



Архітектура комп'ютерів. Частина 2. «Процесори»

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>123 Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерна інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна), заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредитів /135 год. Денна форма: лекцій 36 год., лаб.робіт 18 год, СРС 81 год. Заочна форма: лекцій 8 год., лаб. робіт 8 год., СРС 119 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на весняний семестр поточного навчального року за адресою http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектори: д.т.н., доцент, Клименко Ірина Анатоліївна, ikliryna@gmail.com, доцент, к.т.н. Ткаченко Валентина Василівна, пошта tkavalivas@gmail.com Лабораторні: Каплунов Артем Володимирович, art.kaplunov@gmail.com Гайдай Анатолій Русланович tolya.hei@gmail.com, Нікольський Сергій Сергійович serhiy.nikolskiy@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>На платформі дистанційного навчання «Сікорський»: https://classroom.google.com/c/NTM3NTgzODE2ODkx?cjc=2opss67</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Мета дисципліни Архітектура комп'ютера – вивчення теоретичних основ, функціональних можливостей та принципів взаємодії основних компонентів комп'ютера на функціональному рівні. Предметом вивчення дисципліни Архітектура комп'ютера. Частина 2. «Процесори» є архітектура та функціональні можливості сучасних процесорних ядер та інших компонентів апаратних засобів комп'ютера; системи введення/виведення; засоби та механізми пересилання та зберігання даних на функціональному рівні комп'ютера; організація архітектурозалежного рівня операційної системи, знайомство з мовами низького рівня та основами програмування для процесорних ядер, сучасна елементна база та практичні основи сучасних процесів проектування апаратних засобів.

Практичний досвід пов'язаний з проведенням збірки, налагодження та використання операційних систем типу Linux на процесорах AVR; збиранням виконуваних програми із OpenSource вихідних кодів; базовими навичками програмування на мовах низького рівня, зокрема C, для процесорного ядра AVR.

Вивчення дисципліни забезпечує наступні загальні та фахові компетенції:

- ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
- ФК1. Здатність застосовувати законодавчу та нормативно правову базу, а також державні та міжнародні вимоги, практики і стандарти з метою здійснення професійної діяльності в галузі комп'ютерної інженерії.
- ФК5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.
- ФК7. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.
- ФК13. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.
- ФК14. Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.
- ФК16. Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати високопродуктивні паралельні та розподілені комп'ютерні системи та їх складові з використання ПЛІС модулів і систем автоматизованого проектування

У відповідності до вищезазначеного, студенти отримують наступні результати навчання:

- ПРН1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.
- ПРН3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.
- ПРН4. Знати та розуміти вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті.
- ПРН5. Мати знання основ економіки та управління проектами
- ПРН7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.
- ПРН10. Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання
- ПРН11. Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.
- ПРН12. Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.
- ПРН13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.
- ПРН14. Вміти поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціальності з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів.
- ПРН15. Вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою.
- ПРН19. Здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення.
- ПРН22. Виконувати розрахунки параметрів окремих блоків комп'ютерів, комп'ютерних систем, комп'ютерних мереж
- ПРН24. Проводити зборку, налагодження та використання операційних систем типу Linux

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

При вивченні дисципліни «Архітектура комп'ютерів. Частина 2. Процесори» доцільно використовувати знання, отримані при вивченні попередніх дисциплін: «Комп'ютерна логіка.

Частина 1. Комп'ютерна логіка», «Комп'ютерна логіка. Частина 2. Комп'ютерна арифметика», «Комп'ютерна електроніка», «Архітектура комп'ютера 1. Арифметичні та управляючі пристрої», «Системне програмування».

Дисципліна є базовою для курсів: «Архітектура комп'ютерів. Частина 3. Мікропроцесорні засоби», «Архітектура комп'ютерів. Курсова робота», «Комп'ютерні системи»; курсів вибіркових дисциплін Ф-каталогу «Системи обробки сигналів», «Паралельні та розподілені обчислення», «Організація обчислювальних процесів», «Технології програмування на C/Embedded», «Тестування та контроль якості (QA) вбудованих систем», «Технології програмування ПЛІС (FPGA)», «Технології проектування інтелектуальних систем».

