

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан математичного факультету



С.І. Гоменюк
(ініціали та прізвище)

«01» вересня 2025 р.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Архітектура обчислювальних систем

підготовки бакалаврів

денної та заочної форм здобуття освіти

освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки»

спеціальності F3 Комп'ютерні науки

галузі знань F Інформаційні технології

ВИКЛАДАЧІ: Добровольський Г. А., к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних наук
Пастушков О. Р., асистент кафедри комп'ютерних наук

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол №1 від «25» серпня 2025 р.
Завідувач кафедри комп'ютерних наук


Г. М. Шило

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми


Н. В. Матвіїшина

2025 рік

Зв'язок з викладачем: Добровольський Геннадій Анатолійович

E-mail: gen.dobr@gmail.com

Зв'язок з викладачем: Пастушков Олександр Романович

E-mail: oleks.pastushkov@gmail.com

Сезн ЗНУ повідомлення: <https://moodle.znu.edu.ua/user/index.php?id=14915>

Телефон (кафедра): 289-12-57

Інші засоби зв'язку: Viber, Telegram

Кафедра комп'ютерних наук, ауд. №39, 1 корпус ЗНУ

1. Опис навчальної дисципліни

Дисципліна «**Архітектура обчислювальних систем**» є основним освітнім компонентом для здобувачів бакалаврського рівня спеціальності **Комп'ютерні науки**, освітньо-професійної програми «**Комп'ютерні науки**».

У даному курсі розглядаються фундаментальні принципи побудови та функціонування комп'ютерних систем, включаючи архітектуру процесора, набір інструкцій (ISA), моделі виконання програм, організацію пам'яті та апаратно-програмну взаємодію. Детально вивчаються структура процесора, регістрова модель і способи адресації операндів, представлення даних у пам'яті, організація стеку та купи, механізми виконання інструкцій та керування потоком виконання програм.

Особлива увага приділяється питанням продуктивності обчислень, зокрема поняттям часу виконання програм, CPI, локальності даних, роботі кеш-пам'яті та ієрархії пам'яті. Курс також охоплює механізми віртуальної пам'яті, трансляцію адрес, роботу TLB та системні механізми захисту пам'яті. Окремі теми присвячені архітектурним стилям **RISC/CISC**, сучасним мікроархітектурним рішенням, багатоядерності, паралелізму, SIMD-обчисленням та апаратній підтримці підвищення продуктивності виконання програм.

Метою вивчення дисципліни «Архітектура обчислювальних систем» є оволодіння теоретичними основами та практичними навичками аналізу виконання програм на рівні архітектури та мікроархітектури процесора, організації пам'яті, систем введення-виведення та апаратно-програмної взаємодії.

У результаті вивчення дисципліни «Операційні системи» здобувач освіти повинен **знати**:

- архітектуру та основні компоненти обчислювальних систем;
- принципи організації процесора, виконання інструкцій та способи адресації;
- представлення даних у пам'яті, структуру стеку та купи, порядок байтів і вирівнювання;
- основи продуктивності програм, поняття CPI, локальності та кеш-ієрархії;
- механізми організації віртуальної пам'яті, трансляції адрес і роботи TLB;
- принципи функціонування підсистеми введення-виведення та апаратних переривань;
- особливості архітектурних стилів RISC і CISC та їх вплив на виконання

програм;

– сучасні апаратні підходи до підвищення продуктивності: конвеєризацію, багатоядерність, SIMD-обчислення та паралелізм.

Після вивчення дисципліни здобувач освіти повинен **вміти**:

– аналізувати машинний рівень виконання програм та інтерпретувати інструкції;

– досліджувати організацію пам'яті програми та роботу з показниками, масивами і стеком;

– оцінювати вплив кеш-локальності та архітектури пам'яті на продуктивність програм;

– виконувати експериментальні вимірювання часу виконання програм та проводити профілювання;

– пояснювати принципи роботи віртуальної пам'яті та механізмів трансляції адрес;

– порівнювати архітектурні підходи RISC, CISC, SIMD, багатоядерні системи;

– застосовувати отримані знання для оптимізації програм і ефективного використання апаратних ресурсів.

