



Проектування вбудованих систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	F Інформаційні технології
Спеціальність	F7 Комп'ютерна інженерія, F2 Інженерія програмного забезпечення, F6 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)
Рік підготовки, семестр	4 курс (1 семестр)
Обсяг дисципліни	4 кредитів, 120 год. Денна форма: лекцій 18 (36 годин), лабораторних 9 (18 годин), СРС (66 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Згідно розкладу на осінній семестр поточного навчального року за адресою http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: ас. кафедри ОТ, Гордієнко Нікіта Юрійович, nikita.gordiienko@comsys.kpi.ua Лабораторні: ас. кафедри ОТ, Гордієнко Нікіта Юрійович, nikita.gordiienko@comsys.kpi.ua
Розміщення курсу	Навчальний курс розміщений на платформі дистанційного навчання: https://classroom.google.com/c/NzYzNDI0MjM4MzUw?cjc=7xbd6nxxn

2. Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Проектування вбудованих систем" призначена для ознайомлення студентів з основами вбудованих систем та їх застосування в різних галузях. Вивчення цієї дисципліни дозволить студентам зрозуміти концепцію вбудованих систем, їх роль у сучасному технологічному середовищі та основні принципи їх роботи та розробки включаючи особливості проектування програмного та апаратного забезпечення.

Метою вивчення дисципліни є надання студентам необхідних знань та навичок у галузі вбудованих систем та їх застосувань, ознайомлення з основними принципами проектування програмного та апаратного забезпечення для створення вбудованих застосунків.

Вивчення дисципліни підсилює наступні загальні та фахові компетенції:

Для спеціальності 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 формувати вимоги до програмного забезпечення
- Здатність формувати 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 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 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 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)

Предметом дисципліни є:

- основні концепції, особливості і властивості вбудованих систем та мікроконтролерів;
- архітектура програмного та апаратного забезпечення вбудованих систем та її компоненти;
- мікроконтролери та їх особливості, сенсори, інтерфейси, протоколи передачі даних та документація до них;
- проектування апаратного забезпечення та створення програмного забезпечення для вбудованих систем з застосуванням зовнішніх датчиків;
- особливості сучасного програмного забезпечення для вбудованих систем в реальному часі та її вразливості.

Вивчення цієї дисципліни допоможе студентам отримати необхідні базові знання та уміння для подальшого вивчення та професійного застосування в області вбудованих систем.

Вивчення дисципліни підсилює наступні загальні та фахові компетенції: ФК2, ФК3, ФК5, ФК6, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН17, ПРН20

За результатами вивчення навчальної дисципліни "Проектування вбудованих систем" мають бути отримані такі знання.

- Знання про основні принципи та концепції вбудованих систем, включаючи їх архітектуру, специфіку функціонування та обмеження.
- Знання про особливості проектування ефективного та безпечного програмного та апаратного забезпечення.
- Знання про різновиди мікроконтролерів, їх особливості, підходи до проектування програмного забезпечення.
- Знання про методи відлагодження та порядок виконання програми з урахуванням особливостей вбудованих систем.
- Знання про різні інтерфейси, протоколи передачі даних, їх особливості застосування.

Уміння, які мають бути отримані у рамках вивчення навчальної дисципліни "Проектування вбудованих систем".

- Вміти аналізувати вимоги до застосунку і підбирати компоненти апаратного та програмного забезпечення для створення ефективного застосунку.
- Вміти вивчати документацію та технічні характеристики апаратного забезпечення та аналізувати наявні функції та потенційні обмеження.
- Вміти створювати повноцінні застосунки на основі операційної системи реального часу з використанням зовнішніх сенсорів.
- Вміти відлагоджувати дефекти у системах та ідентифікувати вразливості системи.
- Вміти застосовувати та налаштовувати датчики з різними інтерфейсами та протоколами передачі даних для ефективної роботи всього застосунку

Таке поєднання загальних та спеціальних компетентностей, теоретичних та практичних знань, умінь та здатностей надає здобувачам ступеня бакалавр базові уявлення та досвід задля здійснення ними ефективної діяльності в сфері розробки вбудованих систем реального часу.

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

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

- Основи операційних систем,
- Комп'ютерна логіка,
- Архітектура комп'ютера,
- Паралельне програмування,
- Програмування мовою C/C++,
- Алгоритми і структури даних

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

- проєктування вбудованих та інтелектуальних систем;
- впровадження технологій Інтернету речей (IoT);
- створення робототехнічних та автоматизованих систем;
- робота з мікроконтролерами в різних сферах (автомобільна, виробнича, медична тощо);
- створення вимог, розробка та тестування електронних пристроїв і прототипів вбудованих систем.

