



АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРІВ. АРХІТЕКТУРА ДЛЯ ПРОГРАМІСТІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи
Статус дисципліни	вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ЕКТС (лекції – 36 год., лабораторні заняття – 18 год., СРС – 66 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	МКР, залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: асистент кафедри СПКС, д. ф. Молчанов Олексій Андрійович, kpi.spscs.oml@gmail.com Лабораторні заняття: асистент кафедри СПКС, д. ф. Молчанов Олексій Андрійович, kpi.spscs.oml@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

У дисципліні “Архітектура комп'ютерів. Архітектура для програмістів” вивчаються архітектури сучасних комп'ютерів з акцентом на розгляд особливостей сучасних комп'ютерних архітектур, розуміння яких дозволить програмістам реалізовувати ефективні програмні рішення для таких архітектур; розглядається їхня багаторівнева організація, особливості окремих рівнів та зв'язки між ними. Знання архітектури комп'ютерів дозволить:

- зрозуміти яким чином програмне забезпечення, описане деякою мовою високого рівня, трансформується у мову машинних команд, які виконує комп'ютер;
- виконувати розробку складних і відповідальних програмних рішень, які мають особливі вимоги до швидкодії, надійності та захисту інформації;
- дізнатись яким чином можна пришвидшити виконання програм на конкретних архітектурах комп'ютерів;
- та ін.

Предмет вивчання: багаторівнева організація сучасних комп'ютерів, кластерні обчислення.

Мета дисципліни: підготовка висококваліфікованих фахівців, які володіють необхідними знаннями про архітектурну ієрархію сучасних комп'ютерів, що необхідні для аналізу, проектування і програмування сучасних комп'ютерів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання.

Знання:

- наукових положень, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж;
- різних рівнів архітектури комп'ютерів, зв'язків між цими рівнями;
- методів та засобів проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

Уміння:

- розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності;
- системно мислити та застосовувати творчі здібності для формування нових ідей;
- ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів;
- оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів.

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

Пререквізити — дисципліни, вивчення яких має передувати вивченню даної дисципліни:

- Структури даних та алгоритми;
- Програмування;
- Системне програмування;
- Комп'ютерна логіка;
- Паралельне програмування;
- базовий рівень володіння англійською мовою не нижче B1.

Постреквізити — дисципліни, вивченню яких має передувати вивчення даної дисципліни:

- Комп'ютерні системи;
- Комп'ютерне забезпечення телекомунікацій;
- Системне програмне забезпечення;
- Технології проектування комп'ютерних систем.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ I. Архітектурна ієрархія комп'ютерів. Зв'язки між архітектурними рівнями.

Тема 1.1 Загальні відомості про архітектуру комп'ютерів.

Вступ до архітектури комп'ютерів. Багаторівнева організація сучасних комп'ютерів. Історичні віхи розвитку комп'ютерів. Типи комп'ютерів. Основні визначення та принципи організації архітектури комп'ютерів.

Тема 1.2 Архітектура рівня системи команд.

Системи команд комп'ютерів. Системи CISC та RISC. Формати даних і операції з ними. Способи адресації.

Тема 1.3 Архітектура рівня прикладних мов.

Трансляція програм рівня прикладних мов у програми рівня асемблера.

Тема 1.4 Архітектура рівня асемблера.

Асемблер. Мова асемблера. Процес асемблювання.

Тема 1.5 Архітектура рівня операційної системи.

Віртуальна пам'ять. Багатозадачний режим у процесорах. Захист пам'яті.

Тема 1.6 Моделювання та імітація поведінки комп'ютерів

Симуляція та емуляція.

Розділ II. Комп'ютерні архітектури для розподілених обчислень.

Тема 2.1 Багатопроцесорні та кластерні комп'ютерні системи.

Паралелізм всередині процесора. Основи багатопроцесорних архітектур. Кластерні комп'ютери. Кластерні обчислення. Суперкомп'ютери.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

- 1) Сергієнко А. М. "Архітектура комп'ютерів: Конспект лекцій"
- 2) Матвієнко М. П., Розен В. П., Закладний О. М. "Архітектура комп'ютерів"
- 3) Тарарака В. Д. "Архітектура комп'ютерних систем"

Додаткова література:

- 1) Andrew S. Tanenbaum, Todd Austin "Structured computer organization. 6th edition"
- 2) David A. Patterson, John L. Hennessy "Computer organization and design. 5th edition"
- 3) Intel 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual
- 4) The Java® Virtual Machine Specification Java SE 11 Edition

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальний контент дисципліни складається з лекційних та лабораторних занять.

