

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра програмного забезпечення комп'ютерних систем



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Зав. каф. ПЗКС

Алексеев М.О.

«31» серпня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Моделі та методи створення програмних систем паралельної та розподіленої обробки даних»

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Освітній рівень.....	третій (освітньо-науковий)
Статус.....	вибіркова
Загальний обсяг	4 кредитів ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік
Мова викладання	українська

Викладач: проф. Швачич Г.Г.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2022

Робоча програма навчальної дисципліни **«Моделі та методи створення програмних систем паралельної та розподіленої обробки даних»** для докторів філософії галузі знань 12 «Інформаційні технології» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. ПЗКС. – Д. : НТУ «ДП», 2022. – 15 с.

Розробник: Швачич Геннадій Григорович – професор, доктор технічних наук, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання,
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки аспірантів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	4
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	7
6.1 Шкали.....	7
6.2 Засоби та процедури	8
6.3 Критерії.....	9
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	9
8 . РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	12

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – формування у здобувачів вищої освіти умінь та компетентностей щодо фундаментальних теоретичних положень і практичних аспектів в області розвитку систем паралельної та розподіленої обробки даних, поглибити знання про моделі, методи та засоби паралельного програмування, що сприятиме формуванню здатності застосовувати знання з паралельного програмування на практиці, критично переосмислювати наявні інформаційні технології, відстежувати тенденції їх розвитку, розвивати й реалізовувати нові конкурентоздатні ідеї в галузі інформаційних технологій.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
ДРН 1	Знати модель паралельних обчислень з розподіленою пам'яттю; критерії ефективності паралельних алгоритмів.
ДРН 2	Проводити розпаралелювання обчислювальних алгоритмів; будувати моделі виконання паралельних програм.
ДРН 3	Оцінювати ефективності паралельних обчислень; аналізувати складність обчислень і можливість розпаралелювання розроблених алгоритмів.

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна не потребує додаткових вимог до базових дисциплін. Міждисциплінарні зв'язки: курс ґрунтується на знаннях, отриманих з вивчених дисциплін за попереднім рівнем освіти.

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	60	21	39	21	39	6	54
практичні	60	14	46	14	46	4	56
РАЗОМ	120	35	85	35	85	10	110

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	60
ДРН 1	<p>Тема 1. Загальна характеристика і еволюція розвитку розподілених і паралельних обчислень.</p> <p>Поняття високопродуктивних систем, розподілених і паралельних обчислень. Задачі розподілених систем. Паралельна і конвеєрна обробка даних. Супер – ЕОМ, надвисока продуктивність ЕОМ. Еволюція розвитку високопродуктивних систем. Сучасні тенденції застосування високопродуктивної обчислювальної техніки. Основні архітектурні поняття. Архітектура високопродуктивних обчислювальних систем.</p>	6
ДРН 1 ДРН 2	<p>Тема 2. Класифікація паралельних обчислювальних систем.</p> <p>Класифікація Флінна: єдність або множинність потоків даних і команд. Доповнення Ванга і Бріггса: конкретизація класів SISD, SIMD, MIMD. Класифікація Фенга: дві прості чисельні характеристики паралелізму (послівний і порозрядний паралелізм). Класифікація Шора: шість "типової архітектури" обчислювальних систем. Класифікація Хендлера: кількісний опис паралелізму на трьох різних рівнях обробки даних(виконання програми, виконання команд, обробка бітів). Класифікація Хокни : конкретизація класу MIMD. Класифікація Шнайдера: конкретизація класу SIMD(основна ідея - виділення етапів вибірки і безпосередньо виконання в потоках команд і даних).</p>	8
ДРН 1 ДРН 2	<p>Тема 3. Сучасні високопродуктивні комп'ютери.</p> <p>Вимоги до сучасних комп'ютерів. Класифікація комп'ютерів за сферами застосування. Шляхи підвищення продуктивності комп'ютерів. Сучасні мікропроцесори і мікропроцесорні системи. Системи високої готовності і відмовостійкі системи. Суперкомп'ютери. Векторні і матричні комп'ютери, багатопроцесорні комп'ютери і багатомашинні комплекси, векторизація і розпаралелювання алгоритмів, машини потоків команд і машини потоків даних, транс'ютери, нейрокомп'ютери. Приклади застосування суперкомп'ютерних технологій.</p>	6
ДРН 2 ДРН 3	<p>Тема 4. Моделі паралельного програмування.</p> <p>Парадигми паралельного програмування: паралелізм даних і паралелізм завдань. Особливості взаємодії в багатопоточних програмах. Взаємодія паралельних процесів за допомогою механізму передачі повідомлень. Проблеми взаємодії процесів, поняття «клінчу».</p>	8
ДРН 1 ДРН 2 ДРН 3	<p>Тема 5. Розробка паралельних алгоритмів і оцінка їх ефективності.</p> <p>Вимоги до паралельним алгоритмам. Типові прийоми розпаралелювання алгоритмів, ідея геометричного</p>	8

