



Проектування електронних систем та друкованих плат

(Сертифікатна програма Інженерія вбудованих систем та інтернет речей
за участі компанії GlobalLogic)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	F (12) Інформаційні технології
Спеціальність	F2 (121) Інженерія програмного забезпечення; F7 (123) Комп'ютерна інженерія, F6 (126) Інформаційні системи та технології
Освітня програма	Комп'ютерні системи та мережі Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем Інтегровані інформаційні системи Інформаційні управляючі системи та технології Інформаційне забезпечення робототехнічних систем Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/заочна
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний
Обсяг дисципліни	4 кредитів/120 год. денна форма: лекцій 36 годин, Пр. роб. 18 год., СРС 66 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
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: професор кафедри ОТ, д.т.н., професор Клименко Ірина Анатоліївна klymenko.iryana@ill.kpi.ua , асистент кафедри ОТГайдай Анатолій Русланович haidai.anatolii@ill.kpi.ua Практичні роботи: Гайдай Анатолій Русланович haidai.anatolii@ill.kpi.ua
Розміщення курсу	Навчальний курс розміщений на платформі дистанційного навчання «Сікорський» в середовищі Google Workspace for Education: https://classroom.google.com/c/NzI3OTc5MzE2MDk4?cjc=qag46m

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

Мета дисципліни «Проектування електронних систем та друкованих плат» – опанування практичних навичок програмування мікроконтролерів (Arduino/STM32), створення електронних проектів з використанням друкованих плат, використання систем автоматизованого проектування (САПР) для проектування електронних систем та друкованих плат.

Вивчення дисципліни підсилює наступні загальні та фахові компетенції:

Для спеціальності F2 (121) Інженерія програмного забезпечення

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
- Здатність працювати в команді
- Здатність ідентифікувати, класифікувати та формулювати вимоги до програмного забезпечення
- Здатність формулювати та забезпечувати вимоги щодо якості програмного забезпечення у відповідності з вимогами замовника, технічним завданням та стандартами
- Здатність дотримуватися специфікацій, стандартів, правил і рекомендацій в професійній галузі при реалізації процесів життєвого циклу
- Здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя
- Здатність до алгоритмічного та логічного мислення
- Здатність розробляти та використовувати мережні технології
- Здатність розробляти та використовувати програмне забезпечення для високопродуктивних комп'ютерних систем
- Здатність використовувати принципи побудови, функціонування та узагальнену структуру мікропроцесорних систем та особливості програмного забезпечення мікропроцесорних систем та мікроконтролерів

Для спеціальності F7 (123) «Комп'ютерна інженерія»

- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
- Здатність працювати в команді
- 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.
- Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.
- Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.
- Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.
- Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати високопродуктивні паралельні та розподілені комп'ютерні системи та їх складові з використання ПЛІС модулів і систем автоматизованого проектування
- Здатність розробляти, адаптувати, використовувати програмно-технічні засоби для збирання, оброблення та інтелектуального аналізу даних в комп'ютерних системах: паралельних, розподілених, хмарних, безпечних, інтелектуальних, розумних, Інтернет речей, зокрема, з використанням штучного інтелекту.

Для спеціальності F6 (126) Інформаційні системи та технології

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
- Здатність розробляти та управляти проектами
- Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область
- Здатність застосовувати стандарти в області інформаційних систем та технологій при розробці функціональних профілів, побудові та інтеграції систем, продуктів, сервісів і елементів інфраструктури організації
- Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно апаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними
- Здатність управляти та користуватися сучасними інформаційно-комунікаційними системами та технологіями (у тому числі такими, що базуються на використанні Інтернет).
- Здатність розробляти структури робототехнічних систем та проектувати функціональні пристрої роботів та робототехнологічних комплексів
- Здатність використовувати знання основ електроніки і мікросхемотехніки, сучасної елементної бази при проектуванні мікропроцесорних пристроїв робототехнічних систем
- Здатність формувати нові конкурентоспроможні ідеї й реалізовувати їх у проектах (стартапах)

У відповідності до вищезазначеного, підсилені загальні та фахові компетенції дадуть наступні результати навчання:

1. Здатність проектувати, розробляти та реалізовувати мікроконтролерні системи – розробляти повноцінні апаратно-програмні рішення на базі Arduino та STM32 з урахуванням технічних вимог і обмежень застосування у вбудованих системах.

