



Архітектура комп'ютерів

Частина 2. Процесори

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	F (12) Інформаційні технології
Спеціальність	F7 (123) Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерні системи та мережі
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	заочна
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній
Обсяг дисципліни	5 кредитів /150 год., лекції 8 год., практичні роботи 8 год, СРС 134 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	Згідно розкладу на весняний семестр поточного навчального року за адресою http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: д.т.н., доцент, Клименко Ірина Анатоліївна, klymenko.iryana@lil.kpi.ua , доцент, к.т.н. Ткаченко Валентина Василівна, пошта tkachenko.valentyana@lil.kpi.ua Практичні роботи: Каплунов Артем Володимирович, kaplunov.artem@lil.kpi.ua Гайдай Анатолій Русланович haidai.anatolii@lil.kpi.ua
Розміщення курсу	На платформі дистанційного навчання «Сікорський»: https://classroom.google.com/c/NDIyNTg2NDY3NTY4?cjc=whbtqci

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 процесорів та інших компонентів апаратних засобів комп'ютера; система 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 сучасних процесорах архітектури ARM; збиранням виконуваних

програм із OpenSource вихідних кодів; базовими навичками програмування на мовах низького рівня, зокрема C, для процесорів архітектури ARM, прошивкою плат.

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 отримають 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. Переквізити та постеквізити 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: «Структури даних та алгоритми», «Вступ до ОС Лінукс», «Теорія електромагнітних кіл», «Дискретна математика», «Комп'ютерна логіка. Частина 1. Комп'ютерна логіка», «Комп'ютерна логіка. Частина 2. Комп'ютерна арифметика», «Практична електроніка», «Цифрова схемотехніка», «Архітектура комп'ютера 1. Арифметичні та управляючі пристрої», «Комп'ютерні мережі».

Дисципліна є базовою для курсів: «Архітектура комп'ютерів. Частина 3. Мікропроцесорні засоби», «Архітектура комп'ютерів. Курсова робота», «Комп'ютерні системи»; надає базові теоретичні та практичні знання для вивчення курсів вибіркових дисциплін Ф-каталогу «Системи обробки сигналів», «Технології програмування на C/Embedded», «Проектування електронних схем та друкованих плат», «Тестування та контроль якості (QA) вбудованих систем», «Технології розробки вбудованих систем IoT», «Проектування вбудованих 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.

Тема 1.3. Архітектура ARM, 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 ARMv7 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 ARMv7.

Тема 2.5. Етапи розвертання операційної системи. Процеси ініціалізації архітектури в просторі ядра операційної системи на прикладі архітектури процесорів x86 та ARMv7.

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 реконфігуровних 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 2. Процесори. Теорія та практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. А. Клименко, А. В. Каплунов, В. А. Таранюк, В. В. Ткаченко. – Електронні текстові дані (1 файл: 3.73 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 92 с. – Назва з екрана. URI <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52163>.

2. Тарарака В.Д. Архітектура комп'ютерних систем: навчальний посібник. – Житомир : ЖДТУ, 2018. – 383 с. [Архітектура комп'ютерних систем.pdf](#)

4.2. Додаткова література

4. Sergiyenko A.M. Computer Architecture (Архітектура комп'ютерів: підручник англійською мовою). - КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 395 с.

5. Жабін В.І., Клименко І.А., Стіренко С.Г. Арифметичні та управляючі пристрої цифрових ЕОМ: Навчальний посібник. – К.:БЕК +, 2008. –

6. Мельник А. Архітектура комп'ютера: Підручник. – Луцьк.: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.

7. 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>

8. 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>

9. 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.

10.Sarah L. Harris, David Harris Digital Design and Computer Architecture / Elsevier Science & Technology, 2022. – 720 p.

11.Hamacher C., Vranesic Z., Zaky S. COMPUTER ORGANIZATION: 5th edition. – 2022.
[Електронний ресурс] [Hamacher:ComputerOrganization \(mhhe.com\)](https://www.mhhe.com/computer-org/), [Computer Organization By Carl Hamacher 5th Edition | lulabi.live](https://www.lulabi.com/lulabi-live/).

12.Tanenbaum A.S. Structured Computer Organization: 6th Edition – 2013. - [Електронний ресурс]

13.Mark A. Yoder, Jason Kridner, BeagleBone Cookbook: Software and Hardware Problems and Solutions / O'Reilly Media, 2015. – 346 p.

