НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

Кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____Богдан КОРОБКО
«__» _____ 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ТЕХНОЛОГІЇ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ, РОЗПОДІЛЕНИХ ТА ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ»

(назва навчальної дисципліни)

Підготовки — Доктор філософії
(назва ступеня вищої освіти)

Освітньої програми — Комп'ютерні науки
(назва освітньої програми)

Спеціальності — 122 Комп'ютерні науки
(код і назва спеціальності)

Полтава
2026 рік

2

Робоча програма навчальної дисципліни «Технології високопродуктивних, розподілених та хмарних обчислень» для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

Розробник: Янко А.С., доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем, кандидат технічних наук.

Погоджено:

Гарант освітньої програми _____ Олена ДВІРНА.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

Протокол від « 26 » серпня 2026 року № 1

Завідувач кафедри
комп'ютерних та інформаційних технологій і систем _____ Олена ДВІРНА.

« 26 » серпня 2026 року

Схвалено навчально-методичною комісією навчально-наукового інституту інформаційних технологій та робототехніки

Протокол від «27» серпня 2026 року № 1

Голова навчально-методичної комісії навчально-наукового інституту
інформаційних технологій та робототехніки _____ Олександр ШЕФЕР.

«27» серпень 2026 року

© Янко А.С., 2026 рік
© Національний університет
імені Юрія Кондратюка, 2026 рік

Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="3">Найменування показників</td><td rowspan="3">Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма здобуття освіти</td></tr>
<tr><td>денна</td><td>заочна</td></tr>
<tr><td colspan="2">Кількість кредитів – 4</td><td rowspan="2">Галузь знань
<u>12</u>
Інформаційні технології</td><td colspan="2" rowspan="2">Обов’язкова</td></tr>
<tr><td colspan="2">Загальна кількість годин – 120</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Модулів – 1</td><td rowspan="8">Спеціальність
<u>122</u>
«Комп'ютерні науки»</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Змістових модулів – 5</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>3-й</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Індивідуальне завдання – не передбачено</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Ступінь вищої освіти

<u>третій (освітньо-науковий)</u></td><td>20 год.</td><td>8 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>20 год.</td><td>6 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>80 год.</td><td>106 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальна робота:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: екзамен</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми здобуття освіти – 40/80
для заочної форми здобуття освіти –14/106

2. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти системи теоретичних знань, практичних навичок і дослідницьких компетентностей щодо проєктування, програмування, експлуатації та експериментального дослідження високопродуктивних, розподілених і хмарних обчислювальних систем.

Дисципліна інтегрує знання з комп'ютерної архітектури, операційних систем, алгоритмів, комп'ютерних мереж, баз даних, програмної інженерії та хмарних технологій. Результати її вивчення можуть безпосередньо використовуватися під час виконання дисертаційних досліджень, проведення обчислювальних експериментів і створення дослідницьких прототипів.

Під час вивчення дисципліни відбувається формування та розвиток таких компетентностей освітньо-наукової програми:

інтегральна компетентність (ІК):

ІК. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у сфері комп'ютерних наук, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК04. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проєкти у галузі комп'ютерних наук та дотичних до неї міждисциплінарних проєктах, демонструвати лідерство під час реалізації.

СК06. Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є знання, отримані після вивчення курсу «Перспективи та розвиток сервіс-орієнтованих обчислень».

4. Очікувані програмні результати навчання з дисципліни

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напряму, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямах..

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проєкти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів..

РН10. Відшуковувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних проєктів з комп'ютерних наук.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем вищої освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	ЄКТС значення	Оцінка за національною шкалою	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	**A**	**Відмінно**	Здобувач вищої освіти демонструє системні та глибокі знання, самостійно аналізує архітектурні й програмні рішення, обґрунтовує вибір методів, коректно проводить обчислювальний експеримент, інтерпретує результати та формулює обґрунтовані наукові висновки.	**Високий**, що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	**B**	**Добре**	Здобувач вищої освіти демонструє високий рівень володіння матеріалом, самостійно розв’язує основні дослідницькі та практичні завдання, допускаючи лише окремі неточності.	**Достатній**, що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	**C**	**Добре**	Здобувач вищої освіти добре володіє основними положеннями дисципліни, уміє застосовувати їх до типових дослідницьких задач, але потребує незначної допомоги під час аналізу складніших ситуацій.	**Достатній**, конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	**D**	**Задовільно**	Здобувач вищої освіти засвоїв основний теоретичний матеріал і може виконувати стандартні практичні завдання, допускаючи помилки, які здатний виправити за допомогою викладача.	**Середній**, що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	**E**	**Достатньо**	Здобувач вищої освіти володіє матеріалом на мінімально допустимому рівні та може виконувати окремі стандартні завдання за заданим алгоритмом.	**Середній,** що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.

