МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФакультетФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИЧНИЙ

КАФЕДРА КОМП’ЮТЕРНИХ НАУК

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ факультету

\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(підпис) (ініціали та прізвище)

«\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_\_\_

**ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ**

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра

(назва освітнього ступеня)

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності 122 – Комп’ютерні науки

(шифр, назва спеціальності)

спеціалізації / предметної спеціальності \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма Комп’ютерні науки

(назва)

**Укладач /Укладачі: Добровольський Г.А. ст. викладач**

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

|  |  |
| --- | --- |
| Обговорено та ухвалено  на засіданні кафедри комп’ютерних  наук  Протокол № 1 від “ 31 ” 08 2020 р.  Завідувач кафедри  С.Ю. Борю  (підпис) (ініціали, прізвище ) | Ухвалено науково-методичною радою  математичного факультету    Протокол №\_\_\_\_від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_202\_\_ р.  Голова науково-методичної ради факультетуО.С. Пшенична  (підпис) (ініціали, прізвище ) |

|  |  |
| --- | --- |
| Погоджено  з навчально-методичним відділом  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (підпис) (ініціали, прізвище) | Погоджено з навчальною лабораторією інформаційного забезпечення освітнього процесу  (підпис) (ініціали, прізвище) |

2021 рік

**1. Опис навчальної дисципліни**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | | |
| **Галузь знань, спеціальність,**  **освітня програма**  **рівень вищої освіти** | **Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі** | **Характеристика навчальної дисципліни** | | |
| очна (денна) форма здобуття освіти | заочна (дистанційна)  форма здобуття освіти | |
| **Галузь знань**  12 – Інформаційні технології  *(шифр і назва)* | Кількість кредитів – 5 | **за вибором ВНЗ** | | |
| **цикл професійної підготовки** | | |
| **Спеціальність**  122 – Комп’ютерні науки  *(шифр і назва*) | Загальна кількість годин – 150 | **Семестр:** | | |
| **Спеціалізація** /  **Предметна спеціальність**  *(для спеціальностей 014, 016, 035, 227)* \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  *(шифр і назва)* | 8 -й | 10 -й | |
| Змістових модулів – 8 | **Лекції** | | |
| **Освітньо-професійна програма**  Комп’ютерні науки  *(назва)* | 32 год. | 6 год. | |
| **Лабораторні** | | |
| Рівень вищої освіти: **бакалаврський** | Кількість поточних контрольних заходів – 8 | 32 год. | 12 год. | |
| **Самостійна робота** | | |
| 86 год. | 132 год. | |
| **Вид контролю:** | | |
| залік | | залік |

* + 1. **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою** викладання навчальної дисципліни “Паралельні та розподілені обчислення” є оволодіння знаннями основних архітектур паралельних обчислювальних систем, ознайомлення із сучасними засобами їх реалізації, їх перспективами розвитку, ознайомлення з будовою та програмуванням розподілених обчислювальних систем, формування навичок та вмінь з їх використання в локальних та глобальних обчислювальних мережах.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Паралельні та розподілені обчислення” є:

• знайомство із архітектурами паралельних обчислювальних систем;

• знайомство із особливостями алгоритмів паралельної обробки інформації;

• отримання навичок реалізації паралельних обчислень на алгоритмічних мовах для практичного розв’язання задач інформаційного та математичного характеру;

• вивчення студентами основних технологічних методів організації розподілених обчислень у глобальній та локальній комп’ютерних мережах.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути

таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

**Результати навчання**:

• **ПР1** Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук

**• ПР5** Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв’язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій

**• ПР10** Використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних застосувань, проектувати концептуальні, логічні та фізичні моделі баз даних, розробляти та оптимізувати запити до них, створювати розподілені бази даних, сховища та вітрини даних, бази знань, у тому числі на хмарних сервісах, із застосуванням мов веб-програмування

**• ПР16** Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення

**Компетентності**:

• ІК - Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп’ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп’ютерних наук, інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

• ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

• ЗК3 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

• ЗК6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

• СК1 Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв’язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп’ютерних наук, аналізу та інтерпретування

• СК3 Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв’язності та нерозв’язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем

• СК9 Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах

• СК16 Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації

|  |  |
| --- | --- |
| Заплановані робочою програмою результати навчання  та компетентності | Методи і контрольні заходи |
| **1** | **2** |
| ІК, ЗК1, ЗК2, ЗК7, СК1, СК3, ПР1, ПР5, ПР13 | КЗ за ЗМ 1-4; ПК – див Табл. розділів 7 та 8 |

**Міждисциплінарні зв’язки.**

Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих під час вивчення дисциплін “Об’єктно-орієнтоване програмування”, “Алгоритми та структури даних”, “Інформаційні мережі”.

