

**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 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**МЕТОДИ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ**  
**для студентів**

галузь знань **12 «Інформаційні технології»**  
*(шифр і назва)*  
спеціальність **122 «Комп'ютерні науки»**  
*(шифр і назва спеціальності)*  
освітній рівень **бакалавр**  
*(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)*  
освітня програма **«Інформатика»**  
*(назва освітньої програми)*  
вид дисципліни **обов'язкова**

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2018/2019</b>
Семестр	<b>7</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>4</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>екзамен</b>

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

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_»\_\_ 20\_\_р.

*(підпис, ПІБ, дата)*

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_»\_\_ 20\_\_р.

*(підпис, ПІБ, дата)*

**КИЇВ – 2018**

Розробник: Дорошенко Анатолій Юхимович, д.ф.-м.н., професор кафедри «Теорії та технології програмування»

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. зав. кафедри «Теорії та технології програмування»

\_\_\_\_\_ (Панченко Т.В.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

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

---

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Хусаїнов Д.Я.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Затверджено вченою радою факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_

Голова вченої ради факультету \_\_\_\_\_ А.В. Анісімов

## ВСТУП

Навчальна дисципліна “Методи паралельних обчислень” є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань “Інформатика” зі спеціальності „122 Комп’ютерні науки”.

Викладається у 7 семестрі 4 курсу в **обсязі – 120 год.**

**1. Мета дисципліни** – набуття студентами компетенції, знань та умінь на рівні використання новітніх досягнень у паралельному програмуванні мультипроцесорних систем та високопродуктивних обчислень, необхідних для сучасних комп’ютерних і програмних технологій відповідно до кваліфікації спеціальності фахівця з інформатики.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

*1. Знати:* базові поняття математичної логіки і теорії алгоритмів, архітектури комп’ютерних систем, математичного аналізу, формальних моделей алгоритмів та складності алгоритмів.

*2. Вміти:* виконувати структурування програм на незалежні фрагменти обчислень з урахуванням цільової архітектури паралельної системи, а також проводити оцінки продуктивності паралельного програмного забезпечення.

*3. Володіти засобами:* синхронізації та взаємодії паралельних процесів у сучасних мовах програмування (java або C#).

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Нормативна навчальна дисципліна “Методи паралельних обчислень” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" галузі знань 12 „Інформаційні технології” зі спеціальності 122 „Комп’ютерні науки”, освітньо-професійної програми – „Інформатика”. Цей курс потрібен для глибшого вивчення нормативних дисциплін бакалаврської програми з системного програмування та інформаційних технологій, а також низки спецкурсів відповідного напрямку.

**(4 кредити ECTS)** зокрема: *лекції – 54 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 64 год.* У курсі передбачено 2 частини та 2 контрольні роботи. Завершується дисципліна – **екзаменом.**

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:** види і рівні паралелізму операцій в комп’ютерних системах; характеристики архітектури мультипроцесорних систем; парадигми паралельного програмування; засоби програмування систем паралельних обчислень зі спільною пам’яттю; проблеми тупиків та взаємного виключення та їх методи вирішення; модель паралельних обчислень з розподіленою пам’яттю; критерії ефективності паралельних алгоритмів; методи розробки паралельних програм;

**вміти:** вибирати 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.

**Місце дисципліни.** Нормативна навчальна дисципліна „Методи паралельних обчислень” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра.

**Зв'язок з іншими дисциплінами.** Дисципліна “Методи паралельних обчислень” є базовою для засвоєння всіх інших курсів та спецкурсів програмістського спрямування, окремих розділів теорії алгоритмів та математичної логіки.

#### 4. Завдання (навчальні цілі):

набуття знань, умінь та навичок, формування компетентностей на рівні новітніх досягнень у сфері методів програмування паралельних високопродуктивних обчислень на мультипроцесорних системах відповідно до кваліфікації «бакалавр з комп'ютерних наук». Зокрема, розвивати здатність ідентифікувати моделі складності алгоритмів і процесів, розробляти та застосовувати методи і засоби досягнення високої продуктивності обчислень на мультипроцесорних системах.

#### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (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			
РН 1.1	<i>Знати</i> види і рівні паралелізму операцій в комп'ютерних системах; характеристики архітектури мультипроцесорних систем; парадигми паралельного програмування	<i>Лекція</i>	<i>Тест, 60% правильних відповідей</i>	16%
РН 2.1	<i>Вміти</i> вибирати архітектуру мультипроцесорної системи для відповідного класу прикладних задач	<i>Лекція</i>		
РН 2.2	<i>Вміти</i> користуватись відповідними цільовій архітектурі засобами паралельного програмування	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Тест, 60% правильних відповідей</i>	22%
РН 2.3	<i>Вміти</i> розробляти паралельні алгоритми розв'язування прикладних задач	<i>Лекція</i>		
РН 1.2	<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>		
РН 2.4	<i>Вміти</i> оцінювати ефективність паралельних алгоритмів за вибраними критеріями	<i>самостійна робота</i>	<i>Захист лабораторних робіт</i>	44%
РН 1.3	<i>Знати</i> критерії ефективності паралельних алгоритмів; методи розробки паралельних програм	<i>Лекція</i>	<i>Тест, 60% правильних відповідей</i>	18%

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

Результати навчання дисципліни	РН	РН	РН	РН	РН	РН	РН
	1.1	2.1	2.2	2.3	1.2	2.4	1.3
Програмні результати навчання <i>(з опису освітньої програми)</i>							
<b>ПР1.</b> Ідентифікувати проблемні ситуації, виконувати їх дослідження на основі системного підходу, здійснювати обґрунтований вибір методів та моделей для формування ефективних управлінських рішень, застосовувати моделі і методи прийняття рішень у прогнозуванні розвитку підприємства та в предметній області комп'ютерних наук.	+		+			+	
<b>ПР6.</b> Використовувати розподілені високопродуктивні обчислювальні технології для забезпечення ефективного вибору та використання консолідованих ресурсів і послуг		+				+	
<b>ПР15.</b> Володіти методами розробки та впровадження заходів, спрямованих на підвищення ефективності інформаційних систем.	+			+	+		+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1 (проект): РН 1.1- 1.3 — 30 балів/26 балів.
2. Контрольна робота 2 (проект): РН 2.1-2.4 - 30 балів/26 балів.

#### - підсумкове оцінювання (у формі екзамену):

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4;
- форма проведення: письмова
- види завдань:

#### Структура екзаменаційної роботи та критерії оцінювання:

1. Теоретичне запитання з моделі паралельних обчислень зі спільною пам'яттю (РН1.1).
2. Теоретичне запитання з моделі паралельних обчислень з розподіленою пам'яттю (РН1.2).
3. Теоретичне запитання з методів оцінки продуктивності та методів розробки паралельних програм(РН1.3).
4. Тестове завдання із засобів синхронізації паралельних процесів (РН2.1).
5. Тестове завдання із засобів обміну повідомленнями паралельних процесів (РН2.2).
6. Тестове завдання з критеріїв продуктивності паралельних програм (РН2.3).
7. Тестове завдання з методів розробки паралельних програм (РН2.4).

#### Критерії оцінювання екзаменаційної роботи

Завдання	Види завдань	Максимальний відсоток за завдання (бал)	Всього відсотків (балів)
Завдання 1, 2, 3	Письмове запитання з курсу	по 12% (5,3 балів)	36% (16 балів)
Завдання 4,5, 6,7	Письмове завдання	По 16% (6 балів)	64% (24 балів)
<b>Всього</b>			<b>100% (40 балів)</b>

## Запитання для підготовки до екзамену

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. Ефективність паралельних обчислень.
22. Критерій ціни для продуктивності паралельних обчислень.
23. Закон Амдала.
24. Принцип Брента.
25. Явище накопичення даних для суперлінійного прискорення.
26. Явище належного вибору набору даних для суперлінійного прискорення.
27. Явище складної зворотної функції для суперлінійного прискорення
28. Метод балансованого дерева.
29. Метод "розподіляй та владарюй".
30. Сучасні інтерфейси для паралельного програмування.
31. Основні поняття концепцій MPI та OpenMP.

*Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.*

*Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів. Студент допускається до екзамену за умови виконання 70% передбачених планом лабораторних робіт.*

### **7.2 Організація оцінювання:**

#### **Терміни проведення форм оцінювання:**

1. *Контрольна роботи 1: до 7 тижня семестру.*
2. *Контрольна робота 2: до 15 тижня семестру.*

Студент має право на одне перескладання контрольної роботи з можливістю отримання не більше 80% попередньо визначених балів за роботу. Термін перескладання визначається викладачем.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.



У разі неякісного виконання лабораторної роботи, викладач має право не зарахувати лабораторну роботу, або знизити за неї бали.

Студент має право здавати лабораторні роботи після закінчення визначеного для них терміну, але з втратою 10% балів за кожен тиждень, який пройшов з моменту закінчення терміну її здачі.

