

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра комп'ютерних наук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету інформаційних технологій

_____ О. Г. Глазунова

« ____ » _____ 20 ____ р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

_____ Б. Л. Голуб

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВИСОКОПРОДУКТИВНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

Спеціальність – 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Факультет інформаційних технологій

Розробник: Пономаренко Р.М.

Київ – 2019 р.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ВИСОКОПРОДУКТИВНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній ступінь	
Галузь знань	12 "Інформатика та обчислювальна техніка"
Напрямок підготовки	121 "Інженерія програмного забезпечення"
Освітній ступінь	Магістр
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Обов'язкова
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота) <small>(якщо є в робочому навчальному плані)</small>	
Форма контролю	Іспит
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання	
	денна форма навчання
Рік підготовки	1
Семестр	2
Лекційні заняття	15 год
Практичні, семінарські заняття	
Лабораторні заняття	30 год
Самостійна робота	75 год
Індивідуальні завдання	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: - аудиторних - самостійної роботи студента	3 год

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Високопродуктивні комп'ютерні системи» є вивчення сучасних підходів, методів та технологій високопродуктивних комп'ютерних систем та технологій.

Завдання дисципліни «Високопродуктивні комп'ютерні системи»:

- Ознайомлення з основними поняттями та класифікацією високопродуктивних обчислювальних систем;
- Ознайомлення з основними принципами розробки високопродуктивних програм;
- Оволодіння технологічними засобами паралельного та розподіленого програмування;
- Вивчення та оволодіння механізмів синхронізації та управління процесами при розробці високопродуктивних програм;
- Огляд принципів та патернів побудови високопродуктивних обчислень.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Високопродуктивні комп'ютерні системи» студент повинен

знати:

- *Типи та різновиди архітектур у високопродуктивних комп'ютерних систем;*
- *Основні принципи та підходи розробки високопродуктивних обчислень;*
- *Патерни паралельного та розподіленого програмування;*
- *Методи та засоби дослідження ефективності комп'ютерних обчислень;*
- *Основні технології та технологічні засоби програмування у високопродуктивному середовищі;*

вміти:

- *Проводити аналіз високопродуктивних середовищ та технологій;*
- *Проводити аналіз алгоритмів та обчислень;*
- *Будувати схеми побудови обчислень у високопродуктивному середовищі;*
- *Розробляти програмні застосунки у високопродуктивному середовищі із застосуванням паралельних та розподілених технологічних засобів;*
- *Документувати результати досліджень щодо ефективності високопродуктивних програм.*

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми навчання;
- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Тема 1. Вступ до дисципліни. Принципи функціонування високопродуктивних систем. Класифікація високопродуктивних систем.

Поняття високопродуктивної комп'ютерної системи та високопродуктивних обчислень. Поняття гібридного суперкомп'ютеру. Види паралельних архітектур, класифікація Флінна. Огляд основних технологій та технологічних засобів розробки та функціонування високопродуктивних програмних застосунків.

Тема 2. Основні підходи до розробки високопродуктивних програмних застосунків.

Методи та етапи побудови паралельних програм. Поняття паралельного алгоритму. Можливості розпаралелювання обчислень, концепція необмеженого паралелізму.

Тема 3. Розробка високопродуктивних програм на основі систем зі спільною пам'яттю.

Розробка паралельних програм на основі спільної пам'яті із використанням технологічних засобів Java, C#, Python. Синхронізація даних та синхронізація паралельних потоків.

Тема 4. Розробка високопродуктивних програм на основі систем з розподіленою пам'яттю.

Концепція Message Pass Interface (MPI) при розробці програмних застосувань для кластерних комп'ютерних систем. Бар'єрна синхронізація.

Тема 5. Аналіз ефективності паралельних програм.

Аналіз прискорення та ефективності паралельних програмних застосувань. Закон Амдала. Графіки прискорення та ефективності.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1.														
Тема 1. Вступ до дисципліни. Принципи функціонування високопродуктивних систем. Класифікація високопродуктивних систем.	1-2		3		5		10							
Тема 2. Основні підходи до розробки високопродуктивних програмних застосунків.	3-5		3		5		15							
Тема 3. Розробка високопродуктивних	6-8		3		5		15							

програм на основі систем зі спільною пам'яттю.													
Разом за змістовим модулем 1	60		9		15		40						
Змістовий модуль 2.													
Тема 4. Розробка високопродуктивних програм на основі систем з розподіленою пам'яттю.	9-11		3		8		18						
Тема 5. Аналіз ефективності паралельних програм.	12-15		3		7		17						
Разом за змістовим модулем 2	60		6		15		35						
Усього годин	120		15		30		75						
Курсовий проект (робота) з _____ <small>(якщо є в робочому навчальному плані)</small>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Усього годин	120		15		30		75						

3. Теми семінарських занять

Не передбачені програмою

4. Теми практичних занять

Не передбачені програмою

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз обчислень та вибір високопродуктивної архітектури	4
2	Розробка програмного забезпечення на основі високопродуктивних технологій паралельного програмування	4
3	Синхронізація даних при розробці паралельних програмних застосунків	4
4	Аналіз продуктивності паралельних програм	4

6. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Дайте визначення поняттям «високопродуктивні обчислення», «гібридний суперкомп'ютер», «кластер», «багатопроесорні системи».
2. Навести методи дослідження ефективності програмних застосунків.