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ

Розділ 1. Введення в архітектуру сучасних процесорів. Особливості архітектурної та функціональної організації сучасних RISC та CISC процесорів.

Тема 1.1. Сучасна класифікація процесорів за функціональним призначенням. Універсальні та спеціалізовані процесори. Огляд сучасної елементної бази. Системи на кристалі (SoC). Багатоядерні процесори.

Тема 1.2. Архітектура Фон-Неймана в сучасних процесорних ядрах. Архітектура AVR, як флагман сучасної елементної бази для процесорних ядер, орієнтованих на встановлення універсальних операційних систем.

Розділ 2. Введення в практичну частину курсу «Архітектура комп'ютера 2. Процесори».

Тема 2.1. Організація архітектурозалежного рівня операційної системи в універсальних та спеціалізованих комп'ютерах, контролерах, мікроконтролерах.

Тема 2.2. Робота в командному рядку Linux. Введення в систему керування версіями Git. Створення проекту на GitLab.

Тема 2.3. Особливості збирання, налагодження та використання операційних систем типу Linux на процесорах AVRm7 з архітектурою Фон Неймана для реалізації вбудованих систем та комп'ютерів.

Тема 2.4. Компіляція та кроскомпіляція. Інструменти для кроскомпіляції (*Toolchains*). Збирання виконуваних програм завантажувальника (u-boot), ядра (Kernel), файлової системи (RootFs) для процесора AVRv7.

Тема 2.5. Етапи розвертання операційної системи. Процеси ініціалізації архітектури в просторі ядра операційної системи на прикладі архітектури процесорів x86 та AVRv7.

Тема 2.6. Прошивка процесора. Реалізація відділеної консолі за протоколом UART.

Розділ 3. Архітектура пам'яті. Питання взаємодії процесора та пам'яті під час виконання команд

Тема 3.1. Управління командами. Конвеєри. Система команд. Формати команд, способи адресації команд і операндів в процесорах з різною архітектурою. Адресація даних та переходів. Особливості виконання команд різних класів та роботи з підпрограмами в універсальних і спеціалізованих процесорах.

Тема 3.2. Загальні питання побудови багаторівневої пам'яті комп'ютера. Надоперативна регістрова пам'ять, оперативна пам'ять, буферна (кеш) пам'ять. Взаємодія усіх рівнів пам'яті поміж собою.

Тема 3.3. Організація кеш пам'яті в сучасних комп'ютерах.

Тема 3.4. Організація віртуальної пам'яті. Доступ до загального ресурсу. Модуль керування пам'яттю (MMU, Memory Management Unit). Захист розділів пам'яті.

Тема 3.5. Управління обробкою даних на рівні програм. Мультипрограмний режим роботи процесора (*самостійна робота*).

Тема 3.6. Прямий доступ до пам'яті (DMA, Direct Memory Access).

Тема 3.7. Інтерфейси запам'ятовуючих пристроїв для комп'ютерів з різною організацією системної магістралі.

Розділ 4. Архітектура системи вводу/виводу

Тема 4.1. Загальні питання роботи комп'ютерів з зовнішніми пристроями. Організація простору пам'яті та вводу/виводу.

Тема 4.2. Інтерфейси зовнішніх пристроїв в програмному режимі опиту готовності

Тема 4.3. Побудова інтерфейсів зовнішніх пристроїв (ЗП). Інтерфейси в системах з модульною організацією.

Тема 4.4. Організація системи переривань. Обробка переривань на різних рівнях (програмному, мікропрограмному, апаратному).

Розділ 5. Напрямки розвитку архітектури процесорів в умовах 4-ї індустріальної революції (Industry 4.0/IoT)

Тема 5.1. Напрямки розвитку архітектури процесорів в умовах Industry 4.0 / IoT.

Тема 5.2. Використання співпроцесорів для підвищення продуктивності обчислень. Використання FPGA для реалізації реконфігурованих модулів процесорних ядер.

Тема 5.3. Огляд процесорів RISC-V, Raspberry Pi.