Знання та вміння, отримані студентами під час вивчення дисципліни “Паралельні та розподілені обчислення” можуть бути використані при вивченні дисциплін циклу професійної підготовки “Програмування та підтримка Web-застосувань”, “Розподілені інформаційно-аналітичні системи”, “Технології SEMANTIC WEB”.

**3. Програма навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль 1.** Особливості паралельних алгоритмів.

Визначення паралельної обчислювальної системи, їх класифікація, архітектури. Визначення розподіленої обчислюваної системи, їх класифікація та архітектури: архітектура Фліна, SISD, SIMD, MISD, MIMD. Системи із спільною пам'яттю і з розподіленою пам'яттю. Властивості паралельних програм: масштабованість, балансування завантаження, інтенсивність і швидкість комунікації, відмовостійкість. Конвеєрні обчислення, векторні обчислювальні машини, клітинні автомати, програмування потоків даних, подання паралельних алгоритмів графами. Закони Амдала і Густавсона.

**Змістовий модуль 2.**  Багатопоточне програмування

Паралельні процеси, потоки. Методи комунікації потоків: спільна пам’ять та повідомлення. Реалізація відмовостійкості. Синхронізація паралельних потоків: задачі, механізми, семафори, м'ютекси, критичні секції, монітори. Помилки, характерні для паралельних програм.

**Змістовий модуль 3.**Програмування потоків даних

Мережі Петрі. Види мереж Петрі, основні властивості мереж Петрі та правила їх виконання. Мережі масового обслуговування, їх види, правила їх функціонування, елементи, правила створення.

**Змістовий модуль 4.** Подійно-орієнтоване програмування.

Системи видавець-передплатник. Загальна структура програми, переваги і недоліки, брокери повідомлень, види брокерів, шина повідомлень, приклади реалізації. Реактивні та проактивні програми.

**Змістовий модуль 5.** Системи з неявним паралелізмом і спільною пам'яттю.

Поняття розподіленого набору даних, проблема синхронізації, цілісності, швидкості. Відображення, фільтрація, об'єднання, обробка потокових даних. Приклади реалізації.

**Змістовий модуль 6.** Акторна модель

Загальна структура програми, спосіб комунікації, організація розподілених обчислень, організація відмовостійкості, приклад реалізації.

**Змістовий модуль 7.** Програмування веб-служб.

Протоколи WS та REST. Загальна структура програми, спосіб комунікації, організація розподілених обчислень, організація відмовостійкості, приклад реалізації.

**Змістовий модуль 8.** Мікросервісна архітектура.

Визначення, ознаки: обмежений контекст, монофункціональність, інтелектуальні сервіси і проста передача даних, обов'язкове врахування відмови сервісів, мінімальна централізація, автоматизація управління.