3. Охарактеризуйте труднощі, що виникають при побудові та функціонуванні паралельних систем на основі спільної пам'яті.
4. Охарактеризуйте високопродуктивні обчислювальні архітектури на основі графічних прискорювачів.
5. Наведіть відмінності багатопроцесорних та багатокомп'ютерних високопродуктивних систем.
6. Наведіть методи оцінки прискорення та ефективності паралельних обчислень.
7. Наведіть класифікацію паралельних комп'ютерних систем Флінна.
8. Охарактеризуйте труднощі, що виникають при побудові та функціонуванні паралельних систем на основі спільної пам'яті.
9. Опишіть методи синхронізації, які застосовуються при розробці паралельних програм.

7. Методи навчання.

Вербальні методи навчання: лекції, дискусії зі студентами, аудиторний захист доповідей для самостійного опрацювання.

Наочні методи навчання: представлення ілюстративних матеріалів для проектування програмного продукту та матеріалів для роботи з середовищем розробки.

Практичні методи навчання: лабораторні заняття (робота з програмним забезпеченням, аналіз проблемної області та моделювання поведінки експертних систем, робота з експертними програмними системами).

8. Форми контролю.

- Захист лабораторних робіт;
- Дві письмові модульні контрольні (за матеріалами змістовних модулів);
- Самостійна робота з вивчення окремих тематик (поза межами основних тем курсу), доповіді (представлення аудиторії вивчених матеріалів);
- Екзамен.

10. Розподіл балів, які отримують студенти.

Поточний контроль				Рейтинг з навчальної роботи $R_{нр}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{др}$	Рейтинг штрафний $R_{штр}$	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4					
0-100	0-100	0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{нр}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{HP} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{ЗМ} \cdot K^{(1)}_{ЗМ} + \dots + R^{(n)}_{ЗМ} \cdot K^{(n)}_{ЗМ})}{K_{дис}} + R_{ДР} - R_{ШТР},$$

де $R^{(1)}_{ЗМ}, \dots, R^{(n)}_{ЗМ}$ – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

n – кількість змістових модулів;

$K^{(1)}_{ЗМ}, \dots, K^{(n)}_{ЗМ}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{дис} = K^{(1)}_{ЗМ} + \dots + K^{(n)}_{ЗМ}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{ДР}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{ШТР}$ – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K^{(1)}_{ЗМ} = \dots = K^{(n)}_{ЗМ}$. Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{HP} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{ЗМ} + \dots + R^{(n)}_{ЗМ})}{n} + R_{ДР} - R_{ШТР}.$$

Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ додається до R_{HP} і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$ не перевищує 5 балів і віднімається від R_{HP} . Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням *підготовка і захист курсового проекту (роботи)* оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 27.02.2019р. протокол №7

Оцінка національна	Рейтинг здобувача вищої освіти, бали
Відмінно	90-100
Добре	74-89
Задовільно	60-73

11. Методичне забезпечення

Матеріали лекційних (у вигляді презентацій) та лабораторних (у вигляді теоретичних відомостей та методичних рекомендацій щодо виконання лабораторних робіт) занять.

12. Рекомендована література

– основна:

- ✓ Kirk D.B., Hwu W.-M. Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach / D.B. Kirk, W.-M. Hwu. – Tsinghua University Press, Beijing, 2010. – 552 p.
- ✓ Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: учебное пособие / В.П. Гергель. – М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 423 с.
- ✓ Wilt N. The CUDA Handbook: A Comprehensive Guide to GPU Programming (2nd Edition) / N. Wilt. – Addison-Wesley, 2018. – 494 p.
- ✓ William D. G. Using MPI: Portable Parallel Programming with the Message-passing / D. G. William, E. Lusk, A. Skjellum. – Massachusetts institute of technology, 1999. – 377 p.

– допоміжна:

- ✓ Пономаренко Р.Н. Организация нечеткого логического вывода на основе многоуровневого параллелизма // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2018. – №3. – С. 98–109.
- ✓ Hanay Y. High-Performance Implementation of in-Network Traffic Pacing / Y. Hanay, A. Dwaraki, T. Wolf // 2011 IEEE 12th International Conference on High Performance Switching and Routing (HPSR). – 2011. – P. 9–15.
- ✓ Kandalla K. Designing Topology-aware Collective Communication Algorithms for Large Scale Infiniband Clusters: Case Studies with Scatter and Gather / K. Kandalla, H. Subramoni, A. Vishnu, D.K. Panda // 2010 IEEE International Symposium on Parallel & Distributed Processing, Workshops and Phd Forum (IPDPSW). – 2010. – P. 1–8.
- ✓ Kawai E. Can SDN Help HPC? / E. Kawai // 2012 IEEE/IPSJ 12th International Symposium on Applications and the Internet (SAINT). – 2012. – P. 210–210.

13. Інформаційні ресурси

1. Суперкомп'ютери ІК НАН України. [Електронний ресурс], режим доступу: <http://icybcluster.org.ua>.
2. MPICH: High-Performance Portable MPI [Електронний ресурс], режим доступу: <http://www.mpich.org>