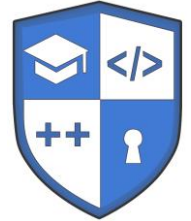




ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»
першого рівня вищої освіти

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

галузь знань 12 Інформаційні технології

кваліфікація Бакалавр з комп'ютерної інженерії

Розглянуто на засіданні кафедри
Протокол N 13 від 31.03.2022 р

м. Кропивницький – 2022

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до дисципліни
3. Мета і завдання дисципліни
4. Формат дисципліни
5. Результати навчання
6. Обсяг дисципліни
7. Пререквізити
8. Технічне і програмне забезпечення / обладнання
9. Політика курсу
10. Навчально-методична карта дисципліни
11. Система оцінювання та вимоги
12. Рекомендована література

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Паралельні та розподілені обчислення
Рік викладання	2022
Викладач	Минайленко Роман Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, http://kbpz.kntu.kr.ua/minaylenko-roman/ https://scholar.google.com.ua?hl=r/citationsu&user=MCBoV6MAAAAJ
Контактний телефон	службовий: (0522)390-449 – робочі дні з 8 ³⁰ до 14 ²⁰
E-mail:	aron70@ukr.net
Консультації	<i>Очні консультації</i> згідно розкладу консультацій Середа з 14 ²⁰ до 15 ⁴⁰ <i>Онлайн консультації онлайн</i> – е-листування, у месенджері (Facebook-Messenger)

2. Анотація дисципліни

Курс «Паралельні та розподілені обчислення» призначений для набуття теоретичних і практичних знань в області паралельних та розподілених обчислень, оволодіння концепціями сучасного програмування в рамках парадигм паралельного та розподіленого програмування. Основу вивчення курсу складають підходи до програмування в багатопотокових системах, розподілених системах, системах синхронних паралельних розрахунків, розглядаються проблеми сумісної роботи процесів паралельної програми та їх синхронізації. Реалізація синхронних або асинхронних паралельних процесів з використанням бібліотек MPI / OpenMP, стандартними засобами мов програмування C++, Java для розподілених обчислень.

3. Мета і завдання дисципліни

Метою викладання дисципліни «Паралельні та розподілені обчислення» є вивчення теоретичних основ та практичних аспектів використання паралельних обчислювальних систем для вирішення складних прикладних задач, оволодіння концепціями сучасного програмування в рамках парадигм паралельного та розподіленого програмування.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є:

- здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для оволодіння концепціями паралельних та розподілених обчислень;
- здатність створювати програмне забезпечення для паралельних та розподілених обчислень.

4. Формат дисципліни

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням мультимедійних презентацій, у поєднанні з лабораторними заняттями.

Формат очний (Face to face)

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

5. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Паралельні та розподілені обчислення» студент буде:

Знати:

- N1. Наукові положення, що лежать в основі паралельних та розподілених обчислень, концепції сучасного програмування
- N2. Мати навички створення та відлагодження паралельних та розподілених програм. Володіти методами і засобами програмного забезпечення для паралельних і розподілених комп'ютерних систем.

Вміти:

– N6. Застосовувати знання для розв'язування технічних задач спеціальності, а саме керувати процесами, реалізовувати взаємодію процесів, моделювати паралельні обчислення, створювати та налагоджувати паралельні та розподілені програми, здійснювати побудову паралельного алгоритму і виконувати його аналіз, створювати програми із застосуванням процесів (потоків).

– N7. Розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів паралельних та розподілених обчислень, використовуючи моделі організації паралельних обчислень, основні мови паралельного програмування, бібліотечні функції для паралельного програмування, засоби оптимізації обміну даними між паралельно-виконуваними програмами, засоби опису, взаємодії, синхронізації та взаємного виключення паралельних процесів. Реалізовувати синхронні або асинхронні паралельні процеси з використанням бібліотек MPI / OpenMP, стандартними засобами мов програмування C++, Java для розподілених обчислень.

