

Робоча програма дисципліни «Апаратні платформи»

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 123 · КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

БАКАЛАВР

90

Годин

Загальний обсяг дисципліни

3

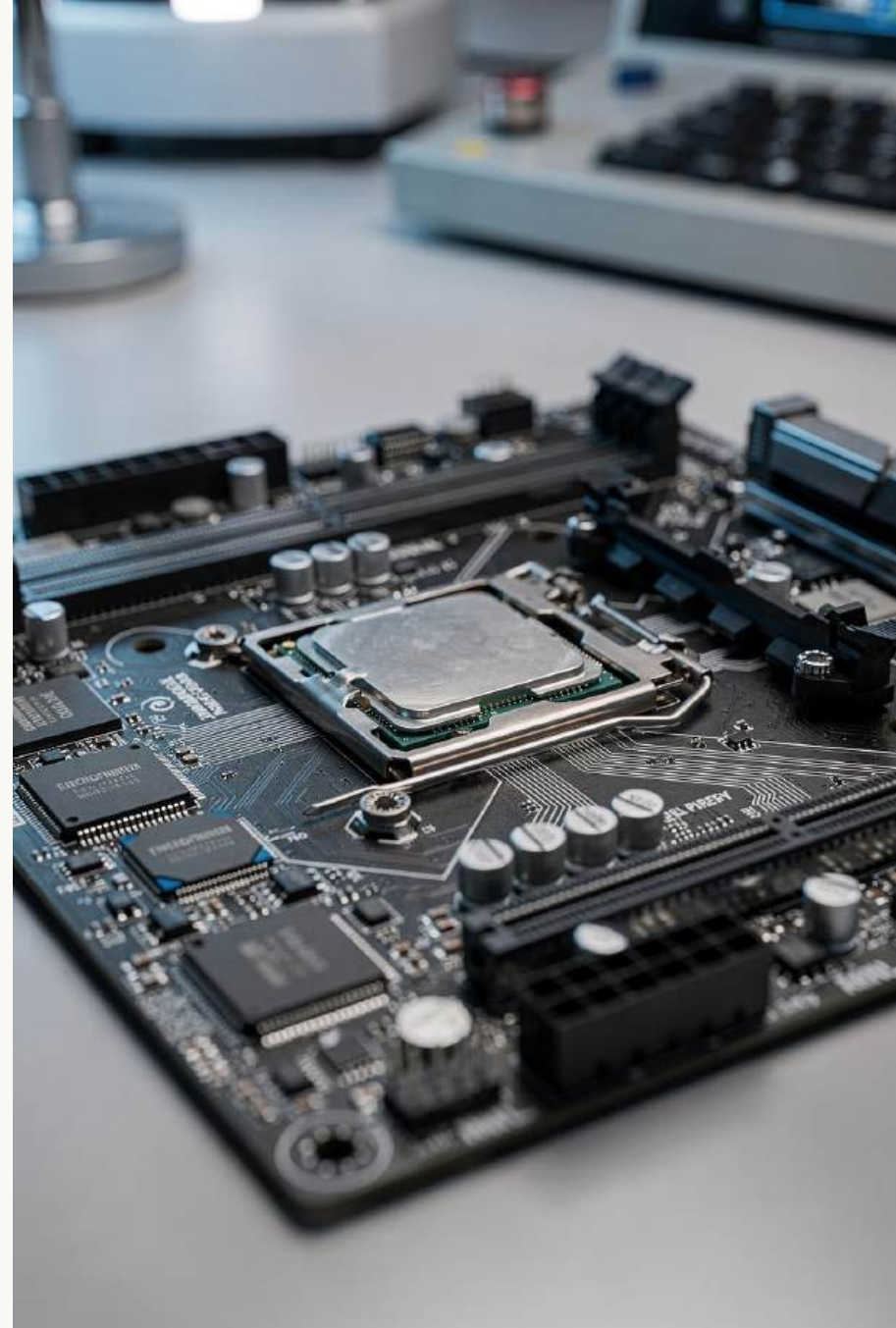
Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

3

Модулі

Змістовних блоки курсу



Загальна інформація про дисципліну

Ідентифікація

Назва: Апаратні платформи

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Ступінь: Бакалавр

Обсяг: 90 годин / 3 кредити ЄКТС

Модулів: 3 змістовних блоки

Лекції: 30 год. · **Лаб. роботи:** 15 год. · **СРС:** 45 год.

Призначення дисципліни

Дисципліна «Апаратні платформи» формує у студентів системне розуміння апаратної організації сучасних комп'ютерних систем: архітектури процесорів, підсистем пам'яті, периферійних пристроїв, вбудованих платформ та сучасних апаратних рішень (FPGA, SoC, IoT-платформи).