4. Навчальні ресурси та матеріали

4.1. Базова література

1. Архітектура комп'ютерів. Процесори: Теорія та лабораторний практикум. Навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» / уклад.: І.А. Клименко, В.А. Таранюк, А.В. Каплунов, В.В. Ткаченко – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 92 с., Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 1 від 02.09.2022 р.).
2. Жабін В.І., Клименко І.А., Стіренко С.Г. Арифметичні та управляючі пристрої цифрових ЕОМ: Навчальний посібник. – К.:ВЕК +, 2008. –
3. Мельник А. Архітектура комп'ютера: Підручник. – Луцьк.: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.

4.2. Додаткова література

1. Sergiyenko A.M. Computer Architecture (Архітектура комп'ютерів: підручник англійською мовою). - КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 395 с.
2. Архітектура комп'ютерів – 1. Арифметичні та управляючі пристрої. Практикум : навчальний посібник для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерні системи та мережі», спеціалізацій «Комп'ютерні системи та мережі» та «Технології програмування для комп'ютерних систем та мереж» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. І. Жабін, І. А. Клименко, В. В. Ткаченко. – Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №3 від 15.11.2018р.). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 53 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29525>
3. Комп'ютерна схемотехніка. Лабораторний практикум : навчальний посібник для студентів освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. А. Верба, В. І. Жабін, І. А. Клименко, В. В. Ткаченко. – Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 1 від 26.09.2019 р.). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 110 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29747>
4. Жабін В.І., Жуков І.А.,Ткаченко В.В., Клименко І.А.. Мікропроцесорні системи. : Навчальний посібник.- К.: Видавництво «СПД Гуральник О.Ю.», 2009.- 492 с.
5. Sarah L. Harris, David Harris Digital Design and Computer Architecture / Elsevier Science & Technology, 2022. – 720 p.
6. Hamacher C., Vranesic Z., Zaky S. COMPUTER ORGANIZATION: 5th edition. – 2022. [Електронний ресурс] [Hamacher:ComputerOrganization \(mhhe.com\)](https://www.mhhe.com/computer-organization), [Computer Organization By Carl Hamacher 5th Edition | lulabi.live](https://www.lulabi.com/computer-organization).
7. Tanenbaum A.S. Structured Computer Organization: 6th Edition – 2013. - [Електронний ресурс]
8. Mark A. Yoder, Jason Kridner, BeagleBone Cookbook: Software and Hardware Problems and Solutions / O'Reilly Media, 2015. – 346 p.

9. BeagleBone Black [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://beagleboard.org/black>.
10. AM335x and AMIC110 Sitara™ Processors Technical Reference Manual (Rev. Q) [Електронний ресурс] // Texas Instruments. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://www.ti.com/lit/ug/spruh73q/spruh73q.pdf?ts=1660308115041&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FAM3357.
11. 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.
12. 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.
13. Комп'ютерна арифметика. Практикум : навчальний посібник для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерні системи та мережі», спеціалізацій «Комп'ютерні системи та мережі» та «Технології програмування для комп'ютерних систем та мереж» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. І. Жабін, І. А. Клименко, В. В. Ткаченко. – Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №3 від 15.11.2018р.). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 73 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29523>
14. Комп'ютерна логіка. Практикум : навчальний посібник для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерні системи та мережі», спеціалізацій «Комп'ютерні системи та мережі» та «Технології програмування для комп'ютерних систем та мереж» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. І. Жабін, І. А. Клименко, В. В. Ткаченко. – Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №3 від 15.11.2018р.). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 98 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29526>

4.3. Інформаційні ресурси

1. Курс відеолекцій – <https://bbb.comsys.kpi.ua/b/iry-ped-ge9>
2. Дистанційні курси на платформі дистанційного навчання «Сікорський» в середовищі Google Workspace for Education: Архітектура комп'ютерів. Частина 2. Процесори. <https://classroom.google.com/c/NDIyNTg2NDY3NTY4?cjc=whbtqci>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компоненту)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом. На вивчення дисципліни виділено 135 годин/4,5 кредити.

Для досягнення мети навчальної дисципліни слід зосередитись в лекційному матеріалі на особливостях побудови функціонального рівня комп'ютера, процесора та інших його компонентів. Особливу увагу необхідно приділити особливостям проектування комп'ютерів із застосуванням сучасної елементної бази.

