



ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ ВИСОКОЇ ГОТОВНОСТІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>121 Інженерія програмного забезпечення, 123 Комп'ютерна інженерія, 126 Інформаційні системи та технології</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення Комп'ютерна інженерія Інформаційні системи та технології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин. / 5 кредитів ЄКТС. Практичні заняття: 36 год., самостійна робота: 114 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на весняний семестр поточного навчального року (rozklad.kpi.ua)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції: Практичні / Семінарські: к.т.н., доцент, Павловський Володимир Ілліч, 068-107-55-99</i>
Розміщення курсу	<i>http://fpm.kpi.ua/archive/dir.do?sys_id=obj_14804</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Двома основними проблемами побудови обчислювальних систем для критично важливих додатків, пов'язаних з обробкою транзакцій, управлінням базами даних і обслуговуванням телекомунікацій, є забезпечення високої продуктивності і тривалого функціонування систем.

Питання про використання обчислювальних систем високої готовності (ОСВГ, High Availability Systems) і, відповідно, розподілених систем обробки даних (РСОД) стало актуальним з появою потужних обчислювальних систем з розподіленими ресурсами в межах одного комп'ютера (багатоядерні системи), локальних корпоративних і зовнішніх (регіональних і глобальних) мереж, кластерів, технологій пошуку і багатовимірного аналізу даних, розвитком Web-технологій.

Загальна інформатизація управлінських та виробничих організацій міняє сам підхід до використання РСОД. З засобу накопичення даних про їх діяльність РСОД перетворюється на інструмент підвищення ефективності управління розподіленими організаціями та виробництвами. Вона прискорює процес аналітичної обробки даних та надає різносторонню інформацію для прийняття рішень, а життєздатність організацій збільшується за рахунок

підвищення ефективності рішень, що приймаються на основі інформації, наданої РСОД, та можливості оперативного спілкування з дієвими особами оточуючого середовища;

Ні одна географічно розсереджена організація сьогодні не може існувати без ефективної РСОД.

Сучасна РСОД має складну багаторівневу структуру. Її основу складають інтегровані та розподілені реляційні та об'єктні бази даних, інтегровані та розподілені об'єктно-орієнтовані програмні компоненти та засоби віддаленого доступу до інформації.

Вивчення цієї дисципліни надає комплексне уявлення про різнобічні технології та засоби, що використовуються на кожному рівні моделювання, проектування та реалізації РСОД і дозволяє достойно представляти себе на найбільшому сегменті ІТ-ринку праці;

Спеціалісти в галузі аналізу, моделювання, проектування та реалізації РСОД користуються підвищеним попитом на ринку праці, а самі РСОД постійно розвиваються та оновлюються і вимагають від розробника володіння найбільш сучасними ІТ технологіями.

Метою дисципліни є формування у студентів комплексного уявлення про різнобічні технології та засоби, що використовуються на кожному рівні моделювання, проектування та реалізації РСОД та здатності проектувати і розробляти обчислювальних систем високої готовності.

Предмет навчальної дисципліни – архітектури і структури обчислювальних систем високої готовності, розподілені системи обробки даних та моделі, способи і засоби підтримки їх високої готовності.

Вивчення дисципліни "Обчислювальні системи високої готовності" сприяє формуванню у студентів наступних компетентностей.

1. Загальні компетентності:

- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері комп'ютерної інженерії.
- Здатність презентувати ідеї, інноваційні розробки і результати досліджень як в науковій так і в професійній спільноті.
- Здатність переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі соціальні, наукові, культурні, етичні та інші проблеми.

2. Фахові компетентності:

- Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерної інженерії та суміжних галузей
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері комп'ютерній інженерії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.
- Здатність отримувати нові наукові результати, які створюють нові знання та становлять оригінальний внесок у розвиток комп'ютерній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямків.
- Здатність відстежувати тенденції розвитку комп'ютерній інженерії та критично переосмислювати наявні технології.
- Здатність до розроблення нових та вдосконалення існуючих моделей, методів, засобів, процесів у сфері комп'ютерній інженерії, які забезпечують розвиток або надають нові можливості технологіям розробки та супроводження комп'ютерних систем та засобів.
- Здатність до застосування сучасних методологій, методів та інструментів комп'ютерній інженерії в науково-педагогічній та науковій діяльності.
- Здатність проводити експериментальні дослідження з моделювання та оцінювання ефективності та безпечності комп'ютерних систем та засобів.