35 - 59	**FX**	**Незадовільно** з можливістю повторного складання екзамену	Здобувач вищої освіти відтворює окремі положення дисципліни, але не демонструє достатньої цілісності знань та самостійності під час виконання практичних і дослідницьких завдань..	**Низький**, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	**F**	**Незадовільно** з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач вищої освіти не досяг мінімального рівня результатів навчання, передбачених робочою програмою дисципліни.	**Незадовільний**, здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

✓ **поточний контроль**
- виконання практичних завдань;
- оцінювання самостійної роботи;

✓ **модульний контроль**
- тестування

✓ **підсумковий контроль**
- екзамен

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Архітектури та моделі високопродуктивних і розподілених обчислень.

Тема 1. Архітектури високопродуктивних обчислювальних систем.

Еволюція HPC. Багатоядерні та багатопроцесорні системи. SIMD/MIMD. GPU. Кластери та суперкомп'ютери. Продуктивність, пропускна здатність і масштабованість

Практичне заняття № 1.

Тема 2. Архітектури розподілених систем.

Поняття розподіленої системи. Основні властивості та моделі розподілених систем. Вузли, процеси, повідомлення, канали взаємодії. Клієнт-серверна, багаторівнева, peer-to-peer та сервісно-орієнтована архітектури. Масштабованість, відмовостійкість, реплікація та узгодженість.

Практичне заняття № 2.

Змістовий модуль 2. Паралельні та розподілені алгоритми і комп'ютерні мережі.

Тема 3. Паралельні та розподілені алгоритми.

Декомпозиція задач. Паралелізованість алгоритмів. Графи залежностей. Балансування навантаження. Синхронізація. Race condition. Взаємодія процесів. Моделі передавання повідомлень. Закон Амдала. Прискорення, ефективність і масштабованість.

Практичне заняття № 3.

Тема 4. Комп'ютерні мережі як основа розподілених обчислень.

Мережеві моделі та протоколи. TCP/IP. Адресація. Маршрутизація. DNS. HTTP/HTTPS. TCP та UDP. Сокети. Пропускна здатність, затримка та мережеві накладні витрати. Взаємодія розподілених компонентів через мережу. Моніторинг та аналіз мережевого трафіку.

Практичне заняття № 4.

Змістовий модуль 3. Хмарні технології, віртуалізація та контейнеризація.

Тема 5. Хмарні технології та моделі хмарних обчислень.

Поняття Cloud Computing. Основні характеристики хмарних систем. Моделі послуг: IaaS, PaaS, SaaS. Моделі розгортання: public cloud, private cloud, hybrid cloud, community cloud. Еластичність, масштабованість, оркестрація ресурсів. Serverless та edge computing як сучасні напрями розвитку хмарних технологій.

Практичне заняття № 5.

Тема 6. Віртуалізація, контейнеризація та операційні середовища.

Апаратна та програмна віртуалізація. Віртуальні машини та гіпервізори. Контейнери та принципи ізоляції процесів. Образи та контейнери. Віртуальні мережі та сховища. Docker Engine. Контейнеризація розподілених сервісів. Linux як базове операційне середовище HPC та Cloud-систем. WSL2 як засіб використання Linux-середовища у Windows.

Практичне заняття № 6.

Змістовий модуль 4. Розподілені сховища, бази даних та інформаційні потоки.

Тема 7. Розподілені сховища та бази даних.

Принципи розподіленого зберігання. Реплікація та партиціювання. Горизонтальне масштабування. CAP-підхід. Розподілені файлові та об'єктні сховища. SQL та NoSQL у розподілених системах. Розподілені бази даних. PostgreSQL та сучасні розподілені системи зберігання.

Практичне заняття № 7.

Тема 8. Збір, передача, зберігання, доступ та консолідація розподіленої інформації.

Джерела розподіленої інформації. Потоки даних. Збір та передача даних. API та REST. Формати JSON та XML. Збереження структурованих і неструктурованих даних. Інтеграція інформаційних ресурсів. Реплікація. Консолідація та синхронізація даних. Організація доступу до розподілених ресурсів.