Дисципліна є обов'язковою для підготовки бакалаврів зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» та забезпечує формування фахових компетентностей у сфері проектування, аналізу та експлуатації апаратних платформ комп'ютерних систем.

Загальні компетентності

Аналітичне мислення

Здатність до аналізу та синтезу апаратних рішень: виявлення функціональних зв'язків між компонентами, порівняння архітектурних підходів, формування обґрунтованих висновків щодо вибору апаратної платформи.

Комунікація

Здатність до усної та письмової комунікації: чітко описувати характеристики апаратних компонентів, аргументовано захищати лабораторні роботи, оформлювати технічні звіти та пояснювальні записки.

Самоорганізація

Уміння самостійно навчатися, опановувати технічну документацію (datasheet, reference manual), планувати виконання лабораторних і самостійних робіт у визначені строки.

Командна робота

Відповідальність та готовність до спільного виконання лабораторних завдань, розробки апаратних рішень у групі, розподілу обов'язків при аналізі та налагодженні апаратних систем.

Студент повинен вміти: аналізувати технічну документацію на апаратні компоненти; порівнювати архітектурні рішення; планувати власну навчальну діяльність; коректно спілкуватися з викладачами та колегами; брати участь у командній роботі при виконанні лабораторних досліджень.

Фахові компетентності

Знання архітектури апаратних платформ

Розуміння принципів організації та функціонування сучасних апаратних платформ: архітектури процесорів (CISC, RISC, ARM, x86-64), підсистем пам'яті, шинних інтерфейсів, периферійних контролерів та їх взаємодії в комп'ютерній системі.

Аналіз та вибір компонентів

Здатність аналізувати технічні характеристики апаратних компонентів, порівнювати альтернативні рішення, обирати оптимальну апаратну конфігурацію для конкретного застосування з урахуванням функціональних та економічних вимог.

Вбудовані системи та SoC

Знання принципів побудови вбудованих систем, мікроконтролерів, систем-на-кристалі (SoC), FPGA-платформ та IoT-рішень. Розуміння особливостей їх програмування та застосування у реальних задачах комп'ютерної інженерії.

Нормативно-технічна база

Орієнтування в стандартах та технічній документації на апаратні платформи (ДСТУ, IEEE, ISO); використання datasheet, reference manual і технічних специфікацій для обґрунтованого проектування та налагодження апаратних систем.

Результати навчання

01

Пояснення апаратних концепцій

Пояснювати сутність ключових понять: архітектура комп'ютера, набір команд (ISA), конвеєризація, кеш-пам'ять, шинний інтерфейс, DMA, мікроконтролер, SoC, FPGA, апаратна платформа, вбудована система.

03

Аналіз та налагодження

Аналізувати схемотехніку апаратних вузлів, налагоджувати апаратні платформи, виконувати вимірювання характеристик, читати та інтерпретувати технічну документацію виробників.

02

Характеристика апаратних платформ

Характеризувати сучасні апаратні платформи (x86-64, ARM Cortex, RISC-V, Arduino, Raspberry Pi, STM32, FPGA Xilinx/Intel), порівнювати їх параметри, застосовувати методи аналізу продуктивності.

04

Робота з технічними ресурсами

Орієнтуватися в науково-технічній літературі та офіційній документації з апаратних платформ; використовувати спеціалізовані бази даних, технічні стандарти та інформаційні ресурси для розв'язання інженерних задач.

Архітектура комп'ютерних систем та процесорів

1

Тема 1.1

Основи організації ЕОМ. Принципи фон Неймана. Покоління комп'ютерної техніки. Класифікація апаратних платформ.

2

Тема 1.2

Архітектура процесора. Набір команд (ISA). Архітектури CISC та RISC. Сучасні процесори x86-64 та ARM.

3

Тема 1.3

Підсистема пам'яті. Ієрархія пам'яті. Кеш-пам'ять: організація, рівні, алгоритми заміщення. Оперативна та зовнішня пам'ять.

4

Тема 1.4

Шинна організація комп'ютера. Системна шина, периферійні інтерфейси: PCIe, USB, SATA, M.2, NVMe. DMA та контролери переривань.

Основи організації ЕОМ та класифікація платформ

Лекційний матеріал (4 год.)

Лекція 1: Принципи фон Неймана. Структура ЕОМ: процесор, пам'ять, пристрої введення/виведення. Покоління комп'ютерів: від ламп до NBIC. Закон Мура та його сучасний стан.

Лекція 2: Класифікація апаратних платформ: суперкомп'ютери, сервери, персональні комп'ютери, мобільні платформи, вбудовані системи. Критерії вибору платформи для конкретного застосування.

Ключові питання

- Принципи фон Неймана та їх сучасна інтерпретація
- Еволюція апаратних платформ: покоління комп'ютерів
- Закон Мура: межі та альтернативи
- Класифікація сучасних апаратних платформ
- Критерії вибору платформи для інженерних задач

Лабораторна робота (2 год.)