Лекційні заняття:

Розділ I. Архітектурна ієрархія комп'ютерів. Зв'язки між архітектурними рівнями

Тема 1.1 Загальні відомості про архітектуру комп'ютерів

Лекція 1. Вступ до архітектури комп'ютерів. Багаторівнева організація сучасних комп'ютерів.

Лекція 2. Історичні віхи розвитку комп'ютерів. Типи комп'ютерів

Лекція 3. Основні визначення та принципи організації архітектури комп'ютерів

Тема 1.2 Архітектура рівня прикладних мов

Лекція 4. Трансляція програм рівня прикладних мов у програми рівня асемблера

Лабораторна робота №1

Лекція 5. Архітектура рівня прикладної мови програмування Java

Лабораторна робота №2

Тема 1.3 Архітектура рівня системи команд

Лекція 6. Системи команд комп'ютерів. Системи CISC та RISC

Лекція 7. Формати даних і операції з ними

Лабораторна робота №3

Лекція 8. Способи адресації

Тема 1.4 Архітектура рівня асемблера

Лекція 9. Асемблер. Мова асемблера. Процес асемблювання

Тестове опитування

Тема 1.5 Архітектура рівня операційної системи

Лекція 10. Віртуальна пам'ять

Лекція 11. Автоматизоване тестування

Лабораторна робота №4

Лекція 12. Багатозадачний режим у процесорах та захист пам'яті

Тема 1.6 Моделювання та імітація поведінки комп'ютерів

Лекція 13. Симуляція та емуляція

Розділ II. Комп'ютерні архітектури для розподілених обчислень

Тема 2.1 Багатопроцесорні та кластерні комп'ютерні системи

Лекція 14. Паралелізм всередині процесора

Лекція 15. Основи багатопроцесорних архітектур

Лекція 16. Кластерні комп'ютери

Лекція 17. Кластерні обчислення

Лекція 18. Суперкомп'ютери

Лабораторні заняття.

На лабораторних заняттях студенти мають виконати 4 лабораторних роботи, й отримати відповідні навички та знання щодо роботи з окремим рівнями архітектурної ієрархії комп'ютерів.

Лабораторні роботи:

1.1. Трансляція мов високого рівня у мови низького рівня. Частина 1.

1.2. Трансляція мов високого рівня у мови низького рівня. Частина 2.

2. Архітектура системи команд. Перетворення віртуальних адрес.

3. Кластерні обчислення.

Засвоєння навчальних занять має відбуватись послідовно, згідно із розкладом занять.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів полягає в наступному:

- підготовці до лекційних занять шляхом вивчення попереднього лекційного матеріалу а також літературних джерел, на яких базується матеріал попередніх лекцій (список джерел і перелік розділів надається разом з лекційним матеріалом);
- підготовці до лабораторних робіт шляхом ознайомлення із завданням та методичними вказівками до їх виконання, в т. ч. вивченні теоретичного матеріалу, необхідного для відповіді на контрольні питання до лабораторних робіт;

- виконанні завдань лабораторних робіт і оформленні звіту до кожної з них; звіт має висвітлювати результати виконання лабораторної роботи (лістинг коду, аналіз одержаних результатів і т. і.).

Контроль знань та умінь здійснюється:

- на лабораторних заняттях шляхом перевірки звітів лабораторних робіт, перевірки реалізованих програм та опитувань;
- на лекційних заняттях шляхом проведення опитування та модульної контрольної роботи.