Практичне заняття № 8.

Змістовий модуль 5. Мобільний доступ, продуктивність та дослідження хмарних систем.

Тема 9. Мобільний доступ до хмарних і розподілених ресурсів.

Архітектура мобільного доступу. Мобільний клієнт — мережа — Cloud/Distributed Server. REST API. Аутентифікація та авторизація. Обмеження мобільних мереж. Затримки та нестабільність мережевого з'єднання. Кешування. Передача даних між мобільними клієнтами та хмарними ресурсами.

Практичне заняття № 9.

Тема 10. Дослідження продуктивності, масштабованості та ефективності розподілених і хмарних систем.

Методи оцінювання продуктивності. Benchmarking. Час виконання. Прискорення. Ефективність. Пропускна здатність. Latency. Масштабованість. Моніторинг ресурсів. Порівняння послідовного, паралельного, розподіленого та хмарного виконання. Експериментальні методи дослідження.

Практичне заняття № 10.

8. Структура навчальної дисципліни
а) для денної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовий модуль 1. Архітектури та моделі високопродуктивних і розподілених обчислень.						
Тема 1. Архітектури високопродуктивних обчислювальних систем.	12	2	2			8
Тема 2. Архітектури розподілених систем.	12	2	2			8
Разом за змістовим модулем 1	**24**	**4**	**4**			**16**
Змістовий модуль 2. Паралельні та розподілені алгоритми і комп'ютерні мережі.						
Тема 3. Паралельні та розподілені алгоритми.	12	2	2			8
Тема 4. Комп'ютерні мережі як основа розподілених обчислень.	12	2	2			8
Разом за змістовим модулем 2	**24**	**4**	**4**			**16**
Змістовий модуль 3. Хмарні технології, віртуалізація та контейнеризація.						
Тема 5. Хмарні технології та моделі хмарних обчислень.	12	2	2			8
Тема 6. Віртуалізація, контейнеризація та операційні середовища.	12	2	2			8
Разом за змістовим модулем 3	**24**	**4**	**4**			**16**
Змістовий модуль 4. Розподілені сховища, бази даних та інформаційні потоки.						
Тема 7. Розподілені сховища та бази даних.	12	2	2			8
Тема 8. Збір, передача, зберігання, доступ та консолідація розподіленої інформації.	12	2	2			8
Разом за змістовим модулем 4	**24**	**4**	**4**			**16**
Змістовий модуль 5. Мобільний доступ, продуктивність та дослідження хмарних систем.						

Тема 9. Мобільний доступ до хмарних і розподілених ресурсів.	12	2	2			8
Тема 10. Дослідження продуктивності, масштабованості та ефективності розподілених і хмарних систем.	12	2	2			8
Разом за змістовим модулем 5	**24**	**4**	**4**			**16**
Усього годин	**120**	**20**	**20**			**80**

б) для заочної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	**Кількість годин**					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовий модуль 1. Архітектури та моделі високопродуктивних і розподілених обчислень.						
Тема 1. Архітектури високопродуктивних обчислювальних систем.	10	-	-			10
Тема 2. Архітектури розподілених систем.	10	-	-			10
Разом за змістовим модулем 1	**20**	**0**	**0**			**20**
Змістовий модуль 2. Паралельні та розподілені алгоритми і комп'ютерні мережі.						
Тема 3. Паралельні та розподілені алгоритми.	14	2	2			10
Тема 4. Комп'ютерні мережі як основа розподілених обчислень.	10	-	-			10
Разом за змістовим модулем 2	**24**	**2**	**2**			**20**
Змістовий модуль 3. Хмарні технології, віртуалізація та контейнеризація.						
Тема 5. Хмарні технології та моделі хмарних обчислень.	16	2	2			12
Тема 6. Віртуалізація, контейнеризація та операційні середовища.	10	-	-			10
Разом за змістовим модулем 3	**26**	**2**	**2**			**22**
Змістовий модуль 4. Розподілені сховища, бази даних та інформаційні потоки.						
Тема 7. Розподілені сховища та бази даних.	10	-	-			10
Тема 8. Збір, передача, зберігання, доступ та консолідація розподіленої інформації.	14	2	-			12
Разом за змістовим модулем 4	**24**	**2**	**0**			**22**
Змістовий модуль 5. Мобільний доступ, продуктивність та дослідження хмарних систем.						
Тема 9. Мобільний доступ до хмарних і розподілених ресурсів.	14	2	2			10
Тема 10. Дослідження продуктивності, масштабованості та ефективності розподілених і хмарних систем.	12	-	-			12
Разом за змістовим модулем 5	**26**	**2**	**2**			**22**
Усього годин	**120**	**8**	**6**			**106**

