

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Чернігівська політехніка»  
Навчально-науковий інститут електронних та інформаційних технологій  
Кафедра *інформаційних технологій та програмної інженерії*

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**  
Завідувач кафедри

Білоус Ірина Володимирівна

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ЗАСОБИ ІНТЕГРАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ (ОК29)

#### Освітня програма «*Інженерія програмного забезпечення*»

Рівень вищої освіти – *перший (бакалаврський)*

Спеціальність *121 – Інженерія програмного забезпечення*

Мова навчання: *українська*

Статус дисципліни: *обов'язкова*

Форма навчан.	Рік навч.	Сем.	Розподіл годин					Разом	За тиждень		ІНДЗ	Контр.
			Всього ауд.	Лек	Прак	Лаб.	СРС		Ауд.	СРС		
Денна	3	5	30	16		14	60	90	1,9	3,8	РГР	3
	Разом		30	16		14	60	90	1,9	3,8		

Робоча програма Засоби інтеграції розподілених систем

(назва навчальної дисципліни)

для студентів галузі знань 12 – Інформаційні технології спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення

Розробник робочої навчальної програми:

*доцент кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії, кандидат технічних наук, доцент*

\_\_\_\_\_

(підпис)

(I.B.Білоус)

(прізвище та ініціали)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри *інформаційних технологій та програмної інженерії*

Протокол від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_

Завідувач кафедри *інформаційних технологій та програмної інженерії*

\_\_\_\_\_

(підпис)

(\_ Білоус I.B.)

(прізвище та ініціали)

## Abstract

### ESIEIT/PI OK29 Integration means of distributed systems

2021/2022 Sem. 1

#### Course Description

The subject of the teaching discipline "Integration means of distributed software systems" is the bases of construction, evaluation and types of integration means of distributed software systems. The basis of discipline is learning of modern technology of development of parallel and distributed programs. Special attention is given to practical training in the development of such software systems.

Teaching discipline caused by necessity of the students forming a clear system of ideas about modern supercomputer technology.

Purpose of teaching "Integration means of distributed software systems" is:

- 1) Formation of high professional skills of the future specialists in the field of methods and tools for distributed computing.
- 2) The use of parallel and distributed technologies for high performance computing on cluster systems.
- 3) The practical training in the development of software systems based on parallel and distributed technologies.

**Contents:** requirements for modern supercomputing systems; methods and tools for distributed computing; indicators of evaluation of parallel algorithm; newest trends in the field of High Performance Computing; interfaces of distributed objects; means of message passing in distributed systems; means of parallel programming multi-processor systems; the efficiency of the parallel algorithm.

## 1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <i>12 – Інформаційні технології</i>	Обов'язкова
Модулів – 1	Спеціальність: <i>121 – Інженерія програмного забезпечення</i> Освітньо-професійна програма: <i>Інженерія програмного забезпечення</i>	<b>Рік підготовки:</b>
Змістових модулів – 3		3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання – розрахунково-графічна робота		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 90		5-й
Тижневих годин: аудиторних – 1,9; самостійної роботи і індивідуальної студента – 3,8	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	<b>Лекції</b>
		1 год.
		<b>Лабораторні</b>
		0,9 год.
		<b>Самостійна робота</b>
		3,8 год.
<b>Вид контролю:</b>		
Залік		

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:  $1,9:3,8 = 1:2$ ;

Застосовані скорочення:

RPC (Remote Procedure Call) – віддалений виклик процедур.

RMI (Remote Method Invocation) – віддалене звертання до методу.

MPI (Message Passing Interface) – інтерфейс передачі повідомлень.

Передумовою для вивчення дисципліни є успішне засвоєння дисциплін “Основи програмування”, “Java та C# технології прикладного програмування”.

Дисципліна може використовуватися під час підготовки випускної кваліфікаційної роботи бакалавра за відповідною темою.

## 2 Мета навчальної дисципліни

**Метою** вивчення дисципліни "*Засоби інтеграції розподілених систем*" є закріплення та розвиток фахових компетентностей в галузі знань 12 – *Інформаційні технології* із застосуванням у повсякденній діяльності новітніх технологій розробки програмного забезпечення, орієнтованого на роботу в кластерах та інших типах розподілених систем. Зокрема, це:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ФК17. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.
- ФК19. Здатність дотримуватися специфікацій, стандартів, правил і рекомендацій в професійній галузі при реалізації процесів життєвого циклу.
- ФК25. Здатність реалізовувати фази та ітерації життєвого циклу програмних систем та інформаційних технологій на основі відповідних моделей і підходів розробки програмного забезпечення.
- ФК26. Здатність здійснювати процес інтеграції системи, застосовувати стандарти і процедури управління змінами для підтримки цілісності, загальної функціональності і надійності програмного забезпечення.
- ФК27. Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.
- ФК28. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.
- ЗК31. Здатність працювати в міжнародному контексті.

