

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ

Кафедра теорії та технології програмування

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана  
з навчальної роботи



Кашпур О.Ф.

2018 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Моделі та методи створення програмних систем  
паралельної та розподіленої обробки

для здобувачів освітньо-наукового рівня

«Доктор філософії»

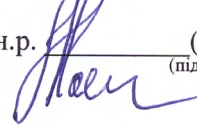
галузь знань	12 «Інформаційні технології» <i>(шифр і назва)</i>
спеціальність	122 «Комп'ютерні науки» <i>(шифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	третій (освітньо-науковий) <i>(бакалавр, магістр, доктор філософії)</i>
освітня програма	«Комп'ютерні науки» <i>(назва освітньої програми)</i>

вид дисципліни      вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2018/2019
Рік навчання	2
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладачі: д.ф.-м.н., проф. Дорошенко А.Ю. (лекції)

Пролонговано: на 2019/2020 н.р.  проф. Н.В. «15» 04 2019 р.  
*(підпис, ПІБ, дата)*

на 2020/2021 н.р.  «30» 05 2020 р.  
*(підпис, ПІБ, дата)*

КИЇВ 2018

Розробник: проф. Дорошенко Анатолій Юхимович, д.ф.-м.н.,  
професор кафедри теорії та технології програмування

ЗАТВЕРДЖЕНО


завідувач кафедри теорії та технології  
програмування

  
\_\_\_\_\_ М.С. Нікітченко  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 4 від «19» 12 2017 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та  
кібернетики

Протокол від «6» 14.02 2018 року № \_\_\_\_\_

Голова науково-методичної комісії  професор, д.ф.-м.н. Д.Я. Хусаїнов

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – набуття здобувачами знань з теорії та методів паралельних і розподілених обчислень, що вже стали класичними, та ознайомлення їх з новими результатами у розвитку паралельних і розподілених обчислювальних систем.

### **2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:**

*1. Знати:* базові поняття математичної логіки, дискретного аналізу, мов програмування та їх можливості для опису предметних областей; мати сучасні уявлення про основні методи розробки алгоритмів і програм.

*2. Вміти:* встановлювати складність обчислювальних завдань та виконувати їх декомпозицію на інформаційно незалежні компоненти, описувати на формальних мовах твердження стосовно тих чи інших предметних областей; проводити виведення в пропозиційних та першопорядкових численнях.

### **3. Анотація навчальної дисципліни.**

Дисципліна забезпечує важливий аспект професійного світогляду здобувачів вищої освіти освіньо-наукового рівня, спрямований на формування з нього ефективного дослідника, здатного використовувати передові технології високопродуктивних обчислень для розв'язування надскладних задач комп'ютерного моделювання у різних галузях науки і технологій. Аналізуються моделі, платформи та методи створення програмних систем паралельної та розподіленої обробки інформації, а також методи програмування таких систем. Особлива увага приділяється аналізу технік підвищення ефективності паралельних і розподілених обчислень. Дисципліна є вибірковою, викладається у 3 семестрі другого року навчання в **обсязі – 120 год. (4 кредити ECTS):** лекції – 18 год., 4 год. – практичні заняття, 2 години – консультація, *самостійна робота – 96 год.* Завершується **іспитом.**

### **4. Завдання (навчальні цілі):**

Цілями навчання є набуття компетентностей на рівні новітніх досягнень у програмуванні високопродуктивних обчислень на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки. Зокрема, розвивати: здатність критично осмислювати наявні інформаційні технології та відстежувати тенденції їх розвитку. Здобувач має вивчити: види і рівні паралелізму операцій в комп'ютерних системах; парадигми паралельного програмування; засоби програмування систем паралельних обчислень зі спільною та розподіленою пам'яттю; критерії ефективності паралельних алгоритмів; методи розробки паралельних та розподілених програм.

