

І СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну	
Повна назва навчальної дисципліни	Паралельні та розподілені обчислення
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет Електроніки та інформаційних технологій, Кафедра прикладної математики та моделювання складних систем
Розробник(и)	Князь Ігор Олександрович, к.ф.-м.н., доцент
Рівень вищої освіти	другий рівень вищої освіти; НРК України – 7 рівень; QF-LLL – 7 рівень; FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	8 тижнів протягом 3-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 32 години становить контактна робота з викладачем (16 години лекцій, 16 години практичних занять), 118 годин становить самостійна робота
Мова(и) викладання	Українська
2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі	
Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для всіх освітніх програм спеціальності 113 “Прикладна математика”.
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні знання з: програмування, теорії ймовірності та математичної статистики, алгебри, математичного аналізу
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні
3. Мета навчальної дисципліни	
Метою дисципліни є формування у студентів сучасного наукового світогляду в області організації паралельних та розподілених обчислень на базі мультипроцесорних та мультикомп’ютерних систем, набуття практичних навиків проектування таких засобів для розв’язання типових прикладних та дослідницьких задач.	

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Основні поняття про паралельні обчислення.

Сучасні задачі обчислювальних систем. Проблеми та перспективи. Поняття паралельних обчислень. Області застосування і задачі паралельних обчислень. Розробка паралельного алгоритму.

Тема 2. Архітектура паралельних обчислювальних систем.

Особливості організації паралельних обчислювальних систем. Класифікація паралельних обчислювальних систем. Взаємозв'язок класифікацій. Векторно-конвеєрні та векторнопаралельні системи. Багатопроцесорні системи: PVP, SPM, MPP, NUMA. Технологія CUDA. Кластери. Концепція GRID і метакомп'ютинг. Основні характеристики комунікаційних мереж.

Тема 3. Продуктивність обчислювальної системи. Методи оцінки продуктивності паралельних алгоритмів і систем.

Фактори продуктивності обчислювальних систем. Методи підвищення продуктивності. Продуктивність паралельних обчислень: характеристики, оцінка. Показники ефективності паралельних обчислень. Закони Амдала і Густафсона-Барсиса.

Тема 4. Комунікаційна трудомісткість паралельних обчислень.

Алгоритми маршрутизації. Методи передачі даних між процесорами. Аналіз трудомісткості основних операцій передачі даних: один-одному, один-всім, всі-всім. Оцінка трудомісткості операцій передачі даних для кластерних систем.

Тема 5. Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів.

Поняття процесу, потоку, ресурсу. Види ресурсів. Багатопроцесорні операційні системи. Синхронізація процесів: критична область, семафори, блокування. Комунікації процесів. Управління розподіленої пам'яттю.

Тема 6. Моделі паралельних обчислень. Розробка паралельного алгоритму

Види і рівні паралелізму в комп'ютерних системах. Паралелізм даних. Паралелізм задач. Організація паралельних програм як системи потоків. Етапи розробки паралельного алгоритму. Похибки реалізації обчислювальних алгоритмів на комп'ютерах.

Тема 7. Технології паралельного програмування. Мови і системи паралельного програмування.

Огляд засобів паралельного програмування. Класифікація мов і систем паралельного програмування. Технологія OpenMP. Засоби програмування з передачею повідомлень. Технологія MPI.

Тема 8. Паралельні чисельні алгоритми для розв'язання деяких типових задач лінійної алгебри та обчислювальної математики.

Обчислення частинних сум послідовності чисел. Обчислення інтегралів. Паралельна реалізація різних методів сортування елементів масиву даних. Паралельні методи і алгоритми лінійної алгебри. Прямі та ітераційні методи розв'язку систем алгебраїчних рівнянь. Метод Гауса. Метод Якобі: паралельна реалізація, аналіз ефективності.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1.	Формулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.
------	--

PH2.	Оцінювати можливість застосування паралельних алгоритмів та обирати технологію їх програмної реалізації.
PH3.	Здійснювати розробку і аналіз паралельних алгоритмів, оцінювати їх ефективність та складність програмної реалізації.
PH4.	Розробляти та реалізовувати алгоритми розпаралелювання задач і алгоритмів, оцінювати необхідну конфігурацію обчислювальної системи для їх виконання;
6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів	
Програмні результати, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна:	
–	
7. Види навчальних занять та навчальної діяльності	
7.1 Види навчальних занять	
<p><i>Видами навчальних занять при вивченні дисципліни є лекції (Л) та лабораторні заняття (ПЗ):</i></p> <p>Тема 1. Основні поняття про паралельні обчислення. <i>Л 1.</i> Сучасні задачі обчислювальних систем. Проблеми та перспективи. Поняття паралельних обчислень. Области застосування і задачі паралельних обчислень. <i>ПЗ 1.</i> Програмний пакет MATLAB. Робота в режимі PMODE. Організація паралельних обчислень за допомогою циклу <i>parfor</i>.</p> <p>Тема 2. Архітектура паралельних обчислювальних систем. <i>Л 2.</i> Особливості організації паралельних обчислювальних систем. Класифікація паралельних обчислювальних систем. Багатопроцесорні системи: PVP, SPM, MPP, NUMA. <i>ПЗ 2.</i> Робота з пакетами Matlab Distributed Computing Server та Parallel Computing Toolbox:</p> <p>Тема 3. Продуктивність обчислювальної системи. Методи оцінки продуктивності паралельних алгоритмів і систем. <i>Л 3.</i> Фактори продуктивності обчислювальних систем. Методи підвищення продуктивності. Продуктивність паралельних обчислень: характеристики, оцінка. Показники ефективності паралельних обчислень. Закони Амдала і Густафсона-Барсиса. <i>ПЗ 3.</i> Оцінка продуктивності паралельних алгоритмів. Розрахунок показників ефективності паралельних алгоритмів.</p> <p>Тема 4. Комунікаційна трудомісткість паралельних обчислень. <i>Л 4.</i> Алгоритми маршрутизації. Методи передачі даних між процесорами. Оцінка трудомісткості операцій передачі даних для кластерних систем. <i>ПЗ 4.</i> Організація розподілених обчислень на MATLAB. Оцінка ефективності роботи алгоритму на обчислювальному кластері..</p> <p>Тема 5. Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів. <i>Л 5.</i> Поняття процесу, потоку, ресурсу. Види ресурсів. Багатопроцесорні операційні системи. Синхронізація процесів: критична область, семафори, блокування. Комунікації процесів. <i>ПЗ 5.</i> Організація передача повідомлень між потоками. Управління розподіленої пам'яттю.</p> <p>Тема 6. Моделі паралельних обчислень. Розробка паралельного алгоритму</p>	