Мета лабораторних робіт – придбання вмінь та навиків застосування на практиці принципів програмування для сучасних процесорів та вивчення архітектури їх окремих функціональних вузлів. Для виконання лабораторних робіт використовуються, емулятори Linux-орієнтованих архітектур (SEMU ARM), інструменти для програмування мікроконтролерів (vim, Eclipse, Cube IDE), апаратне забезпечення (Raspberry Pi).

Тематика лабораторних робіт:

Лабораторна робота 1. Введення в систему сумісного керування проектами Git. Створення проекту в Gitea KPI для виконання лабораторних робіт.

Лабораторна робота 2. Введення в систему Kbuild Linux для збирання проєктів із вихідних кодів. Збирання виконуваних файлів для ОС Linux для процесорів архітектури ARM.

Лабораторна робота 3. Розвертання Linux Kernel в середовищі програмного емулятора Qemu для архітектури процесорів ARM CORTEX A.

Лабораторна робота 4. Створення віддаленої консолі засобами інтерфейсу UART. Прошивка плати BeagleBone Black.

Лабораторна робота 5. Розробка модулів процесорного ядра на C.

Лабораторна робота 6. Розробка модулів процесорного ядра. Дослідження Device Tree

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти денної форми навчання

Види самостійної роботи для студентів денної форми навчання (81 година):

- підготовка до аудиторних занять, виконання поточних домашніх завдань та опрацювання матеріалів лекцій (0,5 годин x 18 лекцій = 9 годин);
- виконання індивідуального завдання до лабораторних робіт, розв'язок задач, оформлення протоколу, підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, оформлення звіту до лабораторної роботи (1,5 годин x 6 лабораторних робіт = 9 годин);
- підготовка та виконання поточної контрольної роботи (4 години);
- підготовка до екзамену (30 годин);
- самостійне опрацювання теоретичних тем, розвертання програмного оточення та завантаження вихідних кодів програмного забезпечення для виконання лабораторних робіт (29 годин).

Теми на самостійне опрацювання (денна форма навчання)

Розділ 1. Введення в архітектуру сучасних процесорів. Особливості архітектурної та функціональної організації сучасних RISC та CISC процесорів.

Тема 1.1. Огляд технологій багатоядерних і багатопроцесорних комп'ютерів. Особливості виконання команд на багатоядерних процесорних ядрах. Багатоядерність в RISC процесорах ARM..

Розділ 2. Введення в практичну частину курсу «Архітектура комп'ютера 2. Процесори».

Тема 2.2. Команди для роботи в командному рядку Linux.

Тема 2.3. Введення в систему керування версіями Git.

Розділ 3. Архітектура пам'яті. Питання взаємодії процесора та пам'яті під час виконання команд

Тема 3.1. Поняття конвеєру на рівні процесорного ядра. Виконання команд в процесорах різної архітектури. Адресація даних та переходів.

Тема 3.3. Організація кеш пам'яті в сучасних комп'ютерах.

Тема 3.4. Модуль керування пам'яттю (MMU, Memory Management Unit). Захист розділів пам'яті.

Тема 3.5. Мультипрограмний режим роботи процесора.

Тема 3.6. Прямий доступ до пам'яті (DMA, direct memory access).

Розділ 5. Напрямки розвитку архітектури процесорів в умовах 4-ї індустріальної революції (Industry 4.0/IoT)

Тема 5.1. Напрямки розвитку архітектури процесорів в умовах Industry 4.0 / IoT.

Тема 5.3. Огляд процесора RISC-V, Raspberry Pi..

7. Методика викладання дисципліни на заочній формі навчання.

Лекція 1.

Введення в архітектуру сучасних процесорів. Особливості архітектурної та функціональної організації сучасних RISC та CISC процесорів.

Тема 1.1. Архітектура AVR, як флагман сучасної елементної бази для процесорних ядер, орієнтованих на встановлення універсальних операційних систем.

