



Цифрова схемотехніка

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	F Інформаційні технології
Спеціальність	F7 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерні системи та мережі
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити/120 годин, лекції 36 год., лабораторні роботи 18 год., СРС 66 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, лабораторні роботи
Розклад занять	Згідно розкладу на осінній семестр поточного навчального року за адресою https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: професор кафедри ОТ, д.т.н., проф. Клименко Ірина Анатоліївна, klymenko.iryana@edu.kpi.ua Лабораторні роботи: ас. Кафедри ОТ Нікольський Сергій Сергійович, nikolskiy.serhiy@iit.kpi.ua
Розміщення курсу	На платформі дистанційного навчання «Сікорський»: https://classroom.google.com/c/Njg1NDkzNDY2MDM1?cjc=z26eeg7

2. Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Цифрова схемотехніка» є нормативною професійно-орієнтованою складовою підготовки бакалаврів спеціальності **123 «Комп'ютерна інженерія»**. Вона має фундаментальне значення для формування компетентностей майбутніх фахівців як у сфері комп'ютерної інженерії, так і в суміжних галузях – цифровому приладобудуванні, телекомунікаціях, інформаційно-вимірювальній техніці, цифровому телебаченні та радіозв'язку.

Метою вивчення дисципліни «Цифрова схемотехніка» є формування у студентів знань і практичних навичок із проектування, моделювання та дослідження цифрових схем і пристроїв із використанням сучасної елементної бази та САПР.

Як навчальний курс, «Цифрова схемотехніка» поєднує базові основи комп'ютерної схемотехніки з сучасними прикладними аспектами проектування цифрових пристроїв. Особливу увагу приділено принципам функціонування типових вузлів комп'ютерів, а також використанню

програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС) для реалізації апаратних рішень.

Предметом дисципліни є математичні, алгоритмічні та апаратні методи побудови цифрових схем, їх моделювання, дослідження характеристик та оптимальна реалізація із застосуванням сучасних систем автоматизованого проєктування. У навчальному процесі використовуються сучасні САПР: **ModelSim** для функціонального моделювання й перевірки роботи цифрових пристроїв та **Quartus II** для синтезу й реалізації проєктів на ПЛІС. Прикладні задачі під час вивчення дисципліни, такі як проєктування типових вузлів, блоків і пристроїв комп'ютерів та дослідження їх характеристик вирішуються з використанням навчально налагоджувальної плати компанії Intel **DE2 Development and Education Board (Cyclone II)**, **DE2-115 (Cyclone IV)**, **DE2-SoC Board (Cyclone V SoC)**.

Вивчення дисципліни забезпечує наступні загальні та фахові компетенції:

- ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- ЗК 02. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
- ЗК 07. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми
- ФК 02. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення
- ФК 5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проєктування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо
- ФК 12. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання
- ФК 16. Здатність проєктувати, впроваджувати та обслуговувати високопродуктивні паралельні та розподілені комп'ютерні системи та їх складові з використання ПЛІС модулів і систем автоматизованого проєктування;

У відповідності до вищезазначеного, студенти отримають наступні результати навчання:

- ПРН 02. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах
- ПРН 03. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії
- ПРН 07. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.
- ПРН 08. Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей
- ПРН 09. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності
- ПРН 10. Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання
- ПРН 13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

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

При вивченні дисципліни «Комп'ютерна схемотехніка» доцільно використовувати знання, отримані при вивченні попередніх дисциплін: «Структури даних та алгоритми», «Програмування», «Теорія електромагнітних кіл», «Дискретна математика», «Комп'ютерна логіка. Частина 1. Комп'ютерна логіка», «Комп'ютерна логіка. Частина 2. Комп'ютерна арифметика», «Практична електроніка».

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 вибірових дисциплін Ф-каталогу «Вступ до цифрової обробки сигналів та даних», «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

Розділ 1. Вступ і основи

Лекція 1. Вступ у комп'ютерну схемотехніку.

Тема 1.1. Поняття комп'ютерної схемотехніки та цифрового дизайну.

Тема 1.2. Класифікація інтегральних мікросхем

Тема 1.3. Місце, особливості та призначення використання ПЛІС в розробці ІС.

Лекція 2. Огляд САПР для цифрового дизайну.