Лаб. №1. Дослідження апаратної конфігурації ПК: ідентифікація компонентів, читання специфікацій процесора та пам'яті за допомогою утиліт CPU-Z, HWiNFO, AIDA64.

Завдання: Скласти технічний паспорт лабораторного стенду, порівняти характеристики із сучасними апаратними платформами ринку.

Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Поворознюк А. І. «Архітектура комп'ютерів» (Ч.1, Харків: НТУ «ХПІ», 2023) — розділ «Основи організації ЕОМ»
- Підготовка реферату: «Закон Мура: сучасний стан та альтернативи»
- Аналіз технічних характеристик трьох платформ різних класів



Очікуваний результат: студент вміє класифікувати апаратні платформи, описувати принципи організації ЕОМ та аналізувати технічні характеристики комп'ютерних систем.

Архітектура процесора. CISC та RISC. Сучасні CPU

1

ISA та набір команд

Поняття ISA. Формати команд. Режими адресації.
Системи команд x86-64 та ARM.

2

CISC vs RISC

Порівняння підходів: складні vs прості команди.
Конвеєризація. Суперскалярність. Гілки та предиктори.

3

Сучасні архітектури

Intel Core, AMD Ryzen (x86-64). ARM Cortex-A/M. RISC-V як відкритий стандарт. Багатоядерні системи.

4

Продуктивність CPU

Метрики: IPC, тактова частота, TDP. Бенчмарки. Вибір CPU для різних задач інженерії.

Лекційний матеріал (4 год.)

Внутрішня організація процесора: АЛП, регістровий файл, блок керування, конвеєр. Архітектури CISC (x86-64) та RISC (ARM Cortex). Система команд, режими адресації. Суперскалярна обробка. Сучасні багатоядерні процесори Intel та AMD. Архітектура RISC-V як відкрита альтернатива.

Лабораторна робота (2 год.) та СРС (8 год.)

Лаб. №2: Дослідження архітектурних характеристик процесорів за допомогою CPU-Z та спеціалізованих тестів (Cinebench, PassMark). Порівняльний аналіз архітектур x86-64 та ARM.

СРС: Опрацювання: Клименко І. А., Каплунов А. В., Таранюк В. А., Ткаченко В. В. «Архітектура комп'ютерів 3. Мікропроцесорні засоби» (КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022) — розділ «Архітектура процесора»; підготовка порівняльної таблиці CISC vs RISC.

Підсистема пам'яті та шинна організація

Тема 1.3 — Підсистема пам'яті (Лекції 5–6, 4 год.)

Ієрархія пам'яті: регістри, кеш L1/L2/L3, оперативна пам'ять, SSD/HDD. Принципи локальності. Кеш-пам'ять: пряме відображення, асоціативний кеш, набірно-асоціативний кеш; алгоритми заміщення (LRU, FIFO). Оперативна пам'ять: DDR4, DDR5 — характеристики, тайминги, каналність. Зовнішня пам'ять: NAND Flash, NVMe, SATA SSD.

Лаб. №3 (2 год.): Дослідження підсистеми пам'яті: вимірювання затримок кешу та RAM за допомогою AIDA64 Cache & Memory Benchmark; аналіз впливу таймінгів DDR на продуктивність.

СРС (8 год.): Опрацювання: Поворознюк А. І. «Архітектура комп'ютерів» (Ч.1, НТУ «ХПІ», 2023) — розділ «Підсистема пам'яті»; складання схеми ієрархії пам'яті з числовими характеристиками.

Тема 1.4 — Шинна організація (Лекції 7–8, 4 год.)

Системна шина та її еволюція. Сучасні інтерфейси: PCIe 4.0/5.0 — структура, смуга пропускання, сфери застосування. USB 3.x та USB4: характеристики та топологія. Інтерфейси зберігання даних: SATA, M.2 (PCIe, SATA), NVMe. Технологія DMA: принцип роботи, контролери. Контролер переривань APIC. Чіпсет материнської плати: роль та сучасна архітектура (Intel Platform Controller Hub, AMD Fusion Controller Hub).

Лаб. №4 (2 год.): Дослідження інтерфейсів периферійних пристроїв: аналіз конфігурації шин у диспетчері пристроїв; вимірювання швидкості передачі даних через USB та NVMe.

СРС (8 год.): Підготовка аналітичної записки «Порівняльний аналіз інтерфейсів зберігання даних: SATA vs NVMe PCIe 4.0».

Вбудовані системи та мікроконтролерні платформи

Тема 2.1

Мікроконтролери: архітектура, особливості. Сімейства AVR (Arduino), STM32 (ARM Cortex-M). Периферійні модулі мікроконтролерів.