## 3 Очікувані результати навчання з дисципліни

Навчальна дисципліна "*Засоби інтеграції розподілених систем*" має допомогти сформуванню наступні програмні результати навчання.

- ПР01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.
- ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.
- ПР06. Уміння вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення.
- ПР07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.
- ПР12. Застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проектування програмного забезпечення.

– ПР13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

– ПР15. Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.

– ПР17. Вміти застосовувати методи компонентної розробки програмного і забезпечення.

Після вивчення дисципліни студенти **повинні знати:**

- вимоги до сучасних суперкомп'ютерних систем;
- методи і засоби розподілення обчислень;
- показники оцінювання паралельного алгоритму;
- новітні тенденції у сфері суперкомп'ютерних обчислень;

У результаті опанування навчальною дисципліною студенти **повинні вміти:**

- описувати інтерфейси та розробляти розподілені об'єкти;
- застосовувати засоби передачі повідомлень в розподілених системах;
- застосовувати засоби паралельного програмування багатопроцесорних систем;
- оцінювати ефективність розробленого паралельного алгоритму.

#### 4 Критерії оцінювання результатів навчання

З тими студентами, які до проведення підсумкового семестрового контролю не встигли виконати всі обов'язкові види робіт та мають підсумкову оцінку менше 20 балів (за шкалою оцінювання), проводяться додаткові індивідуальні заняття, за результатами яких визначається, наскільки глибоко засвоєний матеріал, та чи необхідне повторне вивчення дисципліни.

Дисципліну можна вважати такою, що засвоєна, якщо студент:

##### 1) **знає:**

- характеристики, організацію і завдання розподілених систем;
- технології масштабування розподілених систем;
- методи взаємодії в RPC;
- характеристики і види розподілених об'єктів;
- способи створення розподілених об'єктів;
- організацію сервера розподілених об'єктів;
- архітектуру RMI системи;
- способи передачі параметрів в RMI;
- основні риси послідовної і паралельної моделі обчислень;
- паралелізм даних і завдань, їх переваги та недоліки;
- етапи розробки паралельного алгоритму;
- показники прискорення та ефективності паралельного алгоритму;
- закони Амдаля;
- паралельне узагальнення базової операції сортування;
- модель паралельного програмування ForkJoin;

- характеристики мультипроцесорних і мультикомп'ютерних систем;
- технологію і класифікацію кластерних систем;
- концепції програмного інтерфейсу MPI;
- операції передачі повідомлень в MPI;
- методи паралельного та розподіленого програмування мови МС #.

## **2) вміє:**

– в рамках технології RMI описати віддалений інтерфейс, реалізацію віддаленого інтерфейсу, реалізацію сервера системи. Система, функціонально складається з двох компонентів – сервера (процесингового центру) і клієнта (каса). Припустимо, що зв'язок між клієнтом та сервером стійкий, що сервер в системі один (саме він володіє всією інформацією про зареєстровані картки і їх балансах), каса в системі також одна і на ній проходять операції реєстрації нових карт, а також операції зміни (занесення, зняття коштів) та перевірки балансу карт.

– в рамках технології MPI описати реалізацію паралельного обчислення знаходження середнього значення елементів вектора великої розмірності.

## **5 Засоби діагностики результатів навчання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни є:

- залік;
- розрахунково-графічна робота;
- презентації результатів виконаних завдань;
- завдання, які виконуються в навчальній лабораторії;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

## **6 Програма навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1. Технологія побудови розподілених систем**

#### **Тема 1. Вступ. Характеристика паралельних та розподілених систем**

Предмет і мета вивчення паралельних та розподілених систем. Структура навчального курсу. Основні поняття та визначення. Основні задачі паралельних та розподілених систем.

#### **Тема 2. Технологія побудови розподілених систем**

Засоби зв'язку в розподілених системах. Клієнт-серверна взаємодія при віддаленому виклику процедури (RPC). Методика розробки компонентів в RPC. Передача параметрів в RPC. Асинхронні та синхронні виклики в RPC. Характеристика та види розподілених об'єктів. Способи створення розподілених об'єктів. Організація сервера розподілених об'єктів.

