



## КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

Першій (бакалавр)

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерні системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	(денна) очна
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5.5 кредитів
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	Лекції 54 годин, Лабораторних 18 годин
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор, Луцький Георгій Михайлович, georgijluckij80@gmail.com Лабораторні: к.т.н., доцент, Русанова Ольга Вениаміновна., olga.rusanova.v@gmail.com
Розміщення курсу	

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання.

Основним показником рівня розвитку обчислювальної техніки є показник продуктивності комп'ютерних систем. В цьому плані традиційний послідовний характер обробки інформації практично вичерпав себе. В даний час питання подальшого істотного підвищення продуктивності комп'ютерних систем вирішуються на основі принципів паралельної обробки інформації. Тому даний кредитний модуль присвячений питанням вивчення принципів паралелізму, методам і засобам організації та імплементації паралельної обробки та паралельних систем високої і надвисокої продуктивності.

**Метою дисципліни** є вивчення методів і засобів побудови ефективних паралельних і розподілених обчислювальних систем широкого і спеціального призначення і питань організації паралельних обчислювальних процесів.

**Предметом** дисципліни є:

- підходи, методи та способи побудови ефективних високопродуктивних та надвисокопродуктивних зосереджених і розподілених комп'ютерних систем;
- Рівні, методи, види та організація розпаралелювання обчислювальних процесів;
- Класифікація паралельних систем з точки зору паралелізму;
- Топологічна організація паралельних обчислювальних систем високої та надвисокої продуктивності;
- Організація вводу-виводу інформації високопродуктивних обчислювальних систем;
- Інтерфейси комп'ютерних систем;

#### **Основні результати навчання**

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні **знати**:

1. Сутність проблем і обмежень, зв'язаних з послідовним характером обробки інформації.
2. Цілі і задачі систем мультипрограмування.
3. Цілі і задачі систем з багатопроекторною обробкою інформації.
4. Проблеми паралельної обробки та основні підходи до рішення цих проблем.
5. Способи визначення продуктивності та ефективності паралельних обчислювальних систем.
6. Способи організації паралелізму, рівні і види розпаралелювання обчислювальних процесів.
7. Класифікації обчислювальних систем по Фліну, по Кришнамарфі, по Дазгупте, по Базу, по Шору.
8. Структурну та алгоритмічну організацію матричних, векторних, асоціативних, конвеєрних і систолічних процесорів.
9. Структурну та алгоритмічну організацію мультипроцесорних, мультикомп'ютерних, кластерних, NUMA обчислювальних систем, а також розподілених систем GRID та CLOUD.
10. Структурну та алгоритмічну організацію обчислювальних систем SOLOMON, ILLIAC-IV, UNIVAC, STAR-100, PC-2100, Ельбрус, Vshoughs, Gray-1, CDC-6600 (6700).
11. Топологічні особливості паралельних обчислювальних систем, орієнтованих на масове розпаралелювання обчислювальних процесів.
12. Базові топологічні організації систем з фіксованою системою зв'язків (безпосередньо пов'язані мережі), їх властивості, топологічні характеристики, критерії оптимальності.
13. Топології з гнучкими системами зв'язків або з системами зв'язків що перебудовуються (комутовані мережі).
14. RISC-архітектури.
15. Трансп'ютерні і трансп'ютероподібні комп'ютерні системи.
16. Структурну та алгоритмічну організацію обчислювальних систем, керованих потоком даних.
17. Структурну та алгоритмічну організацію універсальних однорідних обчислювальних систем з індивідуальним поводженням елементів.
18. Синхронні та асинхронні методи розпаралелювання обчислювальних процесів.
19. Організацію високопродуктивного вводу - виводу даних.
20. Функції каналів вводу - виводу.
21. Організацію управління вводом - виводом: пряме управління від прикладної програми, буферизація вводу - виводу, прямий доступ до пам'яті, канална організація вводу - виводу, управління вводом-виводом з використанням процесорів вводу - виводу.
22. Класифікацію каналів вводу - виводу по ступені автономності, по способу підключення до периферійних пристроїв, по ступені децентралізації каналних функцій між пристроями системи.
23. Пріоритетне обслуговування зовнішніх пристроїв.
24. Інтерфейси обчислювальних систем.
25. Синхронні та асинхронні методи передачі даних, адресація та ідентифікація.
26. Організація шин інтерфейсів.

27. Методи і засоби комплексування пристроїв і комп'ютерів у єдину обчислювальну систему.
28. Методи і засоби побудови розподілених обчислювальних систем.
29. Методи і засоби доступу до каналів передачі даних в обчислювальних системах.
30. Методи і засоби призначення, планування і розподілу в паралельних обчислювальних системах.
31. Алгоритми і способи реалізації задач маршрутизації повідомлень у паралельних обчислювальних системах.
32. Методи побудови відказостійких паралельних обчислювальних систем.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні **вміти**:

1. На основі знання основних критеріїв оптимальності топологічної організації вибирати і розробляти оптимальні топології відмовостійких паралельних обчислювальних систем із довільним рівнем розпаралелювання обчислювальних процесів, вирішувати питання ефективної маршрутизації повідомлень з урахуванням особливостей топологічної організації.
2. На основі введених концептуальних і теоретичних основ побудови паралельних обчислювальних систем вибирати і проектувати ефективні структурні організації високопродуктивних засобів обчислювальної техніки широкого і спеціального призначення.
3. На основі розглянутих і досліджених синхронних і асинхронних методів і засобів розпаралелювання обчислювальних процесів розробляти ефективні організації паралельних обчислювальних систем із заданими параметрами користувальної і системної продуктивності, вирішувати питання планування і розподілу задач у системі.
4. На основі знання основних тенденцій розвитку паралельних обчислювальних систем вирішувати питання створення нових нетрадиційних варіантів побудови високопродуктивних і надпродуктивних засобів обчислювальної техніки.
5. На основі вивчення основних методів і засобів організації вводу - виводу даних вирішувати питання побудови ефективних підсистем вводу-виводу даних з урахуванням продуктивності процесорних елементів системи.
6. На основі вивчення алгоритмів і способів взаємодії підсистем, методів і засобів передачі даних розробляти ефективні інтерфейси паралельних обчислювальних систем.
7. На основі вивчення методів і засобів комплексування пристроїв і комп'ютерів створювати зосереджені і розподілені обчислювальні комплекси, розробляти ефективні способи доступу до каналів передачі даних.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Для успішного оволодіння дисципліною необхідні знання:

- основ математичного аналізу, теорії графів, теорії матриць теорії функцій та математичної статистики;
- основ функціонування операційних систем;
- основ паралельного програмування.

Відповідно до освітньої програми необхідно попередньо оволодіти знаннями з дисциплін: "Програмування", "Архітектура комп'ютерних систем", "Структури даних та алгоритми", "Операційні системи", "Алгоритми та методи обчислень", "Дискретна математика".