У відповідності до вищезазначеного, підсилені загальні та фахові компетенції дадуть наступні результати навчання:

- Здійснювати дослідження та застосовувати сучасні інструменти і технології проектування технічних та програмних складових обчислювальних систем високої готовності, зокрема кластерних обчислювальних систем та кластерів високої доступності

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

Вимоги до початку вивчення:

- ґрунтовні знання та вміння в межах програми магістра Комп'ютерної інженерії;
- знання та розуміння принципів, концепцій та технологій побудови інформаційно-обчислювальних систем та мереж;
- знання та розуміння принципів та функціонування операційних систем;
- знання та розуміння принципів, концепцій та технологій побудови систем обробки даних;
- знання та розуміння принципів, концепцій та технологій компонентної організації програмних систем.

Пререквізити:

Для успішного засвоєння дисципліни "Відмовостійкі багатопроцесорні системи" необхідно і достатньо мати ґрунтовні знання та вміння в межах Освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти "Комп'ютерні системи та мережі" чи "Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи". В тому числі:

- ґрунтовні знання та вміння в межах програми магістра Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи;
- знання та розуміння принципів та концепцій сучасних архітектур обчислювальних систем;
- знання та розуміння принципів та функціонування операційних систем;
- знання та розуміння принципів, концепцій та технологій побудови систем обробки даних;;
- знання та розуміння принципів, концепцій та технологій паралельної обробки даних;
- знання та розуміння принципів, концепцій та технологій компонентної організації програмних систем.

Відповідно до освітньої програми необхідно попередньо мати базову математичну підготовку, володіти знаннями з курсів програмування, системне програмування, паралельне програмування, дискретна математика, комп'ютерна логіка, архітектура комп'ютерів

Постреквізити:

• Компетентності та результати навчання отримані в рамках вивчення дисципліни «Нові методи проектування інтелектуальних систем», можуть бути застосовані для проведення наукових досліджень за темою дисертації, підвищення рівня обґрунтованості результатів досліджень та наукового рівня дисертаційної роботи, що в цілому дозволяє підвищити якість етапу підготовки до захисту дисертаційної роботи.

Дисципліна викладається на завершальному етапі підготовки.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ВИСОКОЇ ГОТОВНОСТІ

Тема 1.1. Обчислювальні системи для критично важливих додатків

Тема 1.2. Управління глобальними базами даних

Тема 1.3. Телекомунікаційні системи

Тема 1.4. Дата-центри

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ВИСОКОЇ ГОТОВНОСТІ

Тема 2.1 Вимоги до конфігурації систем

Тема 2.2. Вимоги до системного програмного забезпечення
Тема 2.3. Вимоги до прикладного програмного забезпечення
Тема 2.4. Вимоги до мережевої організації і комунікацій

РОЗДІЛ 3. РОЗПОДІЛЕНІ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Тема 3.1. Різновиди структур сучасних РСОД, їх особливості, переваги та відмінності
Тема 3.2. Кластерні архітектури. Кластерні обчислювальні системи
Тема 3.3. Кластери високої доступності

РОЗДІЛ 4. РОЗПОДІЛЕНІ БАЗИ ДАНИХ

Тема 4.1. Принципи побудови та функціонування
Тема 4.2. Децентралізація, фрагментація, реплікація
Тема 4.3. Розподілені запити та транзакції

РОЗДІЛ 5. РЕПЛІКАЦІЯ ТА КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ДАНИХ

Тема 5.1. Реплікація з одним ведучим сайтом
Тема 5.2. Реплікація з декількома матеріалізованими представленнями
Тема 5.3. Реплікація з декількома ведучими сайтами
Тема 5.4. Кластеризація баз даних
Тема 5.5. Дата-центри. Рівні безвідмовності та безперебійності функціонування Tier 1 - 4

РОЗДІЛ 6. БАГАТОРІВНЕВА МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛЕНИХ ПРОГРАМНИХ ДОДАТКІВ

Тема 6.1. Технології віддаленого виклику методів та процедур
Тема 6.2. Технологія серверів програмних додатків
Тема 6.3. Мікросервісна архітектура

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базовою літературою, обов'язковою для прочитання, є:

1. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера. — Луцьк. Волинська обласна друкарня, 2008. - 470 с.
2. Кавун С. В. Архітектура комп'ютерів. Особливості використання комп'ютерів в ІС : навчальний посібник / С. В. Кавун, І. В. Сорбат. — Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. — 256 с.
3. Павловський В.І., Коваль Н.В. РВМ-архітектура систем розподіленої обробки даних. Вісник Чернігівського державного технологічного університету: зб. — Чернігів: ЧДТУ, 2000. - №9. - С. 223-128
4. Павловський В.І., Коваль Н.В. Особливості виконання розподілених алгоритмів на кластері робочих станцій. Вісник Чернігівського державного технологічного університету: зб. — Чернігів: ЧДТУ, 2000. - №9. - С. 105-108
5. Павловський В.І., Олексієнко В.В. Побудова розподілених бізнес-застосунків у компонентному середовищі. Вісник Чернігівського державного технологічного університету: зб. — Чернігів: ЧДТУ, 2001.-№13. — С. 115-120

