

Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи
Андрій КИРИЧЕНКО

“15” 08 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

_____ Комп'ютерні системи _____
(назва навчальної дисципліни)
спеціальність _____ 123 Комп'ютерна інженерія _____
(шифр і назва спеціальності)
освітня програма _____ «Комп'ютерна інженерія» _____
(назва освітньої програми)
факультет _____ механіко-технологічний _____
(назва факультету)

2025-2026 навчальний рік

Розробники: старший викладач кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, доктор філософії Усік П.С.

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення

Протокол № 15 від 26 червня 2025 року

Завідувач кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення _____

(підпис)

(Олексій СМІРНОВ)
(прізвище та ініціали)

Декан факультету _____ механіко-технологічний

(підпис)

(Віталій МАЖАРА)
(прізвище та ініціали)

© Центральноукраїнський національний технічний університет, 2025 рік
© Усік П.С., 2025 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 6	Галузь знань <u>12 Інформаційні технології</u> (шифр і назва)	Спеціальної (фахової) підготовки)	
Загальна кількість годин– денна форма навчання – 180 заочна форма навчання – 180	Спеціальність: <u>123 «Комп'ютерна інженерія»</u>	Рік підготовки	
		3-й	
		Семестр	
		5-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 год. самостійної роботи студента – 7 год.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Бакалавр	Лекції	
		32	4
		Лабораторні	
		32	4
		Самостійна робота	
		116	172
		Вид контролю: екз.	

Мова навчання українська

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Комп'ютерні системи» є набуття систематизованих знань про структуру та принципи роботи комп'ютерних систем різного призначення. Вироблення навичок оцінки техніко-експлуатаційних можливостей засобів комп'ютерної техніки, ефективності різних режимів роботи комп'ютерів та комп'ютерних систем. Придбання практичних навичок вибору і використання комп'ютерних систем для обробки інформації (даних) різноманітного призначення.

Основними завданнями вивчення дисципліни є формування наступних компетенцій бакалавра з комп'ютерної інженерії:

– P2. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.

– P3. Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

– P5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

– P9. Здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи.

– P14. Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен забезпечити наступні програмні результати навчання:

– N1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

– N2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

– N6. Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

– N7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.

– N10. Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання.

– N11. Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.

– N13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

Передумови для вивчення дисципліни (структурно-логічна схема підготовки фахівця).

Враховуючи послідовність накопичення знань та інформації, дисципліна вивчається після викладання наступних дисциплін: «Базові методології та технології програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування».

Результати навчання:

– знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

– вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

3. Програма навчальної дисципліни

5 семестр

- Тема 1. Вступ до дисципліни.
- Тема 2. Вбудовані комп'ютерні системи.
- Тема 3. Персональні комп'ютерні системи.
- Тема 4. Серверні комп'ютерні системи.
- Тема 5. Суперкомп'ютери.
- Тема 6. Класифікація комп'ютерних систем. SISD. SIMD. MISD. MIMD.
- Тема 7. Комп'ютерні системи класу SIMD. Векторні і векторно-конвеєрні КС. Матричні обчислювальні системи.
- Тема 8. Мульткомп'ютерні КС.
- Тема 9. Кластерні обчислювальні системи. Топології кластерів.
- Тема 10. Мульткомп'ютерні КС.
- Тема 11. Відмовостійкі паралельно-розподілених комп'ютерних систем.
- Тема 12. Операційні системи КС.
- Тема 13. Організація пам'яті в паралельних і розподілених комп'ютерних системах.
- Тема 14. Грід-обчислення та глобальні розподілені системи.
- Тема 15. Надійність та експлуатація комп'ютерних систем.
- Тема 16. Безпека та захист у комп'ютерних системах.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	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
Тема 1. Вступ до дисци	9	2		2		5	11	0,25		0,25		10,5
Тема 2. Вбудовані комп'ютерні системи.	9	2		2		5	11	0,25		0,25		10,5
Тема 3. Персональні комп'ютерні системи.	9	2		2		5	11	0,25		0,25		10,5
Тема 4. Серверні комп'ютерні системи.	9	2		2		5	11	0,25		0,25		10,5
Тема 5. Суперкомп'ютери.	9	2		2		5	11	0,25		0,25		10,5
Тема 6. Класифікація комп'ютерних систем. SISD. SIMD. MISD. MIMD.	9	2		2		5	12	0,25		0,25		11,5
Тема 7. Комп'ютерні системи класу SIMD. Векторні і векторно-конвеєрні КС. Матричні обчислювальні системи.	9	2		2		5	12	0,25		0,25		11,5
Тема 8. Мультикомп'ютерні КС.	9	2		2		5	12	0,25		0,25		11,5
Тема 9. Кластерні обчислювальні системи. Топології кластерів.	10	2		2		6	12	0,25		0,25		11,5
Тема 10. Мультикомп'ютерні КС.	9	2		2		5	12	0,25		0,25		11,5
Тема 11. Відмовостійкі паралельно-розподілених комп'ютерних систем.	9	2		2		5	11	0,25		0,25		10,5
Тема 12. Операційні системи КС.	9	2		2		5	10	0,25		0,25		9,5
Тема 13. Організація пам'яті в паралельних і розподілених комп'ютерних системах.	9	2		2		5	11	0,25		0,25		10,5
Тема 14. Грид-обчислення та глобальні розподілені системи.	9	2		2		5	11	0,25		0,25		10,5
Тема 15. Надійність та експлуатація комп'ютерних систем.	9	2		2		5	11	0,25		0,25		10,5
Тема 16. Безпека та захист у комп'ютерних системах.	9	2		2		5	11	0,25		0,25		10,5
Підготовка до екзамену	30					30						
Всього, год.	180	32		32		116	180	4		4		172