Знання та вміння, одержані під час вивчення дисципліни використовуватимуться під час вивчення ОК: «Операційні системи», «Системне програмування», «Комп'ютерні мережі», «Паралельні та розподілені обчислення».

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Статус дисципліни	Обов'язкова	
Семестр	2	2
Кількість кредитів ECTS	6	6
Кількість годин	180	180
Лекційні заняття	34	8
Лабораторні заняття	34	10
Самостійна робота	112	162
Консультації	За розкладом, дистанційно: https://meet.google.com/gjq-djpe-sku	
Вид підсумкового семестрового контролю:	залік	
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/user/index.php?id=14915	

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
Компетентності		
ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	Пояснення, обговорення, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування (іспит), виконання та захист індивідуального завдання
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	Виконання завдань лабораторних та самостійних робіт, проєктні роботи	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування (іспит), виконання та захист індивідуального завдання
ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.	Лекції, аналіз літератури, виконання завдань самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування (іспит), виконання та захист індивідуального завдання
ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.	Самостійна робота з документацією, дослідницькі завдання, читання технічних статей, робота з онлайн-ресурсами	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування (іспит), виконання та захист індивідуального завдання
ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел	Самостійна робота з документацією, дослідницькі завдання, читання технічних статей, робота з онлайн-ресурсами	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування (іспит), виконання та захист індивідуального завдання
СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень,	Лекції з моделей виконання інструкцій, організації обчислювального процесу, ієрархії пам'яті, кешування, архітектури наборів	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.	інструкцій, RISC/CISC-підходів; лабораторні роботи з аналізу ефективності програм на машинному рівні, дослідження кеш-локальності, продуктивності пам'яті, профілювання виконання, моделювання впливу архітектурних рішень на алгоритмічну складність та час виконання програм.	(іспит), виконання та захист індивідуального завдання
СК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління	Лекції з моделей виконання інструкцій, організації обчислювального процесу, ієрархії пам'яті, кешування, архітектури наборів інструкцій, RISC/CISC-підходів; лабораторні роботи з аналізу ефективності програм на машинному рівні, дослідження кеш-локальності, продуктивності пам'яті, профілювання виконання, моделювання впливу архітектурних рішень на алгоритмічну складність та час виконання програм.	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування (іспит), виконання та захист індивідуального завдання
СК12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.	Лекції з ієрархії пам'яті, кеш-підсистеми, віртуальної пам'яті, підсистем введення-виведення та системних інтерфейсів; лабораторні роботи з вимірювання продуктивності, аналізу локальності, дослідження впливу архітектури на швидкодію програм і системних сервісів.	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування (іспит), виконання та захист індивідуального завдання
Результати навчання		
ПР1 Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і	Лекції з моделей виконання інструкцій, роботи процесора, ієрархії пам'яті, локальності та кешування; лабораторні роботи з	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук	експериментальним аналізом ефективності алгоритмів, порівнянням різних реалізацій з урахуванням архітектури процесора та підсистеми пам'яті.	(іспит), виконання та захист індивідуального завдання
ПР9. Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.	Лекції з машинного рівня подання програм, викликів функцій, організації стеку, показників продуктивності; лабораторні роботи з моделювання поведінки програм на рівні інструкцій і пам'яті, дослідження впливу архітектури на структуру програмних рішень.	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування (іспит), виконання та захист індивідуального завдання
ПР13. Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.	Лекції з організації пам'яті, регістрів, стеку, системних інтерфейсів та підсистеми введення–виведення; лабораторні роботи з профілювання виконання програм, аналізу використання пам'яті, оцінювання взаємодії ПЗ з апаратною складовою.	Поточний контроль: захист лабораторних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування (іспит), виконання та захист індивідуального завдання

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Програми, обчислювальна система та виконання програм

Тема 1. Комп'ютерна система та виконання програм

Поняття комп'ютерної системи та її основних компонентів. Програма, машинний код та процес виконання. Роль операційної системи під час запуску програми: завантаження, створення адресного простору, розміщення коду, даних, стеку та купи. Логічна структура пам'яті процесу. Узагальнене уявлення про шлях виконання програми від вихідного коду до виконуваного процесу та початкове трасування виконання.