Електронні ресурси:

6. Web-портал ФПМ. Архів матеріалів. Тека "Павловський". — Режим доступу: http://fpm.kpi.ua/archive/dir.do?sys_id=obj_14804
7. Електронний кампус НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Матеріали з дисципліни "Проектування корпоративних інформаційних систем". — Режим доступу: <http://login.kpi.ua/>
8. <http://docs.oracle.com/javaee/1.4/tutorial/doc/>
9. http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/05/0816_Louis/

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів, тем	Кількість годин			
	Всього	У тому числі		
		Лекції	практичні заняття	СРС
РОЗДІЛ 1. ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ВИСОКОЇ ГОТОВНОСТІ Тема 1.1. Обчислювальні системи для критично важливих додатків Тема 1.2. Управління глобальними базами даних Тема 1.3. Телекомунікаційні системи Тема 1.4. Дата-центри	25		6	21
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ВИСОКОЇ ГОТОВНОСТІ Тема 2.1 Вимоги до конфігурації систем Тема 2.2. Вимоги до системного програмного забезпечення Тема 2.3. Вимоги до прикладного програмного забезпечення Тема 2.4. Вимоги до мережевої організації і комунікацій	25		6	19
РОЗДІЛ 3. РОЗПОДІЛЕНІ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ Тема 3.1 Різновиди структур сучасних РСОД, їх особливості, переваги та відмінності Тема 3.2. Кластерні архітектури. Кластерні обчислювальні системи Тема 3.3. Кластери високої доступності	25		6	19
РОЗДІЛ 4. РОЗПОДІЛЕНІ БАЗИ ДАНИХ Тема 4.1 Принципи побудови та функціонування Тема 4.2. Децентралізація, фрагментація, реплікація Тема 4.3. Розподілені запити та транзакції	25		6	19
РОЗДІЛ 5. РЕПЛІКАЦІЯ ТА КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ДАНИХ Тема 5.1 Реплікація з одним ведучим сайтом Тема 5.2. Реплікація з декількома матеріалізованими представленнями Тема 5.3. Реплікація з декількома ведучими сайтами Тема 5.4. Кластеризація баз даних Тема 5.5. Дата-центри. Рівні безвідмовності та безперебійності функціонування Tier 1 - 4	25		6	19
РОЗДІЛ 6. БАГАТОРІВНЕВА МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛЕНИХ ПРОГРАМНИХ ДОДАТКІВ Тема 6.1 Технології віддаленого виклику методів та процедур Тема 6.2. Технологія серверів програмних	25		6	19

додатків				
Тема 6.3. Мікросервісна архітектура				

5.1 Семінарські заняття

Матеріали для вивчення дисципліни розміщені в електронному вигляді на сайті факультету (http://fpm.kpi.ua/archive/dir.do?sys_id=obj_14804) та в середовищі «Електронний кампус». Контент доступний студенту із будь-якого місця в мережі Інтернет.

Семінарські заняття з дисципліни проводяться із використанням сучасних мультимедійних презентаційних технологій.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань	Кількість годин
1	Конфігурації систем високої готовності для критично важливих додатків, глобальних баз даних, управління телекомунікаційними системи. Вимоги і рішення	6
2	Системне та прикладне програмне забезпечення систем високої готовності. Вимоги і рішення	4
3	Мережева організація і комунікації систем високої готовності. Вимоги і рішення	4
4	Розподілені системи обробки даних, їх особливості, переваги та відмінності	4
5	Кластерні архітектури. Кластерні обчислювальні системи. Кластери високої доступності. Вимоги і рішення	4
6	Розподілені бази даних. Децентралізація, фрагментація, реплікація та кластеризація даних. Переваги та відмінності	6
7	Розподілені запити та транзакції	2
8	Дата-центри. Рівні безвідмовності та безперебійності функціонування. Способи забезпечення та рішення	4
9	Підсумкове заняття	2

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота передбачає підготовку до аудиторних занять, налаштування програмного середовища для виконання самостійних завдань.

До самостійної роботи студента відноситься виконання індивідуальних завдань з тематики, яка виноситься на практичні роботи, а також опрацювання теоретичного матеріалу за наданою літературою, у тому числі за темами, які вибрані для самостійного дослідження. Усі навчальні матеріали (презентації практичних занять, методичні вказівки до виконання практичних робіт) розміщені в електронному вигляді в e-mail груп, а також в середовищі «Електронний кампус».