### **5. Результати навчання за дисципліною**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН1.1	<i>Знати</i> види і рівні паралелізму операцій в комп'ютерних системах; характеристики архітектури мультипроцесорних систем	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, екзамен</i>	22%
РН1.2	<i>Знати</i> засоби програмування систем паралельних обчислень зі спільною пам'яттю, проблеми тупиків та взаємного виключення та їх методи вирішення	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, екзамен</i>	16%
РН1.3	<i>Знати</i> модель паралельних обчислень з розподіленою пам'яттю; критерії ефективності паралельних алгоритмів;	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, екзамен</i>	12%

	методи розробки паралельних програм.			
РН2.1	Вміти вибрати архітектуру мультипроцесорної системи для відповідного класу прикладних задач; користуватись відповідними цільовій архітектурі засобами паралельного програмування, розробляти паралельні алгоритми розв'язування прикладних задач; оцінювати ефективність паралельних алгоритмів за вибраними критеріями.	Лекція, самостійна робота	Контрольна робота, екзамен	30%
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу та спосіб її розв'язання, спілкуватися з колегами з питань паралельних обчислень	Лекція, самостійна робота	Робота студентів на заняттях та виконання індивідуальних завдань	16%
РН4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.	Лекція, самостійна робота	Робота студентів на заняттях та виконання індивідуальних завдань	4%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	1.1	1.2	1.3	2.1	3.1	4.1
(з опису освітньої програми)						
ПРН-3. Аналізувати сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі науково-дослідницької та/або професійної діяльності і на межі предметних галузей знань.	+	+	+	+		
ПРН-8. Критично оцінювати, аналізувати та пропонувати методи і моделі створення, впровадження, експлуатації інформаційних систем і керування ними на всіх етапах життєвого циклу.					+	+

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### - оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Контрольна робота 1: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 2.1 – 54 бали /33 балів

2. Робота студентів на заняттях та виконання індивідуальних завдань: РН 3.1, РН 4.1 – 6 балів / 3 бали.

#### - підсумкове оцінювання: екзамен

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40 балів;

- результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1 – РН 1.3, РН 2.1

- форма проведення і види завдань: письмова робота

Види завдань:

### Структура екзаменаційної роботи та критерії оцінювання:

1. Теоретичне запитання (РН 1.1 – РН 1.2).
2. Теоретичне запитання (РН 1.2 – РН 1.3).
3. Письмове практичне завдання (РН 2.1).

### Критерії оцінювання екзаменаційної роботи

Завдання	Вид завдання	Максимальний бал (відсоток)	Всього балів (відсотків)
Завдання 1, 2	Теоретичне запитання	по 15 балів (37,5 %)	30 балів (75 %)
Завдання 3	Письмове практичне завдання	10 балів (25 %)	10 балів (25 %)
<b>Всього</b>			<b>40 балів (100%)</b>

Здобувач допускається до іспиту, якщо він під час семестру набрав не менше 24 балів, у тому числі набрав не менше 60 балів за контрольну роботу. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.

### Перелік питань для підготовки до іспиту

1. Види і рівні паралелізму операцій в комп'ютерних системах.
2. Характеристики архітектури мультипроцесорних систем.
3. Таксономія архітектур мультипроцесорних систем за Флінном.
4. Парадигми паралельного програмування за даними
5. Парадигми паралельного програмування за керуванням
6. Потокова парадигми паралельного програмування
7. Поняття критичної секції та взаємного виключення процесів.
8. Підходи до програмного вирішення проблеми взаємного виключення процесів.
9. Алгоритм Деккера для взаємного виключення процесів.
10. Бінарні семафори та їх застосування.
11. Загальні семафори та їх застосування.
12. Задача про обмежений буфер
13. Засоби синхронізації критичних областей.
14. Проблема тупиків та засоби її розв'язання.
15. Засоби синхронізації моніторів.
16. Префіксні команди Дійкстри.
17. Засоби програмування обмінів повідомленнями
18. Засоби програмування віддаленого виклику

19. Моделі RAM і PRAM для оцінки складності обчислень.
20. Мультипроцесорне прискорення паралельних обчислень.
21. Ефективні паралельних обчислень.
22. Критерій ціни для продуктивності паралельних обчислень.
23. Закон Амдала.
24. Принцип Брента.
25. Новітні моделі еволюційних паралельних обчислень.
26. Метод балансованого дерева.
27. Метод "розподіляй та владарюй".
28. Сучасні інтерфейси для паралельного програмування.
29. Основні поняття стандарту MPI
30. Технологія паралельних обчислень OpenMP.