Л 6. Види і рівні паралелізму в комп'ютерних системах. Паралелізм даних. Паралелізм задач. Організація паралельних програм як системи потоків.

ПЗ 6. Етапи розробки паралельного алгоритму. Похибки реалізації обчислювальних алгоритмів.

Тема 7. Технології паралельного програмування. Мови і системи паралельного програмування.

Л 7. Огляд засобів паралельного програмування. Класифікація мов і систем паралельного програмування. Технологія MPI.

ПЗ 7. Технологія OpenMP. Технологія MPI.

Тема 8. Паралельні чисельні алгоритми для розв'язання деяких типових задач лінійної алгебри та обчислювальної математики.

Л 8. Чисельні алгоритми розв'язання типових задач лінійної алгебри. Чисельні алгоритми розв'язання типових задач обчислювальної математики.

ПЗ 8. Паралельні алгоритми для виконання матричних обчислень. Паралелізація алгоритму розв'язання систем лінійних рівнянь.

7.2 Види навчальної діяльності

НД 1. Підготовка до лекційних занять для участі у лекції дискусії.

НД 2. Виконання та захист практичних робіт.

НД 3. Підготовка доповідей з використанням мультимедійної презентації за темами практичних робіт відповідно до варіантів.

НД 4. Виконання ситуативних завдань за усіма темами.

НД 5. Підготовка до модульної контрольної роботи.

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН 1. Інтерактивні лекції (або он-лайн лекції);

МН 2. Лекції-дискусії

МН 3. Проблемно-пошуковий метод

МН 4. Репродуктивний метод

МН 5. Творчий метод

МН 6. Аналіз конкретних ситуацій

МН 7. Самостійна робота з вивченням оприлюднених електронних матеріалів.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Оцінювання знань студентів здійснюється за 100- баловою шкалою, яка переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС –А, В, С, D, E, FХ, F) див. Таблицю 1.

Таблиця 1

Сума балів за шкалою університету*	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою, 4 – бальна шкала	Визначення
90 – 100	A	Відмінно	Відмінне виконання лише з

			незначною кількістю помилок
82 – 89	B	Добре	Вище середнього рівня з кількома помилками
74 – 81	C	Добре	Загалом правильна робота з певною кількістю помилок
64 – 73	D	Задовільно	Непогано, але зі значною кількістю недоліків
60 – 63	E	Задовільно	Виконання задовольняє мінімальні критерії
35 – 59	FX	Незадовільно	Можливе повторне складання
0– 34	F	Незадовільно	Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни

Студент, який протягом навчального періоду виконав всі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну, яка відповідає позитивній оцінці, кількість рейтингових балів (не менше 60), отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів.

Студент, який протягом поточної роботи не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35, зобов'язаний перескладати захід підсумкового семестрового контролю.

Студент, який за наслідками модульних атестацій не набрав мінімально необхідної кількості рейтингових балів (не менше 35) не допускається до повторного складання підсумкового семестрового контролю і отримує оцінку «неприйнятно» (за шкалою ECTS – «F»).

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання (О): опитування та усні коментарі викладача за його результатами, настанови викладача в процесі виконання практичних завдань, обговорення та взаємооцінювання студентами виконаних практичних завдань, перевірка та оцінювання письмових звітів (або презентацій) за результатами виконання практичних робіт.

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

Оцінка студента формується таким чином:

1. Виконання практичної роботи (ПР) (виконання, презентація, захист) – 10 балів за кожен роботу (усього 6 робіт);
2. Тести з теорії (Т) - 20 балів (2 тестових контролю, 10 балів за кожний).
3. Підсумковий модульний контроль (ПМК) – 20 балів (форма підсумкового контролю – залік, що проводиться у письмовій формі за тестовими технологіями).

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання	Навчальний процес потребує використання мультимедійного обладнання (МО) для проведення лекційних занять та комп'ютерний клас (КК) для практичних занять.
10.2 Інформаційне та навчально-	<i>Основна література.</i>

методичне забезпечення

1. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: учебное пособие /В.П. Гергель. – М.: ИНТУИТ, 2016. – 501с.
2. Биллиг В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование. – М.: ИНТУИТ, 2016. – 310 с.

Допоміжна література:

3. Оленев Н.Н., Печенкин Р.В., Чернецов А.М. Параллельное программирование в MATLAB и его приложения / М.: ВЦ РАН, 2007. — 120 с.