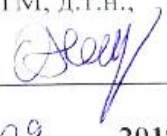


**МІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра комп'ютерних технологій і мехатроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньо-професійної
програми «Програмне забезпечення
систем» першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти, завідувач
кафедри КТМ, д.т.н.,

професор  Ніконов
О.Я.
« 03 » 09 2019р.

**СИЛАБУС
ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА
ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ//
DISTRIBUTED SYSTEMS AND PARALLEL COMPUTING
TECHNOLOGIES
SYLLABUS**

освітній ступінь	бакалавр / bachelor
галузь знань	12 Інформаційні технології / Information Technology
спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення / Software Engineering
освітня програма	Програмне забезпечення систем / Systems Software

Харків 2019

Розповсюдження та тиражування без офіційного дозволу ХНАДУ заборонено.

Автор: Табулович Вячеслав Петрович, асистент кафедри комп'ютерних технологій і мехатроніки.

Силабус розглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних технологій і мехатроніки, протокол № 1 від «03» вересня 2019 р.

**СИЛАБУС
ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА
ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ//
DISTRIBUTED SYSTEMS AND PARALLEL COMPUTING
TECHNOLOGIES
SYLLABUS**

освітній ступінь	бакалавр / bachelor
галузь знань	12 Інформаційні технології / Information Technology
спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення / Software Engineering

Автор: ТАБУЛОВИЧ Вячеслав Петрович

Анотація курсу

1. Викладачі

Лектор: Табулович Вячеслав Петрович

- асистент кафедри комп'ютерних технологій і мехатроніки;
- педагогічний стаж – 15 років
- контактний телефон +38-057-707-37-46
- e-mail: tabulovichvp@gmail.com
- наукові інтереси: комп'ютерні мережі, інформаційні технології.

2. Дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень»

- рік навчання: 3;
- семестр навчання: 6;
- кількість кредитів та годин за семестр: 4 кредити/120 годин, в т. ч.
 - лекційних: 16;
 - практичних занять: 32;
 - на самостійне опрацювання: 72;
- кількість аудиторних годин на тиждень:
 - лекційних: 2 (раз на два тижні);
 - практичних занять: 2 (раз на тиждень у кожній групі потоку).

3. Час та місце проведення

- аудиторні заняття – відповідно до розкладу ХНАДУ, ауд. 314;
- позааудиторна робота – самостійна робота студента із використанням технологій віртуалізації Oracle, хмарних технологій Google та Microsoft.

4. Пререквізити та постреквізити навчальної дисципліни:

- **пререквізити:** “Алгоритмізація та програмування”, “Об’єктно-орієнтоване програмування”, “Мережеві технології та системне адміністрування” ;
- **постреквізити** (дисципліни та компетентності, які необхідні в професійній діяльності фахівця): дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» є базовою для вивчення таких спеціальних дисциплін як «Емпіричні методи програмної інженерії», «Web-програмування», «Людино-машинна взаємодія», дипломне проектування.

5. Характеристика дисципліни:

Програма вивчення навчальної дисципліни «**Технології розподілених систем та паралельних обчислень**» складена відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики та навчального плану підготовки **бакалавра спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення**.

5.1. Призначення навчальної дисципліни полягає в наступному. Потреба вирішення складних прикладних задач з великим об'ємом обчислень і принципова обмеженість максимального швидкодії "класичних" - за схемою

фон Неймана - ЕОМ привели до появи багатопроцесорних обчислювальних систем (БОС). Використання таких засобів обчислювальної техніки дозволяє істотно збільшувати продуктивність ЕОМ при будь-якому існуючому рівні розвитку комп'ютерного обладнання. При цьому, однак, необхідно "паралельне" узагальнення традиційної - послідовної - технології вирішення завдань на ЕОМ. Так, чисельні методи в разі БОС повинні проектуватися як системи паралельних і взаємодіючих між собою процесів, що допускають виконання на незалежних процесорах. Застосовувані алгоритмічні мови та системне програмне забезпечення повинні забезпечувати створення паралельних програм.

Предметом розгляду даного курсу і є вивчення перерахованого кола питань.