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	паралелізму. Показники ефективності паралельного алгоритму: прискорення і ефективність. Основні характеристики обчислювальної системи, що впливають на величину прискорення і ефективності.	
ДРН 1 ДРН 2 ДРН 3	Тема 6. Паралельні числові методи. Приклади алгоритмів виконання типових операцій. Методи рішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). Прямі методи рішення СЛАР. Метод виключення Гауса. Метод Холецкого. Метод прогонки. Метод редукції. Методи рішення систем з розрідженою матрицею. Ітераційні методи рішення СЛАР. Метод простої ітерації. Метод верхньої релаксації. Метод споріднених градієнтів Методи рішення диференційних рівнянь в частинних похідних. Методи Монте-Карло.	8
ДРН 2 ДРН 3	Тема 7. Технологія паралельного програмування OpenMP. Основи технології OpenMP. Виокремлення паралельно-виконавчих фрагментів програмного коду. Створення паралельних програм для багатоядерних систем за допомогою OpenMP, основні директиви OpenMP. Розподіл обчислювального навантаження між потоками. Розпаралелювання по даним для циклів. Управління розподілом ітерацій циклу між потоками. Управління порядком виконання обчислень Синхронізація обчислень після закінчення виконання циклу.	8
ДРН 2 ДРН 3	Тема 8. Сучасні інтерфейси паралельного програмування. Інтерфейс передачі даних MPI: структура MPI, основні функції передачі даних. Основи програмування на MPI: функції ініціалізації бібліотеки, функції комунікації типу точка-точка, функції колективної взаємодії. Засоби розробки розподілених додатків. Побудова та реалізація паралельного алгоритма на основі інтерфейсу програмування MPI для задач дисертаційної роботи.	8
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	60
ДРН 1 ДРН 2 ДРН 3	Практична робота №1 Тема: Визначення ефективності застосування багатозадачних, паралельних і розподілених обчислень для прикладних задач.	10
ДРН 1 ДРН 2 ДРН 3	Практична робота №2 Тема: Визначення архітектурних принципів паралелізму.	10
ДРН 2 ДРН 3	Практична робота №3 Тема: Визначення особливостей взаємодії в багатопоточних програмах.	10

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ДРН 1 ДРН 2 ДРН 3	Практична робота №4 Тема: Типові прийоми розпаралелювання алгоритмів прикладних задач.	10
ДРН 2 ДРН 3	Практична робота №5 Тема: Вплив топології комунікаційного середовища паралельних алгоритмів для прикладних задач.	10
ДРН 1 ДРН 2 ДРН 3	Практична робота №6 Тема: Побудова паралельних алгоритмів прикладних задач на основі інтерфейсу програмування MPI.	10
РАЗОМ		120