## 7.2. Організація оцінювання

### Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Контрольна робота: до 8 тижня семестру.*

Здобувач має право на одне перескладання контрольної роботи із можливістю отримання максимально 54 балів.

Термін перескладання визначається викладачем.

У випадку відсутності здобувача з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до Положення про організацію освітнього процесу”.

За активну роботу на заняттях та виконання індивідуальних завдань студент може отримати до 6 балів.

## 7.3. Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
	<b>Семестр 7</b>			
	<b>Частина 1. Основні поняття паралельних обчислень</b>			
1	<b>Тема 1.</b> Принципи класичної моделі послідовних обчислень фон Неймана та основні етапи розвитку мультипроцесорних систем. <i>Самостійна робота:</i> принципи класичної моделі послідовних обчислень фон Неймана та основні етапи розвитку мультипроцесорних систем	1		8
2	<b>Тема 2.</b> Види і рівні паралелізму операцій в комп'ютерних системах <i>Самостійна робота:</i> види і рівні паралелізму обчислень в комп'ютерних системах	1		2
3	<b>Тема 3.</b> Характеристики архітектури мультипроцесорних систем і таксономія архітектур за М. Флінном <i>Самостійна робота:</i> характеристики архітектури мультипроцесорних систем. Таксономія архітектур комп'ютерних систем за М. Флінном.	1		6
4	<b>Тема 4.</b> Кластерні та Грід-архітектури систем паралельної обробки <i>Самостійна робота:</i> кластерні та Грід-архітектури систем паралельної обробки.	1		4
5	<b>Тема 5.</b> Парадигми паралельного програмування <i>Самостійна робота:</i> парадигми паралельного програмування	1		7
6	<b>Тема 6.</b> Поняття критичної секції та взаємного виключення процесів <i>Самостійна робота:</i> поняття критичної секції та взаємного виключення процесів.	1	2	5
7	<b>Тема 7.</b> Алгоритм Деккера для програмного вирішення проблеми взаємного виключення <i>Самостійна робота:</i> алгоритм Деккера для програмного вирішення проблеми взаємного виключення процесів	1		5
8	<b>Тема 8.</b> Бінарні та загальні семафори <i>Самостійна робота:</i> бінарні та загальні семафори	1		5
9	<b>Тема 9.</b> Синхронізація засобами критичних областей <i>Самостійна робота:</i> засоби синхронізації критичних областей.	1		4
10	<b>Тема 10.</b> Синхронізація засобами моніторів	1		4

	<i>Самостійна робота:</i> Синхронізація засобами моніторів.			
	Контрольна робота		2	
	Всього по частині	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>50</b>
	<b>Частина 2. Модель з розподіленою пам'яттю та складність паралельних обчислень</b>			
11	<b>Тема 11.</b> Префіксні команди Дійкстри <i>Самостійна робота:</i> префіксні команди Дійкстри.	1		5
12	<b>Тема 12.</b> Засоби програмування обмінів повідомленнями та віддаленого виклику <i>Самостійна робота:</i> засоби програмування обмінів повідомленнями та віддаленого виклику.	1		7
13	<b>Тема 13.</b> Сучасні інтерфейси паралельного програмування. Основні поняття стандарту MPI <i>Самостійна робота:</i> сучасні інтерфейси для паралельного програмування. Основні поняття стандарту MPI	1		7
14	<b>Тема 14.</b> Моделі RAM і PRAM для оцінки складності обчислень <i>Самостійна робота:</i> моделі RAM і PRAM для оцінки складності обчислень.	1		6
15	<b>Тема 15.</b> Критерії продуктивності паралельних обчислень <i>Самостійна робота:</i> критерії продуктивності паралельних обчислень.	1		7
16	<b>Тема 16.</b> Закон Амдала та принцип Брента <i>Самостійна робота:</i> закон Амдала і принцип Брента.	1		4
17	<b>Тема 17.</b> Сучасні еволюційні моделі паралельних обчислень <i>Самостійна робота:</i> сучасні динамічні моделі паралельних обчислень.	1		5
18	<b>Тема 18.</b> Методи розробки ефективних паралельних програм <i>Самостійна робота:</i> методи розробки ефективних паралельних програм.	1		5
	Всього по частині	<b>8</b>		<b>46</b>
	<b>Всього</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>96</b>