Тема 2.1. Основні середовища автоматизації проектування, включно з Quartus II та ModelSim.

Тема 2.2. Процес проектування цифрових схем, життєвий цикл проекту, функціональний та структурний синтез, трасування сигналів, розводка в ПЛІС та прошивка плат.

Тема 2.3. Практичні аспекти підготовки файлів для виробництва мікросхем.

Розділ 2. Структурний синтез цифрових схем.

Лекції 3-4. Синтез цифрових схем у САПР Quartus II.

Тема 3.1. Основи проектування, створення проекту в схемному редакторі.

Тема 4.1. Розробка базових комбінаційних схем, прошивка плати та перевірка функціональності.

Лекція 5. Синтез суматорів.

Тема 5.1. Побудова і тестування суматорів, використання комбінаційних елементів, практична перевірка на стенді або в САПР.

Розділ 3. Верифікація і мови опису апаратури

Лекція 6. Вступ у Verilog і САПР для функціонального моделювання.

Тема 6.1. Поняття функціонального моделювання і рівні опису схем.

Тема 6.2. Мови опису апаратури.

Тема 6.3. Огляд САПР для моделювання, верифікації та тестування.

Лекція 7. Основи мови Verilog.

Тема 7.1. Структура модулів, типи даних, процеси, приклади розробки комбінаційних і послідовних конструкцій.

Лекція 8. Створення проекту на Verilog.

Тема 8.1. Розробка проекту у ModelSim для синтезу цифрових систем.

Тема 8.2. Підходи до практичної реалізації вузлів у Verilog.

Лекції 9–10. Розроблення цифрових вузлів на Verilog.

Тема 9.1. Дешифратори, суматори та інші логічні блоки.

Тема 9.2. Використання мультиплексорів, демультимплексорів, дешифраторів і шифраторів у комбінаторних і послідовних схемах.

Тема 10.1. Проектування складових елементів, практична перевірка і тестування.

Лекція 11. Розробка тестбенчів та верифікація.

Тема 11.1. Створення тестових сценаріїв, аналіз результатів симуляцій, верифікація синтезованих проектів.

Модуль 4. Арифметико-логічні та керуючі пристрої

Лекція 12. Арифметико-логічні пристрої (АЛП).

Тема 12.1. Побудова АЛП, синтез і моделювання, інтеграція АЛП у цифрові проекти.

Лекція 13. Блоки мікропрограмного керування.

Тема 13.1. Принципи побудови мікропрограмного керування, взаємодія з АЛП.

Лекція 14. Інтеграція пам'яті в проект.

Тема 14.1. Запам'ятовуючі пристрої, статичні і динамічні ОЗП (SRAM, DRAM).

Тема 14.2. Постійні і перепрограмовні ЗП

Тема 14.3. Кеш-пам'ять та асоціативна пам'ять.

Лекція 15. Ідеї розроблення процесорного ядра.

Тема 15.1. Основні концепції побудови ядра процесора, практичні поради щодо інтеграції вузлів.

Лекції 16. Питання оптимізації цифрових схем.

Тема 16.1. Аналіз критичного шляху сигналу і затримок у цифрових схемах.

Тема 16.2. Захист схем і надійність: резервування, перевірка станів, синхронізація сигналів.

Лекція 17. Приклади практичної реалізації проекту на FPGA.

Тема 17.1. Реалізація цифрових схем на ПЛІС для швидкого прототипування, тестування та перевірки функціонування комбінаційних і послідовних вузлів.

Тема 17.2. Використання ПЛІС в практичних проектах.

Лекція 18. Історичні аспекти та тенденції розвитку мікросхем.

Тема 18.1. Історичні аспекти розвитку цифрових пристроїв

Тема 18.2. Огляд технологій виготовлення інтегральних схем, огляд еволюції інтегральних схем

Тема 18.3. Новітні технології виробництва МС, тенденції розвитку цифрового дизайну та цифрових систем.

4. Навчальні ресурси та матеріали

4.1. Базова література:

1. Комп'ютерна схемотехніка: лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» / О. А. Верба, В. І. Жабін, І. А. Клименко, В. В. Ткаченко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,64 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. –110 с.