9. Перелік питань для семінарських занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для заочної форми
Семінарські заняття не передбачені		

10. Перелік питань для практичних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для заочної форми
Практичне заняття №1. Аналіз архітектури та операційного середовища HPC-системи. Дослідження апарату конфігурації комп'ютера. Визначення потенційних можливостей системи.	**2**	**-**
Практичне заняття №2. Дослідження паралелізованості алгоритму та закону Амдала. Для заданого алгоритму визначення частини, які можуть виконуватися паралельно. Дослідження залежності прискорення програми від кількості процесорних ядер.	**2**	**-**
Практичне заняття №3. Паралельне програмування з використанням OpenMP. Розроблення послідовної та паралельної версії алгоритму обробки великого масиву даних.	**2**	**2**
Практичне заняття №4. Розподілені обчислення з використанням MPI. Розроблення програми, у якій обчислювальна задача розподіляється між декількома MPI-процесами.	**2**	**-**
Практичне заняття №5. Колективна взаємодія MPI-процесів. Дослідження механізму колективної взаємодії MPI-процесів.	**2**	**2**
Практичне заняття №6. Дослідження комп'ютерної мережі засобами Wireshark. Дослідження мережевої взаємодії між клієнтом і сервером та визначення характеристики передавання даних.	**2**	**-**
Практичне заняття №7. Віртуалізація та контейнеризація розподілених сервісів. Порівняння віртуальної машини та контейнеру як способи ізоляції програмного середовища.	**2**	**-**
Практичне заняття №8. Розподілене зберігання та база даних. Організація збереження структурованої та файлової інформації із використання СУБД та розподіленого сховища.	**2**	**-**
Практичне заняття №9. Хмарні технології та моделі IaaS, PaaS, SaaS. Дослідження моделі хмарних обчислень та реалізація локальної моделі розгортання сервісу, яка демонструє принципи Cloud-сервісу.	**2**	**2**
Практичне заняття №10. Збір, передача, консолідація та мобільний доступ до розподіленої інформації. Створення прототипу розподіленого інформаційного сервісу, який забезпечує збір даних від декількох джерел, їх передачу, зберігання у базі даних та доступ до результатів їх мобільного пристрою.	**2**	**-**
Усього	**20**	**6**

11. Перелік питань для лабораторних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для заочної форми
Лабораторні заняття не передбачені.		

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи здобувача вищої освіти є: поглиблення та систематизація теоретичних знань з дисципліни, розвиток навичок самостійного опрацювання наукових джерел і технічної документації, критичного аналізу сучасних технологій високопродуктивних, розподілених та хмарних обчислень, порівняння архітектурних рішень, методів і засобів їх реалізації, а також формування здатності застосовувати отримані знання для розв'язання науково-дослідних і практичних завдань, обґрунтовувати вибір технологій та формулювати аргументовані висновки

Види самостійної роботи здобувача вищої освіти:

– опрацювання лекційного матеріалу та систематизація основних теоретичних положень дисципліни;

– підготовка до практичних занять, опрацювання методичних рекомендацій і виконання завдань для самостійного закріплення знань;

– вивчення додаткових наукових джерел, фахових публікацій, стандартів і технічної документації щодо високопродуктивних, розподілених та хмарних обчислень;

– виконання індивідуальних дослідницьких завдань, зокрема аналіз архітектур і програмних засобів, порівняння технологічних підходів та інтерпретація результатів обчислювальних експериментів;

– опрацювання засобів паралельного та розподіленого програмування, віртуалізації, контейнеризації, розподіленого зберігання даних і хмарних сервісів;

– підготовка до модульного контролю, узагальнення та повторення навчального матеріалу;

– підготовка до складання екзамену за переліком контрольних питань, систематизація знань і формування цілісного розуміння основних положень дисципліни.