Тема 2.2

Інтерфейси вбудованих систем: UART, SPI, I²C, CAN. Аналогово-цифрове та цифро-аналогове перетворення (ADC/DAC).

Тема 2.3

Одноплатні комп'ютери та SoC-платформи: Raspberry Pi, Jetson Nano, ESP32. Порівняння з мікроконтролерами.

Тема 2.4

IoT-платформи та хмарна інтеграція. Апаратні рішення для Інтернету речей. Безпека апаратного рівня.

Мікроконтролери: архітектура та платформи AVR і STM32

Лекційний матеріал (4 год.)

Поняття мікроконтролера (МК): відмінність від мікропроцесора. Архітектура МК: CPU-ядро, Flash-пам'ять програм, SRAM, периферійні модулі (таймери, ШИМ, АЦП, порти GPIO). Гарвардська та фон-Нейманівська архітектури в МК. Сімейство AVR (ATmega): організація пам'яті, система команд, платформа Arduino UNO. Сімейство STM32 (ARM Cortex-M0/M4): структура, тактування, режими енергоспоживання. Порівняльна характеристика платформ.

Ключові питання

- Відмінності між мікропроцесором та мікроконтролером
- Архітектура ATmega328 та платформа Arduino
- Архітектура STM32 на базі ARM Cortex-M4
- Периферійні модулі: таймери, ШИМ, GPIO
- Критерії вибору мікроконтролера для проекту

Лабораторна робота (2 год.)

Лаб. №5. Знайомство з платформою Arduino UNO / STM32 Nucleo: вивчення апаратної схеми, підключення периферії (LED, кнопки), ввімкнення тактування GPIO, перша програма з використанням HAL-бібліотеки або Arduino IDE.

Завдання: Скласти функціональну схему мікроконтролерної платформи; описати призначення кожного периферійного блоку.

Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Новацький А. О. «Комп'ютерна електроніка та мікропроцесорні системи» (КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024) — розділ «Мікроконтролери»
- Підготовка реферату: «Порівняльна характеристика AVR та ARM Cortex-M: сфери застосування»
- Опрацювання datasheet ATmega328 або STM32F4xx



Очікуваний результат: студент вміє описувати архітектуру мікроконтролерів AVR та STM32, пояснювати призначення периферійних блоків та виконувати базове налагодження платформи.

Інтерфейси вбудованих систем та АЦП/ЦАП



Лекційний матеріал (4 год.)

Серійні інтерфейси вбудованих систем: UART, SPI, I²C — порівняльна характеристика, принципи роботи, типові схеми підключення. АЦП: послідовне наближення, сигма-дельта, flash. ЦАП: метод ШІМ та R-2R. Промислові інтерфейси CAN та LIN. Практичні схеми підключення датчиків та виконавчих пристроїв до мікроконтролера.

Лабораторна робота (2 год.) та СРС (8 год.)

Лаб. №6: Дослідження інтерфейсів SPI та I²C: підключення датчика температури (BME280 або LM75) до мікроконтролерної платформи; зчитування та обробка даних; аналіз сигналів на осцилографі або логічному аналізаторі.

СРС: Опрацювання: Демиденко М. І., Руденко О. А. «Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів» (Полтава: НУПП, 2023) — розділ «Послідовні інтерфейси»; підготовка аналітичної записки «Вибір інтерфейсу для вбудованої системи збору даних».

Одноплатні комп'ютери, SoC та IoT-платформи

Тема 2.3 — SoC та одноплатні комп'ютери (Лекції 13–14, 4 год.)

Поняття SoC (система-на-кристалі): інтеграція CPU, GPU, DSP, пам'яті, периферії на одному кристалі. Платформа Raspberry Pi 4/5: BCM2711/BCM2712 SoC, GPIO, підключення периферії. NVIDIA Jetson Nano: архітектура для завдань AI на краю мережі. ESP32: двоядерний Xtensa + Wi-Fi + BT, застосування у IoT.

Лаб. №7 (2 год.): Налаштування одноплатного комп'ютера Raspberry Pi: інсталяція ОС, конфігурація GPIO, підключення датчика, передача даних через MQTT.

СРС (8 год.): Опрацювання: Ходукін М. А. «Архітектура комп'ютера та вбудовані мікропроцесорні системи з використанням Arduino» (Кривий Ріг: ДУЕТ, 2023); підготовка порівняльної таблиці «Raspberry Pi vs Arduino vs ESP32: вибір платформи».

Тема 2.4 — IoT-платформи та апаратна безпека (Лекції 15–16, 4 год.)