Тема 2. Машинний рівень подання програм та виклики функцій

Архітектура набору інструкцій (ISA) та машинні інструкції як елементарні дії

процесора. Регістри процесора та операнди. Прості приклади інструкцій. Стек виконання, стекові кадри, виклики підпрограм, передавання параметрів, рекурсія та збереження контексту виконання. Зв'язок між вихідним кодом, результатом роботи компілятора та машинним виконанням.

Тема 3. Модель виконання інструкцій і процесор як система виконання

Цикл виконання інструкцій: вибірка, декодування, виконання та запис результатів. Процесор як цілісна система: арифметико-логічний пристрій, регістровий файл, канали передавання даних і блок керування. Інтуїтивне поняття мікрооперацій та внутрішніх кроків виконання. Взаємозв'язок програмної поведінки та апаратної реалізації процесу виконання програм.

Змістовний модуль 2. Поведінка процесора, виконання інструкцій та продуктивність обчислень

Тема 4. Арифметичні операції, передавання даних, керування виконанням та контекст процесу

Арифметико-логічні операції та роль АЛП у виконанні програм. Регістри процесора, операнди та переміщення даних між регістрами і пам'яттю. Концепція керування виконанням програм: розгалуження, цикли, умовні переходи. Виконання викликів функцій, стек виконання, стекові кадри, збереження та відновлення контексту, рекурсія. Причинно-наслідковий зв'язок між структурою програми та апаратною поведінкою під час виконання інструкцій.

Тема 5. Вартість виконання інструкцій, CPI, затримки та передумови конвеєризації

Поняття продуктивності виконання програм на рівні архітектури. Час виконання, затримка та пропускну здатність. Показник CPI як інтуїтивна модель вартості виконання інструкцій. Причини різної тривалості виконання інструкцій: залежності даних, структурні конфлікти, затримки пам'яті. Початкове уявлення про ризики (hazards) під час виконання інструкцій. Взаємозв'язок між характеристиками коду, організацією апаратури та реальною продуктивністю виконання програм.

Тема 6. Вимірювання продуктивності на практиці: експерименти, профілювання та вплив пам'яті

Методи емпіричного оцінювання продуктивності програм. Вимірювання часу виконання обчислювальних фрагментів, аналіз впливу структури циклів та розгалужень. Дослідження ефектів локальності та поведінки кеш-пам'яті на виконання програм. Інтерпретація експериментальних результатів з точки зору архітектурних механізмів. Формування навичок пояснювати спостережувану поведінку програм через особливості роботи процесора та пам'яті

Змістовний модуль 3. Пам'ять комп'ютерної системи, продуктивність доступу та віртуальна пам'ять

Тема 7. Модель пам'яті програми: стек, купа, покажчики, масиви, вирівнювання та порядок байтів

Поняття логічної моделі пам'яті програми. Стек виконання, стекові кадри та зберігання локальних даних. Куча (heap) як область динамічного розподілу пам'яті, строки життя об'єктів. Покажчики та адресація пам'яті, робота з масивами та проблеми виходу за межі діапазону. Вирівнювання даних у пам'яті та його вплив на доступ. Поняття порядку байтів (endianness) та відмінності у представленні даних на різних архітектурах. Зв'язок програмних помилок у роботі з пам'яттю з апаратними особливостями системи.

Тема 8. Продуктивність доступу до пам'яті: локальність, кеш-пам'ять, ієрархія та шаблони доступу

Локальність даних у програмах: тимчасова та просторова локальність. Ієрархія пам'яті як засіб прискорення виконання програм. Інтуїтивна модель кеш-пам'яті: рівні кешів, основні принципи розміщення та заміщення даних (на концептуальному рівні). Вплив способів організації циклів, структури даних і шаблонів доступу до пам'яті на швидкість програм. Пояснення різниці у продуктивності через архітектурні механізми зберігання та передавання даних.

Тема 9. Віртуальна пам'ять, трансляція адрес, TLB, сторінкові Fault-и та механізми захисту

Поняття віртуальної адреси та фізичної адреси. Основи трансляції адрес у системах із віртуальною пам'яттю. Сторінкова організація пам'яті та роль таблиць сторінок. Призначення буфера трансляції адрес (TLB) і його вплив на продуктивність. Поняття сторінкового Fault-у (page fault) та поведінка системи під час обробки таких подій. Бітові атрибути сторінок і апаратна підтримка захисту пам'яті, ізоляція процесів та спільне використання пам'яті. Взаємодія механізмів ОС та апаратури у забезпеченні коректності й безпеки виконання програм.

