru/ncube/mpi/mpibook/mpi-book.html>
16. MPI: The Message Passing Interface [Электронный ресурс] — Доступный з : http://parallel.ru/tech/tech_dev/mpi.html
17. The ScaLAPACK Project [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://www.netlib.org/scalapack>
18. Aztec. A Massively Parallel Iterative Solver Library for Solving Sparse Linear Systems [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://www.cs.sandia.gov/CRF/aztec1.html>
19. Aztec User's Guide. Version 1.1 [Электронный ресурс] — Доступный з : <http://rsusu1.rnd.runnet.ru/ncube/aztec/index.html>
20. Специализированные параллельные библиотеки [Электронный ресурс] — Доступный з : http://parallel.ru/tech/tech_dev/par_libs.html

8. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Введення в архітектури й засоби програмування мультипроцесорних обчислювальних систем. Огляд архітектур мультипроцесорних обчислювальних систем.
2. Векторно-конвейєрні суперкомп'ютери. Симетричні мультипроцесорні системи (SMP). Системи з масовим паралелізмом (MPP). Кластерні системи. Класифікація обчислювальних систем.

3. Коротка характеристика засобів програмування мультипроцесорних систем. Системи із спільною пам'яттю. Системи з розподіленою пам'яттю.
4. Високопродуктивні обчислення на MPP системах. Паралельне програмування на MPP системах. Ефективність паралельних програм. Використання високопродуктивних технологій.
5. Мультипроцесорна обчислювальна система nCube2. Загальний опис обчислювальної системи. Структура програмного забезпечення nCube2. Робота на мультипроцесорній системі nCube2.
6. Одержання інформації про систему й керування процесами. Засоби паралельного програмування на nCube2. Бібліотека підпрограм хост-комп'ютера для взаємодії з паралельними програмами
7. Високопродуктивний обчислювальний кластер. Архітектура обчислювального кластера. Система пакетної обробки завдань обчислювального кластера.
8. Середовище паралельного програмування MPI. Загальна організація MPI. Базові функції MPI.
9. Комунікаційні операції типу точка-точка. Огляд комунікаційних операцій типу точка-точка. Блокуючі та неблокуючі комунікаційні операції.
10. Колективні операції. Огляд колективних операцій. Функції. Суміщенні колективні операції. Глобальні обчислювальні операції.
11. Похідні типи даних та передача запакованих даних.
12. Робота з групами та комунікаторами.
13. Топологія процесів. Основні поняття, декартова топологія.
14. Приклади програм: обчислення числа « π ». Множення матриць. Розв'язок крайової задачі методом Якобі.
15. Сучасні багатоядерні системи
16. Багатоядерні графічні системи.