



ПРОЕКТУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти *Третій (доктор філософії)*

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерна інженерія
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	3 кредитів 90 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен
Розклад занять	Лекцій 18 годин Практичні 18 годин Самостійна робота 54
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор, Клименко Ірина Анатоліївна ikliryna@gmail.com Практичні : д.т.н, професор, Клименко Ірина Анатоліївна ikliryna@gmail.com
Розміщення курсу	https://bbb.comsys.kpi.ua/b/iry-ped-qe9

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Проектування високопродуктивних систем» спрямована на опанування студентами методів та засобів підвищення ефективності функціонування високопродуктивних комп'ютерних систем універсального та спеціального призначення, зокрема вбудованих систем, розроблення інтерфейсів та протоколів взаємодії їх компонентів, в тому числі, на основі технологій локальних та глобальних комп'ютерних мереж та Інтернет речей.

Метою викладання дисципліни «Проектування високопродуктивних систем» є отримання студентом знань та навичок у сфері теорії розробки та підвищення ефективності комп'ютерних систем, способів побудови високопродуктивних комп'ютерних систем (Height Performance Computers, HPC) універсального та спеціального призначення, способів оцінки їх ефективності та техніко-економічних показників, а також набування знань, вмінь і навичок у розробці апаратних засобів HPC на сучасній елементній базі.

Предмет дисципліни:

Програмні результати навчання:

- тенденцій розвитку науки и техніки в галузі комп'ютерної інженерії;
- актуальні проблем теорії HPC, основних термінів и визначень;
- способи обміну інформацією поміж компонентами HPC;
- етапи проектування HPC і організації їх проведення;
- принципи побудови пристроїв HPC та їх взаємодії;
- способи організації процесів вводу и виводу інформації в HPC;
- способи організації багаторівневої пам'яті HPC;

- методи проектування НРС на сучасній елементній базі, в тому числі з використанням мікропроцесорів, багатоядерних процесорів та FPGA;
- методи дослідження систем, проведення порівняльного аналізу;
- методи пошуку оптимальних рішень;
- математичні методи розв'язання задач, пов'язаних з проектуванням засобів НРС, в тому числі і формалізовані методи;

Предметні уміння і навички:

- користуватися сучасним математичним апаратом для розв'язання інженерних і наукових завдань, які виникають при розробці і дослідженні засобів комп'ютерної техніки;
- розробляти архітектуру НРС, розподіляти функції програмних і апаратних засобів;
- розробляти алгоритми функціонування НРС у різних режимах;
- розробляти інтерфейси пристроїв НРС;
- користуватися мовами різного рівня для опису апаратних і програмних засобів НРС;
- використовувати імітаційне, а також інші види моделювання для дослідження систем на різних етапах проектування;
- використовувати сучасні засоби автоматизації проектування в галузі комп'ютерної інженерії;
- проводити розрахунки, необхідні при проектуванні і використанні НРС.
- працювати з науковою літературою, систематизувати і аналізувати розрізнену технічну та наукову інформацію;
- працювати із технічною документацією;
- ставити завдання, давати порівняльну характеристику різних варіантів рішень на етапах дослідження та проектування;
- оформляти прийняте рішення у вигляді наукових публікацій та технічної документації;
- відстоювати прийняте рішення у професійній дискусії;
- оцінювати ефективність прийнятих технічних, проводити об'єктивний аналіз ефективності прийнятих рішень, проводити техніко-економічні розрахунки.

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

Необхідні дисципліни: «Комп'ютерна логіка», «Комп'ютерна електроніка», «Комп'ютерна схемотехніка», «Архітектура комп'ютерів», «Паралельні та розподілені обчислення», «Периферійні пристрої», «Комп'ютерні мережі», «Комп'ютерні системи», «Захист інформації в КС», «Операційні системи», «Системне програмування», «рівень володіння англійською мовою не нижче B2»

Дисципліни, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни: «Методологія наукових досліджень. Методика та організація науково-дослідної роботи», «Тенденції розвитку сучасних комп'ютерних систем», «Нові методи побудови інтелектуальних систем»

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ .

Тема 1.1. Основні поняття та визначення. Тенденції розвитку сучасних НРС

Розділ 2. Проектування апаратних засобів НРС.

Тема 2.1. Методи та засоби вдосконалення архітектури НРС

Тема 2.2. Особливості проектування спеціалізованих НРС на базі сучасних багатоядерних процесорів

Тема 2.3. Реалізація та ефективності способів взаємодії між компонентами НРС

Тема 2.4. Засоби підвищення ефективності обчислень на вузлах НРС. Технологія Edge Computing.

Розділ 3. Проектування НРС на базі технології SoC

Тема 3.1. Реконфігуровні комп'ютерні системи

Тема 3.2. Засоби проектування вузлів НРС на FPGA

Тема 3.3. Апаратні засоби підвищення продуктивності НРС на FPGA.

Тема 3.4. Програмні та апаратні засоби багаторівневого розпаралелювання обчислень на вузлах НРС на базі технології SoC в рамках технології Edge Computing.