2. Здатність виконувати проектування електронних пристроїв та друкованих плат – здійснювати створення електричних принципових схем, розводку друкованих плат у САПР, аналізувати та усувати потенційні проблеми трасування, формувати пакети виробничої документації.

3. Навички виконання ручного монтажу та складання електронних пристроїв – виконувати якісне паяння, діагностувати дефекти монтажу, збирати прототипи пристроїв, здійснювати їх первинне тестування та налагодження.

4. Вміння користуватися сучасними САПР для розробки електроніки – володіти навичками роботи в середовищі KiCAD або аналогічних, створювати бібліотеки компонентів, здійснювати 3D-візуалізацію та перевірку конструктивної сумісності.

5. Компетентність в інтеграції апаратного та програмного забезпечення в електронних системах – інтегрувати сенсори, виконавчі пристрої та комунікаційні модулі з програмним забезпеченням, забезпечувати узгоджену роботу системи в реальному часі, проводити повний цикл розробки — від ідеї до тестування прототипу.

6. Підсилена здатність працювати з технічною документацією та дотримуватись стандартів проектування – читати, створювати та застосовувати технічну документацію, дотримуватись норм ЕМС, вимог безпеки та виробничих стандартів у розробці електронних систем.

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

Для успішного засвоєння дисципліни «Проектування електронних систем та друкованих плат» студентам доцільно мати базові теоретичні та практичні знання, необхідні для проектування, складання та налагодження апаратно-програмних електронних систем, які набуті під час вивчення базових та професійно орієнтованих дисциплін та охоплюють такі напрями:

- Основи комп'ютерної логіки та цифрової електроніки
- Теоретичні основи електротехніки, електричних кіл та сигналів
- Схемотехніка та базові знання з апаратних засобів вбудованих систем
- Програмування та алгоритмічне мислення

- Базові знання з архітектури комп'ютерів, принципи побудови процесорів та керуючих пристроїв
- Основи програмування мовою C (особливо для низькорівневих/вбудованих систем)
- Основи мікроконтролерного програмування (на прикладі Arduino, STM32 тощо)
- Основи операційних систем, бажано ознайомлення з Linux.

Знання та навички, отримані під час вивчення дисципліни «Проектування електронних систем та друкованих плат», можуть бути застосовані під час вирішення навчальних та практичних завдань, що виникають під час:

- проектування вбудованих та інтелектуальних систем;
- розробки апаратно-програмних комплексів;
- впровадження технологій Інтернету речей (IoT);
- створення робототехнічних та автоматизованих систем;
- роботи з мікропроцесорною технікою та системним програмуванням;
- розробки та тестування електронних пристроїв і прототипів.

Здобуті навички можуть бути використані при виконанні курсових і бакалаврських проектів, а також у практикоорієнтованих ініціативах, таких як стартапи та хакатони, пов'язані з розробкою фізичних пристроїв.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ

Розділ 1. Вступ до проектування мікропроцесорних систем

- Тема 1.1. Огляд мікропроцесорних систем: архітектура та компоненти.
- Тема 1.2. Основні поняття проектування апаратного забезпечення.
- Тема 1.3. Введення в мікроконтролери: вибір, параметри, сфери застосування.

Розділ 2. Огляд схемотехнічних аспектів

- Тема 2.1. Електронні компоненти: резистори, конденсатори, діоди, транзистори, ІС.
- Тема 2.2. Принципові електричні схеми: читання та побудова.
- Тема 2.3. Основи розробки схем: блок-схеми та функціональні схеми.
- Тема 2.4. Базові питання цифрової та аналогової схемотехніки.

Розділ 3. Основи проектування друкованих плат

- Тема 3.1. Основи технології друкованих плат: типи, матеріали, шари.
- Тема 3.2. Етапи проектування друкованих плат: від концепції до виготовлення.
- Тема 3.3. Робота з системами автоматизованого проектування (САПР): огляд та вибір програмного забезпечення.
- Тема 3.4. Проектування простих друкованих плат в САПР (KiCad).
- Тема 3.5. Правила трасування доріжок та розміщення компонентів.

Розділ 4. САПР KiCad для проектування друкованих плат

- Тема 4.1. Введення до САПР KiCad: основні функції та інтерфейс.
- Тема 4.2. Створення схем у САПР: бібліотеки компонентів, побудова принципових схем.
- Тема 4.3. Розробка друкованих плат: компонування, трасування, перевірка дизайну.
- Тема 4.4. Експорт проектів для виготовлення: формати файлів, вимоги до виробництва.