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29747>

2. Комп'ютерна схемотехніка : підручник / Азаров О. Д., Гарнага В. А., Клятченко Я. М., Тарасенко В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 230 с. ISBN 978-966-641-736-0

3. Бабиш М.П., Жуков І.А. Комп'ютерна схемотехніка: Навчальний посібник. – К.: „МК-Прес”, 2004. – 412 с.

4. Архітектура комп'ютерних систем: лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / Є. О. Батрак ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 110 с.

4.2. Додаткова література:

5. Матвієнко М.П., Розан В.П. Комп'ютерна схемотехніка. Навчальний посібник. – Київ: Видавництво Ліра – К, 2016. – 192 с.

6. ДСТУ 3212-95. Мікросхеми інтегровані. Класифікація та система умовних позначень.

4.3. Інформаційні ресурси:

1. Курс відеолекцій – <https://bbb.comsys.kpi.ua/rooms/iry-7ds-r3u-otz/join>

2. Дистанційний курс на платформі дистанційного навчання «Сікорський» в середовищі Google Workspace for Education: Цифрова схемотехніка

<https://classroom.google.com/c/Njg1NDkzNDY2MDM1?cjc=z26eeq7> . На ресурсі розміщено додаткові теоретичні матеріали та приклади виконання практичних задач, презентації та відеозаписи лекцій, перелік питань та завдання до самостійного опрацювання, матеріали для підготовки до заліку.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом. На вивчення дисципліни виділено 120 годин/4 кредитів, лекцій 36 годин, лабораторних робіт 18 годин, самостійної роботи 66 годин.

Лекційні заняття

У лекційному матеріалі дисципліни основна увага приділяється принципам побудови цифрових пристроїв та систем на основі базових логічних елементів. Розглядаються методи аналізу та синтезу комбінаційних і послідовнісних схем, особливості побудови функціональних вузлів комп'ютера та сучасні підходи до цифрового проектування з використанням САПР.

Деталізація тем лекційних занять, конспект лекцій та відеоматеріали розміщено на платформі дистанційного навчання «Сікорській» <https://classroom.google.com/c/Njq1NDkzNDY2MDM1?cjc=z26eeq7>

Лабораторні роботи

Мета лабораторних робіт – формування навичок проектування, моделювання та відлагодження цифрових схем різного рівня складності. Для виконання практичних завдань використовуються сучасні засоби автоматизованого проектування (Quartus II, ModelSim), що забезпечують синтез та перевірку роботи цифрових пристроїв, а також апаратні відлагоджувальні платформи.

Тематика лабораторних робіт:

Лабораторна робота 1. Вивчення системи автоматизації проектування QUARTUS II. Синтез комбінаційних схем (2 год).

Лабораторна робота 2. Розроблення модуля комбінаційного суматора (2 год).

Лабораторна робота 3. Вивчення середовища моделювання MODELSIM. Розроблення схем комбінаційної логіки (4 год).

Лабораторна робота 4. Комбінаційні пристрої. Розроблення типових вузлів комп'ютера (2 год).

Лабораторна робота 5. Пристрої для перетворення чисел. Розроблення типових вузлів комп'ютера (4 год)

Лабораторна робота 6. Розробка модуля арифметико-логічного пристрою. Проєкт (4 год)

Основні теми на вибір:

Тема 1. Розроблення модуля арифметико-логічного блоку (ALU) з підтримкою основних операцій (AND, OR, XOR, ADD, SUB, SHIFT).

Тема 2. Проектування арифметичного пристрою множення/ділення.

Теми інших проєктів (альтернативно):

Арифметика та логіка

Керуючі автомати (FSM - finite state machine)

Тема 3. FSM для світлофора/світлодіодами на платі.

Тема 4. FSM для автомата з продажу квитків/напоїв.

Прикладні проєкти

Тема 5. Розроблення простого процесора з інструкціями додавання, віднімання, пересилки даних.

Тема 6. Розробка блоку мікропрограмного керування для операційного пристрою з розподіленою логікою

Тема 7. Створення модуля цифрової обробки сигналів (наприклад, FIR-фільтра).

Тема 8. Реалізація цифрової гри (наприклад, "світлодіодна змійка") на ПЛІС.

Загальні методичні рекомендації для дистанційного виконання:

1. **Зосередитись на програмуванні та інтеграції модулів.** Оскільки фізичне паяння може бути складним або неможливим у дистанційному навчанні, пропонується працювати з готовими модулями та сенсорами, що підключаються через стандартні інтерфейси. Це дозволяє студентам виконати більшу частину роботи без необхідності мати фізичний доступ до обладнання.