Компетентності, знання та вміння, отримані в рамках вивчення даної дисципліни, можуть бути застосовані при проектуванні сучасних комп'ютерних систем та при розробці паралельних програм і відповід

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. Обчислювальні системи та паралельна обробка інформації.**

##### **Тема 1.1. Обчислювальні системи та їх ефективність.**

Основні підходи до підвищення продуктивності обчислювальних систем. Еволюція обчислювальних систем. Покоління обчислювальних систем. Основні методи підвищення ефективності комп'ютерних систем та засоби їх реалізації. Режими мультипрограмної організації обчислень і поділу часу Загальна структурна організація комп'ютерних систем різного структурного покоління.

Четверте та п'яте покоління комп'ютерних систем. Цілі паралелізму. Загальна організація паралельної обробки інформації.

Продуктивність обчислювальних систем. Основні поняття та визначення Рівні розпаралелювання. Системна та користувальна ефективність. Локальні та глобальні види паралелізму. Природний, приватний та загальний види паралелізму. Паралелізм незалежних гілок. Паралелізм суміжних операцій. Штучний паралелізм. Паралелізм на рівні мікро- і нанокманд

Слабозв'язані і міцнозв'язані обчислювальні системи, зосереджені і розподілені обчислювальні системи.

##### **Тема 1.2. Організація пам'яті у високопродуктивних обчислювальних системах.**

Ієрархічні структури пам'яті. Ієрархічна пам'ять. Питання оптимізації ієрархічної пам'яті. Системи віртуальної пам'яті. Концепція віртуальної пам'яті. Сегментна організація пам'яті. Сегментно - сторінкова організація пам'яті. Управління пам'яттю. Стратегія організації пам'яті. Системи управління пам'яттю.

КЕШ-пам'ять. Характеристики буферної пам'яті (КЕШ-пам'яті). Організація КЕШ-пам'яті. Проектування систем з КЕШ-пам'яттю. Вибір та стратегія оновлення пам'яті. Стратегія переміщень. Еволюція ієрархічних систем пам'яті.

Мультипрограмування – перший крок на шляху до паралельної обробки інформації. Тенденції розвитку паралельної обробки інформації.

##### **Тема 1.3. Класифікація паралельних обчислювальних систем.**

Класифікація обчислювальних систем по Фліну, по Кришнамарфі, по Дазгупте, по Бабу, по Шору. Чисельність потоків команд і даних. Системи з різними взаємовідношеннями потоків команд і даних: **Одиночний потік команд (Single Flow Instruction) – Одиночний потік даних (Single Flow Data) (ОКОД (SISD))**; **Одиночний потік команд (Single Flow Instruction) – Множинний потік даних (Multiple Flow Data) (ОКМД (SIMD))**; **Множинний потік команд (Multiple Flow Instruction) – Одиночний потік даних (Single Flow Data) (МКОД (MISD))**; **Множинний потік команд (Multiple Flow Instruction) – Множинний потік даних (Single Flow Data) (МКМД (MIMD))**, Загальна організація та особливості систем з різними взаємовідношеннями потоків команд і даних.

#### **Розділ 2. Паралельні структури обчислювальних систем.**

##### **Тема 2.1. Системи класу ОКОД (SISD) та їх обмеження.**

Базові однопроцесорні архітектури. Засоби організації квазіпаралельної обробки інформації в однопроцесорних архітектурах. Конфлюентні системи. Обмеження систем класу SISD.

##### **Тема 2.2. Системи класу ОКМД (SIMD).**

Матричні обчислювальні системи. Проблемна орієнтація матричних систем. Структурна організація матричних систем. Система Унгера, система SOLOMON, система ILLIAC-IV, система PC-2000, система BSP. Розподіл оперативної пам'яті в системах класу SIMD. Механізм маскуванню і маршрутизації даних. Організація зв'язків між процесорними елементами. Комуруючі мережі в обчислювальних системах класу SIMD. Аналіз продуктивності матричних процесорів. Організація множинних обчислювальних систем з організацією класу SIMD.

Приклади організації паралельних обчислень в матричних системах. Продуктивність матричних систем. Переваги і недоліки матричних систем. Область використання обчислювальних систем класу SIMD.

Векторні обчислювальні системи. Метод поділу обчислювальних процесів на множину частин і їх розподіл в просторі і часі. Просторово-часова багатопотокова організація векторних обчислень. Інерція векторних систем. Структурна організація векторних систем. Приклади організації паралельних обчислень на основі векторних систем. Продуктивність векторних систем. Переваги і недоліки векторних систем.

Систолічні процесори. Принцип близькодії і занурення функцій управління в структуру процесорів. Структурна організація систолічних процесорів. Приклади організації паралельних обчислень на основі систолічних процесорів. Продуктивність систолічних процесорів. Переваги і недоліки систолічних процесорів.

Асоціативні системи. Організація паралельної обробки на основі принципів матричної організації з використанням асоціативної пам'яті в якості оперативної пам'яті. Структурна організація асоціативних систем. Призначення, структура і організація асоціативної пам'яті. Типи асоціативної пам'яті. Обробка даних з використанням асоціативної пам'яті. Асоціативні процесори обчислювальних систем.

Приклади організації паралельних обчислень на основі асоціативних систем. Асоціативна система STARAN і PEPE. Алгоритми асоціативного пошуку.

### **Тема 2.3. Системи класу МКОД (MISD).**

Конвеєрні системи. Принцип багатопотокової векторної обробки даних з можливістю виконання різних функцій на різних шарах процесорних пристроїв. Архітектура конвеєрних систем. Конвеєр операцій. Конвеєр команд. Макроконвеєр. Багаторівневий конвеєр – конвеєр конвеєрів. Конвеєрна система Star-100. Конвеєрна система Cray-1. Конвеєрна система TI-ASC. Приклади організації паралельних обчислень на основі конвеєрних систем. Оцінка продуктивності та функціонування конвеєрних обчислювальних систем.

### **Тема 2.4. Системи класу МКМД (MIMD).**

Паралельні системи з загальною (колективною) та індивідуальною (розподіленою) пам'ятю. Обмеження систем з колективною пам'ятю. Переваги та можливості систем з розподіленою пам'ятю. Проблеми взаємодії в системах з розподіленою пам'ятю. Мультипроцесорні обчислювальні системи. Мультикомп'ютерні обчислювальні системи. Системи з неоднорідним доступом до оперативної пам'яті (Non uniform memory access systems (NUMA-systems)). Кластерні системи. ГРІД-системи (GRID-systems). Хмарні системи (CLOUD-systems). Продуктивність паралельних обчислювальних систем.

## **Розділ 3. Мультипроцесорні комп'ютерні системи.**

### **Тема 3.1. Варіанти організації мультипроцесорних систем.**

Комутуючі мережі. Просторова комутація, тимчасова комутація, просторово-тимчасова комутація. Організація пам'яті мультипроцесорних систем. Багатоportові види пам'яті. Особливості процесорів мультипроцесорних архітектур. Особливості операційних систем для мультипроцесорних організацій. Класифікація операційних систем для мультипроцесорних організацій. Вимоги до програмного забезпечення мультипроцесорних систем. Вимоги до операційних систем мультипроцесорних організацій. Організація паралелізму в мультипроцесорних системах.