14.BeagleBone Black [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://beagleboard.org/black>.

15.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.

4.3. Інформаційні ресурси

1. Курс відеолекцій – <https://bbb.comsys.kpi.ua/b/iry-ped-qe9>

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 **150** годин/5 кредитів, лекцій **8** годин, практичний робіт **8** годин, самостійної роботи **134** годин.

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 практичних робіт – придбання вмінь та навиків застосування на практиці принципів програмування для сучасних процесорів та вивчення архітектури їх окремих функціональних вузлів. Для виконання практичних робіт використовуються, емулятори Linux-орієнтованих архітектур (CEMU ARM), інструменти для програмування мікроконтролерів (vim, Eclipse), апаратне забезпечення (BeagleBone Black).

Лекція 1.

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

Тема 1.1. Вступ. Архітектура ARM, 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 ARMv7 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 ARMv7.

Теми на самостійне опрацювання

Тема 2.5. Робота в командному рядку Linux. Введення в систему керування версіями 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 ARMv7.

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

Лекції 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 (DMA, direct memory access).

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

Тема 3.5. Організація кеш пам'яті в сучасних комп'ютерах.

Теми на самостійне опрацювання

Тема 3.7. 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 3.8. Організація віртуальної пам'яті. Доступ до загального ресурсу. Модуль керування пам'яттю (MMU, Memory Management Unit). Захист розділів пам'яті.

Тема 3.9. Управління обробкою даних на рівні програм. Мультипрограмний режим роботи процесора.

Лекції 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).

Теми 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 практичних робіт:

Практичні роботи для самостійного виконання

Практична робота 1. Базові основи використання ОС Linux та інструментів для автоматизації збірки та розробки програмно-апаратного забезпечення.

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

Практичні роботи для аудиторного виконання

Практична робота 3. Розвертання Linux Kernel в середовищі програмного емулятора Qemu для архітектури процесорів ARM CORTEX A. Створення віддаленої консолі. Прошивка плати BeagleBone Black. (2 год).

Практична робота 4. Розробка модулів процесорного ядра на C. Linux Kernel. Частина 1 (2 год).

Практична робота 5. Розробка модулів процесорного ядра на C. Linux Kernel. Частина 2 (2 год)

Практична робота 6. Налаштування модулів ядра (Debugging). Дослідження Device Tree (2 год).

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти заочної форми навчання

Види самостійної роботи для студентів заочної форми навчання (134 годин):

- підготовка до аудиторних занять, виконання поточних домашніх завдань та опрацювання матеріалів лекцій (**0,5 годин x 8 годин лекції = 4 години**);
- виконання індивідуального завдання до практичних робіт, розв'язок задач, оформлення протоколу, підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на практичних заняттях, оформлення звіту до практичної роботи (1 години x 18 практичних занять (4 практичні роботи, 2 практичні роботи для самостійного виконання) **18 годин**);
- підготовка до поточної домашньої контрольної роботи (**12 годин**)
- підготовка до екзамену (**30 годин**);
- самостійне опрацювання теоретичного матеріалу, розгортання програмного середовища та завантаження вихідних кодів програмного забезпечення для виконання практичних робіт, робота з системою контролю версій Git (**70 годин**).

Матеріали для самостійного опрацювання, теми, питання для самоконтролю та контрольні запитання знаходяться на платформі дистанційного навчання «Сікорський» (Classroom) <https://classroom.google.com/c/NDIyNTg2NDY3NTY4?cjc=whbtqci>.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для виконання практичних робіт встановлюються дедлайни. Поточна контрольна робота не приймається поза встановленого терміну.

Виконання практичних робіт поза встановлених термінів супроводжуються штрафними балами, які вираховуються із оцінки за протокол. Штрафні бали виставляються за невчасну здачу практичних робіт. Кількість штрафних балів не більше 6. Штрафні бали та жорсткі дедлайни не запроваджуються у період військового стану, але дедлайни та штрафні бали прив'язуються до

поточних атестацій – із оцінок за практичні роботи, що здається після поточної атестації вираховується по 1 балу за кожну практичну роботу. Штрафні бали не запроваджуються за наявності поважної причини та, якщо було вчасно/заздалегідь повідомлено про це викладача.