Теми на самостійне опрацювання

Тема 1.2. Сучасна класифікація процесорів за функціональним призначенням. Універсальні та спеціалізовані процесори. Огляд сучасної елементної бази. Системи на кристалі (SoC). Багатоядерні процесори

Тема 1.3. Архітектура Фон-Неймана в сучасних процесорних ядрах.

Лекція 2. Введення в практичну частину курсу «Архітектура комп'ютера 2. Процесори».

Тема 2.1. Організація архітектурозалежного рівня операційної системи в універсальних та спеціалізованих комп'ютерах, контролерах, мікроконтролерах.

Тема 2.2. Особливості збирання, налагодження та використання операційних систем типу Linux на процесорах AVRm7 з архітектурою Фон Неймана для реалізації вбудованих систем та комп'ютерів.

Тема 2.3. Компіляція та кроскомпіляція. Інструменти для кроскомпіляції (*Toolchains*).

Тема 2.4. Етапи розвертання операційної системи. Процеси ініціалізації архітектури в просторі ядра операційної системи на прикладі архітектури процесорів x86 та AVRv7.

Теми на самостійне опрацювання

Тема 2.5. Робота в командному рядку Linux. Введення в систему керування версями Git (*самостійна робота*). Створення проекту на GitLab.

Тема 2.6. Інструменти для кроскомпіляції (*Toolchains*). Збирання виконуваних програм завантажувальника (u-boot), ядра (Kernel), файлової системи (RootFs) для процесора AVRv7.

Тема 2.7. Прошивка процесора. Реалізація відділеної консолі за протоколом UART.

Лекція 3. Архітектура пам'яті. Питання взаємодії процесора та пам'яті під час виконання команд

Тема 3.1. Загальні питання побудови багаторівневої пам'яті комп'ютера. Надоперативна регістрова пам'ять, оперативна пам'ять, буферна (кеш) пам'ять. Взаємодія усіх рівнів пам'яті поміж собою.

Тема 3.2. Архітектура системної магістралі. Основні протоколи обміну даними між процесором і пам'яттю. Доступ до загального ресурсу. Арбітраж на системній шині.

Тема 3.3. Прямий доступ до пам'яті.

Тема 3.4. . Інтерфейси запам'ятовуючих пристроїв для комп'ютерів з різною організацією системної магістралі.

Теми на самостійне опрацювання

Тема 3.5.Управління командами. Конвеєри. Система команд. Формати команд, способи адресації команд і операндів в процесорах з різною архітектурою. Адресація даних та переходів. Особливості виконання команд різних класів та роботи з підпрограмами в універсальних і спеціалізованих процесорах.

Тема 3.6. Організація кеш пам'яті в сучасних комп'ютерах.

Тема 3.7. Організація віртуальної пам'яті. Доступ до загального ресурсу. Модуль керування пам'яттю (MMU, Memory Menagement Unit). Захист розділів пам'яті.

Тема 3.8. Управління обробкою даних на рівні програм. Мультипрограмний режим роботи процесора.

Тема 3.9. Прямий доступ до пам'яті (DMA, direct memory access).

Лекція 4. Архітектура системи вводу/виводу

Тема 4.1. Загальні питання роботи комп'ютерів з зовнішніми пристроями. Організація простору пам'яті та вводу/вивода.

Тема 4.2. Інтерфейси зовнішніх пристроїв в програмному режимі опиту готовності

Тема 4.3. Побудова інтерфейсів зовнішніх пристроїв (ЗП). Інтерфейси в системах з модульною організацією.

Тема 4.4. Організація системи переривань. Обробка переривань на різних рівнях (програмному, мікропрограмному, апаратному).

Тематики на самостійне опрацювання

Тема 5.1. Напрямки розвитку архітектури процесорів в умовах Industry 4.0 / IoT.

Тема 5.2. Використання співпроцесорів для підвищення продуктивності обчислень. Використання FPGA для реалізації реконфігурованих модулів процесорних ядер.

Тема 5.3. Огляд процесора RISC-V.

Тематика лабораторних робіт:

Лабораторні роботи для самостійного виконання

Лабораторна робота 1. Введення в систему сумісного керування проектами Git. Створення проекту в Gitea KPI для виконання лабораторних робіт.