Мати навички комунікації:

- N17. Спілкуватись усно та письмово з професійних питань українською мовою.
- N18. Використовувати інформаційні технології та для ефективного спілкування на професійному та соціальному рівнях

Мати навички автономії і відповідальності:

- N20. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

6. Обсяг дисципліни

Ознака дисципліни, вид заняття	Кількість годин
Рекомендації щодо семестру вивчення	6 семестр
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Кількість кредитів / годин	3/90
Кількість змістових модулів	2

Нормативна / вибіркова	вибіркова
лекції	28
лабораторні роботи	14
самостійна робота	48
Вид підсумкового контролю : залік	–

7. Пререквізити

Враховуючи послідовність накопичення знань та інформації, дисципліна вивчається після викладання наступних дисциплін: «Інженерія програмного забезпечення», «Організація баз даних», «Програмування», «Об'єктно – орієнтоване програмування».

8. Технічне і програмне забезпечення /обладнання

Лекційні заняття проводяться в аудиторіях обладнаних мультимедійним проектором. Для виконання лабораторних робіт застосовується матеріально-технічна база кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення: спеціалізовані комп'ютерні лабораторії з персональними комп'ютерами Athlon 2.4, (15 шт.), AMD Sempron LE-1150 (18 шт.), Athlon II 215x2 (10 шт.), AMD Duron 1,2 GHz (15 шт.), програмне забезпечення OpenOffice версії 4.1.7 (ліцензія LGPL), Google Chrome версії 80.0.3987.162 (ліцензія EULA), відкрита бездротова мережа Wi-Fi, вільний доступ до Інтернету.

9. Політика дисципліни

Академічна доброчесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Детальніше за посиланням URL <http://www.kntu.kr.ua/doc/dobro.pdf>

Відвідування занять

Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі аспіранти відвідають лекції і практичні заняття курсу. Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Поведінка на заняттях

Недопустимість: запізнь на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в Центральнотехнічному національному університеті студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення навчальних дисциплін вільного вибору; Положення про рубіжний контроль успішності і сесійну атестацію студентів ЦНТУ; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

10. Тематика лекційних та практичних занять

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності, (заняття)/	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
----------------------------------	-----------------------	------------------------------	-----------	----------------------------------	------------------	-------------	------------------

		формат					
Змістовний модуль I Технології побудови розподілених об'єктних систем							
Тиж. 1 (за розкладом) 2 год	Тема 1 Технології побудови розподілених об'єктних систем 1.1 Розподілені об'єктні технології в інформаційних системах Технології RMI, CORBA, DCOM 1.2 Технологія CORBA 1.3 Технологія DCOM	Лекція / Face to face	Презентація	1, 2, 3, 5	Самостійно опрацювати матеріал Історія розвитку моделей обчислень. Концепція необмеженого паралелізму 3 год	5 балів	Самостійна робота до 2 тижня
Тиж. 1,2 (за розкладом) 2 год	Тема 1 Освоєння середовища розробки графічних додатків NetBeans IDE 1.1 Створити простий проект JavaFx в NetBeans IDE. 1.2 Ввести текст демонстраційної програми. 1.3 Відкомпілювати програму, усунути ймовірні помилки. 1.4 Створити файл *.jar, що виконується, запустити програму на виконання.	Лабораторна робота / Face to face	Методичні рекомендації	11, 12	Робота з NetBeans IDE на платформі JavaFx, створення проекту, введення та компіляція програми, створення файлу *.jar, що виконується, запуск програми 3 год	5 балів	Самостійна робота до 2 тижня
Тиж. 2,3 (за розкладом) 4 год	Тема 2 Переваги та недоліки використання технологій RMI, CORBA, DCOM 2.1 Порівняння архітектур. 2.2 Можливі області застосування. 2.3 Вибір критеріїв.	Лекція / Face to face	Презентація	1, 3	Самостійно опрацювати матеріал Види і засоби розпаралелювання обчислень. Паралельні форми алгоритмів. Характеристики паралельних алгоритмів. 3 год	5 балів	Самостійна робота до 3 тижня
Тиж. 3,4 (за розкладом) 2 год	Тема 2 Створення додатка для паралельних обчислень 2.1 Створити проект. 2.2 Вибрати колір, довжину і ширину прямокутника відповідно до варіанта. 2.3 Створити задачі і паралельні потоки обчислень. 2.4 У кожному потоці обчислити площу прямокутника в пікселях. 2.5 В окремому потоці обчислити сумарну площу прямокутників у пікселях. 2.6 Виконати програму	Лабораторна робота / Face to face	Методичні рекомендації	11, 12	Створення додатків для паралельних обчислень: 3 год	5 балів	Самостійна робота до 4 тижня