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
3 семестр			
1	Основи компіляції та оптимізації коду.	4	0,5
2	Профілювання та налагодження програм.	4	0,5
3	Створення та використання статичних і динамічних бібліотек.	4	0,5
4	Вступ до паралельних обчислень з OpenMP.	4	0,5
5	Паралельні алгоритми з MPI.	4	0,5
6	Використання паралельних бібліотек для обробки даних.	4	0,5
7	Основи конвеєрної обробки з використанням потоків.	4	0,5
8	Складніша конвеєрна обробка з використанням Pthreads та синхронізації.	4	0,5
Всього, год.		32	4

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
3 семестр			
1	Тема 1. Вступ до дисципліни.	5	10,5
2	Тема 2. Вбудовані комп'ютерні системи.	5	10,5
3	Тема 3. Персональні комп'ютерні системи.	5	10,5
4	Тема 4. Серверні комп'ютерні системи.	5	10,5
5	Тема 5. Суперкомп'ютери.	5	10,5
6	Тема 6. Класифікація комп'ютерних систем. SISD. SIMD. MISD. MIMD.	5	11,5
7	Тема 7. Комп'ютерні системи класу SIMD. Векторні і векторно-конвеєрні КС. Матричні обчислювальні системи.	6	11,5
8	Тема 8. Мультикомп'ютерні КС.	6	11,5
9	Тема 9. Кластерні обчислювальні системи. Топології кластерів.	6	11,5
10	Тема 10. Мультикомп'ютерні КС.	6	11,5
11	Тема 11. Відмовостійкі паралельно-розподілених комп'ютерних систем.	6	10,5
12	Тема 12. Операційні системи КС.	5	9,5
13	Тема 13. Організація пам'яті в паралельних і розподілених комп'ютерних системах.	6	10,5
14	Тема 14. Грід-обчислення та глобальні розподілені системи.	5	10,5
15	Тема 15. Надійність та експлуатація комп'ютерних систем.	5	10,5
16	Тема 16. Безпека та захист у комп'ютерних системах.	5	10,5
17	Підготовка до екзамену	30	
Всього, год.		116	172

Для опанування матеріалу дисципліни «Комп'ютерні системи» окрім лекційних та лабораторних занять, тобто аудиторного навантаження, значна увага приділяється самостійній роботі.

До основних видів самостійної роботи студента відносимо:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Робота з літературними джерелами.
3. Розв'язання практичних задач.
4. Підготовка до модульних, підсумкового контролю, екзамену.
5. Виконання контрольної роботи для заочної форми навчання.

Студенти заочної форми навчання (ЗФН) здебільшого вивчають матеріал самостійно впродовж семестру, тобто самостійно відпрацьовують теми лекцій, а також лабораторних робіт. Для них на початку семестру проводиться установча сесія, під час якої начитують лекції та проводять лабораторні роботи.

