

**Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка**  
**Фізико-математичний факультет**  
**Кафедра комп'ютерних наук**

**1. Загальна інформація про курс**

<b>Назва курсу, мова викладання</b>	<b>ВИСОКОПРОДУКТИВНІ РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ,</b> мова викладання – українська
<b>Викладач</b>	Сидорук В.А., доцент кафедри комп'ютерних наук, к. ф-м. н. Понеділок В.В., доцент кафедри комп'ютерних наук, к.т.н.
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:v.ponedilok@kpnu.edu.ua">v.ponedilok@kpnu.edu.ua</a>
<b>Сторінка курсу в MOODLE</b>	<a href="https://moodle.kpnu.edu.ua/">https://moodle.kpnu.edu.ua/</a>
<b>Консультації</b>	Розклад проведення консультацій: щопонеділка з 16-00 до 17-00 в авд. №29 корпусу №4; формат консультацій – групові та індивідуальні у вигляді співбесіди

**2. Анотація до курсу**

Навчальна дисципліна «ВИСОКОПРОДУКТИВНІ РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ» присвячена теоретичним та практичним основам побудови та використання високопродуктивних розподілених обчислювальних систем та паралельних обчислень відповідно до існуючих сучасних технологій.

**3. Мета і завдання курсу**

Метою вивчення навчальної дисципліни «ВИСОКОПРОДУКТИВНІ РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ» є формування у здобувачів освіти системи знань в області високопродуктивних розподілених систем, а також придбання практичних навичок щодо їх реалізації, тестування та експлуатації.

Компетентності:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері комп'ютерних наук
---

<b>ЗК 01</b>	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
<b>ЗК 02</b>	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
<b>ЗК 05</b>	Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями
<b>ЗК 07</b>	Здатність генерувати нові ідеї (креативність)
<b>СК 01</b>	Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук
<b>СК 02</b>	Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі.
<b>СК 05</b>	Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення
<b>СК 06</b>	Здатність застосовувати чинні і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук
<b>СК 07</b>	Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень
<b>СК 09</b>	Здатність розробляти та адмініструвати бази даних та знань
<b>СК 10</b>	Здатність оцінювати та забезпечувати якість ІТ- проєктів, інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення, застосовувати міжнародні стандарти оцінки якості програмного забезпечення інформаційних та комп'ютерних систем, моделі оцінки зрілості процесів розробки інформаційних і комп'ютерних систем
<b>СК 11</b>	Здатність ініціювати, планувати та реалізовувати процеси розробки інформаційних та комп'ютерних систем і програмного забезпечення, включно з його розробкою, аналізом, тестуванням, системною інтеграцією, впровадженням і супроводом.

#### 4. Результати навчання

Програмні результати навчання, визначені освітньою програмою:

<b>ПРН 06</b>	Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи
<b>ПРН 07</b>	Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей
<b>ПРН 09</b>	Розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення для аналізу даних (включно з великими)
<b>ПРН 10</b>	Проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення
<b>ПРН 12</b>	Проектувати та супроводжувати бази даних та знань

ПРН 13	Оцінювати та забезпечувати якість інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення
ПРН 14	Тестувати програмне забезпечення
ПРН 17	Виявляти та усувати проблемні ситуації в процесі експлуатації програмного забезпечення, формулювати завдання для його модифікації або реінжинірингу
ПРН 20	Досліджувати та використовувати методи та засоби комп'ютерного моделювання для аналізу складних динамічних систем, в тому числі вбудованих.

## 5. Формат курсу

Стандартний курс (очний).

## 6. Обсяг і ознаки курсу

Інформація з робочої програми навчальної дисципліни:

Найменування показників	Характеристика навчального курсу
	денна форма навчання
Освітня програма, спеціальність	Освітньо-професійна програма: <i>Комп'ютерні науки та інформаційні технології</i> спеціальність: 122 <i>Комп'ютерні науки</i>
Рік навчання/ рік викладання	перший
Семестр вивчення	перший
нормативна/вибіркова	нормативна
Кількість кредитів ЄКТС	5
Загальний обсяг годин	150
Кількість годин навчальних занять	50
Лекційні заняття	24
Практичні заняття	
Семінарські заняття	
Лабораторні заняття	26
Самостійна та індивідуальна робота	100
Форма підсумкового контролю	екзамен

## 7. Пререквізити курсу

Передумови для вивчення дисципліни: освітній компонент вивчається в першому семестрі.

## 8. Технічне й програмне забезпечення /обладнання

Вивчення навчальної дисципліни «Організація Високопродуктивні розподілені обчислювальні системи» потребує використання комп'ютерного обладнання та програмного забезпечення (компілятор мови C++, OpenMPI, Visual Studio Code, Putty, WinSCP).