### 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
<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин
---	------------	-----------------

п/п		Лекції	Самостійна робота
	<b>Частина 1. Паралельні обчислення на моделі зі спільною пам'яттю</b>		
1	<b>Тема 1.</b> Вступ. Основні етапи розвитку мультипроцесорних систем	2	2
2	<b>Тема 2.</b> Види та рівні паралелізму операцій в комп'ютерних системах	2	2
3	<b>Тема 3.</b> Характеристики архітектури та таксономія архітектур мультипроцесорних систем за М. Флінном.	2	2
4	<b>Тема 4.</b> Парадигма паралельного програмування за даними	2	4
5	<b>Тема 5.</b> Парадигма паралельного програмування за керуванням	2	4
6	<b>Тема 6.</b> Потокова парадигма паралельного програмування	2	4
7	<b>Тема 7.</b> Поняття критичної секції та взаємного виключення процесів	2	2
8	<b>Тема 8.</b> Основні підходи до вирішення проблеми взаємного виключення процесів.	2	2
9	<b>Тема 9.</b> Алгоритм Деккера для взаємного виключення процесів	2	4
10	<b>Тема 10.</b> Бінарні та загальні семафори	2	2
11	<b>Тема 11.</b> Застосування семафорів	2	2
12	<b>Тема 12.</b> Синхронізація засобами критичних областей	2	2
13	<b>Тема 13.</b> Застосування засобів синхронізації критичних областей	2	2
14	<b>Тема 14.</b> Синхронізація засобами моніторів	2	2
15	<b>Тема 15.</b> Застосування засобів синхронізації моніторів	2	2
	Контрольна робота 1		
	Всього по частині 1	<b>30</b>	<b>38</b>
	<b>Частина 2. Паралельні обчислення на моделі з розподіленою пам'яттю</b>		
16	<b>Тема 16.</b> Префіксні команди Дійкстри	2	2
17	<b>Тема 17.</b> Засоби програмування обмінів повідомленнями	2	2
18	<b>Тема 18.</b> Засоби програмування віддаленого виклику	2	2
19	<b>Тема 19.</b> Сучасні інтерфейси паралельного програмування: PVM та MPI	2	4
20	<b>Тема 21.</b> Основні поняття стандарту MPI та OpenMP	2	2
21	<b>Тема 21.</b> Моделі RAM і PRAM для оцінки складності обчислень	2	2

22	<b>Тема 22.</b> Критерії продуктивності паралельних обчислень: мультипроцесорне прискорення	2	2
23	<b>Тема 23.</b> Критерії продуктивності паралельних обчислень: ефективність та ціна паралельного алгоритму	2	2
24	<b>Тема 24.</b> Закон Амдала	2	2
25	<b>Тема 25.</b> Моделі еволюціонуючих паралельних обчислень	2	2
26	<b>Тема 32.</b> Принцип Брента	2	2
27	<b>Тема 33.</b> Методи розробки ефективних паралельних програм	2	2
	Контрольна робота 2		
	Всього по частині 2	<b>24</b>	<b>26</b>
	Консультація	<b>2</b>	
	Екзамен		
	<b>Всього</b>	<b>54</b>	<b>64</b>

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

Лекцій – **54 год.** Самостійна робота - **64 год.**, консультація – **2 год.**

### **9. Рекомендована література**

#### **Основна**

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. Дорошенко А.Е. Математические модели и методы организации высоко-производительных параллельных вычислений. - К., "Наукова думка", 2000.- 177 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. Дж.Вебер, Технология Java в подлиннике, ВНУ,СПб, 2000, 1104 с.
7. <http://parallel.ru/>

#### **Додаткова**

8. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления.– СПб.: БХВ-Петербург, 2002.–608 с.
9. А. Таненбаум, М. ван\_Стеен, Распределенные системы. – Питер, 2003.- 526 с.
10. Advanced Computational Infrastructures for Parallel and Distributed Adaptive Applications (M. Parashar and X. Li, eds.).- Wiley, 2010.-543 p.
11. Ajay D. Kshemkalyani, Mukesh Singhal. Distributed Computing Principles, Algorithms, and Systems.-Cambridge University Press, 2008.-736 p.
12. Topics in Parallel and Distributed Computing (Sushil K Prasad, Anshul Gupta, Arnold L Rosenberg, Alan Sussman, Charles C Weems).-Elsevier, 2015.- 337 p.

13. Large scale network-centric distributed systems (Hamid Sarbazi-Azad and Albert Y. Zomaya, eds.).-  
Wiley, 2014.-762 p.