5.2. Метою вивчення дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» є формування у студентів сукупності знань та навичок щодо типових підходів, методів та технологій паралельних обчислень в комп'ютерних і розподілених системах на рівні професійних вимог зі спеціальності, розвитку системного підходу що до проектування розподілених інформаційних.

5.3. Задачі вивчення дисципліни: теоретична та практична підготовка майбутніх фахівців передбачає практичне освоєння наступних тем теорії розподілених систем та паралельного програмування:

- архітектурні принципи реалізації паралельної обробки в обчислювальних машинах;
- методи і мовні механізми конструювання паралельних програм;
- паралельні обчислювальні методи.

Вивчення перелічених тем досягається наявністю в цьому курсі наступного набору розділів:

- цілі і завдання паралельної обробки даних;
- принципи побудови паралельних обчислювальних систем;
- моделювання та аналіз паралельних обчислень;
- принципи розробки паралельних алгоритмів і програм;
- системи розробки паралельних програм;
- паралельні чисельні алгоритми для вирішення типових задач обчислювальної математики.

5.4. Зміст навчальної дисципліни відповідає навчальній та робочій програмам дисципліни і узгоджений з вимогами ринку праці.

5.5. План вивчення дисципліни.

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента (год.)	Оцінювання (бали)
Знати: - принципи побудови і функціонування паралельних обчислювальних систем; - типові топології комунікаційної мережі обчислювальних систем.	Тема 1. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем Лекція 1. План лекції. 1. Мета та задачі вивчення дисципліни, поняття паралельних обчислень. 2. Принципи побудови та архітектура паралельних обчислювальних систем 3. Класифікація паралельних обчислювальних систем 4. Характеристика типових схем комунікації в багато-процесорних обчислювальних системах Список рекомендованих джерел: [1,3]	2	
Вміти: - встановлювати на віртуальній машині програмне забезпечення для розробки і налагодження програм для паралельних обчислювальних систем.	Самостійна робота студентів: - Розглянути способи забезпечення когерентності кешей в системах із загальною пам'яттю	5	4
	Практична робота 1. Інсталяція та налаштування програмного середовища для розробки та налагодження програм з паралельних та розподілених обчислень План заняття: - вивчення теоретичного матеріалу; - виконання завдань; - відповідь на контрольні питання; - захист результатів роботи.	4	8
Знати: - методи аналізу ефективності використання паралелізму.	Тема 2. Моделювання та аналіз паралельних обчислень. Лекція 2. План лекції. 1. Основні показники якості паралельних методів. 2. Оцінка максимально досяжного паралелізму. 3. Загальна характеристика механізмів передачі даних 4. Аналіз трудомісткості основних операцій передачі даних. Список рекомендованих джерел: [2,4]	2	1
Вміти: - Оцінювати ефективність розпаралелювання конкретних обраних методів виконання обчислень; - розробляти моделі і виконувати оцінку показників прискорення і ефективності паралельних обчислень.	Самостійна робота студентів: - Розробити модель і виконати аналіз ефективності паралельних обчислень для завдання множення матриці на вектор.	5	3
	Практична робота 2. Моделювання топології взаємодії процесів. Оцінка комунікаційної трудомісткості паралельних алгоритмів План заняття: - вивчення теоретичного матеріалу; - виконання завдань; - відповідь на контрольні питання; - захист результатів роботи.	4	8