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень аспірантів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання аспіранта за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень аспірантів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень аспірантів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо аспірант отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, автономії та відповідальності аспіранта за вимогами НРК до 8-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Аспірант на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються аспірантам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		виконання ККР під час заліку за бажанням здобувача вищої освіти
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні оцінюються якістю виконання контрольного та індивідуального завдання. Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача вищої освіти шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувача вищої освіти під час заліку має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання. Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання. Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня за НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання аспіранта ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії аспіранта для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 8-го кваліфікаційного рівня за НРК

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<i>Знання</i>		
– Концептуальні та методологічні знання в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності.	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
<p>– Спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики;</p> <p>– започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного процесу ґрунтовного наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності;</p> <p>– критичний аналіз, оцінка і синтез нових та комплексних ідей.</p>	<p>Відповідь характеризує уміння:</p> <ul style="list-style-type: none"> – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність 	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
Рівень умінь/навичок незадовільний	<60	
Комунікація		
– Вільне спілкування з питань, що	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді).</p> <p><i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна.</p>	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<p>стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством у цілому;</p> <p>– використання академічної української та іноземної мови у професійній діяльності та дослідженнях.</p>	<p><i>Комунікаційна стратегія:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності 	
	<p>Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами</p>	90-94
	<p>Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)</p>	85-89
	<p>Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)</p>	80-84
	<p>Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)</p>	74-79
	<p>Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)</p>	70-73
	<p>Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)</p>	65-69
	<p>Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)</p>	60-64
	<p>Рівень комунікації незадовільний</p>	<60
<i>Відповідальність і автономія</i>		
<p>– Демонстрація значної авторитетності, інноваційності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна добросовісність, постійна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності;</p>	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> – використання принципів та методів організації діяльності команди; – ефективний розподіл повноважень в структурі команди; – підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); – стресовитривалість; – саморегуляція; – трудова активність в екстремальних ситуаціях; – високий рівень особистого ставлення до справи; – володіння всіма видами навчальної діяльності; – належний рівень фундаментальних знань; – належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок 	95-100
	<p>Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами</p>	90-94
	<p>Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)</p>	85-89

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
– здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання: мультимедійні та комп'ютерні пристрої.

Засоби дистанційної освіти: Moodle, MS Teams.

Пакети приладних програм: MS Office, Matlab і вище (навчальна безкоштовна версія), MathCad (навчальна безкоштовна версія).

Програмні додатки: OPEN MP, MPI.

8 . РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основні:

1. Дорошенко А.Ю. Паралельні обчислювальні системи. Методичний посібник і конспект лекцій. – Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2013.– 46 с.

2. 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.

3. Shvachych G., Shcherbyna P., Moroz D. Aggregation of computing channels based on the Nvidia Cuda platform for control modes of components of technological systems. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2022. № 2. P. 85 – 92.

4. Shvachych G., Shcherbyna P., Moroz D. Study of the influence of network characteristics of a multiprocessor system on assessments of its efficiency. *Актуальні питання розвитку інформаційних технологій: тези доповідей IV Всеукраїнської конференції молодих учених (Маріуполь, 24 листопада 2022 р.)/ ДВНЗ «ПДТУ»*. – Дніпро-Маріуполь: ПДТУ, 2022. – 81 С. 64 – 66.

5. Shvachych G., Vozna N., Ivashchenko O., Bilyi O., Moroz D. Efficient algorithms for parallelizing tridiagonal systems of equations. *System technologies*. Dnipro. 2021. № 5 (136). P. 110 – 119.

6. Besta M., Hoefler T. Slim fly: A cost effective low-diameter network topology. *Proceedings of the International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis, IEEE Press*, 2014, P. 348 – 359.
7. Moroz D. M. Module high-efficiency multiprocessor system with multidimensional aggregating of channels of network interface. *Radio electronics, informatics, management. Zaporizhzhia*. 2022. P. 133 – 143.
8. Robey R., Zamora Y. Parallel and High Performance Computing. 2021. 704 p.
9. Gigabit Ethernet. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://kunegin.narod.ru/ref1/giga/10giga.htm>
10. G. Shvachych, E. Kholod, O. Ivaschenko, V. Busygin Visualization of the applied problems in multiprocessor computing systems. Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Easter Europe. Held in Budapest, Hungary, 2018. P. 65–69.
11. Shvachych G., Pobochii I., Ivaschenko O., Busygin V. Research of compatibility in the multi-processing compound systems. *Science Review. Poland*. 2018. № 2 (9). Vol. 1. P.15–19.