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

3. Структура кредитного модуля

Вступ. Використання вбудованих систем

Розділ 1. Огляд вбудованих систем та їх особливості

Тема 1.1. Основні компоненти вбудованої системи

Тема 1.2. Архітектура вбудованої системи

Тема 1.3. Особливості проєктування та застосування

Розділ 2. Проєктування апаратного забезпечення

Тема 2.1. Схемотехніка

Тема 2.2. Основи розробки на макетній платі

Тема 2.3. Основні апаратні модулі мікроконтролера

Розділ 3. Основні види периферійного обладнання та інтерфейси

Тема 3.1. Передача даних за допомогою UART

Тема 3.2. Управління датчиками за допомогою I2C

Тема 3.3. Збереження даних на Flash за допомогою SPI

Розділ 4. Фреймворки апаратного забезпечення для вбудованих систем та їх особливості

Тема 4.1. Застосування фреймворків для побудови архітектури

Тема 4.2. FreeRTOS

Тема 4.3. QPC

Розділ 5. Архітектура програмного забезпечення

Тема 5.1. Операційна система

Тема 5.2. Машина станів

Тема 5.3. Потоки та обмін повідомленнями

Розділ 6. Відлагодження застосунків

Тема 6.1. Машинні інструкції та їх виконання

Тема 6.2. Стек та регістри

Тема 6.3. Процес відлагодження

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>

4.2. Додаткова література

1. Barr, M., & Massa, A. (2006). Programming Embedded Systems: With C and GNU Development Tools. Publisher: O'Reilly Media.
2. Tanenbaum, A. S. (2014). Modern Operating Systems. Publisher: Pearson Education.
3. Tanenbaum, A. S. (2013). Structured Computer Organization. 6th Edition. Publisher: Pearson.
4. Ünsalan, C., Gürhan, H. D., & Yücel, M. E. (2022). Embedded System Design with ARM Cortex-M Microcontrollers: Applications with C, C++, and MicroPython.
5. Wolf, W. (2017). Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design. Fourth Edition. Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design.
6. Modern Embedded Systems Programming Course (<https://github.com/QuantumLeaps/modern-embedded-programming-course>)
7. STM32 32-bit Arm Cortex MCUs (<https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html>)
8. FreeRTOS™ Real-time operating system for microcontrollers (<https://www.freertos.org/index.html>)

4.3. Інформаційні ресурси

Курс відеолекцій – на платформі дистанційного навчання «Сікорський» в середовищі Google Workspace for Education: <https://classroom.google.com/c/NzYzNDI0MjM4MzUw?cjc=7xbd6nxxn>

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).

Мета лабораторних робіт – отримати практичні навички проектування програмного та апаратного забезпечення, отримати навички створення технічного завдання, реалізації прототипу та тестування завершеного продукту. Для виконання лабораторних робіт використовуються макетна плата, різні види датчиків та периферії, плата відладки на основі процесора STM32. Також для дистанційного проектування системи використовується емулятор STM32.

Тематика лабораторних робіт:

- **Лабораторна робота 1.** Ознайомлення з STM32 Cube IDE, налаштування проєкту, запуск програми на процесорі.
- **Лабораторна робота 2.** Підключення та робота з інтерфейсом UART
- **Лабораторна робота 3.** Застосування операційної системи FreeRTOS та застосування широтно-імпульсної модуляції для керування серводвигуном
- **Лабораторна робота 4.** Застосування інтерфейсу I2C для контролю зовнішніми датчиками
- **Лабораторна робота 5.** Застосування інтерфейсу SPI для зберігання даних на зовнішній Flash пам'яті
- **Лабораторна робота 6.** Створення власного застосунку та відлагодження його за допомогою STM32 Cube IDE

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти денної форми навчання

Види самостійної роботи:

- підготовка до аудиторних занять, (0,5 годин x 18 лекцій = 9 годин);
- підготовка до експрес-тестів (рекомендовано 1-2 години x 2 тести = 2-4 годин)
- підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, виконання лабораторних робіт (рекомендовано 2-4 годин x 6 лабораторних робіт = 12 - 24 годин);
- виконання модульної контрольної роботи (2 МКР x 4-8 години = 8 - 16 годин).

3. Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

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

Для виконання лабораторних робіт встановлюються дедлайни. Виконання лабораторних робіт поза встановлених термінів супроводжується штрафними балами, які вираховуються із оцінки за протокол.

Штрафні бали та жорсткі дедлайни не запроваджуються у період військового стану.

Модульна контрольна робота виконується самостійно за індивідуальним завданням, МКР не приймається поза встановленим терміном. Модульні контрольні роботи не переписуються за умови негативної оцінки, негативна оцінка за МКР (менше ніж 9 балів (<60%)) прирівнюється до 0 балів, в цьому випадку МКР не зараховується.

Окремі теми лекційних занять супроводжуються короткими експрес-тестами (на 20 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.

Таким чином мінімальна оцінка, яку може отримати студент, щоб зарахувати навчальний курс = 60 балів, максимальна – 100 балів за виконання всіх поточних робіт за семестр.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку (виконали всі лабораторні роботи) та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також ті здобувачі, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті мають можливість пройти семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

У разі виконання залікової контрольної роботи рейтингова оцінка визначається як сума балів за залікову контрольну роботу та балів за індивідуальні семестрові завдання.