Розділ 4. Розвиток комунікаційної інфраструктури НРС на базі технологій Інтернет речей

Тема 4.1. Особливості використання технології Інтернет речей

Тема 4.2. Вдосконалення архітектури комунікаційної інфраструктури Інтернет речей

Розділ 5. Проектування відмовостійких систем.

Тема 5.1. Основні положення.

Тема 5.2. Способи та засоби підвищення надійності НРС.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Клименко І.А., Ткаченко В.В. Дослідження і проектування паралельних систем. Навчально-методичний посібник. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. – К.: НТУУ «КПІ», 2020. – 36 с.
2. Таранюк В., Клименко І., Гер В., Калюжний О., Методологія проектування та дослідження інфраструктури IoT. Навчальний посібник. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. – К.: НТУУ «КПІ», 2021. – 120 с.
3. Клименко І.А., Муравйов І.П., Ткаченко В.В. Розроблення IoT пристроїв на базі мікроконтролерів. Навчальний посібник. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. – К.: НТУУ «КПІ», 2021. – 120 с.

Додаткова література

1. https://www.st.com/resource/en/data_brief/stm32f4discovery.pdf
2. STM32F407VG -High-performance foundation line, Arm Cortex-M4 core with DSP and FPU, 1 Mbyte of Flash memory, 168 MHz CPU, ART Accelerator, Ethernet, FSMC -STMicroelectronics
3. STM32 Cortex®-M4 MCUs and MPUs programming manual -Programming manual
4. Nios II Processor Reference Handbook. Version 11.0.0. [Електронний ресурс]. – Altera Corporation, 2011. – Режим доступу: http://www.altera.com/literature/hb/nios2/n2cpu_nii5v1.pdf.
5. Quartus II Handbook Version 9.1 Volume 1: Design and Synthesis. [Електронний ресурс]. – Altera Corporation, 2011. – Режим доступу: www.altera.com/literature/hb/qts/archives/quartusii_handbook_9.1.pdf
6. Клименко И.А., Жабина В.В. Обеспечение отказоустойчивости потоковых систем на однотипных вычислительных модулях Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: Зб. наук. пр. – К.: Видавництво «ВЕК +», 2009. – №51. – С. 166 – 171.
7. Клименко И.А., Жабина В.В., Зволинський В.В. Моделирование відмовостійкої потокової обчислювальної системи на ПЛІС Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: Зб. наук. пр. – К.: Видавництво «ВЕК +», 2011. – №54. – С. 172 – 176.
8. Клименко І.А. Класифікація та архітектурні особливості програмованих мультипроцесорних систем-на-кристалі // Проблеми інформатизації та управління: Зб.наук.пр.– К.: Вид-во нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2012.– Вип.1(36). – С 90 – 103.

9. Клименко І.А. Тенденції застосування сучасної елементної бази для побудови високопродуктивних обчислювальних систем // Проблеми інформатизації та управління: Зб.наук.пр. – К.: Вид-во нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010.– Вип.1(29). – С 90 – 103.
10. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. — С-Пб.: ПИТЕР, 2002.
11. Таненбаум Э., Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – СПб.: Питер, 2003. – 877 с.
12. Хамахер К., Вранешич З., Заки С. Организация ЭВМ. – СПб.: Питер, 2003. – 845 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Мета лабораторних робіт – придбання вмінь та навиків застосування на практиці принципів проектування та дослідження ефективності НРС та їх окремих функціональних вузлів. Для виконання лабораторних робіт використовуються системи автоматичного проектування.

Тематика лабораторних робіт:

Практична робота 1. Проектування ОС. Розробка протоколів синхронізації обміну даними між вузлами НРС. (Розділ 2, тема 2.1.)

Практична робота 2. Розроблення користувацьких програм для комунікації FPGA з вбудованим процесорним ядром ARM Cortex A9 (Розділ 2, тема 2.2, 2.3, 2.4.)

Практична робота 3. Спосіб проектування вбудованих систем на базі апаратної платформи Altera SoC FPGA (Розділ 3, тема 3.4.)

Практична робота 4. Розроблення користувацьких програм для комунікації вузлів Інтернет речей на базі вбудованого процесорного ядра ARM Cortex A9 (Розділ 4, тема 4.2)

Практична робота 5. Дослідження відмовостійкості обчислювальної системи, що управляється потоком даних. (Розділ 5, тема 5.2.)

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Види самостійної роботи:

- підготовка до аудиторних занять, (0,5 годин x 18 лекцій = 9 годин);
- підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, виконання практичних робіт розв'язок задач (2 години x 5 практичних робіт = 10 годин);
- виконання модульної контрольної роботи (1 МКР x 4 години = 4 години).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для досягнення мети навчальної дисципліни слід зосередитись в лекційному матеріалі на методах дослідження НРС та їх компонентів. Особливу увагу необхідно приділити особливостям проектування комп'ютерних систем із застосуванням сучасної елементної бази, в тому числі, багатоядерних процесорних ядер та програмованих логічних інтегральних схем.

Для виконання лабораторних робіт та модульної контрольної роботи встановлюються дедлайни. Виконання лабораторних робіт в рамках встановлених термінів оцінюються додатковими бонусними балами (2 бали), виконання поза термінами унеможливають отримання бонусних балів.