Архітектура IoT-систем: датчики, актуатори, шлюзи, хмара. Апаратні платформи для IoT: ESP8266/ESP32, STM32 з Wi-Fi/LoRa-модулями, Nordic nRF52. Протоколи бездротового зв'язку: Wi-Fi, Bluetooth LE, Zigbee, LoRaWAN. Апаратна безпека вбудованих систем: Trusted Execution Environment (TEE), апаратні криптомодулі, безпечне завантаження (Secure Boot). Хмарна інтеграція: AWS IoT, Azure IoT Hub.

Лаб. №8 (2 год.): Розробка IoT-вузла на базі ESP32: підключення датчика, відправка даних у хмару через Wi-Fi (MQTT/HTTP), візуалізація на платформі (ThingSpeak або Node-RED).

СРС (8 год.): Підготовка аналітичної записки «Апаратні платформи для IoT: огляд та порівняння за критеріями споживання, вартості та функціональності».

Спеціалізовані апаратні платформи та перспективні технології

Тема 3.1

GPU та графічні платформи. Паралельні обчислення. GPGPU. CUDA та OpenCL. Застосування у AI/ML.

Тема 3.2

FPGA-платформи: архітектура, конфігурування. Xilinx/AMD та Intel Altera FPGA. Застосування в прискоренні обчислень та реалізації цифрових систем.

Тема 3.3

Серверні та хмарні апаратні платформи. Багатопроцесорні системи. NUMA-архітектура. Сервери для AI та HPC. Сучасні тенденції розвитку апаратних платформ.

GPU та платформи паралельних обчислень

Лекційний матеріал (4 год.)

Архітектура GPU: потокові мультипроцесори (SM), CUDA-ядра, ієрархія пам'яті GPU (реєстри, shared memory, global memory). Відмінність GPU від CPU: масовий паралелізм. GPGPU-обчислення: CUDA (NVIDIA) та OpenCL. Застосування GPU у задачах AI/ML: навчання нейронних мереж, інвенс. Огляд сучасних платформ: NVIDIA RTX 4000 серія, AMD RDNA, Intel Arc. Апаратні прискорювачі AI: Google TPU, Apple Neural Engine.

Ключові питання

- Архітектура GPU: SM, CUDA-ядра, ієрархія пам'яті
- GPGPU: CUDA та OpenCL — порівняння
- Застосування GPU у задачах Deep Learning
- Спеціалізовані AI-прискорювачі: TPU, NPU
- Вибір GPU-платформи для інженерних задач

Лабораторна робота (2 год.)

Лаб. №9. Дослідження GPU-платформи: аналіз характеристик відеокарти засобами GPU-Z та MSI Afterburner; порівняння продуктивності CPU vs GPU на задачі матричного множення (Python + NumPy vs CuPy); аналіз навантаження GPU при рендерингу.

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Марченко К. М., Собінов О. Г., Оришака О. В. «Комп'ютерні системи» (Кропивницький: ЦНТУ, 2022) — розділ «Спеціалізовані обчислювальні платформи»
- Підготовка реферату: «GPU як платформа для задач штучного інтелекту: архітектура та застосування»
- Складання порівняльної таблиці GPU-платформ для задач AI/ML



Очікуваний результат: студент вміє характеризувати архітектуру GPU, пояснювати принципи GPGPU-обчислень та обґрунтовувати вибір GPU-платформи для конкретних задач.

FPGA-платформи: архітектура та застосування



Архітектура FPGA

CLB (Configurable Logic Block), LUT, flip-flop, DSP-блоки, блокова RAM (BRAM), I/O-блоки, мережа комутації.



Мова опису апаратури

HDL: VHDL та Verilog. Синтез схем. Середовища проектування: Vivado (AMD/Xilinx), Quartus (Intel/Altera).



Застосування FPGA

Цифрова обробка сигналів (DSP), прискорення обчислень у хмарі (AWS F1), телекомунікації, промислова автоматизація, AI-інференс.

Лекційний матеріал (4 год.)

Принцип реконфігурованих обчислень. Архітектура FPGA: CLB, LUT, DSP, BRAM, I/O, мережа комутації. Платформи AMD/Xilinx (Artix-7, Zynq) та Intel/Altera (Cyclone, Arria). Мови опису апаратури: VHDL та Verilog. Потік проектування: синтез, розміщення, трасування, конфігурація. Застосування FPGA: DSP, прискорення AI, телеком, хмарні обчислення.

Лабораторна робота (2 год.) та СРС (7 год.)

Лаб. №10: Знайомство з FPGA-платформою (Basys 3 або DE10-Nano): реалізація простого цифрового вузла (декодер, мультиплексор або лічильник) мовою Verilog у середовищі Vivado або Quartus; прошивка та тестування.

СРС: Опрацювання: Клименко І. А., Каплунов А. В., Таранюк В. А., Ткаченко В. В. «Архітектура комп'ютерів 3. Мікропроцесорні засоби» (КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022) — розділ «Реконфігуровані обчислювальні пристрої»; підготовка звіту з описом виконаного проекту на FPGA.