Термін виконання лабораторних робіт визначається індивідуально для кожної лабораторної роботи і зазначається викладачем під час видачі завдання на лабораторну роботу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- студент зобов'язаний відвідувати лекційні та лабораторні заняття й активно працювати над засвоєнням матеріалу, що викладається на них;
- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; відпрацьовує практичну частину на віртуальній машині;
- лабораторні роботи захищаються у два етапи: перший етап — студенти виконують завдання, оформлюють електронний звіт і надсилають викладачу; другий етап — захист лабораторної роботи на лабораторному занятті;
- тестове опитування проводиться на лекційному занятті із застосуванням усіх доступних матеріалів;
- модульна контрольна робота виконується на лекційному занятті;
- штрафні бали нараховуються за: невчасне виконання лабораторних робіт. Граничний термін захисту лабораторної роботи без нарахування штрафних балів визначається для кожної лабораторної роботи і надається студенту разом із завданням. Загальна кількість штрафних балів не більше 10;
- заохочувальні (додаткові) бали нараховуються за: творче, а також вчасне виконання і захист усіх лабораторних робіт; виконання творчих робіт; загальна кількість заохочувальних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали оцінювання;
- політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>;
- норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

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

Види контролю та система оцінювання:

- 4 лабораторні роботи (загалом 60 балів), що мають наступні системи оцінювання:
 - лабораторна робота 1:
 - якість оформлення звіту — 0-5 балів;
 - якість реалізації програми — 0-2 балів;
 - відповідь на контрольні питання під час захисту лабораторної роботи — 0-3 балів;
 - дотримання граничних термінів виконання лабораторної роботи — 0-2 балів;
 - максимальна оцінка за лабораторну роботу — 12 балів;

- при отриманні 0 балів хоча б по одному з перших трьох пунктів, або за загальної оцінки меншої за 7 балів робота вважається незахищеною, оскільки така оцінка показує незадовільний рівень засвоєння знань та набуття умінь студентом під час виконання лабораторної роботи;
- лабораторна робота 2:
 - якість оформлення звіту — 0-4 бали;
 - якість реалізації програми — 0-1 бали;
 - відповідь на контрольні питання під час захисту лабораторної роботи — 0-3 бали;
 - дотримання граничних термінів виконання лабораторної роботи — 0-2 бали;
 - максимальна оцінка за лабораторну роботу — 10 балів;
 - при отриманні 0 балів хоча б по одному з перших трьох пунктів, або за загальної оцінки меншої за 6 балів робота вважається незахищеною, оскільки така оцінка показує незадовільний рівень засвоєння знань та набуття умінь студентом під час виконання лабораторної роботи;
- лабораторна робота 3:
 - якість оформлення звіту — 0-2 бали;
 - якість реалізації програми — 0-7 бали;
 - якість виконання тестування програми і реалізації тестів — 0-4 бали;
 - відповідь на контрольні питання під час захисту лабораторної роботи — 0-4 бали;
 - дотримання граничних термінів виконання лабораторної роботи — 0-3 бали;
 - максимальна оцінка за лабораторну роботу — 20 балів;
 - при отриманні 0 балів хоча б по одному з перших чотирьох пунктів, або за загальної оцінки меншої за 11 балів робота вважається незахищеною, оскільки така оцінка показує незадовільний рівень засвоєння знань та набуття умінь студентом під час виконання лабораторної роботи, і тому потребує покращення;
- лабораторна робота 4:
 - якість оформлення звіту — 0-2 бали;
 - якість реалізації програми — 0-6 бали;
 - якість виконання тестування програми і реалізації тестів — 0-3 бали;
 - відповідь на контрольні питання під час захисту лабораторної роботи — 0-4 бали;
 - дотримання граничних термінів виконання лабораторної роботи — 0-3 бали;
 - максимальна оцінка за лабораторну роботу — 18 балів;
 - при отриманні 0 балів хоча б по одному з перших чотирьох пунктів, або за загальної оцінки меншої за 10 балів робота вважається незахищеною, оскільки така оцінка показує незадовільний рівень засвоєння знань та набуття умінь студентом під час виконання лабораторної роботи, і тому потребує покращення;
- за кожен тиждень після граничного терміну виконання лабораторної роботи нараховується 1 штрафний бал; максимальна кількість штрафних балів визначається індивідуально для кожної лабораторної роботи (див. вище);
- тестове опитування — 15 балів. Опитування складається з тестових запитань. За кожну правильну відповідь по тестовому запитанню нараховуються 1-2 бали;
- модульна контрольна робота (МКР) — 25 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з тестових запитань. За кожну правильну відповідь по тестовому запитанню нараховуються 1-3 бали;
- за творчий підхід, вчасне виконання (до граничного терміну виконання лабораторної роботи, визначеного викладачем під час видачі завдання) і захист (до двох тижнів після граничного терміну виконання лабораторної роботи) *всіх* лабораторних робіт нараховується до 5 заохочувальних (додаткових) балів (тобто не за кожну лабораторну окремо, а всього за всі лабораторні роботи);
- за виконання творчих робіт (участь у конкурсних роботах, у НДР, написання наукових статей у галузі інформаційних технологій, тощо) або за підготовку реферату (для підвищення