### **Тема 3.2. Засоби організації мультипроцесорних систем.**

Шинна організація, організація з матричним комутатором, багатоportова (багатошинна організація).

CISC і RISC архітектури. Організація мультипроцесорних систем високого рівня з матричним комутатором: Эльбрус, Burroughs. Особливості систем Эльбрус і Burroughs, їх переваги та недоліки.

Організація мультипроцесорної системи CRAY C90. Особливості системи CRAY C90, її переваги та недоліки. Організація мультиportової мультипроцесорної системи UNIVAC.

### **Тема 3.3. Особливості операційних систем для мультипроцесорних організацій.**

Класифікація операційних систем для мультипроцесорних організацій. Вимоги до програмного забезпечення мультипроцесорних систем. Вимоги до операційних систем мультипроцесорних організацій. Організація паралелізму в мультипроцесорних системах.

## **Розділ 4. Топологічна організація мультикомп'ютерних систем.**

### **Тема 4.1. Безпосередньо пов'язані мережі.**

Основні показники топології з фіксованою системою зв'язків (**безпосередньо пов'язані мережі**). Метрика топологічних побудов. Критерії оптимальності топології систем з фіксованою системою зв'язків. Засоби мінімізації ступеня топологічних організацій. Засоби мінімізації діаметра топологічних організацій. Базові топології обчислювальних систем.

### **Тема 4.2. Комутовані мережі.**

Топології з реконфігурованою системою зв'язків (**комутовані мережі**). Організація комутованих мереж для масштабованих комп'ютерних систем. Однокаскадні і багатокаскадні комутовані мережі. Багатокаскадні неблоковані мережі. Мережа Клоза. Мережа Бенеша. Багатокаскадні блоковані мережі. Мережаз з топологією Баньян. Мережа з топологією Омега. Мережа з двоїчною  $n$ -кубічною топологією. Топологія базової лінії. Переваги та недоліки мереж з різними топологічними організаціями. Приклад реалізації швидкого перетворення Фур'є на основі однокаскадної топології Омега. Топологічна організація Дельта. Топології з комбінованою системою зв'язків.

## **Розділ 5. Масштабовані системи.**

### **Тема 5.1. Структурна організація мультикомп'ютерних систем.**

Мультикомп'ютерна система Cray T3D/T3E. Комунікаційна решітка Cray T3E. Особливості систем Cray T3D/T3E.

### **Тема 5.2. Симетричні мультипроцесори.**

Система з масовою паралельною обробкою. Паралельно-векторні системи (*Parallel vector processor (PVP)*). Структура системи з масовою паралельною обробкою.

### **Тема 5.3. Кластерні системи.**

Архітектура кластерних систем з загальними (колективними) дисками. Архітектура кластерних систем з індивідуальними (розподіленими) дисками. Топологія кластерів: топологія кластерних пар, топологія  $N+1$ , топологія  $N*N$ , топологія з повністю роздільним доступом.

Кластерна система TheHIVE (Highly-parallel Integrated Virtual Environment. Кластерна організація  $MBC=1000M$ . Структура обчислювальної системи  $S_m$ . Структура обчислювальної системи  $BBN$  Butterfly.

### **Тема 5.4. Системи з неоднорідним доступом до оперативної пам'яті – Non uniform memory access systems (NUMA-systems).**

Концептуальні засади NUMA-систем. Особливості NUMA-систем. Структурна організація обчислювальної системи  $S_m$ . Структурна організація обчислювальної системи  $BBN$  Butterfly. Загальна організація комп'ютерної системи HP Superdome.

### **Тема 5.5. Системи з масовою паралельною обробкою (MPP-системи).**

Концептуальні засади MPP-систем. Загальна структурна організація MPP-систем. . Особливості MPP-систем.

### **Тема 5.6. ГРІД-системи (GRID-systems).**

Концептуальні засади та особливості ГРІД-систем. Проміжне програмне забезпечення ГРІД-систем. Місце ГРІД-систем в системі різних паралельних організацій. Загальна структурна організація ГРІД-систем. Стекі протоколів ГРІД-систем та мережевої моделі. Базові ГРІД-служби. Взаємодія сервісів у SOA-середовищах.

#### **Тема 5.7. Хмарні обчислення (CLOUD-computing).**

Концептуальні засади та особливості CLOUD-computing. Загальна структурна організація CLOUD-computing. Хмарні технології та зберігання даних. Можливості хмарних технологій. Переваги і недоліки хмарних обчислень.

### **Розділ 6. Високопродуктивні системи з нетрадиційною архітектурою.**

#### **Тема 6.1. Обчислювальні середовища – Універсальні однорідні системи з індивідуальною поведінкою елементів.**

Базові принципи обчислювальних середовищ. Універсальність. Масштабованість. Однорідність елементів і зв'язків. Метод формування для кожної окремо взятої задачі відповідної оптимальної архітектури комп'ютерної системи на основі єдиного конструктиву. Принцип близкодії – виключення фізичних зв'язків.

Структурна організація обчислювального середовища та їх комірок. Функції комірок обчислювального середовища. Приклади реалізації.

#### **Тема 6.2. Трансп'ютерні системи.**

Структурна організація трансп'ютера та його особливості. Трансп'ютер – ефективний елемент для побудови обчислювальних середовищ. Трансп'ютерний набір елементів і методи побудови трансп'ютерних систем.

#### **Тема 6.3. Обчислювальні системи, які керуються потоком даних (Data-flow-systems)**

Обчислювальна модель потокової обробки. Архітектура поточкових обчислювальних систем. Статичні поточкові обчислювальні системи. Динамічні поточкові обчислювальні системи. Обчислювальні системи з керуванням обчисленнями по запиті.

#### **Тема 6.4. Квантові комп'ютери.**

Концептуальні основи побудови квантових комп'ютерів. Кубіт – одиниця квантової інформації. Стан комірок і регістрів. Фізична реалізація кубіту, комірок і регістрів пам'яті. Робота процесора квантових комп'ютерів. Квантові логічні елементи – гейти. Приклад квантових паралельних обчислень.

### **Розділ 7. Організація високопродуктивного вводу-виводу.**

#### **Тема 7.1. Організація вводу-виводу в еволюційному розвитку.**

Неможливість безпосереднього зв'язку пристроїв вводу-виводу і оперативної пам'яті. Використання центрального процесора в якості проміжного елемента між пристроями вводу-виводу і оперативною пам'яттю. Недоліки використання в якості проміжного елемента центрального процесора.

#### **Тема 7.2. Канал вводу-виводу.**

Функції каналу вводу-виводу. Комп'ютерна система з пам'яттю в якості центрального елемента. Процесори вводу-виводу та їх призначення.