Архітектура системи віддаленого звертання до методу (RMI). Створення сервера об'єктів RMI. Сервіс іменувань RMI. Використання заглушок RMI. Передача параметрів в RMI.

### **Змістовий модуль 2. Паралельна модель обчислень**

#### **Тема 3. Паралельна модель обчислень**

Особливості послідовної та паралельної моделі обчислень. Паралелізм даних. Паралелізм задач. Переваги та недоліки моделей обчислень. Декомпозиція задачі на паралельні підзадачі. Проектування комунікацій паралельного алгоритму. Укрупнення паралельних підзадач. Планування паралельних обчислень. Модель паралельного програмування Java Fork-Join.

Показники прискорення та ефективності паралельного алгоритму. Підвищення якості паралельних обчислень. Сверхлінійне прискорення паралельного алгоритму. Максимальне прискорення за законами Амдала. Масштабованість паралельних обчислень. Накладні розходи паралельного алгоритму.

#### **Тема 4. Алгоритми паралельного програмування**

Паралельне узагальнення базової операції сортування. Паралельний алгоритм парної-непарної перестановки. Паралельний алгоритм сортування Шелла. Паралельний алгоритм швидкого сортування. Аналіз прискорення та ефективності паралельного алгоритму сортування парної-непарної перестановки. Аналіз прискорення та ефективності паралельного алгоритму сортування Шелла. Аналіз прискорення та ефективності паралельного алгоритму швидкого сортування.

#### **Змістовий модуль 3. Кластерні технології**

##### **Тема 5. Апаратні засоби суперкомп'ютерних систем**

Апаратні засоби суперкомп'ютерних систем. Характеристика мультипроцесорних систем. Характеристика мультикомп'ютерних систем. Тенденції розвитку індустрії в сфері суперкомп'ютерних обчислень. Технологія кластерних систем. Класифікація кластерних систем. Програмне забезпечення кластерних систем.

##### **Тема 6. Програмні засоби суперкомп'ютерних систем**

Концепції програмного інтерфейсу передачі повідомлень MPI. Типи даних MPI. Парні операції передачі повідомлень в MPI. Режими передачі даних в MPI. Колективні операції передачі повідомлень в MPI. Комунікатори як група паралельних процесів MPI. Віртуальні топології в MPI.

Методи паралельного та розподіленого програмування мови MS#. Канали та обробники каналних повідомлень в MS#. Синхронізація в MS#. Порівняння технологій MPI та MS#.



## 7 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем		Кількість годин для денної форми навчання				
		Всього	У тому числі			
			Лек.	Пр.	Лаб.	С.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Змістовий модуль 1. Технологія побудови розподілених систем</b>						
1	Вступ. Характеристика паралельних та розподілених систем	10	2		2	6
2	Технологія побудови розподілених систем	16	4		4	8
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>		<b>26</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>14</b>
<b>Змістовий модуль 2. Паралельна модель обчислень</b>						
3	Паралельна модель обчислень	12	2		2	8
4	Алгоритми паралельного програмування	12	2		2	8
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>		<b>24</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>16</b>
<b>Змістовий модуль 3. Кластерні технології</b>						
5	Апаратні засоби суперкомп'ютерних систем	8	2			6
6	Програмні засоби суперкомп'ютерних систем	32	4		4	24
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>		<b>40</b>	<b>6</b>		<b>4</b>	<b>30</b>
<b>Усього годин за дисципліну</b>		<b>90</b>	<b>16</b>		<b>14</b>	<b>60</b>

## 8 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття. Ознайомлення з робочими місцями та правилами проведення та здачі лабораторних робіт. Вступний інструктаж з техніки безпеки	2
2	Знайомство з технологією RMI	2
3	Вивчення способів передачі об'єктів в RMI	2
4	Реалізація паралельних обчислень з використанням механізму потоків	2
5	Дослідження впливу комунікацій між підзадачами на величину накладних розходів	2
6	Програмні засоби організації кластерних систем. Інтерфейс MPI	4

<b>Разом</b>	<b>12</b>
--------------	-----------

## 9 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Підготовка до лабораторних робіт	10
2	Засвоєння матеріалу лекцій	20
3	Виконання розрахунково-графічної роботи	20
4	Підготовка до заліку	10
<b>Разом</b>		<b>60</b>

## 10 Індивідуальні завдання

Важливим елементом успішного засвоєння дисципліни та здобуття навичок, які передбачені освітньою програмою, є розрахунково-графічна робота (РГР). Головна мета – на прикладі індивідуального завдання засвоїти та навчитися застосовувати конкретний засіб інтеграції розподілених систем та оцінювати ефективність обраних рішень. РГР охоплює основні теми всієї дисципліни. Завдання на РГР видається викладачем на початку семестру. Теоретичною основою для виконання РГР є навчальна література, курс лекцій та лабораторних занять. Особлива увага питаням роботи над РГР приділяється під час консультацій, у тому числі, – дистанційних. На передостанньому тижні семестру студент здає РГР викладачеві на перевірку, а потім захищає її.