Змістовний модуль 4. Архітектура набору інструкцій, системний інтерфейс та взаємодія підсистем комп'ютера

Тема 10. Архітектура набору інструкцій: формати інструкцій, способи адресації та кодування операндів

Поняття архітектури набору інструкцій (Instruction Set Architecture, ISA) як програмно-видимого рівня апаратури комп'ютера. Інструкції як модель дій процесора. Формати інструкцій, структура полів, інтуїтивні принципи кодування операцій та операндів. Способи адресації: безпосередня, пряма, непряма, індексна, відносна, регістрова (на концептуальному рівні). Взаємозв'язок між способом адресації, організацією даних у програмі та способом доступу до пам'яті. Вплив рішень на рівні ISA на компактність коду, спрощення трансляції та ефективність

виконання програм.

Тема 11. Архітектурні стилі та компроміси: RISC/CISC, моделі організації пам'яті та вплив на виконання програм

Порівняння архітектурних стилів RISC і CISC як різних філософій проектування наборів інструкцій. Спрощені та комплексні інструкції, мікрокод, роль компілятора у формуванні виконуваного коду. Архітектурні моделі організації пам'яті: фон-нейманівська та гарвардська архітектури. Спільний та роздільний простір інструкцій і даних, переваги та обмеження підходів. Поняття “фон-нейманівського вузького місця” та його вплив на продуктивність. Гібридні та модифіковані варіанти (modified Harvard) у сучасних процесорах.

Компроміси між складністю апаратної реалізації, продуктивністю, енергоспоживанням та гнучкістю системи. Приклади практичних наслідків архітектурних рішень для виконання програм.

Тема 12. Підсистема введення-виведення, переривання, винятки, виклики системи та механізми захисту

Модель підсистеми введення-виведення комп'ютера та роль пристроїв і контролерів. Організація обміну даними: опитування пристроїв (polling) та обробка переривань. Поняття апаратних переривань, винятків (exceptions) та пасток (traps). Користувацький та привілейований режими виконання, апаратна підтримка розмежування прав доступу. Механізм виклику системних функцій (system call), передавання керування ядру та повернення в користувацький режим. Взаємодія операційної системи та апаратури у забезпеченні безпечного та контрольованого виконання програм.

Тема 13. Системні інтерфейси, шини, міжкомпонентні з'єднання, DMA та передавання даних у комп'ютерній системі

Поняття системної шини та інтерфейсів з'єднання компонентів комп'ютера. Обмін даними між процесором, оперативною пам'яттю та пристроями введення-виведення. Пропускна здатність, затримки, конфлікти доступу та арбітрація шини. Призначення механізму прямого доступу до пам'яті та зменшення навантаження на процесор під час інтенсивного обміну даними. Логічні траєкторії руху даних у системі та їх вплив на продуктивність і масштабованість обчислювальної платформи.

Змістовний модуль 5. Подання даних, основи логіко-апаратного рівня та сучасні підходи до підвищення продуктивності

Тема 14. Подання цілих чисел, операції над бітами та переповнення

Поняття бітового подання даних у комп'ютерній системі. Двійкова та шістнадцяткова системи числення як робочі форми представлення значень на машинному рівні. Подання цілих чисел зі знаком і без знака, принцип двійкового доповнення (two's complement). Переповнення, діапазон подання та наслідки для

правильності обчислень. Бітові операції та їх застосування у програмних конструкціях, обробці даних та низькорівневих алгоритмах. Зв'язок між обчислювальною поведінкою на рівні програми та апаратними обмеженнями подання чисел.

Тема 15. Подання дійсних чисел, точність обчислень та числові похибки

Поняття плаваючої коми як способу подання дійсних чисел у комп'ютерних системах. Інтуїтивна модель формату IEEE-754, нормалізація, мантиса, порядок та знак числа. Похибки округлення, обмеження точності та накопичення похибок під час обчислювальних операцій. Випадки розбіжності між математичним результатом і результатом машинних обчислень. Приклади програмних ситуацій, де властивості плаваючої арифметики впливають на коректність і стабільність результатів.