#### **Тема 7.3. Організація управління вводом-виводом.**

Пряме управління вводом-виводом. Буферизація вводом-виводом. Заняття циклу оперативної пам'яті (прямий доступ до пам'яті). Структурна організація каналів вводу-виводу.

#### **Тема 7.4. Елементи класифікації каналів вводу-виводу.**

За ступенем автономності каналів вводу-виводу: вбудовані канали, неавтономні канали, частково неавтономні канали, автономні канали. Канали з перехресними зв'язками. Селекторні канали вводу-виводу. Мультиплексні канали вводу-виводу. Функціонування селекторних і мультиплексних каналів вводу-виводу.

Операції вводу-виводу. Команди управління вводом-виводом. Адресація вводом-виводом. Адресне слово каналу. Управляюче слово каналу. Ознаки керуючого слова каналу: зачеплення за даними, зачеплення за командами, ознака придушення індикації неправильної довжини, блокування запису, програмно-кероване переривання. Приклад використання

ознак керуючого слова каналу вводу-виводу. Стани вводу-виводу. Послідовність виконання вводу-виводу. Слово стану вводу-виводу. Байт стану зовнішнього пристрою. Байт стану каналу вводу-виводу.

Зосереджені і розосереджені канали вводу-виводу. Варіанти структурної організації зосереджених і розосереджених каналів вводу-виводу. Пріоритетне обслуговування зовнішніх пристроїв.

## **Розділ 8. Інтерфейси комп'ютерних систем.**

### **Тема 8.1. Стандартні засоби сполучення і їх значення при побудові, модифікації і відновленні працездатності комп'ютерних систем.**

Поняття інтерфейсів. Вимоги до інтерфейсів на різних рівнях структурної організації комп'ютерних систем. Методи передачі даних. Синхронні і асинхронні методи передачі даних та їх особливості і умови використання.

### **Тема 8.2. Організація інтерфейсів.**

Організація інтерфейсів на основі індивідуальних шин. Організація інтерфейсів на основі комбінованих шин. Організація інтерфейсів на основі колективних шин. Структурна організація інтерфейсу з колективною шиною і алгоритми його функціонування при виконанні операцій адресації і ідентифікації зовнішніх пристроїв.

### **Тема 8.3 Організація паралельної пам'яті.**

Структурна організація паралельної пам'яті та відповідних інтерфейсів звернення до неї при запису і читанні з пам'яті. Комп'ютерна система CDC-6600/6700. Організація пам'яті в комп'ютерній системі CDC-6600/6700. Мультисистемні засоби комп'ютерних систем і способи їх використання для об'єднання комп'ютерів в комплекси.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Базова:

- 1.** Michael Stonebraker, Ugur Getintemel, Stan Zdonik. The 8 requirements of real-time stream processing. SIGMOD Record, Vol. 34, No.4, Dec. 2005.– 9 p.
- 2.** Оптические вычисления. Под ред. Арратуна.– М. Изд. Мир 1993.
- 3.** Бурцев В.С. Параллелизм вычислительных процессов и развитие архитектуры суперЭВМ . – М. ИВВС РАН. 1997 г. 154 с.
- 4.** Бурцев В.С. Вычислительные процессы с массовым параллелизмом. Электроника. Наука, Технология, Бизнес. 2/2002. – р 32.
- 5.** Скобцов Ю.О. Основы эволюционных обчислень. Донецьк. ДонНТУ. 2009.- 316 с.



- 6.** Гайнутдинова А.Ф. Квантовые вычисления. Казанский государственный университет. Казань. 2007. – 73 с.

Додаткова: .92 р.

- 7.** Валиев К.А., Кокин А.А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность. – Ижевск: РХД, 2004. – 320 с.

- 8.** Гуц А.К. Основы квантовой кибернетики. Омский государственный университет. Омск. 2008. – 204 с.

- 9.** Коп А.М., Орловский Д.Л. Разработка подхода к анализу и оптимизации диаграмм потоков данных. Science Rice? No.7(36)2017. p/ 34 – 42.

### Навчальний контент

## 12. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

13. Розділ 1. Обчислювальні системи та паралельна обробка інформації.	9	4			2		3
<p><b>Тема 1.1. Обчислювальні системи та їх ефективність.</b></p> <p>Основні підходи до підвищення продуктивності обчислювальних систем. Еволюція обчислювальних систем. Покоління обчислювальних систем. Основні методи підвищення ефективності комп'ютерних систем та засоби їх реалізації. Режими мультипрограмної організації обчислень і поділу часу Загальна структурна організація комп'ютерних систем різного структурного покоління.</p> <p>Четверте та п'яте покоління комп'ютерних систем. Цілі паралелізма. Загальна організація паралельної обробки інформації.</p> <p>Продуктивність обчислювальних систем. Основні поняття та визначення Рівні розпаралелювання. Системна та користувальна ефективність. Локальні та глобальні види паралелізму. Природний, приватний та загальний види паралелізму. Паралелізм незалежних гілок. Паралелізм суміжних операцій. Штучний паралелізм. Паралелізм на рівні мікро- і нанокоманд</p>		0,5					

<p>Слабозв'язані і міцнозв'язані обчислювальні системи, зосереджені і розподілені обчислювальні системи.</p>						
<p><b>Тема 1.2. Організація пам'яті у високопродуктивних обчислювальних системах.</b></p> <p>Ієрархічні структури пам'яті. Ієрархічна пам'ять. Питання оптимізації ієрархічної пам'яті. Системи віртуальної пам'яті. Концепція віртуальної пам'яті. Сегментна організація пам'яті. Сегментно - сторінкова організація пам'яті. Управління пам'яттю. Стратегія організації пам'яті. Системи управління пам'яттю.</p> <p>КЕШ-пам'ять. Характеристики буферної пам'яті (КЕШ-пам'яті). Організація КЕШ-пам'яті. Проектування систем з КЕШ-пам'яттю. Вибір та стратегія оновлення пам'яті. Стратегія переміщень. Еволюція ієрархічних систем пам'яті.</p> <p>Мультипрограмування – перший крок на шляху до паралельної обробки інформації. Тенденції розвитку паралельної обробки інформації.</p>		<p><b>1</b></p>				
<p><b>Тема 1.3. Класифікація паралельних обчислювальних систем.</b></p> <p>Класифікація обчислювальних систем по Фліну, по Кришнамарфі, по Дазгупте, по Базу, по Шору. Чисельність потоків команд і даних. Системи з різними взаємовідношеннями потоків команд і даних: <b>Одиночний потік команд (Single Flow Instruction) – Одиночний потік даних (Single Flow Data) (ОКОД (SISD)); Одиночний потік команд (Single Flow Instruction) – Множинний потік даних (Multiple Flow Data) (ОКМД (SIMD)); Множинний потік команд (Multiple Flow Instruction) – Одиночний потік даних (Single Flow Data) (МКОД (MISD)); Множинний потік команд (Multiple Flow Instruction) – Множинний потік даних (Single Flow Data) (МКМД (MIMD)),</b> Загальна організація та особливості систем з різними взаємовідношеннями потоків команд і даних.</p>		<p><b>1</b></p>				
<p><b>Розділ 2. Паралельні структури обчислювальних систем.</b></p>		<p><b>0,5</b></p>				