Заохочувальні бали (бонуси) виставляються за: активну участь на лекціях та семінарах; виконання домашніх завдань, ведення конспекту, підготовка повідомлення з презентацією по одній із тем СРС дисципліни тощо. Додаткові бали можна також отримати, якщо виконані всі дедлайни, які прив'язані до атестацій, наприклад, якщо до першої атестації необхідно здати дві практичні роботи, то за вчасне виконання цих робіт студент може отримати заохочувальні бали за кожну вчасно виконану практичну роботу. Кількість заохочуваних балів не більше 10.

Виконанню кожної практичної роботи передують виконання індивідуального завдання і оформлення його у вигляді протоколу. Протокол виконання практичного завдання має бути завантажено в Classroom не пізніше ніж за добу до практичного завдання. До протоколу додаються посилання на Git з кодом програм (за необхідності) і посилання на всі необхідні супровідні матеріали для захисту, зокрема на відеозапис виконання практичного завдання (за необхідності, в дистанційному режимі або за використання віддаленого устаткування, тощо). Студент, який прийшов на заняття без підготовленого протоколу до захисту практичної роботи не допускається. Першим етапом студент захищає результати виконання індивідуального завдання до практичної роботи, на другому етапі – захищає теорію шляхом усного опитування або тестування. В дистанційному режимі більшість практичних робіт супроводжуються тестами для оцінки вивченого теоретичного та практичного матеріалу замість усного опитування. Бали отримані за виконання практичної роботи - за тест та за протокол складають оцінку за практичну роботу. Тестування проводиться на практичному занятті після перевірки результатів виконання індивідуальної роботи. Студент, який не виконав індивідуальне завдання до практичної роботи до тесту не допускається.

Загальною умовою допуску до семестрового контролю (екзамену) є зарахування всіх практичних робіт та рейтинг не менше 36 балів. Оцінка, яку студент може отримати за виконання кожної практичної роботи наведені в таблиці 1 оцінювання семестрових робіт, розділ 8 силабуса.

Екзаменаційна робота пишеться без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат пересилається до відповідної директорії Google - диску через Google форму. Бали за екзаменаційну роботу додаються до балів за практичні роботи та поточну контрольну роботу і складають семестрову рейтингову оцінку.

8. 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 практичних робіт $R_{ПР}$, поточної домашньої контрольної роботи $R_{ПКР}$ та заохочувальних балів.

$$R_S = R_{ПР} + R_{ПКР}.$$

Максимальна кількість балів за практичні роботи складає 48 балів, тобто $R_{ПР} = 48$. Виконання поточної домашньої контрольної роботи оцінюється в 12 балів, тобто $R_{ПКР} = 12$.

Критерії оцінювання практичних робіт наступні:

- своєчасність підготовки протоколу до практичного заняття, повнота виконання теоретичного або практичного завдання в протоколі, протокол вчасно викладений на GitLab: 0 – 2 бали (із оцінки за протокол можуть бути вирахувані штрафні бали за несвоєчасну здачу практичної роботи від 0 – 2 балів);
- коректність функціонування розроблених моделей на програмному або апаратному забезпеченні, демонстрація власного репозиторію на GitLab з матеріалами практичної роботи та, наявність комітів: 0 – 2 бали;
- опитування/тестування за тематикою практичної 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 екзамен дорівнює **R_E = 40 балів**.

Екзамен проводиться у вигляді автоматизованого тестування на платформі Google Workspace for Education / moodle, складається з тестових питань (30 балів) та практичного завдання.

Практичне завдання оцінюється від 0 до 10 балів.

Критерії оцінювання практичного завдання 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.

Таблиця 1. Деталізація балів за поточні роботи за семестр наведені в наступній таблиці

Назва заняття	Форма контролю	Кількість балів	Мінімальна кількість балів для зарахування	Всього балів
Практична робота 1	Протокол на GitLab	2	5	8
	Виконання завдання	3		
	Опитування/тест (Linux introduction, Git)	5		
Практична робота 2	Протокол на GitLab	2	10	16
	Виконання завдання	3		
	Опитування/тест	5		
Практична робота 3	Протокол на GitLab	2		
	Виконання завдання	3		
	Опитування/тест	5		
Практична робота 4	Протокол на GitLab	2	5	8
	Виконання завдання	3		
	Опитування/тест	5		
Практична робота 5	Виконання завдання	2	5	8
	Протокол на GitLab	3		
	Опитування/тест	5		
Практична робота 6	Виконання завдання	2	5	8
	Протокол на GitLab	3		
	Опитування/тест	5		
Поточна контрольна робота			8	12
Всього поточний контроль			36	60
Екзамен			24	40
Всього за семестр			60	100

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». На час першої атестації студент має виконати 2 практичні роботи, на час другої – 4 практичні роботи.