Тема 16. Від бітів до логічних схем: комбінаційна та послідовнісна логіка, керування виконанням

Інтуїтивний перехід від бітового подання до простих логічних операцій і функціональних блоків. Комбінаційна логіка як основа обчислювальних перетворень (приклад — елементи АЛП). Послідовнісна логіка та ідея збереження стану. Інтуїція скінченних автоматів (FSM) як моделі керування виконанням. Узагальнене уявлення про те, як логічні блоки формують арифметичні операції та елементи керування процесором. Формування цілісного зв'язку між програмною поведінкою, архітектурою та апаратною реалізацією.

Тема 17. Сучасні підходи до підвищення продуктивності: багатоядерність, SIMD, GPU та масштабування систем

Паралелізм на рівні потоків виконання (multicore) та обмеження прискорення програм. Паралелізм на рівні даних: SIMD-інструкції та векторна обробка як засіб прискорення однорідних операцій. Загальна інтуїція роботи графічних процесорів (GPU) як багатопотокових обчислювальних пристроїв. Масштабування обчислень на рівні систем та центрів обробки даних (warehouse-scale computing). Порівняння підходів, архітектурні передумови прискорення та сфери ефективного застосування.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття / роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		о/д. ф.	з. ф.	
Лекція 1	Комп'ютерна система та виконання програм	2	2	<i>тиждень 1</i>
Лабораторне заняття 1	Лабораторна робота 1. Виконання програми та структура процесу	2	2	<i>тиждень 1</i>
Лекція 2	Машинний рівень подання програм та виклики функцій	2	-	<i>тиждень 2</i>
Лабораторне заняття 2	Лабораторна робота 2. Машинний рівень, регістри, стек, виклики функцій	2	-	<i>тиждень 2</i>
Лекція 3	Модель виконання інструкцій і процесор як система виконання	2	2	<i>тиждень 3</i>
Лабораторне заняття 3	Лабораторна робота 2. Машинний рівень, регістри, стек, виклики функцій	2	2	<i>тиждень 3</i>
Лекція 4	Арифметичні операції, передавання даних, керування виконанням та контекст процесу	2	-	<i>тиждень 4</i>
Лабораторне заняття 4	Лабораторна робота 3. Продуктивність, структура коду, гілки та цикли	2	-	<i>тиждень 4</i>
Лекція 5	Вартість виконання інструкцій, CPI, затримки та передумови конвеєризації	2	-	<i>тиждень 5</i>
Лабораторне заняття 5	Лабораторна робота 3. Продуктивність, структура коду, гілки та цикли	2	-	<i>тиждень 5</i>
Лекція 6	Вимірювання продуктивності на практиці: експерименти, профілювання та вплив пам'яті	2	-	<i>тиждень 6</i>
Лабораторне заняття 6	Лабораторна робота 4. Експерименти з продуктивністю та профілюванням	2	-	<i>тиждень 6</i>
Лекція 7	Модель пам'яті програми: стек, купа, покажчики, масиви, вирівнювання та порядок байтів	2	2	<i>тиждень 7</i>
Лабораторне заняття 7	Лабораторна робота 5. Модель пам'яті програми: стек / heap / покажчики / масиви	2	2	<i>тиждень 7</i>
Лекція 8	Продуктивність доступу до пам'яті: локальність, кеш-пам'ять, ієрархія та шаблони доступу	2	-	<i>тиждень 8</i>
Лабораторне заняття 8	Лабораторна робота 6. Ієрархія пам'яті: кеш-локальність, TLB та віртуальна пам'ять	2	-	<i>тиждень 8</i>
Лекція 9	Віртуальна пам'ять, трансляція адрес, TLB, сторінкові Fault-и та механізми захисту	2	-	<i>тиждень 9</i>
Лабораторне заняття 9	Лабораторна робота 6. Ієрархія пам'яті: кеш-локальність, TLB та віртуальна пам'ять	2	-	<i>тиждень 9</i>
Лекція 10	Архітектура набору інструкцій: формати інструкцій, способи адресації та кодування операндів	2	2	<i>тиждень 10</i>
Лабораторне заняття 10	Лабораторна робота 7. Формати інструкцій та способи адресації	2	-	<i>тиждень 10</i>
Лекція 11	Архітектурні стилі та компроміси: RISC/CISC, моделі організації пам'яті та	2	-	<i>тиждень 11</i>