Питання
для самостійного вивчення здобувачами вищої освіти

№ п/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
Змістовий модуль 1. Архітектури та моделі високопродуктивних і розподілених обчислень.			
Тема 1. Архітектури високопродуктивних обчислювальних систем			
1	Сучасні архітектури суперкомп'ютерів та кластерів.	8	10
Тема 2. Архітектури розподілених систем.			
2	Розподілені алгоритми та протоколи.	8	10

Змістовий модуль 2. Паралельні та розподілені алгоритми і комп'ютерні мережі.			
Тема 3. Паралельні та розподілені алгоритми.			
3	Масштабованість паралельних алгоритмів.	8	10
Тема 4. Комп'ютерні мережі як основа розподілених обчислень.			
4	Програмно-конфігуровані мережі.	8	**10**
Змістовий модуль 3. Хмарні технології, віртуалізація та контейнеризація.			
Тема 5. Хмарні технології та моделі хмарних обчислень.			
5	Cloud Computing та Edge Computing.	8	12
Тема 6. Віртуалізація, контейнеризація та операційні середовища.			
6	Віртуалізація мережевих функцій.	8	10
Змістовий модуль 4. Розподілені сховища, бази даних та інформаційні потоки.			
Тема 7. Розподілені сховища та бази даних.			
7	Розподілені файлові та об'єктні сховища.	8	10
Тема 8. Збір, передача, зберігання, доступ та консолідація розподіленої інформації.			
8	Пакетна та потокова передача. Консолідація, цілісність і оброблення помилок.	8	12
Змістовий модуль 5. Мобільний доступ, продуктивність та дослідження хмарних систем.			
Тема 9. Мобільний доступ до хмарних і розподілених ресурсів.			
9	Мобільний доступ до хмарних сервісів	8	10
Тема 10. Дослідження продуктивності, масштабованості та ефективності розподілених і хмарних систем.			
10	Моніторинг та оцінювання продуктивності Cloud/HPC-систем.	8	12
	Разом	**80**	**106**

13. Індивідуальне завдання

Не передбачено планом.

14. Методи навчання

У процесі викладання дисципліни використовуються:

- проблемно-орієнтоване навчання;
- дослідницький метод;
- експериментальний метод;
- метод аналізу та порівняння;
- практичне програмування;
- моделювання;
- комп'ютерний експеримент;
- самостійне опрацювання наукової та технічної літератури;
- аналіз результатів експериментальних досліджень.

Методи навчання, які дозволяють сформувати Soft skills:

- дискусії та наукові обговорення для розвитку комунікативних навичок, аргументації власної позиції та вміння критично оцінювати альтернативні підходи;
- робота в малих групах і командне розв'язання проблемних завдань для формування навичок співпраці, розподілу відповідальності та узгодження спільних рішень;

– презентація та захист результатів практичних і дослідницьких завдань для розвитку навичок публічного виступу, професійної комунікації та аргументованого представлення результатів;

– взаємооцінювання та експертне обговорення результатів роботи для розвитку критичного мислення, конструктивного зворотного зв'язку та здатності об'єктивно оцінювати результати досліджень;

– аналіз наукових публікацій і дискусійних дослідницьких ситуацій для формування аналітичного мислення, здатності виявляти проблеми, оцінювати достовірність інформації та обґрунтовувати висновки;

– виконання індивідуальних дослідницьких проєктів із плануванням етапів роботи для розвитку самостійності, самоорганізації, управління часом і відповідальності за результати;

– аналіз етичних аспектів наукових досліджень для формування відповідального ставлення до використання даних, дотримання академічної доброчесності та принципів коректного представлення результатів.

Для здобувачів вищої освіти особлива увага приділяється дослідницькому компоненту, самостійному формулюванню задачі, вибору методу дослідження та інтерпретації отриманих результатів. Важливим складником навчального процесу є розвиток критичного й системного мислення, навичок наукової комунікації, командної взаємодії, конструктивного обговорення результатів, самоорганізації та відповідального прийняття дослідницьких рішень.

15. Методи контролю

Контроль результатів навчання здійснюється шляхом:

– поточного контролю:
  - оцінювання практичних робіт;
  - оцінювання самостійної роботи;
– модульного контролю;
– підсумкового контролю у формі екзамену.

Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань здобувачів вищої освіти залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті.

Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння здобувачем вищої освіти певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів у формі тестування, проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу здобувачів вищої освіти.

Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену.

16. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Схема нарахування балів* для денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Технології високопродуктивних, розподілених та хмарних обчислень» за видами робіт.