## 9. Політика курсу (правила та вимоги)

Увесь навчальний контент розміщено в модульному середовищі навчання КПНУ імені Івана Огієнка – moodle. Підготовка до практичних занять, виконання завдань модульної контрольної роботи є обов'язковими для кожного студента.

Академічна доброчесність. Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел списування, втручання в роботу інших студентів становлять приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Відвідання занять. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Для того, щоб опрацювати питання пропущеної лекції, студент повинен підготувати, роздрукувати та захистити реферат на одному з лабораторних занять або під час консультації. Для опрацювання питань пропущеного лабораторного заняття, достатньо скласти і продемонструвати викладачу звіт виконаного завдання. Студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Форми поточного та підсумкового контролю. Поточний контроль реалізується на лабораторних заняттях.

Підсумковий контроль зі змістового модуля (допуск до екзамену) виставляється за результатами поточного контролю.

## 10. Схема курсу

### ПРОГРАМА ТЕОРЕТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ

#### (зміст лекційного курсу)

№ за/п	Назва теми	Кількість годин	Література
<b>Змістовий модуль 1. Високопродуктивні обчислення на суперкомп'ютерах.</b>			
1.	Загальні відомості про високопродуктивні обчислення. Сучасні кластерні технології та архітектури суперкомп'ютерів.	2	[3;5]
2.	Технологія високопродуктивних обчислень OpenMP. Механізми розпаралелення обчислень для систем з спільною пам'яттю.	2	[1;3;5]
3.	Синхронізація обчислень у OpenMP. Управління видимістю змінних. Приклади використання Openmp в обчислювальних задачах.	2	[2;5]
4.	Технологія MPI. Базові функції MPI, Блокуючі і неблокуючі обміни даними.	2	[1;3]
5.	Функції колективного обміну в MPI. Функції паралельного вводу-виводу, управління топологіями та визначення типів даних.	2	[1;3;5]
6.	Програмування паралельних алгоритмів, приклади застосування MPI в практичних задачах	2	[1-5]
<b>Змістовий модуль 2. Засоби організації високопродуктивних інформаційних систем</b>			
7.	Архітектури розподілених обчислювальних систем	2	[10;11]
8.	Мережеві та розподілені файлові системи	2	[10;11;12;13]
9.	Методи і засоби реалізації високопродуктивних систем для WEB	2	[8;11;14]
10.	Методи і засоби реалізації високопродуктивних систем для баз даних	2	[10;11;12;13]
11.	Методи і засоби реалізації обчислювальних кластерів	2	[3;5]
12.	Тестування продуктивності та моніторинг високопродуктивних систем	2	[5;11]

#### ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ за/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Змістовий модуль 1. Високопродуктивні обчислення на суперкомп'ютерах.</b>		
1.	Загальні відомості про високопродуктивні обчислення. Сучасні кластерні технології та архітектури суперкомп'ютерів.	2
2.	Технологія високопродуктивних обчислень OpenMP. Механізми розпаралелення обчислень для систем з спільною пам'яттю.	2
3.	Синхронізація обчислень у OpenMP. Управління видимістю змінних. Приклади використання Openmp в обчислювальних задачах.	2
4.	Технологія MPI. Базові функції MPI, Блокуючі і неблокуючі обміни даними.	2

5.	Функції колективного обміну в MPI. Функції паралельного вводу-виводу, управління топологіями та визначення типів даних.	2
6.	Програмування паралельних алгоритмів, приклади застосування MPI в практичних задачах	2
<b>Змістовий модуль 2. Засоби організації високопродуктивних інформаційних систем</b>		
7.	Архітектури розподілених обчислювальних систем	4
8.	Мережеві та розподілені файлові системи	2
9.	Методи і засоби реалізації високопродуктивних систем для WEB	2
10.	Методи і засоби реалізації високопродуктивних систем для баз даних	2
11.	Методи і засоби реалізації обчислювальних кластерів	2
12.	Тестування продуктивності та моніторинг високопродуктивних систем	2

## 11. Система оцінювання та вимоги

Оцінювання на навчальних (лабораторних) заняттях здійснюється за 12-ти бальною шкалою. Для визначення рейтингу поточної успішності враховуються оцінки за навчальні заняття. Відсутність оцінок на лабораторних заняттях є академічною заборгованістю студента за навчальні заняття. Рейтингова оцінка поточної успішності студента визначається лише за умови відсутності у нього академічної заборгованості за навчальні заняття за формулою:  $(0,05 \times \text{середня оцінка навчальної діяльності на навчальних заняттях} + 0,4) \times \text{ваговий бал оцінювання результатів навчальної діяльності на навчальних заняттях}$  і повинна бути  $>60\%$  від вагового балу оцінювання (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл балів за поточний і модульний контроль відповідно до робочої програми навчальної дисципліни

Поточний і модульний контроль (60 балів)		Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1 (30 балів)	Змістовий модуль 2 (30 балів)	40	100
Поточний контроль	Поточний контроль		
30 балів	30 балів		

Підсумковий семестровий контроль з навчальної дисципліни передбачений у формі екзамену.