Розділ 5. Виготовлення та тестування друкованих плат

- Тема 5.1. Технології виготовлення друкованих плат: процеси та обладнання.
- Тема 5.2. Практична робота: виготовлення прототипу друкованої плати.
- Тема 5.3. Пайка: техніка пайки, види паяльників, компоненти для пайки.
- Тема 5.4. Практична робота: пайка компонентів на друковану плату.

Розділ 6. Інтеграція мікропроцесорів у друковані плати

- Тема 6.1. Підключення мікропроцесора до інших компонентів.
- Тема 6.2. Програмування мікропроцесорів: основи мови програмування C.
- Тема 6.3. Налагодження та тестування мікропроцесорних систем.

Розділ 7. Аналіз і оптимізація

Тема 7.1. Відладка схем та друкованих плат: виявлення та виправлення помилок.

Тема 7.2. Аналіз та оптимізація проєктів для зменшення шуму, підвищення надійності та продуктивності.

Тема 7.3. Вимірювання та тестування: осцилографи, мультиметри, логічні аналізатори.

Розділ 8. Проєктний практикум

Тема 8.1. Вибір теми проєкту: розробка реального мікропроцесорного пристрою.

Тема 8.2. Етапи проєктування: від концепції до реалізації.

Тема 8.3. Виготовлення прототипу: створення друкованої плати, монтаж компонентів.

Тема 8.4. Тестування та налагодження готового пристрою.

Розділ 9. Питання безпеки та надійності мікропроцесорних систем

Тема 9.1. Основи електромагнітної сумісності.

Тема 9.2. Захист від перевантажень, перешкод та електростатичних розрядів.

Тема 9.3. Принципи проєктування надійних систем.

Розділ 10. Перспективи розвитку мікропроцесорних систем

Тема 10.1. Новітні технології в області мікропроцесорних систем та друкованих плат.

Тема 10.2. Роль інновацій в мікроелектроніці та їхній вплив на майбутнє проєктування.

Семінар. Захист проєктів

Презентація та захист розроблених проєктів.

Оцінка практичних навичок та теоретичних знань.

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. Архітектура комп'ютерів 3. Мікропроцесорні системи. Частина 2. Програмування для мікроконтролерів STM32. 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: 9.95 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 197 с. – Назва з екрана. URI <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52015>

3. Новацький, А. О. Комп'ютерна електроніка та мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] : підручник для студентів, які навчаються за освітньою програмою «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології» / А. О. Новацький ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 34,1 Мбайта). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 447 с. – Назва з екрана. URI <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/68194>

4. CAD-системи та мультимедіа [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології» / М. М. Поліщук, М. М. Ткач ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,98 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 113 с. – Назва з екрана. URI <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41390>

4.2. Додаткова література

5. Павловський, О. М. Мікроконтролери та мікропроцесорна техніка. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / О. М. Павловський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні

текстові дані (1 файл: 3,17 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 104 с. – Назва з екрана <https://ela.kpi.ua/items/f4e6c9f3-e3b4-4878-9e91-8cff5525a81c>

6. Робототехнічні системи: проектування і моделювання [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології» / М. М. Поліщук, М. М. Ткач ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 40 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 112 с. – Назва з екрана. URI <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41388>

4.3. Інформаційні ресурси

7. Курс відеолекцій – на платформі дистанційного навчання «Сікорський» в середовищі Google Workspace for Education: <https://classroom.google.com/c/Nzl3OTc5MzE2MDk4?cjc=qagl46m>

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 кредитний модуль виділено 120 годин та 4 кредитів – 18 лекцій (36 годин), 4 практичні роботи (18 годин), самостійна робота (66 годин), модульна контрольна робота (МКР).

Для досягнення мети навчальної дисципліни в лекційному матеріалі слід зосередитись на ключових аспектах проектування мікропроцесорних систем — від теоретичних основ схемотехніки та архітектури електронних пристроїв до практичної реалізації пристроїв на базі STM32 (опціонально Arduino) Особливу увагу варто приділити використанню сучасних інструментів автоматизованого проектування (САПР), зокрема KiCad, що дозволяє пройти повний цикл: від створення електричної принципової схеми до 3D-візуалізації друкованої плати й перевірки конструктивної сумісності компонентів. Це забезпечить студентам всебічну підготовку до розробки прикладних електронних систем і практичне розуміння інтеграції апаратної та програмної частин.