2. **Використання САПР для проєктування та трасування плат.** Студенти можуть виконувати всі етапи проєктування (схеми, трасування) в САПР. Це дозволяє здійснювати проєкти без необхідності фізичного виготовлення плат, що особливо важливо для дистанційного навчання.

3. **Тестування через віртуальні інструменти та симулятори.** Для перевірки роботи системи можна використовувати віртуальні інструменти або емулятори, що дозволяють перевіряти інтеграцію компонентів та програмування без фізичних з'єднань.

4. **Опціональне паяння компонентів.** Якщо студенти мають можливість працювати фізично, вони можуть паяти компоненти на виготовлених платах, що додає елемент практичного навчання. В іншому випадку, можна обмежитись віртуальними платами та моделями.

5. **Комунікація та підтримка.** Використовувати онлайн-інструменти для зворотного зв'язку, обговорення завдань та підтримки студентів у процесі виконання проєктів. Важливо мати регулярні консультації та можливість допомогти студентам у разі виникнення питань.

6. **Найбільш вмотивовані студенти отримують** необхідне обладнання для реалізації проєктів.

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Види самостійної роботи (66 годин):

- підготовка до аудиторних занять, виконання поточних домашніх завдань та опрацювання матеріалів лекцій (**0,5 годин x 36 годин = 18 годин**);
- виконання індивідуального завдання до лабораторних робіт, розв'язок задач, підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, оформлення протоколу, оформлення звіту до лабораторної роботи (1 година x 16 годин лабораторних занять (8 лабораторних робіт) = **16 годин**);
- виконання лабораторної роботи 6. Проєктна діяльність, підготовка документації та презентації (**10 годин**).
- підготовка до поточної контрольної роботи (**2 години**);
- підготовка до заліку (**6 годин**);

самостійне опрацювання теоретичного матеріалу, розгортання програмного середовища та завантаження вихідних кодів програмного забезпечення для виконання лабораторних робіт, робота з системою контролю версій Git, підготовка презентації (**16 годин**).

Питання для самоконтролю та самостійного опрацювання

Основи та історія розвитку

1. Етапи розвитку комп'ютерної схемотехніки.
2. Класифікація інтегральних мікросхем (ІМС).
3. Поняття та класифікація програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС).

Умовні позначення та елементна база

4. Система умовних позначень цифрових схем.
5. Позначення, класифікація та типи корпусів ІМС.
6. Логічні елементи на біполярних і польових транзисторах.
7. Характеристики базових логічних елементів (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, XNOR).
8. Аналіз і синтез комбінаційних схем: побудова таблиць істинності, мінімізація функцій (метод Вейча), перетворення булевих функцій в різні алгебри.
9. Параметри логічних елементів: затримка, споживана потужність, рівні напруг, шумова стійкість.

Комбінаційні пристрої

10. Функціональні елементи комп'ютерної схемотехніки.

11. Суматори: принцип роботи, класифікація, проектування та дослідження.
12. Дешифратори та шифратори.
13. Перетворювачі кодів.
14. Мультиплексори та демультиплексори.
15. Компаратори.
16. Схеми контролю.

Послідовні пристрої

17. Комп'ютерні пристрої на тригерах.
18. Асинхронні та синхронні тригери.
19. Регістри: принцип роботи та класифікація.
20. Лічильники: види та застосування.
21. Синтез і аналіз керуючих автоматів

Пристрої керування та обробки даних

22. Арифметико-логічні пристрої (АЛП): структура, принципи роботи.
23. Організація роботи пристрою мікропрограмного керування.
24. Методи виконання арифметичних операцій в комп'ютерах.
25. Обробка даних з плаваючою комою.
26. Формування ознак виконання арифметичних операцій в АЛП.

Запам'ятовуючі пристрої

27. Класифікація запам'ятовуючих пристроїв.
28. Напівпровідникові ЗП: статичні (SRAM), динамічні (DRAM).
29. Постійні та перепрограмовні ЗП.
30. Кеш-пам'ять: організація та принципи роботи.
31. Асоціативна пам'ять.

Мови опису апаратури

32. Основи мови опису апаратури Verilog HDL.
33. Приклади опису комбінаційних та послідовних схем у Verilog HDL.