**4. Структура навчальної дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Змістовий модуль | Усього  годин | Аудиторні (контактні) години | | | | | Самостійна робота, год | | Система накопичення балів | | |
| Усього  годин | Лекційні  заняття, год | | Семінарські/  Практичні  /Лабораторні заняття, год | | Теор.  зав-ня,  к-ть балів | Практ.  зав-ня,  к-ть балів | Усього балів |
| о/дф. | з/дист  ф. | о/д ф. | з/дист  ф. | о/д ф. | з/дист  ф. |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
| 1 | 15 |  | 4 | 0 | 4 | 0 | 7 | 15 | 4 | 4 | 8 |
| 2 | 15 |  | 4 | 1 | 4 | 2 | 7 | 12 | 3 | 4 | 7 |
| 3 | 15 |  | 4 | 1 | 4 | 2 | 7 | 12 | 3 | 4 | 7 |
| 4 | 15 |  | 4 | 1 | 4 | 2 | 7 | 12 | 4 | 4 | 8 |
| 5 | 15 |  | 4 | 1 | 4 | 2 | 7 | 12 | 3 | 4 | 7 |
| 6 | 15 |  | 4 | 0 | 4 | 0 | 7 | 15 | 4 | 4 | 8 |
| 7 | 15 |  | 4 | 1 | 4 | 2 | 7 | 12 | 4 | 4 | 8 |
| 8 | 15 |  | 4 | 1 | 4 | 2 | 7 | 12 | 3 | 4 | 7 |
| Усього за змістові модулі | 120 |  | **32** | **6** | **32** | **12** | **58** | **102** | 28 | 32 | 60 |
| Підсумковий семестровий контроль  **залік/екзамен** | 30 |  |  |  |  |  | 30 | 30 |  |  | 40 |
| Загалом | **150** | | | | | | | | **100** | | |

**5. Теми лекційних занять**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № змістового  модуля | Назва теми | Кількість  годин | |
| о/д  ф. | з/дист  ф. |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Особливості паралельних алгоритмів | 4 | 1 |
| 2 | Багатопоточне програмування | 4 | 0 |
| 3 | Програмування потоків даних | 4 | 0 |
| 4 | Подійно-орієнтоване програмування. | 4 | 1 |
| 5 | Системи з неявним паралелізмом і спільною пам'яттю | 4 | 1 |
| 6 | Акторна модель | 4 | 0 |
| 7 | Програмування веб-служб | 4 | 1 |
| 8 | Мікросервісна архітектура | 4 | 0 |
| Разом | | 32 | 4 |

**6. Теми лабораторних занять**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № змістового  модуля | Назва теми | Кількість  годин | |
| о/д  ф. | з/дист  ф. |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Помилки багатопоточних програм | 4 | 2 |
| 2 | Синхронізація потоків | 4 | 0 |
| 3 | Моделювання світлофора за допомогою мережі Петрі | 4 | 0 |
| 4 | Apache Kafka | 4 | 2 |
| 5 | Apache Spark | 4 | 0 |
| 6 | Актори в Akka. | 4 | 0 |
| 7 | REST — сервер та клієнт | 4 | 2 |
| 8 | Створення образу Docker для веб-служби | 4 | 0 |
| Разом | | 32 | 6 |