Вид заняття / роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		о/д. ф.	з. ф.	
	вплив на виконання програм			
Лабораторне заняття 11	Лабораторна робота 8. Порівняння стилів архітектури RISC / CISC	2	2	<i>тиждень 11</i>
Лекція 12	Підсистема введення-виведення, переривання, винятки, виклики системи та механізми захисту	2	-	<i>тиждень 12</i>
Лабораторне заняття 12	Лабораторна робота 8. Порівняння стилів архітектури RISC / CISC	2	2	<i>тиждень 12</i>
Лекція 13	Системні інтерфейси, шини, міжкомпонентні з'єднання, DMA та передавання даних у комп'ютерній системі	2	-	<i>тиждень 13</i>
Лабораторне заняття 13	Лабораторна робота 9. Системні виклики, переривання, I/O та DMA	2	-	<i>тиждень 13</i>
Лекція 14	Подання цілих чисел, операції над бітами та переповнення	2	-	<i>тиждень 14</i>
Лабораторне заняття 14	Лабораторна робота 9. Системні виклики, переривання, I/O та DMA	2	-	<i>тиждень 14</i>
Лекція 15	Подання дійсних чисел, точність обчислень та числові похибки	2	-	<i>тиждень 15</i>
Лабораторне заняття 15	Лабораторна робота 10. Паралелізм, багатоядерність, SIMD та GPU-модель	2	-	<i>тиждень 15</i>
Лекція 16	Від бітів до логічних схем: комбінаційна та послідовнісна логіка, керування виконанням	2	-	<i>тиждень 16</i>
Лабораторне заняття 16	Лабораторна робота 10. Паралелізм, багатоядерність, SIMD та GPU-модель	2	-	<i>тиждень 16</i>
Лекція 17	Сучасні підходи до підвищення продуктивності: багатоядерність, SIMD, GPU та масштабування систем	2	-	<i>тиждень 17</i>
Лабораторне заняття 17	Лабораторна робота 10. Паралелізм, багатоядерність, SIMD та GPU-модель	2	-	<i>тиждень 17</i>
Самостійна робота (підсумковий контроль)	Підготовка до заліку	28	40	<i>Згідно з розкладом</i>
Самостійна робота (підсумковий контроль – індивідуальне завдання)	Виконання індивідуального завдання: 1. Розробка навчального застосунку. 2. Реалізація програми мовою С. 3. Створення демонстраційних даних для перевірки коректності роботи програми. 4. Підготовка короткої презентації, що демонструє призначення, логіку та результати роботи програми. 5. Оформлення звіту з вихідним кодом та аналітичними висновками.	84	122	<i>Протягом семестру</i>

Методичні рекомендації до лабораторних занять розміщено СЕЗН ЗНУ Moodle на сторінці освітнього компонента «Архітектура обчислювальних систем».