Матеріали для самостійного опрацювання, теми, питання для самоконтролю та контрольні запитання знаходяться на платформі дистанційного навчання «Сікорський» (Classroom) <https://classroom.google.com/c/Njq1NDkzNDY2MDM1?cjc=z26eeq7>.

1. Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Дедлайни. Для виконання лабораторних робіт встановлюються дедлайни. Дедлайни уточнюються і оприлюднюються викладачем на початку семестру.

Заохочувальні бали (бонуси) виставляються за: активну участь на лекціях та семінарах, наприклад участь в дискусіях; виконання домашніх завдань, ведення конспекту, підготовка повідомлення з презентацією по одній із тем СРС дисципліни тощо. Кількість заохочуваних балів не більше 10.

Заохочувальні бали також можуть нараховуватися за прояви **soft skills** під час виконання контрольних заходів дисципліни (лабораторних робіт, поточних контрольних робіт, модульних контрольних робіт). До таких проявів належать, зокрема, старанність під час виконання завдань, дотримання встановлених термінів подання робіт, відповідальне ставлення до навчального процесу, самостійність та якість оформлення результатів. Бали нараховуються в розмірі **до 1 балу за одне завдання** за рішенням викладача.

Лабораторні роботи. Виконанню кожної лабораторної роботи передуює виконання індивідуального завдання і оформлення його у вигляді протоколу. Протокол виконання лабораторного завдання має бути завантажено в Classroom не пізніше ніж за добу до лабораторного 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 лабораторного

завдання (за необхідності, в дистанційному режимі або за використання віддаленого устаткування, тощо). Студент, який прийшов на заняття без підготовленого протоколу до захисту лабораторної роботи не допускається. Першим етапом студент захищає результати виконання індивідуального завдання до лабораторної роботи, на другому етапі – захищає теорію шляхом усного опитування або тестування. В дистанційному режимі більшість лабораторних робіт супроводжуються тестами для оцінки вивченого теоретичного та лабораторного матеріалу замість усного опитування. Бали отримані за виконання лабораторної роботи, за опитування (тест) та за протокол складають оцінку за лабораторну роботу. Тестування проводиться на лабораторному занятті після перевірки результатів виконання індивідуальної роботи. Студент, який не виконав індивідуальне завдання до лабораторної роботи до тесту не допускається.

Оцінка, яку студент може отримати за виконання кожної лабораторної роботи наведені в таблиці 1 оцінювання семестрових робіт, розділ 8 силабуса.

Семестровий контроль. Загальною умовою допуску до семестрового контролю (заліку) є зарахування всіх лабораторних робіт, та рейтинг не менше 36 балів. Індивідуальна робота студента включає виконання всіх поточних робіт за семестр. Таким чином кількість балів за індивідуальну роботу за семестр дорівнює від 36 до 58 балів. Максимальна оцінка за залікову роботу дорівнює 30 балів.

В рамках семестрового контролю передбачена обов'язкова заключна залікова контрольна робота. Рейтингова (семестрова) оцінка визначається як сума балів за залікову контрольну роботу та балів за індивідуальну семестрову роботу (лабораторні роботи та експерс-тести).

Залікова робота пишеться без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат пересилається до відповідної директорії Google – диску через Google форму. Бали за залікову роботу додаються до балів за індивідуальну роботу і складають семестрову рейтингову оцінку.

Відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologennia_RSO_2022.pdf пп. 3.7 – 3.11 передбачено наступне:

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та отримали семестрову рейтингову оцінку менше 60 балів, а також здобувачі, які бажають підвищити свою семестрову рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті складають залік у вигляді усної співбесіди.

У разі проходження залікової співбесіди, рейтингова (семестрова) оцінка, визначається, **як сума балів за індивідуальну семестрову роботу (що відповідають балам за лабораторні роботи протягом семестру, див. табл. 1) та оцінка за залікову співбесіду. Всі інші бали, які набрані протягом семестру (окрім балів за лабораторні роботи) анулюються.**

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

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

Семестровий рейтинг студента з кредитного модуля розраховується, виходячи із 100-бальної шкали. Рейтинг складається з балів, що студент отримує за виконання 6 лабораторних робіт R_L , та експерт-тестів R_{ET} .