Таблиця 1. Питання, які виносяться на самостійне опрацювання

№ з/п	Назва теми, яка виноситься на самостійне опрацювання та перелік основних питань
1	Розподілені системи обробки даних, їх особливості, переваги та відмінності
2	Дата-центри. Рівні безвідмовності та безперебійності функціонування
3	Кластерні архітектури. Кластерні обчислювальні системи.
4	Кластери високої доступності. Вимоги і рішення
5	Розподілені бази даних. Структури, особливості, переваги та відмінності

6	Обчислювальні системи для критично важливих додатків
7	Обчислювальні системи для управління глобальними базами даних
8	Обчислювальні системи для управління телекомунікаційними системами
9	Конфігурації систем високої готовності.
10	Багаторівневі моделі розподілених програмних додатків

Навчальний контент доступний із будь-якого місця в мережі Інтернет. На самостійну роботу студент має витратити кількість годин, що співмірні із кількістю годин, проведених ним на аудиторних заняттях. За результатами самостійного опрацювання готується реферат.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Студент має вивчати дисципліну протягом другого семестру, дотримуючись календарного плану вивчення тем лекційного матеріалу та виконання практичних задач. Усі завдання студент має виконувати самостійно і вчасно:

- відвідування практичних занять є обов'язковим;
- реферату за наданою темою студент надсилає викладачу, який дає йому оцінку і за результатами обговорення виставляє залік;
- заохочувальні бали нараховуються за умови надання повноцінного реферату за кожен тиждень, що передує встановленому терміну здачі реферату;
- штрафні бали нараховуються за надання повноцінного реферату за кожен тиждень, що перевищує встановлений термін здачі реферату;
- запозичений матеріал, без вказання його авторів, не може перевищувати 15% від загального обсягу реферату

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 23 балів (50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до першої атестації). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 46 балів (50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до другої атестації)

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за участь у практичних заняттях та за реферату за темою самостійного опрацювання не менше 60%.

Залік (диференційований залік) — вид підсумкового контролю, при якому засвоєння студентом навчального матеріалу з дисципліни оцінюється на підставі результатів поточного контролю. Семестровий залік зазвичай не передбачає обов'язкової присутності студентів на заліковому заході.

Рейтингова оцінка за результатами вивчення дисципліни включає:

1. Участь у практичних заняттях – 2 бали за заняття
Протягом семестру студенти відвідує 18 практичних занять. Таким чином за семестр максимальна складова рейтингу складає $18 \cdot 2 = 36$ балів
2. Написання реферату
Максимальна кількість балів за реферат: 60 бали.

Бали нараховуються за:

- якість виконання реферату від 0 до 40 балів;
- відповідь під час захисту реферату від 0 до 20 балів

Всього (максимальна кількість балів) 60 балів

Критерії оцінювання якості реферату

- робота виконана якісно, основні положення та висновки чітко аргументовані – 40 балів;
- робота виконана якісно, але має окремі недоліки в аргументуванні основних положень та висновків - 35 балів;
- робота виконана, але деякі положення та висновки недостатньо аргументовані – 30 балів;
- робота містить суттєві помилки та недоліки - 20 балів.
- Робота не виконана – 0 балів

Критерії оцінювання відповіді на питання:

- відповідь повна, добре аргументована - 20 бали;
- відповідь в цілому вірна, але має недоліки -17 бали;
- відповідь має незначні помилки - 14 бали;
- у відповіді є суттєві помилки - 10 бал;
- відповідь невірна або немає відповіді - 0 балів.

3. Заохочувальні бали за достроковий захист реферату від 1 до 5 балів.

4. Штрафні бали за несвоєчасний захист реферату. По 1 балу за кожний тиждень прострочки

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Семестрова складова рейтингової шкали $R = R_c$. Вона визначається як сума додатних балів, отриманих за присутність на практичних заняттях, написання та захист реферату, заохочувальних балів. та від'ємних штрафних балів.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює: $R = R_c = 100$ балів.

За семестрового рейтингу (R_c) не менше 60 балів та зарахування реферату аспірант отримує залік «автоматом» відповідно до таблиці (Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою).

З аспірантами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі проводиться семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи (оцінюється у 100 балів). Попередній рейтинг скасовується («жорстка» РСО) і до залікової відомості заносяться бали за залікову контрольну роботу.

Таблиця 2. Відповідність 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *можливе зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., доцент Павловський Володимир Ілліч

Ухвалено кафедрою СПіСКС (протокол № 6 від 03/01/2024)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол № 6 від 26/01/2024)