Серверні платформи та перспективи розвитку апаратних систем

Лекційний матеріал (4 год.)

Серверні апаратні платформи: архітектура серверів (rack-mount, blade, tower). Багатопроцесорні системи: SMP та NUMA-архітектура. Сучасні серверні процесори: Intel Xeon, AMD EPYC, ARM Neoverse. Пам'ять серверів: ECC RAM, реєстрова пам'ять, Persistent Memory (Intel Optane). Серверні платформи для AI та HPC: NVIDIA DGX, AMD Instinct. Сучасні тенденції: чіплетна архітектура, 3D-стекінг, фотонні з'єднання, квантові обчислення.

Ключові питання

- Архітектура багатопроцесорних серверів (SMP, NUMA)
- Сучасні серверні процесори: Intel Xeon vs AMD EPYC
- HPC та AI-платформи: особливості апаратної організації
- Чіплетна архітектура як відповідь на завершення закону Мура
- Перспективи: квантові обчислення, фотоніка, нейроморфні системи

Лабораторна робота (2 год.)

Лаб. №11. Дослідження серверної апаратної платформи (або симуляції у VM): аналіз апаратної конфігурації багатопроцесорної системи, визначення топології NUMA, дослідження впливу архітектурних особливостей на продуктивність застосунків.

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Марченко К. М., Собінов О. Г., Оришака О. В. «Комп'ютерні системи» (ЦНТУ, 2022) — розділ «Серверні платформи»
- Підготовка аналітичної записки «Чіплетна архітектура: технологія та перспективи для комп'ютерної інженерії»
- Складання таблиці «Порівняльна характеристика серверних процесорів Intel Xeon та AMD EPYC»



Очікуваний результат: студент вміє характеризувати серверні апаратні платформи, пояснювати NUMA-архітектуру та аналізувати перспективні напрями розвитку апаратних систем.

Розподіл навчального часу — 90 годин

Модуль	Тема	Лекції (год.)	Лабораторні (год.)	СРС (год.)
Модуль 1	Тема 1.1 — Основи організації ЕОМ	4	2	8
	Тема 1.2 — Архітектура процесора	4	2	8
	Тема 1.3 — Підсистема пам'яті	4	2	8
	Тема 1.4 — Шинна організація	4	2	8
Модуль 2	Тема 2.1 — Мікроконтролери AVR та STM32	4	2	8
	Тема 2.2 — Інтерфейси вбудованих систем	4	2	8
	Тема 2.3 — SoC та одноплатні комп'ютери	4	2	8
	Тема 2.4 — IoT-платформи та безпека	4	2	8
Модуль 3	Тема 3.1 — GPU та паралельні обчислення	4	2	7
	Тема 3.2 — FPGA-платформи	4	2	7
	Тема 3.3 — Серверні платформи та перспективи	4	1	7
Разом	11 тем	30	15	45



Загальний обсяг: 90 годин = 3 кредити ЄКТС. Розподіл є орієнтовним і може коригуватися відповідно до специфіки навчального процесу та наявного лабораторного обладнання.

Структура навчального часу



Коментар до розподілу

Загальний обсяг — **90 годин (3 кредити ЄКТС)** — розподілено між трьома формами роботи для забезпечення балансу між теорією та практикою.

Лекції — 30 год. (33%)

Системне подання теоретичного матеріалу з архітектури апаратних платформ, принципів роботи компонентів та аналізу сучасних рішень.

Лабораторні — 15 год. (17%)

Практичне дослідження апаратних платформ: від персонального комп'ютера та мікроконтролерів до FPGA та одноплатних комп'ютерів. Формування практичних навичок роботи з реальним обладнанням.

Самостійна робота — 45 год. (50%)

Поглиблене вивчення, підготовка аналітичних записок і рефератів, робота з технічною документацією та науковою літературою. СРС становить **50% обсягу дисципліни**.

Самостійна робота студентів — Детальний опис



Опрацювання літератури

Поглиблене вивчення теоретичного матеріалу за підручниками та посібниками з архітектури комп'ютерів, мікроконтролерів та апаратних платформ (Поворознюк, Клименко, Новацький, Демиденко та ін.), технічними стандартами та специфікаціями виробників (datasheet, reference manual).



Робота з інформаційними ресурсами

Опрацювання технічних ресурсів: Електронний архів КПІ (ela.kpi.ua), репозиторій ВНТУ (pdf.lib.vntu.edu.ua), офіційна документація виробників (Intel ARK, ARM Developer, ST Microelectronics), IEEE Xplore для наукових статей.