Види робіт/контролю	**Перелік тем**									
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10
	Практичні заняття									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Виконання практичних завдань	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Модульний контроль		2		2		2		2		2
Всього за темами	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
Екзамен	**50**									
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	**100**									

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Схема нарахування балів* для заочної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Технології високопродуктивних, розподілених та хмарних обчислень» за видами робіт.

Види робіт/контролю	**Перелік тем**									
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10
	Практичні заняття									
			1		2				3	
Виконання практичних завдань			4		4				4	
Виконання завдань самостійної роботи	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
Модульний контроль		2		2		2		2		2
Всього за темами	3	5	7	5	7	5	3	5	6	4
Екзамен	**50**									
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	**100**									

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань

Бали для денної форми здобуття освіти	Бали для заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
2	4	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	2	Виконано завдання практичної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	0	Не виконано практичну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Оцінювання модульного контролю у формі тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів *(0,1×20=2);*
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Бали для денної форми здобуття освіти	Бали для заочної форми здобуття освіти		Критерії оцінювання
2	Теми 1-8	Теми 9-10	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
	3	2	
1	1,5	1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, містить помилки та неточності, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	0	0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти результатами складання екзамену

№	Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	Тестування	0-30	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (1×30=30), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.
2	Проблемне/прикладне завдання	16-20	Завдання вирішено повністю та правильно, виклад рішення здійснено чітко, у логічній послідовності, відповідь обґрунтована, що свідчить про високий рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
		11-15	Завдання вирішено правильно або із незначними неточностями, виклад рішення здійснено у логічній послідовності, відповідь достатньо обґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
		6-10	Завдання вирішено, однак рішення містить помилки, порушена логічність викладу матеріалу, що свідчить про середній рівень засвоєння теоретичного матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення

			практичних завдань.
		0-5	Відсутнє вирішення завдання або вирішення з суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	**A** – відмінно	**5** – відмінно
82 – 89	**B** – дуже добре	**4** – добре
74 – 81	**C** – добре	
64 – 73	**D** – задовільно	**3** – задовільно
60 – 63	**E** – достатньо	
35 – 59	**FX** – незадовільно з можливістю повторного складання	**2 –** незадовільно
0 – 34	**F** – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

– при підсумковому контролі у вигляді екзамену 50 балів відведено на поточний контроль, а 50 балів – на підсумковий;

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином *(розподіл орієнтовний)*:

– робота на практичних заняттях (усні відповіді, виконання *практичних завдань, захист практичних робіт*, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 50 балів.

Присутність на лекціях і практичних заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів. При тривалій відсутності здобувача вищої освіти на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є екзамен. Здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. Климко О.Г., Янко А.С., Скорбатюк О.С. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Технології високопродуктивних, розподілених та хмарних обчислень» для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності

ГЗ «Комп'ютерні науки». Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» – Полтава, 2026. – 40 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Олексюк В. П., Спірін О. М. Основи хмарних технологій: навчальний посібник. Київ: ІЦО НАПН України, 2023. 188 с. URL: *https://eprints.zu.edu.ua/39520/1/BCT_2023_print.pdf*

2. Паралельні та розподілені обчислення: Навчально-методичний посібник / О.П. Черних, В.В. Челак. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 82 с. URL: *https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/8a63ac84-2875-47eb-a992-0082b8ccfcb1/content*

3. Жаріков Е. В. Хмарні обчислення: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 200 с. URL: *https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/00bedc63-8c3b-409c-aea9-4b1b76f90d25/content*

4. Eijkhout V. Parallel Programming in MPI and OpenMP. 3rd ed., 2022. 673 p. URL: *https://www.cse.iitd.ac.in/~rijurekha/col380_2024/mpi_book.pdf*

5. Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming: Proceedings of the 22nd International Conference on Agile Software Development, XP 2021, Virtual Event, June 14–18, 2021 / P. Gregory, C. Lassenius, X. Wang, P. Kruchten (eds.). Cham: Springer, 2021. 211 p. URL: *https://library.oapen.org/viewer/web/viewer.html?file=/bitstream/handle/20.500.12657/49499/9783030780982.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

6. Peterson L. L., Davie B. S. Computer Networks: A Systems Approach. 6th ed. Morgan Kaufmann, 2021. 848 p. URL: *Computer Networks - 6th Edition | Elsevier Shop*