Лабораторна робота 2. Введення в систему Kbuild Linux для збирання проектів із вихідних кодів. Збирання виконуваних файлів для ОС Linux для процесорів архітектури ARM.

Лабораторні роботи для аудиторного виконання

Лабораторна робота 3. Розвертання Linux Kernel в середовищі програмного емулятора Qemu для архітектури процесорів ARM CORTEX A.

Лабораторна робота 4. Створення віддаленої консолі засобами інтерфейсу UART. Прошивка плати BeagleBone Black.

Лабораторна робота 5. Розробка модулів процесорного ядра на C.

Лабораторна робота 6. Розробка модулів процесорного ядра. Дослідження Device Tree

Види самостійної роботи для студентів заочної форми навчання (119 годин):

- підготовка до аудиторних занять, виконання поточних домашніх завдань та опрацювання матеріалів лекцій (1,5 годин x 4 лекції = 6 годин);
- виконання індивідуального завдання до лабораторних робіт, розв'язок задач, оформлення протоколу, підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, оформлення звіту до лабораторної роботи (1,5 годин x 6 лабораторних робіт = 9 годин);
- підготовка та виконання поточної контрольної роботи (4 години);
- підготовка до екзамену (30 годин);
- самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання лабораторних робіт (70 годин).

Політика та контроль

8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для виконання лабораторних робіт та поточної контрольної роботи встановлюються дедлайни.

Виконання лабораторних робіт поза встановлених термінів супроводжуються штрафними балами, які вираховуються із оцінки за протокол. Поточна КР не приймається поза встановлені терміни.

Поточна контрольна робота виконується самостійно за індивідуальним завданням.

Виконанню кожної лабораторної роботи передують виконання індивідуального завдання і оформлення його у вигляді протоколу. Студент, який прийшов на заняття без оформленого протоколу до лабораторної роботи не допускається. Першим етапом студент захищає результати отримані під час виконання індивідуального завдання до лабораторної роботи, на другому етапі – захищає теорію шляхом усного опитування або тестування. Більшість лабораторних робіт супроводжуються тестами для оцінки вивченого теоретичного та практичного матеріалу до лабораторної роботи. Бали отримані за виконання лабораторної роботи, за тест та за протокол входять в оцінку за лабораторну роботу. Тестування проводиться на лабораторному занятті після перевірки результатів виконання лабораторних робіт. Студент, який не виконав індивідуальне завдання до лабораторної роботи й до тесту не допускається.

Окремі теми лекційних занять супроводжуються короткими експрес-тестами (на 15 хвилин), які включають матеріал вивченої теми та питання, які задані на самостійне вивчення. Бали отримані за тест входять в семестрову рейтингову оцінку. Поточні тести не перескладаються.

Поточна контрольна робота (КР) пишеться на лекційному занятті без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат пересилається до відповідної директорії Google -диску через Google форму.

Поточна контрольна робота не переписується за умови негативної оцінки, негативна оцінка за контрольну роботу (менше ніж 9 балів (<60%)) прирівнюється до 0 балів, в цьому випадку не зараховується.

Виконання лабораторних робіт є обов'язковими для допуску до семестрового екзамену. Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Бали за екзаменаційну роботу додаються до балів за лабораторні роботи та КР і складають семестрову рейтингову оцінку.

Заохочувальні бали виставляються за: активну участь на лекціях; виконання поточних домашніх завдань, ведення конспекту, підготовка повідомлення з презентацією по одній із тем СРС дисципліни тощо. Кількість заохочуваних балів не **більше 6**.

Штрафні бали можуть запроваджуватись за невчасну здачу лабораторних робіт. Кількість штрафних балів не більше 10. В період військового стану в країні штрафні бали не запроваджуються.

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

Семестровий рейтинг студента з дисципліни розраховується, виходячи із 100-бальної шкали. Семестровий рейтинг складається із стартової (поточної) оцінки R_S та екзаменаційної R_E . Стартовий рейтинг складається з балів, що студент отримує за виконання 6 лабораторних робіт R_L , поточної контрольної роботи $R_{ПКР}$ та балів за експрес-тести й заохочувальні бали.