Практичні роботи побудовані за принципом поступового ускладнення: від простих прикладів з базовими компонентами та мікроконтролерами STM32 до створення повноцінних автономних пристроїв, що включають використання складних функціональних вузлів. Такий підхід сприяє кращому засвоєнню матеріалу та формуванню прикладних компетентностей, необхідних для професійної діяльності у сфері електронного проектування.

Мета практичних робіт — набуття практичних навичок у розробці електронних пристроїв, що включає:

- створення принципових електричних схем
- трасування друкованих плат за допомогою сучасних інструментів САПР (KiCad)
- підготовку проєктної документації для виготовлення плат
- виконання 3D-візуалізації друкованих плат та перевірку конструктивної сумісності
- підготовку файлів для виробництва
- складання та паяння компонентів на готових платах для збору електронних пристроїв (або з використанням моделювання в САПР).

Тематика базових практичних робіт

Практична робота 1:

- Створення базової програми для керування світлодіодом (STM32, Arduino) (2 год).
- Використання таймерів у STM32 для керування сервоприводом (2 год).

Практична робота 2:

- Підключення та робота з датчиком температури та вологості (2 год).
- Створення програми для відображення даних на LCD-екрані (2 год).

Практична робота 3:

- Створення схеми для друкованої плати в KiCAD (2 год).
- Трасування друкованої плати для підсилювача звуку (інші завдання за варіантами), створення файлів для виготовлення (2 год).

Практична робота 4. Проєкт та презентація (6 год).

Тематика проєктів

Проєкт 1: Розробка метеостанції на базі STM32 / Розробка домашньої автоматизації на основі STM32: керування світлом та температурою.

Короткий опис завдання:

Розробка метеостанції на базі STM32 з підключенням Wi-Fi модуля (наприклад, ESP8266 або ESP32) та датчиків для вимірювання температури, вологості, тиску та інших метеорологічних параметрів. Завдання включає програмування та інтеграцію датчиків для збору даних та налаштування Wi-Fi для передачі інформації.

Особливості:

- робота з готовими модулями для підключення датчиків та забезпечення Wi-Fi з'єднання;
- використання стандартних інтерфейсів (I2C, SPI) для підключення датчиків;
- опціональне паяння компонентів, проєктування плати в САПР (KiCad) – в дистанційному режимі навчання без фізичного паяння;

Проєкт 2: Розробка метеостанції на базі Arduino (або ESP8266/ESP32)

Короткий опис завдання:

Створення метеостанції на базі Arduino (або ESP8266/ESP32) з підключенням Wi-Fi модуля та відповідних датчиків (температури, вологості, тиску тощо). Включає програмування та інтеграцію датчиків для збору даних та налаштування Wi-Fi для передачі інформації.

Особливості:

- підключення готових Wi-Fi модулів (наприклад, ESP8266/ESP32) до датчиків.
- проєктування та виготовлення друкованої плати з використанням САПР (наприклад, KiCad).
- опціональне паяння компонентів (можна виконувати за допомогою модулів, що дозволяють дистанційно здійснити підключення та налагодження).

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, таких як KiCad. 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.

3. Самостійна робота здобувача вищої освіти денної форми навчання

Види самостійної роботи (66 годин):

- підготовка до аудиторних занять, (0,5 год. x 36 годин лекцій = 18 годин);

- підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на практичних заняттях, виконання практичних робіт, розв'язок задач, розміщення результатів на GitLab (рекомендовано 1 год. x 12 годин практичні роботи = 12 годин);
- виконання практичної роботи 4 – проєкт та презентація (1 x 6 год. = 6 годин);
- підготовка до МКР (2 години);
- підготовка до заліку (6 годин);
- самостійне опрацювання теоретичного матеріалу, розгортання програмного середовища та завантаження вихідних кодів програмного забезпечення для виконання практичних робіт, робота з системою контролю версій Git, підготовка презентації (22 години).

Матеріали для самостійного опрацювання, теми, питання для самоконтролю та контрольні запитання знаходяться на платформі дистанційного навчання «Сікорський» (Classroom) <https://classroom.google.com/c/NzI3OTc5MzE2MDk4?cjc=qagl46m>.

Політика та контроль

4. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для виконання практичних робіт та проєкту встановлюються дедлайни. Презентація проєктів відбувається в чітко визначені терміни на семінарських заняттях.

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 10. Штрафні бали та жорсткі дедлайни не запроваджуються у період військового стану, але дедлайни та штрафні бали прив'язуються до атестацій.