Індивідуальні завдання

Виконання аналітичних завдань: порівняльний аналіз апаратних платформ, розрахунок продуктивності підсистеми пам'яті, складання функціональних схем; написання рефератів та аналітичних записок з тем кожного змістовного модуля.



Підготовка до занять

Підготовка до лабораторних робіт (опрацювання методичних вказівок, ознайомлення з обладнанням та ПЗ); підготовка до тестувань за ключовими термінами; систематизація знань для контрольних робіт за кожним модулем.

Форми контролю знань

1

Поточний контроль

Завдання: тестові та аналітичні вправи за темами змістовного модуля; захист лабораторних робіт (звіт + усне опитування). Оцінюється якість виконання лабораторних завдань, рівень засвоєння теоретичного матеріалу. Проводиться після кожної теми у формі тестування (10–15 питань) або захисту лабораторної роботи.

2

Проміжний контроль

Самостійна робота — комплексне аналітичне завдання або реферат, що охоплює теми змістовного модуля (теоретичні питання, порівняльний аналіз апаратних платформ, технічне обґрунтування). Оцінюються повнота відповіді, технічна грамотність та обґрунтованість висновків. Проводиться після завершення кожного змістовного модуля.

3

Підсумковий контроль

Іспит відповідно до навчального плану. Форма проведення — тестування та письмові відповіді на технічні питання. Підсумкова оцінка враховує результати поточного, проміжного та підсумкового контролю: **100-бальна система** з переведенням у національну шкалу та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

Методи викладання

Викладання дисципліни «Апаратні платформи» поєднує класичні академічні та інтерактивні методи, що забезпечує формування не лише теоретичної бази, а й практичних навичок роботи з реальним апаратним забезпеченням, необхідних для майбутньої професійної діяльності у сфері комп'ютерної інженерії.



Лекції

Системне подання теоретичного матеріалу з використанням схем архітектур, діаграм блоків, таблиць характеристик; демонстрація реальних компонентів.



Лабораторні роботи

Практичне дослідження апаратних платформ на реальному обладнанні: ПК, мікроконтролери (Arduino, STM32), одноплатні комп'ютери, FPGA-плати.



Робота з документацією

Опрацювання технічних специфікацій (datasheet, reference manual); формування навичок читання та інтерпретації технічної документації виробників.



Порівняльний аналіз

Систематичне порівняння апаратних платформ за ключовими характеристиками; формування навичок обґрунтованого вибору апаратного рішення.



Самостійне дослідження

Підготовка аналітичних записок, рефератів та звітів з лабораторних робіт; розвиток навичок самостійного пошуку та систематизації технічної інформації.



Дискусії та захист

Захист лабораторних робіт; обговорення технічних рішень; розвиток навичок аргументації та технічної комунікації.



Усі методи спрямовані на формування компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Рекомендована література — Підручники та посібники (2022–2024 рр.)

1. Поворознюк А. І.

Архітектура комп'ютерів. Архітектура мікропроцесорного ядра та системних пристроїв: навч. посібник. Ч. 1. — Харків: НТУ «ХПІ», 2023. — 355 с.

2. Клименко І. А., Каплунов А. В., Таранюк В. А., Ткаченко В. В.

Архітектура комп'ютерів 3. Мікропроцесорні засоби. Ч. 2. Програмування для мікроконтролерів STM32: навч. посібник. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 198 с.

3. Новацький А. О.

Комп'ютерна електроніка та мікропроцесорні системи: підручник. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. — 447 с.

4. Демиденко М. І., Руденко О. А.

Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів: навч. посіб. — Полтава: НУПП, 2023. — 203 с.

5. Марченко К. М., Собінов О. Г., Оришака О. В., Босько В. В.

Комп'ютерні системи: навч. посіб. — Кропивницький: ЦНТУ, 2022. — 178 с.

6. Ходукін М. А.

Архітектура комп'ютера та вбудовані мікропроцесорні системи з використанням Arduino: навч.-метод. посіб. — Кривий Ріг: Державний університет економіки і технологій, 2023. — 102 с.

7. Ткаченко В. В., Корочкін О. В.

Архітектура комп'ютерів. Курсова робота: навч. посіб. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 24 с. [Електронний ресурс].

8. Корнієнко Б. Я.

Сучасні мобільні операційні системи. Лабораторний практикум: навч. посіб. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. — 71 с. [Електронний ресурс].

Додаткова література та технічні ресурси

9. Паляниця В. А.

Архітектура комп'ютерних систем: навч. посібник. — 2023. — 324 с. *Рекомендується для тем 1.1–1.2 (архітектура комп'ютерів).*

11. Сергієнко А. М., Марченко О. І., Молчанова А. А.

Структури даних і алгоритми. Конспект лекцій для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 118 с. *Рекомендується для розуміння апаратно-програмних взаємодій.*

10. Поворознюк А. І., Поворознюк О. А., Філатова Г. Є.