7. Методи навчання і викладання

У дисципліні «Комп'ютерні системи» використовуються комбіновані методи навчання, що поєднують теоретичний матеріал і практичні навички.

Словесні методи: пояснення теоретичного матеріалу, введення основних понять і принципів роботи комп'ютерних систем, відповіді на запитання, короткі обговорення технічних аспектів.

Наочні методи: використання мультимедійних презентацій, демонстрація та розбір схем і структурних елементів комп'ютерних систем.

Практичні методи: виконання лабораторних робіт під керівництвом викладача.

9. Критерії й засоби оцінювання

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне опитування, захист результатів виконання лабораторних робіт.

Форма підсумкового контролю: семестр 5 (осінній) – екзамен.

Оцінювання результатів навчання здійснюється через поточний і підсумковий контроль, кожен з яких має свої особливості та критерії.

Поточний контроль передбачає оцінювання кожної лабораторної роботи окремо. Основними критеріями є правильність виконання завдання, якість захисту роботи та дотримання встановлених термінів. У процесі оцінювання враховується рівень розуміння теоретичного матеріалу та сформованість практичних навичок роботи з комп'ютерними системами.

Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену(у вигляді тесту), який оцінює ступінь засвоєння теоретичних положень дисципліни та здатність студента застосовувати отримані знання на практиці.

Робота на лекції

Оцінювання здійснюється за накопичувальним принципом. За кожне лекційне заняття студент може отримати від 0 до 2 балів. Максимальна кількість балів за одне заняття не може перевищувати 2 бали.

Бали нараховуються за такі види діяльності:

- підготовка до заняття - 1 бал;
- участь в обговоренні теоретичних питань - 1 бал;
- правильні відповіді на запитання викладача - 1 бал;
- аналіз прикладів і участь у розв'язанні задач - 1 бал.

Максимальна кількість балів за одне заняття не може перевищувати 2 бали.

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Максимальна кількість балів за одну лабораторну роботу - 5 балів.

5 балів (відмінно) - завдання виконано повністю та коректно; програма працює стабільно; студент демонструє глибоке розуміння принципів роботи комп'ютерних систем та може обґрунтувати прийняті рішення.

4 бали (добре) - завдання виконано правильно, але є незначні помилки або недоліки; студент загалом розуміє матеріал, але пояснення не є вичерпними.

3 бали (задовільно) - завдання виконано частково або з помилками; програма працює нестабільно; студент демонструє базове розуміння теми.

1-2 бали (мінімально) - реалізація містить помилки; відсутнє розуміння ключових механізмів.

У разі несвоєчасного виконання лабораторної роботи без поважної причини максимальна оцінка зменшується на 1 бал.

Критерії оцінювання екзамену

Екзамен проводиться у письмовій формі. Студент отримує екзаменаційний білет випадковим чином та надає відповіді на всі запропоновані завдання. Білет складається з трьох питань: двох теоретичних і одного практичного. Кожне теоретичне питання оцінюється максимально у 10 балів, а практичне завдання — у 20 балів. Підсумкова оцінка за екзамен визначається як сума балів за всі виконані завдання. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за екзамен, становить 40 балів.

Перелік питань (теоретична частина)

1. Дайте визначення поняттю «комп'ютерна система» (КС).
2. Назвіть основні апаратні компоненти КС.
3. Які функції виконує центральний процесор (ЦП)?
4. Опишіть призначення та відмінності між ОЗП та постійною пам'яттю.
5. Яку роль відіграє материнська плата в комп'ютерній системі?
6. Що таке пристрої введення/виведення та наведіть приклади.
7. Дайте визначення програмного забезпечення (ПЗ) КС.
8. Яку роль відіграє блок живлення у забезпеченні стабільної роботи компонентів КС?
9. Які основні етапи функціонування комп'ютерної системи?
10. Що таке архітектура комп'ютера та на які рівні вона поділяється?
11. Опишіть класичну архітектуру Джона фон Неймана.
12. Які переваги та недоліки архітектури фон Неймана?
13. Що таке гарвардська архітектура та в чому її головна особливість?
14. Опишіть особливості та її відмінності гарвардської архітектури та архітектури фон-неймана.
15. У яких типах сучасних пристроїв найчастіше використовується гарвардська архітектура?
16. Поясніть концепцію «програми, що зберігається в пам'яті» (stored-program concept).
17. Поясніть поняття «відкритої архітектури» комп'ютера.
18. Що таке модульний принцип побудови КС та як він реалізується на практиці?
19. Які можливості надає користувачеві модульний принцип побудови систем?
20. Як ви розумієте поняття «масштабованість» комп'ютерної системи на рівні її складових?
21. За якими основними ознаками класифікують КС?
22. Опишіть класифікацію КС за систематикою Флінна.
23. Особливості архітектури SISD (одиначний потік команд — одиначний потік даних).