Система формування оцінки РГР наступна.

### Форми контролю виконання РГР

Вид роботи	Форма контролю	Кількість балів
Структура системи, схема та текст програми	1. Відповідність умовам завдання	0... 3
	2. Відповідність вимогам стандартів	0... 1
Пояснювальна записка	1. Обґрунтованість програмних рішень	0... 3
	2. Посилання на першоджерела	0... 1
	3. Відповідність оформлення вимогам	0... 2
	4. Своєчасність здачі	0... 2
Захист РГР	Самостійність виконання (відповіді на запитання або презентація)	0... 4
<b>Разом</b>		<b>0... 15</b>

Докладна інформація щодо змісту, варіантів завдань, порядку оформлення та захисту роботи міститься в [14.2].

## 11 Методи контролю

Оцінювання знань ЗВО здійснюється відповідно до «Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Національного університету «Чернігівська політехніка», погодженого вченою радою НУ «Чернігівська політехніка» (протокол № 6 від 31.08.2020 р.) та затвердженого наказом ректора НУ «Чернігівська політехніка» від 31.08.2020 р. №26.

Політика дотримання академічної доброчесності ґрунтується на «Кодексі академічної доброчесності Національного університету “Чернігівська політехніка”», погодженого вченою радою НУ “Чернігівська політехніка” (протокол № 6 від 31.08.2020 р.) та введеного в дію наказом ректора НУ “Чернігівська політехніка” від 31.08.2020 р. №26.

З дисципліни студент може набрати до 60% підсумкової оцінки за виконання всіх видів робіт, що виконуються протягом семестру і до 40% підсумкової оцінки – на диференційованому заліку.

Виконання та особистий захист усіх лабораторних робіт, зазначених у робочій навчальній програмі з дисципліни, є обов'язковим. Поточний контроль проводиться шляхом спілкування із студентами під час лекцій та консультацій та опитувань студентів під час захисту лабораторних робіт [14.1].

Результати поточного контролю за відповідний модуль оприлюднюються викладачем на наступному аудиторному занятті. Бали, які набрані студентом під час модульних контролів, складають оцінку поточного контролю.

Диференційовані заліки складаються студентами відповідно до розкладу, який доводиться до викладачів і студентів не пізніше, ніж за тиждень до початку залікового тижня.

Семестровий контроль у вигляді *заліку* проводиться на останньому тижні навчального семестру (заліковий тиждень) з двома запитаннями. Оцінка за результатами вивчення дисципліни формується шляхом додавання підсумкових результатів поточного контролю до залікової оцінки. Ті студенти, які не виконали всі обов'язкові види робіт та за результатами роботи в семестрі набрали менше 20 балів, мають пройти повторний курс вивчення дисципліни. Взаємозв'язок між набраними балами і оцінкою наведений у розділі 12.

Якщо відповідь повна і зміст відповіді студента повністю відповідає сутності поставлених запитань, можна отримати від 33 до 40 балів. В тому випадку, коли студент відповідає без грубих помилок, можна отримати від 24 до 32 балів. Якщо при відповіді студент допускає грубі помилки, і всі запитання вирішені менш, ніж на половину, можна отримати від 17 до 24 балів. За не відповідь хоча б на одне запитання, не можна отримати більше 16 балів.

Складання заліку є обов'язковим елементом підсумкового контролю знань для студентів, які претендують на оцінку «добре» або «відмінно». Якщо студент виконав всі види робіт протягом семестру та набрав 60% підсумкової оцінки (тобто «задовільно»), то він, за бажанням, може залишити набрану кількість балів як підсумкову оцінку і не складати залік.

В випадку повторного складання заліку всі набрані протягом семестру бали анулюються, а повторний залік складається з трьох питань. Питання до заліку знаходяться у пакеті документів на дисципліну.