До індивідуальних семестрових завдань вноситься індивідуальна робота студента що стосується виконання лабораторних робіт. Максимальна кількість балів за індивідуальну роботу за семестр дорівнює 60 балів. Максимальна оцінка за залікову контрольну роботу дорівнює 40 балів. Таким чином здобувач має можливість підвищити свою рейтингову оцінку написавши залікову контрольну роботу і додавши додаткові бали до кількості балів, які отримані протягом семестру за індивідуальну семестрову роботу.

Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, попередній рейтинг здобувача (за винятком балів за семестрове індивідуальне завдання) скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи. Цей варіант формує відповідальне ставлення здобувача до прийняття рішення про виконання залікової контрольної роботи, змушує його критично оцінити рівень своєї підготовки та ретельно готуватися до заліку.

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом. На кредитний модуль виділено 120 годин та 4 кредити.

Семестровий рейтинг студента з кредитного модуля розраховується, виходячи із 100-бальної шкали. Рейтинг складається з балів, що студент отримує за виконання 8 лабораторних робіт R_L , двох МКР $R_{МКР}$ та двох експрес-тестів $R_{ЕТ}$.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 60 балів, тобто $R_L = 60$.

Критерії оцінювання лабораторних робіт наступні:

- своєчасність підготовки протоколу до лабораторного заняття, повнота виконання теоретичного або практичного завдання в протоколі, вчасне його завантаження: 0 – 6 бали;

- коректність функціонування розробленого програмного забезпечення, демонстрація власного репозиторію на GitHub з матеріалами готової лабораторної роботи: 0 – 2 бали;
- опитування за тематикою лабораторної роботи для зарахування практичної частини роботи, захист одержаних в роботі результатів, відповіді на додаткові теоретичні запитання викладача: 0 – 2 балів.

Максимальна кількість балів за МКР $R_{МКР} = 2 \times 15 = 30$ балів.

Оцінка за МКР знижується за:

- некоректне оформлення роботи на віддаленому репозиторії, помилки в файлах збірки;
- відсутність коментарів в програмному коді та оформленні алгоритмів;
- відсутність коментарів та пояснень під час розрахунків.

Максимальна кількість балів за експрес-тести $R_{ЕТ} = 2 \times 5 = 10$ балів, тести проводяться у вигляді автоматизованого тестування.

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	6	3	10
	Опитування	2		
	Протокол	2		
Лабораторна робота 2	Виконання завдання	6	3	10
	Опитування	2		
	Протокол	2		
Лабораторна робота 3	Виконання завдання	6	3	10
	Опитування	2		
	Протокол	2		
Лабораторна робота 4	Виконання завдання	6	3	10
	Опитування	2		
	Протокол	2		
Лабораторна робота 5	Виконання завдання	6	4	10
	Опитування	2		
	Протокол	2		
Лабораторна робота 6	Виконання завдання	6	4	10
	Опитування	2		
	Протокол	2		
Індивідуальна робота	-	-	-	60
Експрес-тести на лекціях	2 x 5	10	5	10
МКР	МКР1	15	9	15
	МКР2	15	9	15
Всього балів		100	60	100

Максимальна кількість балів за залікову роботу дорівнює $R_3 = 40$ балів.

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

Критерії оцінювання кожного запитання за чотирма рівнями:

- правильна та змістовна відповідь: 9 – 10 балів;
- правильна відповідь, неповні пояснення: 6 – 8 балів;
- відповідь містить помилки: 3 – 5 балів;
- немає відповіді або відповідь невірна: 0 балів.

Оцінка за залікову роботу розраховується відповідно до таблиці 2. Оцінка незадовільно не дає права на зарахування додаткових балів. Додаткові бали до семестрової оцінки також не нараховуються, якщо оцінка за залікову роботу нижче ніж поточна семестрова оцінка студента (відповідно до таблиці 2). Семестрова оцінка може бути підвищена до мінімальної кількості балів семестрової оцінки (див. табл 3), яка відповідає оцінці, отриманій за залікову роботу (див. табл. 2).

Таблиця 2. Визначення оцінки за залікову роботу	
Кількість балів	Оцінка
40-38	Відмінно
37-34	Дуже добре
33-30	Добре
29-26	Задовільно
25-24	Достатньо
Менше 24	Незадовільно

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 «не атестовано».

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

Кількість балів, що отримує студент за семестр визначається формулою

$$RC = R_{\text{Л}} + R_{\text{МКР}} + R_{\text{ЕТ}}$$

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

З урахуванням одержаної суми балів кінцева оцінка визначається таблицею 3.

Якщо студент пише залікову роботу, кількість балів, що отримує студент за семестр визначається формулою

$$RC = R_{\text{Л}} + R_3$$

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

З урахуванням одержаної суми балів кінцева оцінка визначається таблицею 3.

Таблиця 3. 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, аспірантом кафедри обчислювальної техніки, Гордієнком Нікітою Юрійовичем

Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки (протокол No 12 від 23.06.2025).

Погоджено методичною комісією факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол No 11 від 27.06.2025)