Тиж. 4,5 (за розкладом) 4 год	Тема 3 Паралельні обчислювальні системи та паралельні обчислення. Побудова паралельних обчислювальних систем, аналіз і моделювання паралельних обчислень. Класифікація обчислювальних систем	Лекція / Face to face	Презентація	1, 2	Самостійно опрацювати матеріал Види і засоби розпаралелювання обчислень Характеристики паралельних алгоритмів 3 год	5 балів	Самостійна робота до 5 тижня
Тиж. 5,6,7 (за розкладом) 2 год	Тема 3 Керування процесом паралельних обчислень 3.1 Створити проект. 3.2 Вибрати колір, довжину і ширину прямокутника відповідно до варіанта. 3.3 Створити задачу і паралельні потоки обчислень. 3.4 У кожному потоці обчислити площу прямокутника в пікселях. 3.5 В окремому потоці обчислити сумарну площу прямокутників у пікселях. 3.6 Виконати програму	Лабораторна робота / Face to face	Методичні рекомендації	11, 12	Керування процесом паралельних обчислень 3 год	5 балів	Самостійна робота до 6 тижня
Тиж. 6,7 (за розкладом) 4 год	Тема 4. Моделювання і аналіз паралельних обчислень Моделі обчислень Показники ефективності паралельного алгоритму.	Лекція / Face to face	Презентація	1, 2	Самостійно опрацювати матеріал Типи ПОМ. Типи процесорів, типи комунікаційних мереж, типи пристроїв пам'яті ПОМ. Елементна база ПОМ. Інтелектуальні, трансп'ютерні та систолічні ПОМ. 3 год	5 балів	Самостійна робота до 7 тижня
Тиж. 8,9 (за розкладом) 2 год	Тема 4 Паралельні обчислення в багатопроцесорних системах. Технологія Fork-Join 4.1 Створити додаток, що реалізує паралельні обчислення в багатопроцесорних системах. 4.2 Реалізувати паралелізм на рівні окремих процесорів. 4.3 Зробити аналіз результатів виконання	Лабораторна робота / Face to face	Методичні рекомендації	11, 12	Створення паралельних обчислень у багатопроцесорних системах 3 год	5 балів	Самостійна робота до 8 тижня

	паралельних обчислень для одного і декількох процесорів. 4.4 Зробити аналіз ефективності використання великої кількості паралельних потоків обчислень. 4.5 Зробити висновок про оптимальну кількість процесорів в обчислювальній системі з погляду співвідношення ефективності/вартості. 4.6 Зробити висновок про оптимальну кількість потоків в обчислювальній системі для оптимальної кількості процесорів.						
Тиж. 8 (за розкладом) 2 год	Тема 5 <i>Оцінка максимально досяжного паралелізму</i> Аналіз масштабованості паралельних обчислень . Оцінка комунікаційної трудомісткості паралельних алгоритмів	Лекція / Face to face	Презентація	1, 2, 4,	Самостійно опрацювати матеріал Загальна схема функціонування, режими функціонування ПРОС. Схема процесу виконання завдань в ПРОС 3 год	5 балів	Самостійна робота до 9 тижня
Тиж. 8 (за розкладом) 2 год	Тема 5 <i>Розподілені обчислення на базі технології Клієнт-Сервер</i> 5.1 Створити проект для Клієнтської і Серверної програми. 5.2 Реалізувати програмне забезпечення Сервера. 5.3 Реалізувати програмне забезпечення Клієнта. 5.4 Здійснити мережну взаємодію Клієнта і Сервера (установити з'єднання). 5.5 На стороні Сервера забезпечити виконання обчислень за даними, отриманими від Клієнта. 5.6 Результати обчислень повернути Клієнту. 5.7 На стороні клієнта забезпечити виведення результатів обчислень.	Лабораторна робота / Face to face	Методичні рекомендації	11. 12	Створення і налагодження додатків для розподілених обчислень 3 год	5 балів	Самостійна робота до 11 тижня
Максимальна кількість балів за змістовним модулем I						50 балів	
Змістовний модуль II Принципи розробки паралельних методів							
Тиж. 9	Тема 6 <i>Принципи розробки паралельних</i>	Лекція /	Презентація	1, 2	Самостійно опрацювати	8 балів	Самостійна робота