5. Види і зміст контрольних заходів

Вид заняття / роботи	Вид контрольного заходу	Зміст контрольного заходу*	Критерії оцінювання та термін виконання	Усього балів
Поточний контроль (III семестр)				
Лабораторна робота №1	Захист лабораторної роботи №1	Виконання завдання лабораторної роботи, захист лабораторної роботи, опитування	Виконання лабораторної роботи: Правильне виконання – 3; наявність незначних помилок – 2; при наявності грубих помилок – 1; Захист лабораторної роботи – 3	6
Лабораторна робота №2	Захист лабораторної роботи №2	Виконання завдання лабораторної роботи, захист лабораторної роботи, опитування	Виконання лабораторної роботи: Правильне виконання – 3; наявність незначних помилок – 2; при наявності грубих помилок – 1; Захист лабораторної роботи – 3	6
Лабораторна робота №3	Захист лабораторної роботи №3	Виконання завдання лабораторної роботи, захист лабораторної роботи, опитування	Виконання лабораторної роботи: Правильне виконання – 3; наявність незначних помилок – 2; при наявності грубих помилок – 1; Захист лабораторної роботи – 3	6
Лабораторна робота №4	Захист лабораторної роботи №4	Виконання завдання лабораторної роботи, захист лабораторної роботи, опитування	Виконання лабораторної роботи: Правильне виконання – 3; наявність незначних помилок – 2; при наявності грубих помилок – 1; Захист лабораторної роботи – 3	6
Лабораторна робота №5	Захист лабораторної роботи №5	Виконання завдання лабораторної роботи, захист лабораторної роботи, опитування	Виконання лабораторної роботи: Правильне виконання – 3; наявність незначних помилок – 2; при наявності грубих помилок – 1; Захист лабораторної роботи – 3	6
Лабораторна робота №6	Захист лабораторної роботи №6	Виконання завдання лабораторної роботи, захист лабораторної роботи, опитування	Виконання лабораторної роботи: Правильне виконання – 3; наявність незначних помилок – 2; при наявності грубих помилок – 1; Захист лабораторної роботи – 3	6
Лабораторна робота №7	Захист лабораторної роботи №7	Виконання завдання лабораторної роботи, захист лабораторної роботи, опитування	Виконання лабораторної роботи: Правильне виконання – 3; наявність незначних помилок – 2; при наявності грубих помилок – 1; Захист лабораторної роботи – 3	6
Лабораторна робота №8	Захист лабораторної роботи №8	Виконання завдання лабораторної роботи, захист лабораторної роботи, опитування	Виконання лабораторної роботи: Правильне виконання – 3; наявність незначних помилок – 2; при наявності грубих помилок – 1; Захист лабораторної роботи – 3	6

Вид заняття / роботи	Вид контрольного заходу	Зміст контрольного заходу*	Критерії оцінювання та термін виконання	Усього балів
Лабораторна робота №9	Захист лабораторної роботи №9	Виконання завдання лабораторної роботи, захист лабораторної роботи, опитування	Виконання лабораторної роботи: Правильне виконання – 3; наявність незначних помилок – 2; при наявності грубих помилок – 1; Захист лабораторної роботи – 3	6
Лабораторна робота №10	Захист лабораторної роботи №10	Виконання завдання лабораторної роботи, захист лабораторної роботи, опитування	Виконання лабораторної роботи: Правильне виконання – 3; наявність незначних помилок – 2; при наявності грубих помилок – 1; Захист лабораторної роботи – 3	6
Усього за поточний контроль				60
Підсумковий контроль				
Залік	Захист індивідуального практичного завдання	Виконання та захист індивідуального завдання	Виконання індивідуального завдання: Правильне виконання – 20; наявність незначних помилок – 15; при наявності грубих помилок – 10; Захист індивідуального завдання – 10	30
	Тестування	Питання для підготовки: 10 закритих тестових завдань	Правильна відповідь на 1 закрите тестове завдання – 1 бал	10
Усього за підсумковий контроль				40

Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом)		

6. Основні навчальні ресурси

Рекомендована література

1. Паттерсон Д. А., Хеннессі Дж. Л. Комп'ютерна організація і проектування: апаратно-програмний інтерфейс RISC-V. Київ : Дія, 2022. 720 с.
2. Седінкін І. В., Коваленко О. П. Архітектура комп'ютерних систем : навч. посіб. для спец. 122 «Комп'ютерні науки». Харків : ХНУРЕ, 2021. 244 с.
3. Stallings W. Computer Organization and Architecture: Designing for Performance. 11th ed. Pearson, 2023. 864 p.
4. Harris D. M., Harris S. L. Digital Design and Computer Architecture (RISC-V Edition). Morgan Kaufmann, 2021. 720 p.
5. Wolf M. Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design. Cambridge : Morgan Kaufmann, 2023. 530 p.
6. Wang L., Zhao J. Architecture of Advanced Numerical Analysis Systems: Designing a Scientific Computing System using OCaml. Berkeley : Apress, 2023. 472 p.