Максимальна кількість балів за лабораторні роботи складає 40 балів, тобто $R_L = 40$.

Критерії оцінювання лабораторних робіт наступні:

- своєчасність підготовки протоколу до лабораторного заняття, повнота виконання теоретичного або практичного завдання в протоколі, протокол вчасно викладений на GitLab: 0 – 2 бали (із оцінки за протокол можуть бути вираховані штрафні бали за несвоєчасну здачу лабораторної роботи від 0 – 2 балів);
- коректність функціонування розроблених моделей на програмному або апаратному забезпеченні, демонстрація власного репозиторію на GitLab з матеріалами лабораторної роботи та наявність комітів: 0 – 2 бали;
- опитування/тестування за тематикою лабораторної роботи для зарахування практичної частини роботи, захист одержаних в роботі результатів, відповіді на додаткові теоретичні запитання викладача, повнота оформлення звіту/протоколу по роботі на GitLab: 0 – 3(4) бали.

Максимальна кількість балів за поточну КР: $R_{ПКР} = 15$ балів.

Критерії оцінювання поточної КР за чотирма рівнями:

- правильна та змістовна відповідь з поясненнями в термінах предметної області : 13 – 15 балів;
- правильна відповідь, неповні пояснення: 11 – 12 балів;
- відповідь містить помилки: 9 – 10 балів;
- відповідь містить суттєві помилки, немає пояснень: 4 – 8 балів;
- немає відповіді: 0 балів.

Оцінка за поточну КР знижується за:

- некоректне оформлення схем та креслень, відсутність розрядності регістрів, шин, не дотримання ГОСТів;
- відсутність коментарів в програмному кодї та оформленні алгоритмів;
- відсутність коментарів та пояснень під час розрахунків.

Деталізація балів за поточні роботи за семестр наведені в наступній таблиці

Назва заняття	Форма контролю	Кількість балів	Мінімальна кількість балів для зарахування	Всього балів
Лабораторна робота 1	Протокол на GitLab	2	5	7
	Виконання завдання	2		
	Опитування/тест (Linux introduction, Git)	3		
Лабораторна робота 2	Протокол на GitLab	2	4	7
	Виконання завдання	2		
	Опитування/тест	3		
Лабораторна робота 3	Протокол на GitLab	2	4	7
	Виконання завдання	2		
	Опитування/тест	3		
Лабораторна робота 4	Протокол на GitLab	2	4	7
	Виконання завдання	2		
	Опитування/тест	3		
Лабораторна робота 5	Виконання завдання	2	2	4
	Протокол на GitLab	2		
Лабораторна робота 6	Виконання завдання	2	5	8
	Протокол на GitLab	2		
	Опитування/тест по лабораторним роботам 5 - 6	4		
Поточна контрольна робота		15	9	15
Експрес-тести		5		5
Всього балів		60	30	60

Максимальна кількість балів за екзамен дорівнює **R_ε =40 балів**.

Екзаменаційний білет містить 4 завдання (одне теоретичне і три практичних) за тематикою лекцій та лабораторних робіт, що виконувались в семестрі. Кожне запитання оцінюється від 0 до 10 балів.

Критерії оцінювання кожного запитання за чотирма рівнями:

- правильна та змістовна відповідь: 9– 10 балів,
- правильна відповідь, неповні пояснення: 7 – 8 балів,
- відповідь містить помилки: 5 – 6 балів,
- немає відповіді або відповідь невірна: 0 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 атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «неатестовано».

Необхідною умовою допуску до екзамену студента є виконання і захист всіх лабораторних робіт з сумою балів не менше ніж 30 балів.

Кількість балів, що отримує студент за семестр визначається формулою

$$R = (R_{л} + R_{ПКР}) + R_{Е.} = R_{S} + R_{E}$$

Максимальна кількість балів за семестр не перевищує $R = 100$.

З урахуванням одержаної суми балів кінцева оцінка визначається наступною таблицею:

<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, професор кафедри ОТ Клименко Ірина Анатоліївна.

Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки (протокол № 10 від 25.05.2022р.).

Погоджено методичною комісією ФІОТ (протокол № 10 від 09.06.2022 р.).