<p><b>Тема 2.1. Системи класу ОКОД (SISD) та їх обмеження.</b></p> <p>Базові однопроцесорні архітектури. Засоби організації квазіпаралельної обробки інформації в однопроцесорних архітектурах. Конфлюентні системи. Обмеження систем класу SISD.</p>		0,5				
<p><b>Тема 2.2. Системи класу ОКМД (SIMD).</b></p> <p>Матричні обчислювальні системи. Проблемна орієнтація матричних систем. Структурна організація матричних систем. Система Унгера, система SOLOMON, система ILLIAC-IV, система ПС-2000, система BSP. Розподіл оперативної пам'яті в системах класу SIMD. Механізм маскуванню і маршрутизації даних. Організація зв'язків між процесорними елементами. Комутуючі мережі в обчислювальних системах класу SIMD. Аналіз продуктивності матричних процесорів. Організація множинних обчислювальних систем з організацією класу SIMD.</p> <p>Приклади організації паралельних обчислень в матричних системах. Продуктивність матричних систем. Переваги і недоліки матричних систем. Область використання обчислювальних систем класу SIMD.</p> <p>Векторні обчислювальні системи. Метод поділу обчислювальних процесів на множину частин і їх розподіл в просторі і часі. Просторово-часова багат шарова організація векторних обчислень. Інерція векторних систем. Структурна організація векторних систем. Приклади організації паралельних обчислень на основі векторних систем. Продуктивність векторних систем. Переваги і недоліки векторних систем.</p> <p>Систолічні процесори. Принцип близькодії і занурення функцій управління в структуру процесорів. Структурна організація систолічних процесорів. Приклади організації паралельних обчислень на основі систолічних процесорів. Продуктивність систолічних процесорів. Переваги і недоліки систолічних процесорів.</p> <p>Асоціативні системи. Організація паралельної обробки на основі принципів матричної організації з використанням асоціативної пам'яті в якості оперативної пам'яті. Структурна організація асоціативних систем. Призначення, структура і організація асоціативної пам'яті. Типи асоціатив-</p>		0,5				

<p>ної пам'яті. Обробка даних з використанням асоціативної пам'яті. Асоціативні процесори обчислювальних систем.</p> <p>Приклади організації паралельних обчислень на основі асоціативних систем. Асоціативна система STARAN і РЕРЕ. Алгоритми асоціативного пошуку.</p>							
<p><b>Тема 2.3. Системи класу МКОД (MISD).</b></p> <p>Конвеєрні системи. Принцип багатопотокової векторної обробки даних з можливістю виконання різних функцій на різних шарах процесорних пристроїв. Архітектура конвеєрних систем. Конвеєр операцій. Конвеєр команд. Макроконвеєр. Багаторівневий конвеєр – конвеєр конвеєрів. Конвеєрна система Star-100. Конвеєрна система Cray-1. Конвеєрна система TI-ASC. Приклади організації паралельних обчислень на основі конвеєрних систем. Оцінка продуктивності та функціонування конвеєрних обчислювальних систем.</p>	<b>19</b>	<b>6</b>			<b>4</b>		<b>9</b>
<p><b>Тема 2.4. Системи класу МКМД (MIMD).</b></p> <p>Паралельні системи з загальною (колективною) та індивідуальною (розподіленою) пам'ятю. Обмеження систем з колективною пам'ятю. Переваги та можливості систем з розподіленою пам'ятю. Проблеми взаємодії в системах з розподіленою пам'ятю. Мультипроцесорні обчислювальні системи. Мультикомп'ютерні обчислювальні системи. Системи з неоднорідним доступом до оперативної пам'яті (Non uniform memory access systems (NUMA-systems)). Кластерні системи. ГРІД-системи (GRID-systems). Хмарні системи (CLOUD-systems). Продуктивність паралельних обчислювальних систем.</p>		<b>1</b>					
<p><b>Розділ 3. Мультипроцесорні комп'ютерні системи.</b></p>		<b>1</b>					
<p><b>Тема 3.1. Варіанти організації мультипроцесорних систем.</b></p> <p>Комутовані мережі. Просторова комутація, тимчасова комутація, просторово-тимчасова комутація. Організація пам'яті мультипроцесорних систем. Багатоходові види пам'яті. Особливості процесорів мультипроцесорних архітектур. Особливості</p>		<b>1</b>					

операційних систем для мультипроцесорних організацій. Класифікація операційних систем для мультипроцесорних організацій. Вимоги до програмного забезпечення мультипроцесорних систем. Вимоги до операційних систем мультипроцесорних організацій. Організація паралелізму в мультипроцесорних системах.							
<p><b>Тема 3.2. Засоби організації мультипроцесорних систем.</b></p> <p>Шинна організація, організація з матричним комутатором, багатопотова (багатошинна організація). CISC і RISC архітектури. Організація мультипроцесорних систем високого рівня з матричним комутатором: Эльбрус, Burroughs. Особливості систем Эльбрус і Burroughs, їх переваги та недоліки.</p> <p>Організація мультипроцесорної системи CRAY C90. Особливості системи CRAY C90, її переваги та недоліки. Організація мультипотокової мультипроцесорної системи UNIVAC.</p>		1					
<p><b>Тема 3.3. Особливості операційних систем для мультипроцесорних організацій.</b></p> <p>Класифікація операційних систем для мультипроцесорних організацій. Вимоги до програмного забезпечення мультипроцесорних систем. Вимоги до операційних систем мультипроцесорних організацій. Організація паралелізму в мультипроцесорних системах.</p>		1					
<b>Розділ 4. Топологічна організація мультикомп'ютерних систем.</b>		1					
<p><b>Тема 4.1. Безпосередньо пов'язані мережі.</b></p> <p>Основні показники топології з фіксованою системою зв'язків (<b>безпосередньо пов'язані мережі</b>). Метрика топологічних побудов. Критерії оптимальності топології систем з фіксованою системою зв'язків. Засоби мінімізації ступеня топологічних організацій. Засоби мінімізації діаметра топологічних організацій. Базові топології обчислювальних систем.</p>	14	4			0		10