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента (год.)	Оцінювання (бали)
Знати: - зміст понять процес, потік і багатопоточність, моделі і класи змінних.	Тема 3. Основи OpenMP. Лекція 3. План лекції. 1. Поняття процесу, потоку і багатопоточності. 2. Технологія OpenMP, особливості та її компоненти. 3. Модель пам'яті. Класи змінних в OpenMP. 4. Режими виконання багатопоточних програм. Список рекомендованих джерел: [4-6]	2	1
Вміти: - у середовищі Microsoft Visual Studio 2015 реалізувати паралельну програму, яка буде генерувати випадкові числа в декількох потоках.	Самостійна робота студентів: - Самостійно виконати всі приклади, які були наведені в лекції, а також програми запропоновані для самостійного виконання.	6	3
	Практична робота 3. Генерація випадкових чисел з використанням декількох потоків. План заняття: - вивчення теоретичного матеріалу; - виконання завдань; - відповідь на контрольні питання; - захист результатів роботи.	2	8
Знати: - директиви OpenMP, що дозволяють розподілити роботу між різними потоками, синхронізувати роботу потоків, коректно працювати з загальними змінними.	Тема 4. Директиви розподілу і синхронізації роботи. Лекції 4. План лекцій. 1. Розпаралелювання виконання циклів. 2. Розподіл декількох структурних блоків між потоками. 3. Розподіл роботи на основі незалежних завдань. 4. Синхронізація виконання різних потоків. Список рекомендованих джерел: [4-6].	4	1
Вміти: - розробляти паралельну програму для вирішення диференціальних рівнянь в приватних похідних.	Самостійна робота студентів: - Самостійно виконати всі приклади, які були наведені в лекції, а також програми запропоновані для самостійного виконання.	4	4
	Практична робота 4. Рішення диференціальних рівнянь в приватних похідних. План занять: - вивчення теоретичного матеріалу; - виконання завдань; - відповідь на контрольні питання; - захист результатів роботи.	4	8
Знати:	Тема 5. Векторні обчислення за допомогою OpenMP. Лекція 5. План лекції.		

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента (год.)	Оцінювання (бали)
- особливості векторизації для сучасних процесорів.	1. Поняття векторизації. 2. Векторизація виконуваного коду для сучасних процесорів. 3. Нові можливості в стандарті OpenMP 4. 4. Приклади використання векторизації. Список рекомендованих джерел: [4,5]	2	1
Вміти: - використовувати векторні обчислення.	Самостійна робота студентів: - Самостійно виконати всі приклади, які були наведені в лекції, а також програми запропоновані для самостійного виконання.	5	4
	Практична робота 5. Векторизація коду для сучасних процесорів. План заняття: - вивчення теоретичного матеріалу; - виконання завдань; - відповідь на контрольні питання; - захист результатів роботи.	4	8
Знати: - механізми передачі повідомлень реалізації стандарту MPI.	Тема 6. Системи з розподіленою пам'яттю. Основи MPI. Лекція 6. План лекції. 1. Основні поняття і визначення, склад MPI. Синтаксис функцій. 2. Розробка паралельної програми з використанням MPI 3. Прискорення роботи паралельної програми. 4. Побудова паралельних алгоритмів. Список рекомендованих джерел: [4,6]	2	1
Вміти: - розробляти паралельні програми з використанням функцій MPI.	Самостійна робота студентів: - Самостійно виконати всі приклади, які були наведені в лекції, а також програми запропоновані для самостійного виконання.	5	4
	Лабораторна робота 6. Розробка паралельних програм з використанням функцій MPI. План заняття: - вивчення теоретичного матеріалу; - виконання завдань; - відповідь на контрольні питання; - захист результатів роботи.	2	8
Знати: -функції парної взаємодії процесів.	Тема 7. Прийом і передача повідомлень між окремими процесами. Лекція 7. План лекції. 1. Огляд двоточкових обмінів повідомленнями. 2. Блокуючі обміни. 3. Неблокуючі обміни. 4. Паралельні алгоритми підсумовування. Список рекомендованих джерел: [4-6]	2	1

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента (год.)	Оцінювання (бали)
Вміти: - використовувати функції парної взаємодії процесів.	Самостійна робота студентів: - Самостійно виконати всі приклади, які були наведені в лекції, а також програми запропоновані для самостійного виконання.	5	2
	Практична робота 7. Розробка паралельних програм з використанням функцій парної взаємодії процесів. План заняття: - вивчення теоретичного матеріалу; - виконання завдань; - відповідь на контрольні питання; - захист результатів роботи.	2	8
Знати: -відмінні риси колективних операцій взаємодії процесів.	Тема 8. Колективні операції. Лекція 8. План лекції. 1. Огляд колективних операцій. Широкомовлення. 2. Функції збору даних зі всіх процесів. 3. Функції розподілу даних по всім процесам. 4. Функції редукції. Список рекомендованих джерел: [4-6]	2	
Вміти: - використовувати функції колективної взаємодії процесів.	Самостійна робота студентів: - Самостійно виконати всі приклади, які були наведені в лекції, а також програми запропоновані для самостійного виконання.	5	1
	Практична робота 8. Розробка паралельних програм з використанням функцій колективної взаємодії процесів. План заняття: - вивчення теоретичного матеріалу; - виконання завдань; - відповідь на контрольні питання; захист результатів роботи.	2	8
	Самостійна робота студентів: підготовка до складання іспиту	30	
Разом		120 годин /4 кред.	100 балів
Підсумковий контроль		екзамен	

6. Список рекомендованих джерел

Основний

1. С. Немнюгин, О. Стесик, Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. "БХВ", Санкт-Петербург, 2002 г., 396 с.

2. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 285 с.
3. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. - Питер, 2011. - 680 с.
4. Антонов А.С. "Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие".-М.: Изд-во МГУ, 2009. - 77 с.
5. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. Учебное пособие. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007 г.
6. Старченко А.В. Методы параллельных вычислений: учебник для вузов / А.В. Старченко, В.Н. Берцун. – Томск: Издательство Томского университета, 2013. – 224 с.
7. Дацюк В.Н. Методическое пособие по курсу "Многопроцессорные системы и параллельное программирование.- Ростов-на-Дону: РГУ, 2014.– 58 с.

Додатковий

8. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. - М.: МЦНТО, 2001. – 424 с.
9. Корнеев В.В.. Параллельные вычислительные системы. - М.: Нолидж, 2007. – 128 с.
10. Корнеев В.В. Параллельное программирование в MPI. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2009. – 164 с.
11. Barker, M. (Ed.) (2010). Cluster Computing Whitepaper <http://www.dcs.port.ac.uk/~mab/tfcc/WhitePaper/>.
12. Braeunl T. Parallel Programming. An Introduction.- Prentice Hall, 2006.
13. Miller R., Boxer L. A Unified Approach to Sequential and Parallel Algorithms. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 2009.
14. Pacheco, S. P. Parallel programming with MPI. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco. 2001.

Internet-ресурси

15. <https://www.openmp.org/>
16. [https://uk.wikipedia.org/.../Розподілена система керування](https://uk.wikipedia.org/.../Розподілена_система_керування)
17. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Паралельні обчислення](https://uk.wikipedia.org/wiki/Паралельні_обчислення)
18. Introduction to Parallel Computing (Teaching Course)
(<http://www.ece.nwu.edu/~choudhar/C58/>)

7. Контроль та оцінювання результатів навчання: під час вивчення дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» викладачем здійснюється поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль та оцінювання передбачає:

- перевірку рівня засвоєння теоретичного матеріалу (тестування за матеріалами лекції, який здійснюється на початку кожної наступної лекції);
- захист практичних робіт (проходить під час наступної практичної роботи).

8. Політика навчальної дисципліни:

8.1 Відвідування лекційних та практичних занять: відвідування лекційних та практичних занять є обов'язковим. Допускаються пропуски занять з таких поважних причин, як хвороба (викладачу надається копія довідки від медичного закладу), участь в олімпіаді, творчому конкурсі тощо за попереднього домовленістю та згодою викладача за умови дозволу деканату (надаються документи чи інші матеріали, які підтверджують заявлену участь у діяльності студента).

8.2. Відпрацювання пропущених занять: відпрацювання пропущених занять є обов'язковим незалежно від причини пропущеного заняття. Лекційне заняття має бути відпрацьоване до наступної лекції на консультації викладача. Відпрацювання лекційного матеріалу передбачає вивчення пропущеного теоретичного матеріалу та складання тесту за цим матеріалом. Практичне заняття відпрацьовується під час консультації викладача (розклад консультацій на сайті університету).

8.3. Правила поведінки під час занять: обов'язковим є дотримання техніки безпеки в комп'ютерних лабораторіях. Студенти повинні приймати активну участь в обговоренні навчального матеріалу ознайомившись з ним напередодні (навчальний матеріал надається викладачем).

8.4. За порушення академічної доброчесності студенти будуть притягнені до академічної відповідальності у відповідності до положення про дотримання академічної доброчесності педагогічними, науково-педагогічними, науковими працівниками та здобувачами вищої освіти ХНАДУ:

- повторне проходження оцінювання (контрольна робота, іспит, залік тощо);
- повторне проходження навчального курсу.