(за розкладом) 2 год	<i>методів</i> Моделювання паралельних програм. Етапи розробки паралельних алгоритмів Виділення інформаційних залежностей	Face to face			матеріал Основні характеристики процесу планування ПРО. Організація процесу планування 3 год		до 9 тижня
Тиж. 12, 13,14 (за розкладом) 4 год	Тема 6 <i>Розподілені обчислення. Взаємодія паралельних потоків</i> 6.1 Використовуючи результати лабораторних робіт № 3 і № 4, 5 здійснити взаємодію між потоками Клієнтської і Серверної програми. 6.2 Реалізувати програмне забезпечення Сервера. 6.3 Реалізувати програмне забезпечення Клієнта. 6.4 Здійснити мережне керування потоками розподілених обчислень сторони Сервера з боку Клієнта . 6.5. Забезпечити безперервне обчислення площ прямокутників у паралельних потоках на стороні Сервера. 6.6 Забезпечити безперервну передачу результатів обчислень Клієнту На стороні Клієнта забезпечити виведення результатів обчислень.	Лабораторна робота / Face to face	Методичні рекомендації	11,12	Одержати навички керування потоками розподілених обчислень шляхом передачі повідомлень між потоками виконання. 3 год	9 балів	Самостійна робота до 14 тижня
Тиж. 10, 11 (за розкладом) 4 год	Тема 7 <i>Паралельне програмування на основі MPI</i> 7.1. <i>MPI: основні поняття та означення</i> Поняття паралельної програми Операції передачі даних Поняття комунікаторів	Лекція / Face to face	Презентація	1, 2, 4, 5,	Самостійно опрацювати матеріал Стадії планування ПРО. Основні види планування ПРО 3 год	8 балів	Самостійна робота до 11 тижня
Тиж. 12 (за розкладом) 2 год	Тема 8 Вступ до розробки паралельних програм з використанням MPI Перша паралельна програма з використанням MPI. Визначення тривалості виконання MPI - програми.	Лекція / Face to face	Презентація	1, 2	Самостійно опрацювати матеріал Основні характеристики алгоритмів планування, графові моделі планування ПРО. 3год	8 балів	Самостійна робота до 12 тижня
Тиж. 13	Тема 9 <i>Початкове знайомство з</i>	Лекція /	Презентація	1, 5	Самостійно опрацювати	8 балів	Самостійна робота

(за розкладом) 2 год	<i>колективними операціями передачі даних.</i> Передача даних від одного процесу всім процесам системи. Передача даних від всіх процесів одному процесу. Операція редуkcії. Аварійне завершення паралельної програми	Face to face			матеріал Подання задачі планування ПРО у вигляді задачі математичного програмування. Евристичні алгоритми планування ПРО. 3 год		до 13 тижня
Тиж. 14 (за розкладом) 2 год	Тема 10 <i>Управління групами процесів і комунікаторами.</i> Управління групами. Управління комунікаторами Топології Додаткові можливості стандарту MPI - 2.	Лекція / Face to face	Презентація	1, 5	Самостійно опрацювати матеріал Системне програмне забезпечення ПРОС. Прикладне програмне забезпечення, Паралельні мови програмування в ПРОС 3 год	9 балів	Самостійна робота до 14 тижня
Максимальна кількість балів за змістовним модулем II						50	
Максимальна кількість балів за залік						100	

11. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

Форма підсумкового контролю: залік.