Відповідно до Положення про екзамен і заліки та порядок перезарахування навчальних дисциплін, здобувач вищої освіти вважається допущеним до семестрового екзамену, якщо він виконав усі види робіт, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни на семестр. Студенти, які мають академічну заборгованість за результатами поточного контролю, не допускаються до складання семестрового екзамену. Семестровий екзамен студенти складають у період екзаменаційної сесії за розкладом, складеним деканатом.

Рейтингова оцінка з навчальної дисципліни, підсумковий контроль з якої передбачений у формі семестрового екзамену, визначається як сума рейтингової оцінки за результатами поточної успішності студентів та рейтингової оцінки за результатами семестрового екзамену. Оцінювання здобувачів вищої освіти здійснюється відповідно до Таблиці відповідності шкал оцінювання навчальних досягнень студентів (табл. 2).

Студенти, які були не допущені або отримали незадовільну оцінку на екзамені, ліквідовують академічну заборгованість після належної підготовки до початку наступного семестру в терміни, визначені графіком ліквідації академічної заборгованості, який розробляє деканат і затверджує декан факультету.

Таблиця 2

**Таблиця відповідності шкал оцінювання навчальних досягнень студентів**

Рейтингова оцінка з кредитного модуля (навчальної дисципліни)	Підсумкова оцінка за шкалою ECTS	Рекомендовані системою ECTS статистичні значення (у %)	Підсумкова оцінка за національною шкалою	
			екзаменаційна	залікова
90-100	A (відмінно)	10	відмінно	зараховано
82-89	B (добре)	25	добре	
75-81	C (добре)	30		
67-74	D (задовільно)	25	задовільно	
60-66	E (достатньо)	10		
35-59	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)		незадовільно	не зараховано
34 і менше	F (незадовільно з обов'язковим проведенням додаткової роботи щодо вивчення навчального матеріалу кредитного модуля)			

## 12. Рекомендована література.

### *Основна*

1. Методи математичного моделювання та ідентифікації складних процесів і систем на основі високопродуктивних обчислень (нейро- та нанопористі кіберфізичні системи із зворотніми зв'язками моделі з даними розрідженої структури, паралельні обчислення): монографія / Хімич О. М., Петрик М. Р., Михалик Д. М., Бойко І. В., Попов О. В., Сидорук В. А. - Київ : Вид-во НАН України, 2019. - 175 с. :
2. R. Gerber, S. Rixner, and D. A. Bader, *Introduction to Parallel Computing: Systems, Algorithms, and Architectures*, 2nd ed. Cambridge University Press, 2021.
3. Grama, A. Gupta, G. Karypis, and V. Kumar, *Introduction to Parallel Computing*, 3rd ed. Pearson, 2020.
4. Wilkinson and M. Allen, *Parallel Programming: Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers*, 3rd ed. Pearson, 2022.
5. OpenMP Application Programming Interface Specification Version 5.2 November 2021

### *Додаткова*

6. Вакалюк Т.А. Хмарні технології в освіті: навч.-метод. посіб. / Т.А. Вакалюк. – Житомир: вид-во ЖДУ, 2016. – 72 с.
7. Литвинов О.А. Розподілена обробка інформації: Монографія. / О.А. Литвинов, В.С. Хандецький. – Д.: ТОВ «Баланс-Клуб», 2013. – 314 с.
8. Масловський Б.Г. Технології проектування комп'ютерних систем. / Б.Г. Масловський, В.І. Дровозов, О.В. Коба. Навч. посіб. – К.:НАУ, 2015. – 500 с.
9. Шимчук Г.В. Грід-системи та технології хмарних обчислень: Конспект лекцій. / Г.В. Шимчук, О.В. Маєвський, О.Б. Назаревич, М.А. Стадник. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, 2016. – 340 с.
10. Шликов, В. В. Високопродуктивні розподілені обчислювальні системи. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», / В. В. Шликов, В. А. Данілова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 109 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/24696>.
11. Tanenbaum A. Computer Networks. Englewood Cliffs / A. Tanenbaum. – NJ: Prentice Hall, 3rded., 1996.

### *Інформаційні джерела*

12. <https://www.gluster.org/>
13. <https://ceph.io/en/>
14. <https://nginx.org/en/>
15. <https://www.haproxy.org/>
16. <https://mariadb.com/kb/en/maxscale/>
17. <https://www.percona.com/mysql/software/percona-xtradb-cluster>
18. <https://docs.severalnines.com/docs/clustercontrol/>
19. Головна - Суперкомп'ютер ІК НАН України ([icybcluster.org.ua](http://icybcluster.org.ua))