<p><b>Тема 4.2. Комутовані мережі.</b></p> <p>Топології з реконфігурованою системою зв'язків (<b>комутовані мережі</b>). Організація комутованих мереж для масштабованих комп'ютерних систем. Однокаскадні і багатокаскадні комутовані мережі. Багатокаскадні заблоковані мережі. Мережа Клоза. Мережа Бенеша. Багатокаскадні заблоковані мережі. Мережаз з топологією Баньян. Мережа з топологією Омега. Мережа з двоїчною <math>n</math>-кубічною топологією. Топологія базової лінії. Переваги та недоліки мереж з різними топологічними організаціями. Приклад реалізації швидкого перетворення Фур'є на основі однокаскадної топології Омега. Топологічна організація Дельта. Топології з комбінованою системою зв'язків.</p>		1				
<p><b>Розділ 5. Масштабовані системи.</b></p>		1				
<p><b>Тема 5.1. Структурна організація мультикомп'ютерних систем.</b></p> <p>Мультикомп'ютерна система Cray T3D/T3E. Комунікаційна решітка Cray T3E. Особливості систем Cray T3D/T3E.</p>		2				
<p><b>Тема 5.2. Симетричні мультипроцесори.</b></p> <p>Система з масовою паралельною обробкою. Паралельно-векторні системи (<i>Parallel vector processor (PVP)</i>). Структура системи з масовою паралельною обробкою.</p>	16	4		4		6
<p><b>Тема 5.3. Кластерні системи.</b></p> <p>Архітектура кластерних систем з загальними (колективними) дисками. Архітектура кластерних систем з індивідуальними (розподіленими) дисками. Топологія кластерів: топологія кластерних пар, топологія <math>N+1</math>, топологія <math>N*N</math>, топологія з повністю роздільним доступом.</p> <p>Кластерна система TheHIVE (Highly-parallel Integrated Virtual Environment. Кластерна організація MVS=1000M. Структура обчислювальної системи Sm. Структура обчислювальної системи VBN Butterfly.</p>		2				
<p><b>Тема 5.4. Системи з неоднорідним доступом до оперативної</b></p>		1				

<p><b>пам'яті – Non uniform memory access systems (NUMA-systems).</b></p> <p>Концептуальні засади NUMA-систем. Особливості NUMA-систем. Структурна організація обчислювальної системи Cm. Структурна організація обчислювальної системи VBN Butterfly. Загальна організація комп'ютерної системи HP Superdome.</p>							
<p><b>Тема 5.5. Системи з масовою паралельною обробкою (MPP-системи).</b></p> <p>Концептуальні засади MPP-систем. Загальна структурна організація MPP-систем. . Особливості MPP-систем.</p>		1					
<p><b>Тема 5.6. ГРІД-системи (GRID-systems).</b></p> <p>Концептуальні засади та особливості ГРІД-систем. Проміжне програмне забезпечення ГРІД-систем. Місце ГРІД-систем в системі різних паралельних організацій Загальна структурна організація ГРІД -систем. Стеки протоколів ГРІД-систем та мережевої моделі. Базові ГРІД-служби. Взаємодія сервісів у SOA-середовищах.</p>	12	4			0		8
<p><b>Тема 5.7. Хмарні обчислення (CLOUD-computing).</b></p> <p>Концептуальні засади та особливості CLOUD- computing. Загальна структурна організація CLOUD - computing. Хмарні технології.та зберігання даних. Можливості хмарних технологій. Переваги і недоліки змарних обчислень.</p>		1					
<p><b>Розділ 6. Високопродуктивні системи з нетрадиційною архітектурою.</b></p>		1					
<p><b>Тема 5.4.</b> Призначення, структура і організація асоціативної пам'яті. Типи асоціативної пам'яті. Обробка даних з використанням асоціативної пам'яті. Асоціативні процесори обчислювальних систем. Системи 8TAK.AK і PEPЕ. Алгоритми асоціативного пошуку.</p>		1					
<p><b>Розділ 6. Мультипроцесорні обчислювальні системи.</b></p>	18	6			2		10
<p><b>Тема 6.1. Обчислювальні сере-</b></p>		0,5					

<p><b>довища – Універсальні однорідні системи з індивідуальною поведінкою елементів.</b></p> <p>Базові принципи обчислювальних середовищ. Універсальність. Масштабованість. Однорідність елементів і зв'язків. Метод формування для кожної окремо взятої задачі відповідної оптимальної архітектури комп'ютерної системи на основі єдиного конструктиву. Принцип близькодії – виключення фізичних зв'язків.</p> <p>Структурна організація обчислювального середовища та їх комірок. Функції комірок обчислювального середовища. Приклади реалізації.</p>						
<p><b>Тема 6.2. Трансп'ютерні системи.</b></p> <p>Структурна організація трансп'ютера та його особливості. Трансп'ютер – ефективний елемент для побудови обчислювальних середовищ. Трансп'ютерний набір елементів і методи побудови трансп'ютерних систем.</p>		0,5				
<p><b>Тема 6.3. Обчислювальні системи, які керуються потоком даних (Data-flow-systems)</b></p> <p>Обчислювальна модель потокової обробки. Архітектура поточкових обчислювальних систем. Статичні поточкові обчислювальні системи. Динамічні поточкові обчислювальні системи. Обчислювальні системи з керуванням обчисленнями по запиті.</p>		1				
<p><b>Тема 6.4. Квантові комп'ютери.</b></p> <p>Концептуальні основи побудови квантових комп'ютерів. Кубіт – одиниця квантової інформації. Стан комірок і регістрів. Фізична реалізація кубіту, комірок і регістрів пам'яті. Робота процесора квантових комп'ютерів. Квантові логічні елементи – гейти. Приклад квантових паралельних обчислень.</p>		1				
<p><b>Розділ 7. Організація високопродуктивного вводу-виводу.</b></p>		0,5				



<p><b>Тема 7.1. Організація вводу-виводу в еволюційному розвитку.</b></p> <p>Неможливість безпосереднього зв'язку пристроїв вводу-виводу і оперативної пам'яті. Використання центрального процесора в якості проміжного елемента між пристроями вводу-виводу і оперативною пам'яттю. Недоліки використання в якості проміжного елемента центрального процесора.</p>		0,5				
<p><b>Тема 7.2. Канал вводу-виводу.</b></p> <p>Функції каналу вводу-виводу. Комп'ютерна система з пам'яттю в якості центрального елемента. Процесори вводу-виводу та їх призначення.</p>		0,5				
<p><b>Тема 7.3. Організація управління вводом-виводом.</b></p> <p>Пряме управління вводом-виводом. Буферизація вводом-виводом. Заняття циклу оперативної пам'яті (прямий доступ до пам'яті). Структурна організація каналів вводу-виводу.</p>		0,5				
<p><b>Тема 7.4. Елементи класифікації каналів вводу-виводу.</b></p> <p>За ступенем автономності каналів вводу-виводу: вбудовані канали, неавтономні канали, частково неавтономні канали, автономні канали. Канали з перехресними зв'язками. Селекторні канали вводу-виводу. Мультиплексні канали вводу-виводу. Функціонування селекторних і мультиплексних каналів вводу-виводу.</p> <p>Операції вводу-виводу. Команди управління вводом-виводом. Адресація вводом-виводом. Адресне слово каналу. Управляюче слово каналу. Ознаки керуючого слова каналу: зачеплення за даними, зачеплення за командами, ознака придушення індикації неправильної довжини, блокування запису, програмно-кероване переривання. Приклад використання ознак керуючого слова каналу вводу-виводу. Стани вводу-виводу. Послідовність виконання вводу-виводу. Слово стану вводу-виводу. Байт стану зовнішнього пристрою. Байт стану каналу вводу-виводу.</p>		0,5				