У випадку, якщо студент протягом семестру не виконав в повному обсязі передбачених робочою програмою всіх видів навчальної роботи, має невідпрацьовані лабораторні роботи або не набрав мінімально необхідну кількість балів (20), він не допускається до складання екзамену під час семестрового контролю, але має право ліквідувати академічну заборгованість у порядку, передбаченому «Положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань студентів НУ «Чернігівська політехніка».

Повторне складання заліку з метою підвищення позитивної оцінки не дозволяється.

## 12 Розподіл балів, які отримують студенти

### Поточний контроль за модулями

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю	Кількість балів
<b>Змістовий модуль 1. Технологія побудови розподілених систем</b>	<b>0... 15</b>
1 Рішення завдань до захисту лабораторних робіт.	0... 5
2 Самостійність виконання лабораторних робіт.	0... 5
3 Своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 5
<b>Змістовий модуль 2. Паралельна модель обчислень</b>	<b>0... 15</b>
1 Рішення завдань до захисту лабораторних робіт.	0... 5
2 Самостійність виконання лабораторної роботи.	0... 5
3 Своєчасність виконання лабораторної роботи.	0... 5
<b>Змістовий модуль 3. Кластерні технології</b>	<b>0... 15</b>
1 Рішення завдань до захисту лабораторної роботи.	0... 5
2 Самостійність виконання лабораторних робіт.	0... 5
3 Своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 5
<b>Оцінка за РГР</b>	<b>0... 15</b>
<b>Семестрова оцінка поточного контролю</b>	<b>0... 60</b>

Для захисту лабораторної роботи студент повинен відповісти на всі контрольні запитання з методичних вказівок та на два запитання за вибором викладача з лекційного курсу за темою лабораторної роботи. Для денної форми навчання за кожну лабораторну роботу студент отримує певну кількість балів з урахуванням максимальної кількості балів згідно наведеної вище таблиці. При цьому враховується якість оформлення звіту та повнота відповідей на запитання при захисті лабораторної роботи.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи	для заліку

90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>		
66-74	<b>D</b>		
60-65	<b>E</b>	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
0-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	

### **13 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна**

Лекційний матеріал подається у вигляді презентацій за допомогою медіа-проектора. Під час лекцій аналізуються проблемні ситуації, організується зворотний зв'язок з аудиторією шляхом формулювання запитань і стислих відповідей з обох сторін.

Рекомендовані технології для реалізації лабораторних робіт та розрахунково-графічної роботи – Java v.7, MPICH2, MS#.

### **14 Методичне забезпечення**

1. Засоби інтеграції розподілених програмних систем. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 121 – „Інженерія програмного забезпечення”. /Укл.: Білоус І.В. – ЧНТУ, 2019. – 38 с. – Електронні данні – Режим доступу: <http://eln.stu.cn.ua/course/view.php?id=797>, обмежений. – Заголовок з екрану.
2. Засоби інтеграції розподілених програмних систем. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної та самостійної роботи для студентів напряму підготовки 121 – „Інженерія програмного забезпечення”. /Укл.: Білоус І.В. – Чернігів: ЧНТУ, 2019. – 14 с. – Електронні данні – Режим доступу: <http://eln.stu.cn.ua/course/view.php?id=797>, обмежений. – Заголовок з екрану.

### **15 Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Аксак Н.Г. Паралельні та розподілені обчислення: підручник / Н.Г. Аксак, О.Г., Руденко, А.М. Гуржій. – Х.: Компанія СМІТ, 2009. – 480с.
2. Хорстман К., Корнелл Г. Java. Библиотека профессионала, том 2. Расширенные средства, 9е изд.: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2014. – 1008с.
3. Таненбаум Э. С., Стин М. Распределенные системы. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 584 с.
4. Соснин В.В., Балакшин П.В. Введение в параллельные вычисления: Учебное пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. – 51 с.
5. Бернс Б. Распределенные системы. Паттерны проектирования : пер. с англ. – СПб.: Питер, 2019. – 224 с.

#### **Допоміжна**

1. Сердюк Ю.П. Введение в параллельное программирование на языке MS#:

Учебное пособие. – Переславль-Залесский: Институт программных систем РАН, 2007. – 51 с.

2. Малявко А.А. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2019. – 116 с.

3. Ньюмен С. Создание микросервисов : пер. с англ. – СПб: Питер, 2018. – 304 с.

## **16 Інформаційні ресурси**

1. Система дистанційного навчання НУ «Чернігівська політехніка». Курс: Засоби інтеграції розподілених систем. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://eln.stu.cn.ua/course/view.php?id=797>
2. The TOP500 table – the 500 most powerful commercially available computer systems [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.top500.org/>