1. **Види і зміст поточних контрольних заходів \***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № змістового модуля | Вид поточного контрольного заходу | Зміст поточного контрольного заходу | \*\*Критерії оцінювання | Усього балів |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 1 | Лабораторна робота №1 | Питання для підготовки: https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=256181 | Контрольне опитування за питаннями. Оцінюються правильність та повнота відповідей. | 4 |
| Вимоги до виконання практичного завдання та оформлення звіту : https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=256181 | Перевіряються звіти з виконаної лаб. роботи.Оцінюються правильність та повнота результатів. | 4 |
| **Усього за ЗМ 1**  **контр.**  **заходів** | **1** |  |  | 8 |
| 2 | Лабораторна робота №2 | Питання для підготовки: https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=266778 | Контрольне опитування за питаннями. Оцінюються правильність та повнота відповідей. | 3 |
| Вимоги до виконання практичного завдання та оформлення звіту : https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=266778 | Перевіряються звіти з виконаної лаб. роботи.Оцінюються правильність та повнота результатів. | 4 |
| **Усього за ЗМ 2**  **контр.**  **заходів** | **1** |  |  | 7 |
| 3 | Лабораторна робота №3 | Питання для підготовки: https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=266779 | Контрольне опитування за питаннями. Оцінюються правильність та повнота відповідей. | 3 |
| Вимоги до виконання практичного завдання та оформлення звіту : https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=266779 | Перевіряються звіти з виконаної лаб. роботи.Оцінюються правильність та повнота результатів. | 4 |
| **Усього за ЗМ 3**  **контр.**  **заходів** | **1** |  |  | 7 |
| 4 | Лабораторна робота №4 | Питання для підготовки: https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=256185 | Контрольне опитування за питаннями. Оцінюються правильність та повнота відповідей. | 4 |
| Вимоги до виконання практичного завдання та оформлення звіту : https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=256185 | Перевіряються звіти з виконаної лаб. роботи.Оцінюються правильність та повнота результатів. | 4 |
| **Усього за ЗМ 4**  **контр.**  **заходів** | **1** |  |  | 8 |
| 5 | Лабораторна робота №5 | Питання для підготовки: https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=256191 | Контрольне опитування за питаннями. Оцінюються правильність та повнота відповідей. | 3 |
| Вимоги до виконання практичного завдання та оформлення звіту : https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=256191 | Перевіряються звіти з виконаної лаб. роботи.Оцінюються правильність та повнота результатів. | 4 |
| **Усього за ЗМ 5**  **контр.**  **заходів** | 1 |  |  | 7 |
| 6 | Лабораторна робота №6 | Питання для підготовки: https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=256192 | Контрольне опитування за питаннями. Оцінюються правильність та повнота відповідей. | 4 |
| Вимоги до виконання практичного завдання та оформлення звіту : https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=256192 | Перевіряються звіти з виконаної лаб. роботи.Оцінюються правильність та повнота результатів. | 4 |
| **Усього за ЗМ 6**  **контр.**  **заходів** | 1 |  |  | 8 |
| 7 | Лабораторна робота №7 | Питання для підготовки: https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=256194 | Контрольне опитування за питаннями. Оцінюються правильність та повнота відповідей. | 4 |
| Вимоги до виконання практичного завдання та оформлення звіту : https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=256194 | Перевіряються звіти з виконаної лаб. роботи.Оцінюються правильність та повнота результатів. | 4 |
| **Усього за ЗМ 7**  **контр.**  **заходів** | 1 |  |  | 8 |
| 8 | Лабораторна робота №8 | Питання для підготовки: https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=266781 | Контрольне опитування за питаннями. Оцінюються правильність та повнота відповідей. | 3 |
| Вимоги до виконання практичного завдання та оформлення звіту : https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=266781 | Перевіряються звіти з виконаної лаб. роботи.Оцінюються правильність та повнота результатів. | 4 |
| **Усього за ЗМ 8**  **контр.**  **заходів** | 1 |  |  | 7 |
| **Усього за змістові модулі контр.**  **заходів** | 8 |  |  | 60 |

**8. Підсумковий семестровий контроль**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Форма | Види підсумкових контрольних заходів | Зміст підсумкового контрольного заходу | Критерії оцінювання | Усього балів |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Залік**  **/Екзамен** | Теоретичне завдання | Питання для підготовки:[**https://moodle.znu.edu.ua/mod/url/view.php?id=51233**](https://moodle.znu.edu.ua/mod/url/view.php?id=51233) | Контрольне опитування за питаннями. Оцінюються правильність та повнота відповідей. | **20** |
| Практичне завдання | Вимоги до виконання практичного завдання та оформлення звіту : <https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=102250> | Перевіряються звіти з виконаної роботи. Оцінюються правильність та повнота результатів. | **20** |
| Усього за підсумковий семестровий контроль |  | | | **40** |

**9. Рекомендована література**

ОСНОВНА

1. Eckel B. Thinking in Java. Prentice Hall, 2006. 1150 p.

2. Goetiz B., Peierls T. Java concurrency in practice. Addison-Wesley Professional, 2006. 384 p.

3. Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002. 608 с.

4. Немнюгин С., Стесик О. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002. 400 с.

5. Воеводин Вл.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. URL: http://bdpx.github.io/parallel/voevodin.pdf (дата звернення 20.08.2018).

6. Воеводин Вл.В., Жуматий С.А. Вычислительное дело и кластерные системы. URL: http://bdpx.github.io/parallel/cluster.pdf (дата звернення 20.08.2018).

ДОДАТКОВА

1. Эккель Б. Философия Java. Библиотека программиста. Санкт-Петербург : Питер, 2009. 640с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Сайт методичної підтримки навчальної дисципліни. URL: http://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=6373 (дата звернення 20.08.2018)

2. Apache Spark: lightning-fast unified analytics engine. URL: https://spark.apache.org/ (дата звернення 20.08.2018).

3. Apache Kafka. URL: https://kafka.apache.org/ (дата звернення 20.08.2018).