Контроль знань і умінь (поточний і підсумковий) з дисципліни «Паралельні та розподілені обчислення» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100-бальною шкалою. Він складається з рейтингу навчальної роботи (засвоєння теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи, виконання лабораторних завдань), для оцінювання якої призначається максимальна оцінка 100 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни «Паралельні та розподілені обчислення»

Поточний контроль та самостійна робота			
Змістовний модуль 1	Змістовний модуль 2	Залік	Сума

T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10			100
Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П		
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	3	8	3	8	3	8		9			

Примітка: T1, T2... T10 – теми; Л – лекції; П – лабораторні заняття

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	зараховано
82-89	B	
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання. Еквівалент оцінки в балах для кожної окремої теми може бути різний, загальну суму балів за тему визначено в навчально-методичній карті. Розподіл балів між видами занять (лекції, лабораторні заняття, самостійна робота) можливий шляхом спільного прийняття рішення викладача і студентів на першому занятті:

оцінку **«відмінно» (90-100 балів, A)** заслуговує студент, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

оцінку **«добре» (82-89 балів, B)** – заслуговує студент, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;
- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

оцінку «добре» (74-81 бал, C) - заслугоує студент, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;
- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;
- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

оцінку «задовільно» (64-73 бали, D) – заслугоує студент, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;
- виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;
- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;
- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

оцінку «задовільно» (60-63 бали, E) – заслугоує студент, який:

- володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який:

- виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

оцінку «незадовільно» (35 балів, F) – виставляється студенту, який:

- володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;
- допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;
- не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

12. Рекомендована література

Базова

1. Кузьменко Б.В., Чайковська О.А. Технологія розподілених систем та паралельних обчислень. (конспект лекцій, частина 1. Розподілені об'єктні системи, паралельні обчислювальні системи та паралельні обчислення, паралельне програмування на основі MPI) Навчальний посібник. – К.: Видавничий центр КНУКІМ, 2011 – 126 с.
2. Малашонок Г. І., Сідько А. А. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI, Java, Math Partner : підручник. – Київ : НаУКМА, 2020. – 266 с. 3. Дорошенко А.Ю. Паралельні обчислювальні системи. Методичний посібник і конспект лекцій. – Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2013.–46 с.
4. Рольщиков В.Б. Технології розподілених систем та паралельних обчислень. Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ 2016.155с

5. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти / К.Т. Кузьма, О.В. Мельник. – Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. – 172 с.

Допоміжна

6. Ashwin Pajankar. Raspberry Pi Supercomputing and Scientific Programming. – Nashik, Maharashtra, India, 2017. – 170 p.

7. Семеренко, В. П. Технології паралельних обчислень : навчальний посібник / Семеренко В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с.

8. Gropp, William. Using MPI : portable parallel programming with the Message-Passing Interface / William Gropp, Ewing Lusk, and Anthony Skjellum. Third edition. – Massachusetts Institute of Technology, 2014. – 330 с.

9. Качко О.Г. Паралельне програмування. – Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ, 2016. – 403 с.

10. Минайленко Р.М Паралельні та розподілені обчислення М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2021. - 153 с.

Методичне забезпечення

11. Паралельні та розподілені обчислення: методичні рекомендації для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю 123 “Комп’ютерна інженерія”/ уклад. Минайленко Р.М. — Кропивницький: ЦНТУ, 2019. — 41 с.

Інформаційні ресурси

12. Дистанційна освіта ЦНТУ. – URL: <http://moodle.kntu.kr.ua/my/>

13. Технології паралельного програмування URL: <http://www.parallel.ru/tech>

15. Сайт Української команди розподілених обчислень.– Режим доступу: <http://distributed.org.ua/>.

16. Стандарти MPI.– Режим доступу: <http://www.mpiforum.org>