7. Yanko, A., Krasnobayev, V., Hlushko, A., & Myziura, M. (2025). Implementation of cryptographic transformations based on the residue number system to enhance digital security. In V. Vychuzhanin (Ed.), Системи контролю інформації та інтелектуальні технології. Досягнення та застосування (chapter 1, pp. 7–25). Liha-Pres. URL*: https://doi.org/10.36059/978-966-397-538-2-1*

Допоміжна

1. Zhyvylo, Y., Yanko, A., Kuchma, Y., & Fesenko, T. (2026). Self-regulating security operations center based on federated learning with post-quantum secure aggregation mechanisms. Advanced Information Systems, 10(4), 116–125. URL: *https://doi.org/10.20998/2522-9052.2026.4.11*

2. Zhyvylo, Ye., Yanko, A., Kuchma, Yu., Fesenko, T., & Kalashnikova, Yu. (2026). Post-quantum multi-factor authentication in multi-domain identity federations with adaptive security policy management. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (4), 146–155. URL*: https://doi.org/10.33271/nvngu/2026-4/146*

3. Янко, А. С., & Падусенко, Я. В. (2026). Розподілена інтелектуальна система семантичного моніторингу гетерогенних даних у месенджері telegram на основі векторних представлень. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (3), 221–229. URL: *https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.3.23*

4. Yanko, A., Krasnobayev, V., Hlushko, A., & Goncharenko, S. (2025). Neurocomputer operating in the residue class system. Advanced Information Systems, 9(2), 84–92. URL: *https://doi.org/10.20998/2522-9052.2025.2.11*.

5. Boriak, B., Yanko, A., & Laktionov, O. (2024). Model of an automated control system for the positioning of radio signal transmission/reception devices. Radioelectronic and Computer Systems, 4(112), 156–167. URL: *https://doi.org/10.32620/reks.2024.4.13*

6. Onyshchenko, S., Haitan, O., Yanko, A., Zdorenko, Y., & Rudenko, O. (2024). Method for detection of the modified DDoS cyber attacks on a web resource of an information and telecommunication network based on the use of intelligent systems. CEUR Workshop Proceedings, 3723, 219–235. URL*: https://ceur-ws.org/Vol-3723/paper12.pdf*

7. Yanko, A., Mychailichenko, O., & Hlushko, A. (2024). Modern methods for protecting and storing data in computer systems to ensure their fault tolerance. Theoretical and Applied Cyber Security, 6(1), 72–81. URL: *https://doi.org/10.20535/tacs.2664-29132024.1.315086*

8. Грід-системи та технології хмарних обчислень. Навчальний посібник для здобувачів освітнього рівня «магістр» спеціальностей: F3 «Комп'ютерні науки», F6 «Інформаційні системи та технології» / Г.В. Шимчук, О.Б. Назаревич, Я.В. Литвиненко, В.А. Готович, В.В. Никитюк., І.О. Боднарчук – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2025. – 396 с. URL: *https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/49891?locale=uk&utm_source=chatgpt.com*

19. Інтернет-ресурси

1. OpenMP Architecture Review Board. OpenMP API Specification 6.0. 2024. URL: *https://www.openmp.org*

2. MPI Forum. MPI 5.0 Standard. 2025. URL: *https://www.mpi-forum.org/*

3. Open MPI Documentation. Документація Open MPI. URL: *https://docs.open-mpi.org/en/main/*

4. GCC. URL: *https://gcc.gnu.org/onlinedocs/*

5. Docker Documentation. Docker Engine. Документація Docker Engine. URL: *https://docs.docker.com/engine*

6. Oracle VM VirtualBox Documentation. Документація VirtualBox. URL: *https://www.virtualbox.org/*

7. PostgreSQL Documentation. Документація PostgreSQL. URL: *https://www.postgresql.org/docs/*

8. SeaweedFS Documentation / Repository. Документація розподіленої системи зберігання. URL: *https://github.com/seaweedfs/seaweedfs*

9. Wireshark User's Guide. Документація Wireshark. URL: *https://www.wireshark.org/docs/*

10. Project Jupyter Documentation. Документація Jupyter. URL: https://jupyter.org/

11. Python. Documentation. *URL: https://docs.python.org/3/*

12. Сторінка курсу на платформі Moodle. – URL: *https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=8030*

13. Неформальна освіта:

– «Основи kubernetes». URL: *https://prometheus.org.ua/prometheus-free/kubernetes-basics/*

– AWS Skill Builder» URL: *https://aws.amazon.com/training/digital/*