Необхідною умовою допуску до екзамену студента є виконання і захист всіх практичних робіт з сумою балів не менше ніж 36 балів.

Кількість балів, що отримує студент за семестр визначається формулою

$$R = R_s + R_e.$$

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

З урахуванням одержаної суми балів кінцева оцінка визначається наступною таблицею:

Таблиця 2. Визначення семестрової оцінки

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. Нормативні положення політики навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять. Відвідування занять є вільним, бали за присутність на лекціях та практичних заняттях не додаються, відповідно штрафні бали не передбачаються. Втім, вагова частина рейтингу формується через активну участь у заходах на практичних заняттях.

Дистанційний режим навчання. У разі запровадження обмежень на відвідування університету, пов'язаних з введенням карантину або режиму воєнного стану в державі, освітній процес здійснюється у дистанційному режимі відповідно до Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/188>), Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі (<https://profkom.kpi.ua/reglament-organizatsiyi-osvitnogo-protsesu-v-distantsiynomu-rezhimi>) та Регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (<https://osvita.kpi.ua/node/148>). У режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції на платформах BigBlueButton, Google Meet, Zoom. Посилання на конференцію видається на початку семестру і розміщується в АС «Електронний кампус». З метою забезпечення якісної підготовки здобувачів, дистанційний курс дисципліни розміщено на Платформі дистанційного навчання «Сікорський» (<https://www.sikorsky-distance.org>). Результати оцінювання висвітлюють у АС «Електронний кампус» на особистій сторінці здобувача (<https://ecampus.kpi.ua>).

Правила поведінки на заняттях. На заняттях слід дотримуватись норм етичної поведінки визначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>). На території університету здобувачі мають поводити себе відповідно до Правил внутрішнього розпорядку (<https://kpi.ua/admin-rule>).

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті. Положення про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/179>) регламентує визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті:

- у разі навчання на неформальній освіті, яку студент обрав самостійно і хоче зарахувати результати навчання в рамках дисципліни, проходиться процедура валідації, що передбачає подання здобувачем заяви на ім'я декана, декларації підтверджувальних документів. Рішення про визнання чи не визнання приймається комісією у складі завідувача кафедри, викладача, гаранта освітньо-професійної програми.

- за рішенням викладача окремі змістовні модулі або теми дисципліни можуть бути зараховані на підставі результатів проходження здобувачем онлайн-курсу або іншого елементу неформальної освіти; перелік завдань та елементів неформальної освіти визначається викладачем заздалегідь і розміщується на платформі дистанційного навчання «Сікорський», про що студенти

повідомляються на початку семестру; у цьому випадку здобувач звільняється від виконання відповідних завдань і отримує максимальний бал згідно з рейтинговою системою оцінювання.

Політика використання штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/1225>). Усі завдання, як під час виконання навчальних завдань з дисципліни, так і індивідуальні завдання, мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача. Використання ШІ для автоматичної генерації відповідей без подальшого їх аналізу та доопрацювання заборонено.

Порушення академічної доброчесності: використання плагіату. У разі виявлення фактів використання плагіату під час виконання навчальних завдань, студент втрачає право на подальше виконання поточних завдань у межах навчальної дисципліни до з'ясування обставин порушення.

Студент зобов'язаний аргументовано пояснити причини використання плагіату, а також засвідчити готовність дотримуватись принципів академічної доброчесності в подальшому навчанні (**письмово у вигляді пояснювальної записки**); повторно виконати завдання або, за потреби, виконати додаткове завдання відповідно до бачення викладача з урахуванням вимог щодо самостійності.

Зазначені дії регламентуються Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено, д.т.н, проф., професор кафедри ОТ Клименко Ірина Анатоліївна
асистент кафедри ОТ, Каплунов Артем Володимирович

Ухвалено кафедрою ОТ (протокол No 12 від 23.06.2025)

Погоджено методичною комісією ФІОТ (протокол No 11 від 27.06.2025)