Зосереджені і розосереджені канали вводу-виводу. Варіанти структурної організації зосереджених і розосереджених каналів вводу-виводу. Пріоритетне обслуговування зовнішніх пристроїв.							
<b>Розділ 8. Інтерфейси комп'ютерних систем.</b>		0,5					
<b>Тема 8.1. Стандартні засоби сполучення і їх значення при побудові, модифікації і відновленні працездатності комп'ютерних систем.</b> Поняття інтерфейсів. Вимоги до інтерфейсів на різних рівнях структурної організації комп'ютерних систем. Методи передачі даних. Синхронні і асинхронні методи передачі даних та їх особливості і умови використання.		2					
<b>Тема 8.2. Організація інтерфейсів.</b> Організація інтерфейсів на основі індивідуальних шин. Організація інтерфейсів на основі комбінованих шин. Організація інтерфейсів на основі колективних шин. Структурна організація інтерфейсу з колективною шиною і алгоритми його функціонування при виконанні операцій адресації і ідентифікації зовнішніх пристроїв.	<b>16</b>	<b>6</b>			<b>0</b>		<b>10</b>
<b>Тема 8.3 Організація паралельної пам'яті.</b> Структурна організація паралельної пам'яті та відповідних інтерфейсів звернення до неї при запису і читанні з пам'яті. Комп'ютерна система CDC-6600/6700. Організація пам'яті в комп'ютерній системі CDC-6600/6700. Мультисистемні засоби комп'ютерних систем і способи їх використання для об'єднання комп'ютерів в комплекси.		1					
<b>Тема 7.2. Топологія обчислювальних систем. Основні показники топології з фіксованою системою зв'язків. Критерії оптимальності топології систем з фіксованою системою</b>		1					

зв'язків. Базові топології обчислювальних систем. Методи та засоби проектування топологічних мереж з заданими параметрами. Топології з реконфігурованою системою зв'язків. Топології з комбінованою системою зв'язків							
<b>Тема 7.3</b> Маршрутизація повідомлень в мультикомп'ютерних системах. Способи, засоби та етапи маршрутизації повідомлень. Види маршрутизації: проста маршрутизація, проста маршрутизація, ширококомвна маршрутизація та ін. Алгоритми маршрутизації в базових топологіях. Способи розробки алгоритмів маршрутизації в сучасних топологічних мережах.		1					
<b>Тема 7.4</b> Масштабовані обчислювальні системи. Переваги та можливості масштабованих обчислювальних систем. Основні показники продуктивності масштабованих обчислювальних систем. Ефективність масштабованих обчислювальних систем. Способи та засоби досягнення лінійних залежностей показників продуктивності від числа процесорних елементів.		1					
<b>Тема 7.5</b> Відказостійкі паралельні обчислювальні системи. Способи та засоби побудови відказостійких паралельних обчислювальних систем. Механізми виявлення, локалізації та виключення дефектних процесорних елементів. Проектування відказостійких топологічних мереж. Алгоритми маршрутизації у відказостійких системах.		1					
<b>Тема 7.6</b> Обчислювальні середовища. Синхронні та асинхронні обчислювальні середовища. Синхронні обчислювальні середовища з індивідуальним поведження елементів. Асинхронні обчислювальні середовища з колективним поведженням елементів.		0,5					
<b>Тема 7.7.</b> Асинхронні обчислювальні середовища. КІ8С-процесори. Трансп'ютери. Мультитрансп'ютерні обчислювальні середовища. Управління		0,5					

логічною конфігурацією мультитрапсп'ютерних обчислювальних середовищ. Планування і розподіл робіт в мультитрапсп'ютерних обчислювальних середовищах.							
<b>Розділ 8. Системи вводу - виводу.</b>	<b>10</b>	<b>2</b>			<b>2</b>		<b>6</b>
<b>Тема 8.1.</b> Організація вводу - виводу. Принцип розподілу ресурсів в обчислювальних системах. Функції каналів вводу - виводу. Організація управління вводом - виводом. Пряме управління від програми. Буферизація вводу - виводу. Структура каналів вводу - виводу. Класифікація каналів вводу - виводу. Автономні, частково-автономні, неавтономні та вбудовані канали вводу - виводу. Селекторні та мультиплексні канали вводу - виводу..		1					
<b>Тема 8.2.</b> Конфігурація систем вводу - виводу. Системи вводу - виводу з розподіленими параметрами. Система пріоритетного обслуговування зовнішніх пристроїв.		0,5					
<b>Тема 8.3.</b> Процесори вводу - виводу. Обчислювальні системи з використанням каналів і процесорів вводу - виводу		0,5					
<b>Розділ 9. Інтерфейси обчислювальних систем.</b>	<b>16</b>	<b>6</b>			<b>0</b>		<b>10</b>
<b>Тема 9.1.</b> Основні поняття, організація та класифікація. Інтерфейс, як уніфікована система зв'язків, приймально-передавального устаткування і протоколів обміну. Системні інтерфейси, інтерфейси вводу - виводу, інтерфейси розподілених обчислювальних систем.							
<b>Тема 9.2.</b> Засоби передачі інформації. Синхронний та асинхронний засоби передачі, стробування та квітування інформації.							
<b>Тема 9.3.</b> Протоколи управління передачею даних.		1					
<b>Тема 9.4.</b> Режими взаємодії каналів вводу - виводу з зовнішніми пристроями. Інтерфейси з індивідуальними та колективними шинами.		1					
<b>Тема 9.5.</b> Конфігурація обчислювальних систем з універсальними та спеціалізованими інтерфейсами. Основні типи структур обчислювальних систем з різними варіантами інтерфейсів, їх недоліки та переваги.		1					
<b>Тема 9.6.</b> Інтерфейси вводу - виводу		0,5					