Максимальна кількість балів за лабораторні роботи складає 58 балів, тобто $R_L = 58$.

Критерії оцінювання лабораторних робіт наступні:

- *Протокол (2 б):* Відповідність протоколу лабораторній роботі та встановленим вимогам до оформлення, коректність розміщення протоколу в Classroom/Git, повнота та логічність викладення матеріалу:

0 балів – протокол відсутній або не відповідає лабораторній роботі та встановленим вимогам, зокрема містить скріншоти та інші ілюстративні матеріали, які не дозволяють однозначно ідентифікувати середовище та користувача виконання роботи.

1 бал – протокол частково відповідає лабораторній роботі та вимогам до оформлення; матеріал подано неповно або з порушенням логіки викладення, результати виконання неповні, відсутні висновки.

2 бали – протокол повністю відповідає лабораторній роботі та встановленим вимогам до оформлення; коректно розміщений у Classroom/Git; матеріал викладено повно й логічно, наявні змістовні висновки; надані ілюстративні матеріали (скріншоти, фрагменти консолі тощо) **є автентичними, належать автору роботи та містять ідентифікаційні ознаки користувача середовища виконання.**

– **Виконання завдання** (4 б): розроблені моделі працюють правильно у програмному або апаратному середовищі, відповідають вимогам завдання (2 бали), студент показує власний репозиторій з усіма матеріалами лабораторної роботи; репозиторій містить логічну структуру файлів та історію комітів, що демонструє послідовність роботи (1 бал), студент пояснює та аргументує отримані результати, демонструє розуміння виконаного завдання (1 бал);

– **Опитування/тестування** (4 б) за тематикою лабораторної роботи для зарахування теоретичної частини роботи, відповіді на додаткові теоретичні запитання викладача: 0 – 4 бали.

Усний захист лабораторних робіт за баченням викладача може бути замінений на тестування, зокрема у вигляді автоматизованого тестування на платформі Google Workspace for Education / Moodle. Оцінка за поточний тест – 4 бали. Детальний підхід до оцінювання кожної лабораторної роботи наведений в таблиці 1.

Максимальна кількість балів за залікову контрольну роботу дорівнює $R_3 = 30$ балів.

Залікова контрольна робота проводиться у вигляді автоматизованого тестування на платформі Google Workspace for Education / moodle, складається з вибраних питань, які були протягом семестру в експрес тестах, на захистах лабораторних робіт та лабораторних завдань.

Максимальна кількість балів за експрес-тести $R_{ET} = 12$ балів, тести проводяться у вигляді автоматизованого тестування або у вигляді поточних контрольних робіт.

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».

Кількість балів, що отримує студент за семестр визначається за формулою:

$$R = R_{LP} + R_{ET} + R_{ЗКР}$$

Таблиця 1. Деталізація балів за поточні роботи за семестр

Назва заняття	Форма контролю	Кількість балів	Допуск до заліку автоматом	Всього балів
Лабораторна робота 1	Виконання завдання	3	6	9
	Опитування	4		
	Протокол	2		
Лабораторна робота 2	Виконання завдання	3	6	9
	Опитування	4		
	Протокол	2		
Лабораторна робота 3	Виконання завдання	3	6	9
	Опитування	4		
	Протокол	2		
Лабораторна робота 4	Виконання завдання	3	6	9
	Опитування	4		
	Протокол	2		
Лабораторна робота 5	Виконання завдання	3	6	9

	Опитування	4		
	Протокол	2		
Лабораторна робота 6	Виконання завдання	7	6	13
	Опитування	4		
	Протокол	2		
Індивідуальна робота			36	58
Експрес-тести на лекціях	2 x 6	10	6	12
Залік			18	30
Всього балів		100	60	100

Якщо студент проходить співбесіду для підвищення балів, його рейтингова (семестрова) оцінка визначається за формулою:

$$R = R_{\text{ЛР}} + R_{\text{СПІВБЕСІДА}}$$

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

З урахуванням одержаної суми балів кінцева оцінка визначається за таблицею 2.

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено, д.т.н, проф., професор кафедри ОТ Клименко Ірина Анатоліївна.

Увалено кафедрою ОТ (протокол № 18 від 24.06.2026)

Погоджено методичною комісією ФІОТ (протокол № 12 від 26.06.2026)