Модульна контрольна робота виконується самостійно за індивідуальним завданням, на виконання МКР встановлюються дедлайни, витримання яких оцінюється додатковими бонусними балами (2 бали)

Кожне лекційне заняття супроводжуються короткими тестами (на 15 хвилин), які включають матеріал попередньої лекції і питання, які задані на самостійне вивчення. На основі балів отриманих за тест формується семестрова рейтингова оцінка. Поточні тести не перескладаються.

В дистанційному режимі навчання допускається семестровий контроль автоматом за умови отримання від 60 до 100 балів за поточні роботи за семестр, за умови виконання всіх лабораторних робіт та МКР.

Виконання практичних робіт та МКР є обов'язковими для допуску до семестрового контролю автоматом. Для допуску до семестрового контролю автоматом, мінімальна оцінка, яку студент може отримати за виконання кожної практичної роботи – 6 балів (30 балів) та за модульну контрольну роботу – 10 балів, за експрес-тести 10 балів. Таким чином мінімальна оцінка, яку може отримати студент, щоб зарахувати навчальний курс автоматом = 60 балів, максимальна – 100 балів за виконання всіх поточних робіт за семестр.

Модульна контрольна робота має бути виконання або переписана за умови негативної оцінки для допуску до семестрового контролю.

Якщо студент набрав менше ніж 60 балів за виконання поточних робіт, при цьому від захистив лабораторні роботи та МКР на мінімальні бали, бали, які студент отримав за експрес-тести та бонусні бали анулюються і студент пише залікову роботу, яка оцінюється в 30 балів. Бали за залікову роботу додаються до балів за лабораторні роботи та МКР і складають семестрову рейтингову оцінку.

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

Поточний контроль:

Виконання та експрес-опитування за темою лабораторної роботи

Протягом семестру студенти виконують 5 практичних робіт.

Максимальна кількість балів за кожну практичну роботу: 10 балів.

Бали нараховуються за:

- коректність оформлення протоколу практичної роботи: 0 – 2 бали,
- коректність роботи моделей схем та програм: 0 – 3 бали,
- експрес-опитування за темою практичної роботи: 0 – 3 бал,
- виконання лабораторної роботи в рамках встановлених термінів: 2 бали.

Разом за лабораторні роботи (максимальна кількість балів) – **50** (10 балів x 5 практ. робіт = 50 балів).

Експрес-тести за темою лекційних занять

Лекційні заняття супроводжуються експрес-тестами (на 15 хвилин).

Протягом семестру студенти виконують 6 експрес-тестів.

Максимальна кількість балів за кожен експрес-тест: 5 балів.

Разом за експрес-тести (максимальна кількість балів) – **30** (5 бали x 6 тестів = 30 балів).

Календарний контроль:

Календарний контроль включає 1 модульну контрольну роботу (МКР):

МКР (90 хвилин) за розділами 2-4 навчальної програми – 20 балів;

Разом за МКР (максимальна кількість балів) – 20 балів.

Семестровий контроль:

Семестровий контроль включає залік (максимальна кількість балів) – 30 балів.

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

Розрахунок розміру шкали (R) рейтингу:

Семестровий контроль:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = R_c + R_3,$$

де R_c – сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру (практичні, МКР), $R_c = 50 + 20 = 70$ балів;

R_3 – ваговий бал заліку, $R_3 = 30$ балів.

Розмір рейтингової шкали з кредитного модуля складає:

$$R = R_c + R_3 = 70 + 30 = 100 \text{ балів.}$$

Семестровий контроль автоматом:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = R_{CA},$$

де R_{CA} – сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру (лабораторні, МКР, експрес-тести), $R_{CA} = 50 + 20 + 30 = 100$ балів;

Розмір рейтингової шкали з кредитного модуля складає:

$$R = R_{CA} = 50 + 20 + 30 = 100 \text{ балів.}$$

Календарна атестація студентів (на 8 та 14 тижнях семестрів) з дисципліни проводиться за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше **50%** від максимально можливого на час атестації, студент вважається задовільно атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «не атестовано».

Заліковий білет складається з 3 завдань – одного теоретичного і двох практичних. Кожне практичне завдання оцінюється 0 – 10 балів, теоретичне — 0 – 10 балів.

Критерії оцінювання кожного запитання залікової роботи:

10 – дана правильна та змістовна відповідь у термінах предметного середовища;

9 – дана змістовна відповідь у термінах предметного середовища, але з незначними помилками;

8 – дана правильна але неповна відповідь у термінах предметного середовища запитання;

7 – дана правильна але неповна відповідь у термінах предметного середовища запитання, наявні незначні помилки;

6 – дана неповна відповідь у термінах предметного середовища з деякими помилками;

0 – немає відповіді або відповідь неправильна.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено , д.т.н, доцент, Клименко Ірина Анатоліївна

Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки (протокол № 10 від 27 05 2020 р.)

Погоджено Методичною комісією ФІОТ (протокол № 10 від 18 06 2020 р.)