Архітектура комп'ютерів. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів напрямку 123 «Комп'ютерна інженерія». — Харків: НТУ «ХПІ», 2022. — 42 с. *Рекомендується для самостійної роботи всіх модулів.*

12. Офіційна технічна документація виробників

Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual. — Intel Corporation, 2024. ARM® Cortex®-M4 Processor Technical Reference Manual. — ARM Ltd, 2024. STM32F4xx Reference Manual. — STMicroelectronics, 2024. *Обов'язкова для лабораторних робіт модулів 2–3.*

Нормативно-правова база та стандарти

→ ДСТУ 2910-94. Надійність техніки

Аналіз надійності. Основні положення. Визначення понять апаратної надійності комп'ютерних систем. zakon.rada.gov.ua

→ Закон «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII

Визначає засади освітньої діяльності в Україні, стандарти вищої освіти для технічних спеціальностей. zakon.rada.gov.ua

→ Стандарт вищої освіти України: 123 «Комп'ютерна інженерія» (перший бакалаврський рівень)

МОН України, 2019. Визначає обов'язкові результати навчання та компетентності для бакалаврів зі спеціальності 123. mon.gov.ua

→ IEEE Std 1364-2001 (Verilog HDL)

Стандарт мови опису апаратури Verilog. Застосовується в темі 3.2 при роботі з FPGA-платформами. ieee.org

→ ISO/IEC 25010:2011 — Вимоги та оцінювання якості систем і програмного забезпечення

Визначає характеристики якості, що застосовуються при оцінці апаратних платформ у контексті продуктивності та надійності. iso.org

Інформаційні ресурси та фахові платформи

Електронний архів КПІ

ela.kpi.ua — навчальні посібники, конспекти лекцій, методичні матеріали кафедри обчислювальної техніки КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Репозиторій ВНТУ

pdf.lib.vntu.edu.ua — відкриті підручники та посібники з комп'ютерної інженерії українських авторів.

Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського

nbuv.gov.ua — електронні ресурси, наукові статті та монографії з комп'ютерної інженерії та апаратних платформ.

IEEE Xplore Digital Library

ieeexplore.ieee.org — наукові статті та стандарти IEEE у сфері комп'ютерних систем та апаратних платформ.

Intel ARK — База даних процесорів

ark.intel.com — повні технічні специфікації всіх процесорів Intel; незамінний ресурс для порівняльного аналізу платформ.

ARM Developer

developer.arm.com — офіційна документація ARM: технічні reference manual для Cortex-M/A, навчальні матеріали.

ST Microelectronics

st.com — технічна документація на мікроконтролери STM32, схеми застосування, навчальні матеріали для лабораторних робіт модуля 2.

Міністерство освіти і науки України

mon.gov.ua — освітні стандарти, навчальні програми та методичні матеріали для спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Зв'язок дисципліни зі спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

Чому «Апаратні платформи» — фундамент інженера?

Дисципліна «Апаратні платформи» є базовою для підготовки бакалаврів зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». Розуміння апаратної організації сучасних комп'ютерних систем — від архітектури процесора до FPGA та IoT — є необхідною умовою для проектування ефективного програмного забезпечення та комплексних комп'ютерних систем.

Сучасний фахівець у сфері комп'ютерної інженерії повинен розуміти апаратні обмеження та можливості платформ, на яких виконуються його рішення, що є конкурентною перевагою на ринку праці.

Практичне значення для майбутньої кар'єри

- Проектування вбудованих систем та пристроїв IoT на базі мікроконтролерних платформ
- Оптимізація програмного забезпечення з урахуванням апаратної архітектури (кеш, конвеєр, SIMD)
- Вибір та конфігурація апаратних платформ для систем різного призначення
- Розробка та тестування FPGA-прискорювачів і спеціалізованих обчислювальних систем
- Робота з GPU-платформами для задач AI/ML та наукових обчислень
- Розуміння апаратної безпеки для розробки захищених комп'ютерних систем

Ключові компетентності курсу — Підсумок



Курс охоплює весь спектр сучасних апаратних платформ — від мікроконтролерів до серверів і FPGA — та формує у студентів цілісне розуміння апаратної організації комп'ютерних систем, необхідне для успішної інженерної діяльності.

Бажаємо успіхів у вивченні дисципліни «Апаратні платформи»!

90

Годин

Загальний обсяг дисципліни

3

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

11

Тем

У 3 змістовних модулях

8

Джерел

Рекомендованої літератури 2022–2024 рр.

«Хто не знає заліза — не знає комп'ютера.» — принцип апаратної грамотності інженера-комп'ютерника

Спеціальність 123 · Комп'ютерна інженерія · Бакалавр · 3 кредити ЄКТС