високопродуктивних обчислювальних систем. Системи вво-ду-виводу , протоколи передачі даних.							
<b>Тема 9.7.</b> Універсальний інтерфейс («загальна шина»). Варіанти структур системи, протоколи передачі даних.		0,5					
<b>Тема 9.8.</b> Системні інтерфейси персональних ЕОМ. Структура, протоколи передачі даних.		1					
<b>Тема 9.9.</b> Інтерфейси для підключення віддалених пристроїв вводу - виводу. (Стик С1, Стик С2, КЗ 232С, К5 488).		1					
<b>Розділ 10. Багатомашинні обчислювальні комплекси.</b>	<b>14</b>	<b>4</b>			<b>2</b>		<b>8</b>
<b>Тема 10.1.</b> Мультисистемні засоби зв'язку. Прямозв'язані комплекси ЕОМ. Системні комплекси ЕОМ. Багатопроекторні комплекси ЕОМ.		2					
<b>Тема 10.2.</b> Способи доступу до каналів зв'язку паралельних обчислювальних систем. Паралельні обчислювальні системи з випадковим доступом до каналів зв'язку. Системи типу Етегпеї і системи з розподілом часу між користувачами. Системи з детермінованим способом доступу до каналів зв'язку. Системи типу Токеп Кіп§.		2					
<b>Розділ 11. Обчислювальні системи з нетрадиційною архітектурою.</b>	<b>14</b>	<b>4</b>			<b>2</b>		<b>8</b>
<b>Тема 11.1.</b> Методи та засоби для удосконалення архітектури обчислювальних систем.		0,5					
<b>Тема 11.2.</b> Обчислювальні системи, які управляються потоком даних . Графи управління потоком даних і мови для їх подання. Перевага і проблеми обчислювальних систем, які управляються потоком даних. Архітектура обчислювальних систем, які управляються потоком даних. Обчислювальні системи зі статичним методом реалізації управління потоком даних. Альтернативні методи управління потоком даних.		0,5					
<b>Тема 11.3.</b> Машини баз даних і знань. Архітектура обчислювальних систем для обробки баз даних. Обробка бази даних. Процесор файлів. Машина реляційної алгебри. Машина баз знань.		1					
<b>Тема 11.4.</b> Архітектура обчислювальних систем, орієнтованих на мови програмування. Обчислювальні системи, орієнтовані на мови програмування високого рівня. Архітектура обчислювальної системи 8УМВОЕ. Центральний процесор обчислювальної системи 3УМВОБ. Внутрішня структура і взаємозв'язок процесорів 3УМВОБ.		1					

<b>Тема 11.5.</b> Процесори з архітектурою, орієнтованою на об'єкти. Принципи функціонування процесору IARX432. Архітектура процесору IARX432.		0,5					
<b>Тема 11.6.</b> Обробка символів. Системи обробки ланцюгів літер. Механізми логічного виводу і логічне програмування.		0,5					
<b>Розділ 12. Основи теорії обчислювальних систем.</b>	<b>9</b>	<b>4</b>					<b>5</b>
<b>Тема 12.1.</b> Предмет та задачі. Моделі та методи. Методи управління, планування і розподілу робіт. Принципи аналізу продуктивності. Методи і засоби вимірювання та оцінки функціонування. Моделі робочого і системного навантаження.		2					
<b>Тема 12.2.</b> Проектування і експлуатація. Організація проектування. Експлуатація.		2					
<b>Всього в семестрі</b>	<b>165</b>	<b>54</b>	-	-	<b>18</b>		<b>93</b>

### 13. Самостійна робота аспіранта

Метою проведення циклу лабораторних робіт є набуття студентами необхідних практичних навичок є вивчення методів і засобів побудови ефективних паралельних і розподілених обчислювальних систем широкого і спеціального призначення і питань організації паралельних обчислювальних процесів.

#### Політика та контроль

### 14. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Під час занять з навчальної дисципліни «Комп'ютерні системи» студенти повинні дотримуватись певних дисциплінарних правил:

- забороняється запізнюватись на заняття;
- при вході викладача, на знак привітання, особи, які навчаються в КПІ ім. Ігоря Сікорського повинні встати;
- не допускаються сторонні розмови або інший шум, що заважає проведенню занять;
- виходити з аудиторії під час заняття допускається лише з дозволу викладача.
- не допускається користування мобільними телефонами та іншими технічними засобами без дозволу викладача.

### 15. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Види контролю з навчальної дисципліни «Комп'ютерні системи» включають:

*Поточний контроль:* тестування закритими тестами.

*Календарний контроль:* провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог си́лабусу.

*Семестровий контроль:* залік

Протягом семестру студенти виконують 6 лабораторних робіт. Максимальна кількість балів за кожну лабораторну роботу –  $R_{\text{п}} = 8$ . Бали нараховуються за: Теоретична складова – 4 балів, Практична складова – 4 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи  $6 \times 8 = 48$  балів Крім того протягом семестру проводяться 2 модульні контрольні роботи (МКР). Максимальна кількість балів за кожну МКР –  $R_{\text{с}} = 12$ .

**Розрахунок розміру шкали (R) рейтингу.** Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру становить:  $R = 6 \cdot R_{\text{п}} + 2 \cdot R_{\text{с}} + R_{\text{і}}$ , де  $R_{\text{і}}$  - максимальна оцінка за іспит  $R_{\text{і}} = 28$ . Розмір рейтингової шкали для навчальної дисципліни становить:  $R = 6 \cdot R_{\text{п}} + 2 \cdot R_{\text{с}} + R_{\text{і}} = 48 + 24 + 28 = 100$  балів. Необхідною умовою допуску студента до залікує має бути його індивідуальний семестровий рейтинг  $R_1 = 6 \cdot R_{\text{п}} + 2 \cdot R_{\text{с}}$ , не менший, ніж 59 балів, та відсутність заборгованості з лабораторних робіт. При невиконанні згаданих вимог студент до екзамену не допускається. Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою: Кількість балів: Оцінка 100 – 95, Відмінно 94-85, Дуже добре 84-75, Добре 74-65, Задовільно 64-60, Достатньо - Менше 60 – Незадовільно. Не виконані умови допуску - Не допущено.

*Умови допуску до семестрового контролю:* семестровий рейтинг більше 59 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 16. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

**Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль.**

1. Поняття про проблеми суттєвого підвищення продуктивності в сучасних умовах.
2. Поняття о системах масового розпаралелювання.
3. Поняття о масштабованих системах.
4. Мультипроцесорні та мультикомп'ютерні системи, їх переваги і недоліки.
5. NUMA – системи.
6. Кластерні системи.
7. GRID – системи.
8. CLOUD -системи.
9. Data-Flow – системи.
10. Асоціативна пам'ять і сучасні підходи до її організації.
11. Сучасні підходи до побудови ефективних систем, які керуються потоком даних.

12. Перспективи побудови надвисокопродуктивних комп'ютерних систем, які керуються потоком даних.
13. Еволюційні обчислення як адаптивні ефективні алгоритми вирішення завдань оптимізації, управління, навчання.
14. Паралельні генетичні алгоритми на основі моделі "робітник-господар".
15. Паралельні генетичні алгоритми на основі "моделі островів".
16. Особливості генетичного програмування.
17. Тема 4.1 Поняття кубіту.
18. Принцип суперпозиції.
19. Клонування станів.
20. Електромагнітна хвиля і фотон.
21. Переплутані стани.
22. Телепортація квантових станів.
23. Квантове вимірювання.
24. Алгоритм Шора.
25. Алгоритм Гровера.
26. Швидке квантове перетворення Фур'є.
27. Декогеренція.

***Умова зарахування додаткових балів.***

В рамках вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерні системи» допускається зарахування балів, одержаних в результаті дистанційних курсів на платформі "Coursera", за умови попереднього погодження програми даного курсу з викладачем та за умови отримання офіційного сертифікату.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** , д.т.н, професор, Луцький Георгій Михайлович

**Ухвалено** кафедрою обчислювальної техніки (протокол № \_10\_ від \_25.05.2022)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № \_10\_ від \_9.06.2022)