Загальний обсяг– **120 год.**, в тому числі:

Лекцій – **18 год.**, практичних **4 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота - **96 год.**

### **Теми, винесені на практичні заняття**

- 1.** Поняття критичної секції та взаємного виключення процесів
- 2.** Бінарні та загальні семафори



## 9. Рекомендовані джерела

### *Основні:*

1. Ф.И. Андон, А.Е. Дорошенко, К.А. Жереб, Р.С. Шевченко, Е.А. Яценко, Методы алгебраического программирования. Формальные методы разработки параллельных программ. - Киев, "Наукова думка".-2017.- 440 с.
2. Дорошенко А.Ю. Лекції з паралельних обчислювальних систем. Методичний посібник.– Київ:Видавничий дім «КМ Академія», 2003.–42 с.
3. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления.– СПб.: БХВ-Петербург, 2002.–608 с.
4. А.Ю. Дорошенко, Г.С. Фінін, Г.О. Цейтлін, Алгеброалгоритмічні основи програмування. Об'єктна орієнтація і паралелізм., Київ, „Наукова думка”, 2004.-458 с.
5. Немнюгин С.А. Стесик О.Л. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем.–СПб:БХВ-Петербург, 2002.–400 с.
6. Дорошенко А.Е. Математические модели и методы организации высокопроизводительных параллельных вычислений. - К., "Наукова думка", 2000.- 177 с.
7. Эндрюс Г.Р.(Andrews), Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования, Вильямс, 2003, 506 с.

### *Додаткові:*

8. Timothy G. Mattson, Beverly A. Sanders, Berna L. Massingill, Patterns for parallel programming.- Addison-Wesley, 2005, 328 p.
9. Adam Freeman, Pro .NET 4 Parallel Programming in C# (Expert's Voice in .NET).- Apress, 2010, 329.
10. David B. Kirk, Wen-mei W. Hwu, Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach, Morgan Kaufmann,2010, 279 p.
11. David Skillicorn, Foundations of Parallel Programming, Cambridge University Press, 2005, 212 p.
12. Colin Campbell, Ade Miller, A Parallel Programming with Microsoft Visual C++: Design Patterns for Decomposition and Coordination on Multicore Architectures, Microsoft Press, 2011.
13. Barbara Chapman, Gabriele Jost, Ruud van der Pas, Using OpenMP: Portable Shared Memory Parallel Programming, The MIT Press, 2007, 378 p.
14. Michael J. Quinn, Parallel Programming in C with MPI and OpenMP, McGraw Hill, 2003, 258 p.
15. Shane Cook, CUDA programming: A developer's guide to parallel computing with GPUs, Morgan Kaufmann, 2012, 600 p.
16. Thomas Rauber, Gudula Rünger, Parallel Programming: for Multicore and Cluster Systems, Springer, 2013, 516 p.
17. William Gropp, Ewing Lusk, Anthony Skjellum, Using MPI: Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface, The MIT Press, 2014, 336 p.
18. V. Rajaraman, C. Siva Ram Murthy, Parallel Computers. Architecture and Programming [2nd ed.], Prentice-Hall, 2016, 506 p.
19. Czarnul, Pawel, Parallel programming for modern high performance computing systems, Chapman & Hall/CRC, 2018, 330.
20. Roman Trobec, Boštjan Slivnik, Patricio Bulić, Borut Robič, Introduction to Parallel Computing. From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms, Springer, 2018,259 p.

### *Ресурси:*

21. <http://parallel.ru/>