Додаткові:

1. Adam Freeman, Pro .NET 4 Parallel Programming in C# (Expert's Voice in .NET).- Apress, 2010, 329.
2. David B. Kirk, Wen-mei W. Hwu, Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach, Morgan Kaufmann, 2010, 279 p.
3. Colin Campbell, Ade Miller, A Parallel Programming with Microsoft Visual C++: Design Patterns for Decomposition and Coordination on Multicore Architectures, Microsoft Press, 2011.
4. Shane Cook, CUDA programming: A developer's guide to parallel computing with GPUs, Morgan Kaufmann, 2012, 600 p.
5. Thomas Rauber, Gudula Rünger, Parallel Programming: for Multicore and Cluster Systems, Springer, 2013, 516 p.
6. William Gropp, Ewing Lusk, Anthony Skjellum, Using MPI: Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface, The MIT Press, 2014, 336 p.
7. V. Rajaraman, C. Siva Ram Murthy, Parallel Computers. Architecture and Programming [2nd ed.], Prentice-Hall, 2016, 506 p.
8. Czarnul, Pawel, Parallel programming for modern high performance computing systems, Chapman & Hall/CRC, 2018, 330.
9. Roman Trobec, Boštjan Slivnik, Patricio Bulić, Borut Robič, Introduction to Parallel Computing. From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms, Springer, 2018, 259 p.
10. Shvachych G., Pobochii I., Khokhlova T., Kholod A., Moroz D. Multiprocessor Computing based Parallel Structures of Mathematical Models of Tridiagonal Systems. *5th International Conference on Inventive Computation Technologies*. 2020. P. 1031–1035.

11. Shvachych G., Pobochij I., Sazonova M., Bilyi O., Moroz D. Intelligent decision support system. *International Academy Journal Web of Scholar*. 2021. № 2 (52). P. 1–9.
12. Shvachych G., Vozna N., Ivashchenko O., Bilyi O., Moroz D. Method of lines in distributed problems of experimental data processing. *International Academy Journal Web of Scholar*. 2021. № 2(52). P. 1–7.
13. Shvachych G., Vozna N., Ivashchenko O., Bilyi O., Moroz D. Efficient algorithms for parallelizing tridiagonal systems of equations. *System technologies*. Dnipro. 2021. № 5 (136). P. 110–119.
14. Shvachych G., Mamuzić I., Tsvykh V., Khylyk M., Sashchuk H., Timchenko O., Ivaschenko O., Moroz D. Some complex intensification features of spheroidizing annealing of low carbon steel. *Metallurgija*. 2022. № 61 (2). P. 344–346.
15. Moroz D. Aggregation arrangement features of network interface channels in multiprocessor computing systems. *System technologies*. Dnipro. 2022. № 2 (139). P. 111–121.
16. Moroz D. Performance evaluations research of multiprocessor system in the problem of heat treatment of metal products. *Modern problems of metallurgy*. Dnipro. 2022. № 25. P. 136–149.
17. Moroz D. M. Module high-efficiency multiprocessor system with multidimensional aggregating of channels of network interface. *Radio electronics, informatics, management*. Zaporizhzhia. № 3. 2022. P. 133–143.
18. Moroz D. M. Network features study of the communication interface of multiprocessor modular systems. *Computer systems and information technologies*. Khmelnytskyi. № 3. 2022. P. 82–90.

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Моделі та методи створення програмних систем паралельної та
розподіленої обробки даних»
для докторів філософії 12 «Інформаційні технології»

Розробник: проф. Швачич Геннадій Григорович

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19