Інформаційні ресурси

7. ACM Digital Library – База наукових публікацій, журналів і конференцій з архітектури комп'ютерних систем. *ACM*. URL: <https://dl.acm.org/>.
 8. Computer Science. *Computer Science*. URL: <https://www.cs.stanford.edu/>.
 9. Computer Science Stack Exchange. *Computer Science Stack Exchange*. URL: <https://cs.stackexchange.com/>.
 10. Developer Tools. *AMD*. URL: <https://www.amd.com/en/developer.html>.
 11. Documentation â Arm Developer. *Challenge Validation*. URL: <https://developer.arm.com/documentation>.
 12. IEEE Xplore. *IEEE Xplore*. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>.
 13. Manuals for Intel® 64 and IA-32 Architectures. *Intel*. URL: <https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/articles/technical/intel-sdm.html>.
 14. MIT OpenCourseWare | Free Online Course Materials. *MIT OpenCourseWare*. URL: <https://ocw.mit.edu/>.
- Ratified Specifications. *RISC-V International*. URL: <https://riscv.org/specifications/ratified/>.

7. Регуляції і політики курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Відвідування усіх занять є обов'язковим. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених даною дисципліною. Пропуски та запізнення на заняття є недопустимими.

Політика академічної доброчесності

Кожний студент зобов'язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності. Письмові завдання з використанням часткових або повнотекстових запозичень з інших робіт без зазначення авторства – це *плагіат*. Використання будь-якої інформації (текст, фото, ілюстрації тощо) мають бути правильно процитовані з посиланням на автора! Якщо ви не впевнені, що таке плагіат, фабрикація, фальсифікація, порадьтеся з викладачем. До студентів, у роботах яких буде виявлено списування, плагіат чи інші прояви недоброчесної поведінки можуть бути застосовані різні дисциплінарні заходи (див. посилання на Кодекс академічної доброчесності ЗНУ в додатку до силабусу). Неприпустиме складання роботи, виконаної іншою особою.

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті

Використання мобільних телефонів, ноутбуків та інших гаджетів під час лекційних та лабораторних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (з активованим режимом «без звуку»).

Комунікація

Комунікація викладача зі студентами здійснюється безпосередньо на заняттях та додатково за допомогою месенджерів (наприклад, Telegram), електронної пошти і в СЕЗН Moodle (форум курсу, приватні повідомлення)

Визнання результатів неформальної та інформальної освіти

Здобувачі освіти мають право на визнання результатів навчання, отриманих поза межами формальної освітньої програми (неформальна та інформальна освіта). Результати можуть бути зараховані як виконання окремих тем, розділів, видів навчальних занять, завдань самостійної роботи, за умови їх відповідності програмним результатам навчання.

Успішне проходження курсів на онлайн платформах (наприклад, Prometheus, Coursera, edX, Udemy тощо), зміст яких корелює з тематикою дисципліни та вказаних в електронному курсі дисципліни в СЕЗН ЗНУ на платформі Moodle, може бути зараховано згідно з правилами визначеними в Положенні ЗНУ Про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти (<https://surl.li/gachqj>).

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ НА 2025-2026 н.р. доступний за адресою:
<https://surl.li/vlw eo j>

НАВЧАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методiku проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів Запорізького національного університету: <https://surl.li/wd z j r l>

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (у тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Процедура повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: <https://surl.lu/hf j b y a>

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: <https://surl.li/qg a c q a>

Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до:

Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://surl.li/un w z z m>

Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://surl.lu/xk x m u z>

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Кабінет практичного психолога **Марті Ірини Вадимівни** – навч. корп. №4, каб. №235 (понеділок, середа, четвер 9.00-11.00, 13.00-15.00), навч. корп. №9 (ІННІ) каб.57 (п'ятниця 9.00-11.00, 13.00-15.00), гуртожиток №6 (вул. Добролюбова, 19, середа 9.00-11.00, 13.00-15.00). Попередній запис за тел.: 228-76-48, (099) 253-78-73 щоденно з 9 до 15.

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**

Електронна адреса: v_banakh@znu.edu.ua

Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88



РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.
Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Спеціалізована допомога: (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://surl.li/ivcwiw>

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА: <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок-п'ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

**СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ (СЕЗН ЗНУ):**
<https://moodle.znu.edu.ua>.

Посилання для відновлення паролю:
<https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ:
<http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>