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 практичне завдання. Кількість заохочуваних балів не більше 10.

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 і не є обов'язковими для допуску до семестрового контролю.

Виконанню кожної практичної роботи передуює 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.

Виконання практичних робіт та МКР є обов'язковими для допуску до семестрового контролю (заліку). Загальною умовою допуску до семестрового контролю (заліку) є зарахування всіх практичних робіт, МКР та рейтинг не менше 60 балів.

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

Таким чином мінімальна оцінка, яку повинен отримати студент для допуску до семестрового контролю (заліку) дорівнює 60 балів за виконання всіх поточних робіт за семестр.

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 мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також здобувачі, які бажають підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті складають залік у вигляді виконання залікового завдання або співбесіди (за вибором викладача).

У разі виконання залікової контрольної роботи або співбесіди, рейтингова (семестрова) оцінка, визначається, як **сума балів за індивідуальні семестрові завдання (що відповідають балам за практичні роботи протягом семестру, див. табл. 1) та оцінка за залікову контрольну роботу (співбесіду). Всі інші бали, які набрані протягом семестру (окрім балів за практичні роботи) анулюються.**

Модульна контрольна робота є обов'язковою для допуску до семестрового контролю. Модульна контрольна робота пишеться на лекційному занятті без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат пересилається до відповідної директорії Google - диску через Google форму. Модульна контрольна не виконується поза визначений термін і не переписується.

Рейтингова (семестрова) оцінка визначається як сума балів за модульну контрольну роботу, балів за індивідуальні семестрові завдання (практичні роботи) та експрес тести.

До індивідуальних семестрових завдань вноситься індивідуальна робота студента що стосується виконання практичних робіт. Кількість балів за індивідуальну роботу за семестр дорівнює від 38 до 60 балів. Максимальна оцінка за МКР дорівнює 30 балів.

5. 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 4 практичних робіт $R_{\text{ПР}}$, модульної контрольної роботи $R_{\text{МКР}}$ та експрес-тестів $R_{\text{ЕТ}}$.

Максимальна кількість балів за практичні роботи складає 60 балів, тобто $R_{\text{ПР}} = 60$.

Узагальнені критерії оцінювання практичних робіт наступні:

- своєчасність підготовки протоколу до практичного заняття, повнота виконання теоретичного або практичного завдання в протоколі, протокол вчасно викладений на GitLab;
- коректність функціонування розроблених моделей на програмному або апаратному забезпеченні, демонстрація власного репозиторію на GitLab з матеріалами практичної роботи та, наявність комітів;
- опитування 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.

Детальний підхід до оцінювання кожної практичної роботи наведений в таблиці 1.

Максимальна кількість балів за експрес-тести – 10 балів, тести проводяться на лекціях у вигляді автоматизованого тестування на платформі Google Workspace for Education.

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

Модульна 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 практичних робіт та практичних завдань.

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».

Таблиця 1. Деталізація оцінювання кожної практичної роботи

Назва заняття	Форма контролю	Кількість балів	Допуск до семестрового контролю	Всього балів
Вступний тест	Вступний тест	8	6	8
Практична робота 1	Виконання завдання	4	6	10
	Опитування (тест)	4		
	Протокол та код на GitLab	2		
Практична робота 2	Виконання завдання	4	6	10
	Опитування (тест)	4		
	Протокол та код на GitLab	2		
Практична робота 3	Виконання завдання	4	6	10
	Опитування (тест)	4		
	Протокол на GitLab	2		
Практична робота 4. Проект	Виконання завдання	10	14	22
	Презентація	8		
	Документація та код на GitLab	4		
Кількість балів за індивідуальну роботу			38	60
Експрес-тести на лекціях	2 x 5	10	4	10
Модульна контрольна робота	Тест	15	18	30
Всього балів		100	60	100

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

$$R = R_{\text{ПР}} + R_{\text{ЕТ}} + R_{\text{МКР}}$$

Якщо студент пише залікову контрольну роботу (проходить співбесіду) для підвищення балів його рейтингова (семестрова) оцінка визначається за формулою:

$$R = R_{\text{ПР}} + R_3$$

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

6. 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, вагома 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 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; повторно виконати завдання або, за потреби, виконати додаткове завдання відповідно до бачення викладача з урахуванням вимог щодо самостійності.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою ОТ (протокол No 12 від 23.06.2025)

Погоджено методичною комісією ФІОТ (протокол No 11 від 27.06.2025)