24. Принцип роботи архітектури SIMD та сфери її застосування.
25. Чому архітектура MISD вважається теоретичною або специфічною?
26. Характеристика архітектури MIMD як основи багатопроцесорних систем.
27. Класифікація систем за способом організації пам'яті (Shared vs Distributed).
28. Особливості систем із загальною пам'яттю (UMA).
29. Характеристика систем з розподіленою пам'яттю (NORMA).
30. Що таке вбудовані системи (Embedded systems)?
31. Назвіть ключові характеристики суперкомп'ютерів.
32. Призначення та архітектурні особливості серверів.
33. Що таке системи на кристалі (SoC) та де вони використовуються?
34. У чому полягає різниця між мікропроцесором та мікроконтролером?
35. Що таке обчислювальні кластери?
36. Опишіть призначення системної шини: які саме дані та сигнали вона передає?
37. Навіщо в КС використовується ієрархія пам'яті?
38. Опишіть рівні кеш-пам'яті (L1, L2, L3).
39. Що таке регістри процесора та яке їх головне призначення?
40. Визначення операційної системи як менеджера ресурсів.
41. Що таке ядро операційної системи?
42. Опишіть основні функції операційної системи.
43. Яке призначення драйверів пристроїв у взаємодії апаратури та ОС?
44. Різниця між однозадачними та багатозадачними ОС.
45. Що таке конвеєрна обробка команд?
46. Переваги паралельних обчислень у сучасних КС.
47. Що таке багатоядерність та як вона впливає на продуктивність?
48. Поясніть різницю між фізичною та віртуальною пам'яттю.
49. Поняття обчислювальної мережі.
50. Роль мережевих протоколів у взаємодії КС.
51. Що таке клієнт-серверна архітектура?
52. Поняття хмарних обчислень (Cloud Computing).
53. Що таке віртуалізація в комп'ютерних системах?
54. Що таке відмовостійкість системи?
55. Роль резервного копіювання даних.
56. Основні загрози безпеці комп'ютерних систем.
57. Що таке шкідливе ПЗ (віруси, трояни, черв'яки)?
58. Що таке брандмауер (Firewall) та його функції?
59. Що таке «Zero Trust Architecture» (архітектура нульової довіри)?
60. Тенденції розвитку сучасних КС (штучний інтелект, квантові обчислення).

Перелік завдань (практична частина)

61. Реалізувати програму множення вектора на число ($n \geq 10^6$) у послідовному та паралельному варіантах. Оцінити прискорення.
62. Реалізувати підрахунок кількості елементів масиву, що задовольняють умову (наприклад, > 0). Забезпечити коректність без race condition.
63. Написати програму обчислення середнього значення масиву з використанням reduction.

64. Реалізувати паралельний пошук мінімального елемента та його індексу.
65. Реалізувати паралельне заповнення матриці та обчислення суми її елементів.
66. Написати програму, де різні потоки обробляють різні ділянки даних. Проаналізувати баланс навантаження.
67. Реалізувати паралельну обробку двох незалежних масивів у межах одного паралельного блоку.
68. Реалізувати обчислення суми масиву з ручним розподілом даних (MPI_Send / MPI_Recv).
69. Реалізувати обчислення суми масиву використовуючи MPI_Reduce.
70. Реалізувати знаходження максимального елемента масиву через MPI.
71. Організувати обмін даними між усіма процесами (кільцевий обмін).
72. Реалізувати паралельне додавання двох векторів із розподілом даних.
73. Порівняти час виконання програми при різній кількості процесів (2, 4, 8).
74. Реалізувати двопоточну систему: один потік генерує дані, інший обробляє їх (черга).
75. Побудувати конвеєр із 3 етапів: генерація → обробка → збереження.
76. Реалізувати синхронізацію потоків через mutex при доступі до спільного ресурсу.
77. Реалізувати паралельне читання файлу та обробку його частин різними потоками.
78. Побудувати конвеєр обробки масиву (фільтрація → трансформація → агрегація).
79. Створити багатопотокову програму підрахунку частоти символів у тексті.
80. Реалізувати систему з 3 потоків, де кожен залежить від попереднього.

Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни «Комп'ютерні системи»

Поточний контроль та самостійна робота																						Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1										Змістовий модуль 2													
Т1		Т2		Т3		Т4		Т5		Т6		Т7		Т8									
Л1	Л2	ЛР1	Л3	Л4	ЛР2	Л5	Л6	ЛР3	Л7	Л8	ЛР4	Л9	Л10	ЛР5	Л11	Л12	ЛР6	Л13	Л14	ЛР7	Л15	Л16	ЛР8
1	1	5	1	1	5	2	1	5	2	1	5	2	1	5	2	1	5	1	1	5	1	1	5
30										30										40	100		

Примітка: Т1, Т2,...,Т14 – тема, Л – теоретичні (лекційні) заняття, ЛР – лабораторні заняття

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

9. Рекомендована література

Базова

1. А. М. Луцків, С. А. Лупенко, В. В. Пасічник Паралельні та розподілені обчислення : навч. посіб. – Львів : Магнолія 2006, 2025. – 566 с.: іл. ISBN 978-617-574-110-8(Бібліотека ЦНТУ)
2. В. С. Глухов, А. Т. Костик Дослідження і проектування комп'ютерних систем та мереж : навч. посіб. – Львів : Магнолія 2006, 2025. – 253 с.: іл. ISBN 978-617-574-265-5(Бібліотека ЦНТУ)
3. Смірнов О. А Коноплицька-Слободенюк О. К Смірнов С. А Буравченко К. О Смірнова Т. В Поліщук Л. І. Проектування комп'ютерних систем та мереж : навч. посіб. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 264 с.(Бібліотека ЦНТУ)
4. Марченко К.М., Оришака О.В., Босько В.В., Собінов О.Г. Комп'ютерні системи : навч. посіб. М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. кібербезпеки та програмного забезпечення. – Кропивницький : ЦНТУ, – Кропивницький: 2022. – 130 с.
5. Andrew S. Tanenbaum: Structured Computer Organization. 2012. Pearson. 808 pages
6. David A. Patterson, John L.: Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface. 2011. Morgan Kaufmann. 916 page
7. Randal E. Bryant, David R. O'Hallaron: Computer Systems: A Programmer's Perspective. 2020. Pearson Education Limited. 1120 pages
8. Andrew S. Tanenbaum, Herbert Bos: Modern Operating Systems. 2022. Pearson. 1184 pages.

Допоміжна

9. Weiqiang Liu, Jie Han, Fabrizio Lombardi: Design and Applications of Emerging Computer Systems. 2024. Springer; 1st ed. 2024 edition. 768 pages.

10. Тарасенко В.П. Надійність комп'ютерних систем / В.П. Тарасенко, А.Ю. Маламан, Ю.П. Черніченко, В.І. Корнійчук. – К., 2007. – 256 с.
11. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера. Наукове видання. – Луцьк.: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.

Методичне забезпечення

12. Усік П. С., Козірова Н.Л., «Комп'ютерні системи», Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів за спеціальностями 123 «Комп'ютерна інженерія», 122 «Комп'ютерні науки»/ М-во освіти і науки України, Центральнoукр. нац. техн. ун-т; [уклад. : П. С. Усік, Н. Л. Козірова] – Кропивницький: ЦНТУ, 2025. – 42 с. Режим доступу: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/4bf8025a-3690-4420-87d8-70f83a8f04d9>

Інформаційні ресурси

13. Курс «Комп'ютерні системи» на сервері дистанційної освіти ЦНТУ. – URL: <https://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=1036>
14. Онлайн-курси Prometheus. – URL: <https://prometheus.org.ua/>
15. Онлайн-курси Coursera. – URL: <https://www.coursera.org>
16. Академія Cisco. – URL: <https://www.netacad.com>
17. Он-лайн ресурс з інформаційних технологій. – URL: <https://dou.ua/>
18. Пошукова система. – URL: <https://www.google.com/>
19. Он-лайн ресурс перегляду відеоуроків. – URL: <https://www.youtube.com>