загальної оцінки після виконання всіх видів контролю результатів навчання) студентам може бути нараховано до 5 заохочувальних (додаткових) балів;

- календарний контроль (атестація) провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою першої атестації є отримання не менше 15 балів (на час атестації). Умовою другої атестації є отримання не менше 35 балів (на час атестації);
- семестровий контроль — залік. Умовою допуску до заліку є зарахування (захист) усіх лабораторних робіт і семестровий рейтинг більший або рівний 40 балам. При семестровому рейтингу 40-59 балів студент має написати залікову контрольну роботу. При рейтингу студента 60 балів і більше, студент отримує залік «автоматом» відповідно до таблиці 1;
- залікова контрольна робота оцінюється у 100 балів і пишеться тими студентами, які на момент проведення заліку виконали умови допуску до заліку і мають рейтинг 40-59 балів. Також залікову контрольну роботу можуть написати ті студенти, хто на момент проведення заліку виконав умови допуску до заліку і має рейтинг 60 і більше балів, якщо такі студенти хочуть підвищити свій рейтинг. Перед написанням залікової контрольної роботи семестровий рейтинг студента «обнуляється». Залікова контрольна робота складається із тестових завдань, загальна оцінка за які нараховує 60 балів і двох теоретичних запитань по 20 балів кожне. Перелік тем, які виносяться на залікову контрольну роботу наведено у Додатку 1. За кожну правильну відповідь по тестовому запитанню нараховуються 1-4 бали. Кожне теоретичне запитання оцінюється в 20 балів за такими критеріями:
 - «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації — 18-20 балів;
 - «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації — 13-17 балів;
 - «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки — 8-12 балів;
 - «незадовільно», відповідь не відповідає умовам рівня «задовільно» — 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою (таблиця 1):

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- список деяких тем, що виносяться на семестровий контроль наведено в Додатку 1.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено асистентом кафедри СПСКС, д. ф. Молчановим Олексієм Андрійовичем

Ухвалено кафедрою СПСКС (протокол № 6 від 03.01.24)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 6 від 26.01.24)

Додаток 1. Деякі теми, що виносяться на семестровий контроль

1. Багаторівнева організація комп'ютерів. Визначення архітектури, моделі.
2. Концепція віртуальних машин. Мови, трансляція та інтерпретація.
3. Архітектурні рівні. Визначення і що до них відноситься.

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.

4. Програмне та апаратне забезпечення.
5. Історія розвитку комп'ютерів. Покоління комп'ютерів. Загальні риси, приклади систем (без деталей реалізації). Чинники, що впливали на розвиток комп'ютерів
6. Закон Мура.
7. Закон Деннарда. Ефект "темного" кремнію.
8. Типи комп'ютерів (з прикладами).
9. Основні визначення щодо архітектури комп'ютерів.
10. Основні принципи побудови комп'ютерів.
11. Архітектура фон Неймана. Гарвардська архітектура.
12. Системи команд комп'ютерів та їх вибір. Структура команд комп'ютера.
13. Система CISC.
14. Система RISC. Принципи побудови RISC-архітектур, їх опис.
15. Порівняння систем CISC та RISC.
16. Формати даних та операції з ними. Зберігання чисел у пам'яті.
17. Представлення цілих чисел в пам'яті комп'ютера.
18. Представлення чисел з рухомою комою в пам'яті комп'ютера.
19. Представлення чисел зі знаком. Прямий, обернений, доповняльний коди, двійковий зсув.
20. Способи адресації (пряма, базова, індексна, непрямі способи та ін.)
21. Трансляція програм прикладного рівня у програми рівня мови асемблера.
22. Асемблер. Мова асемблера. Особливості, призначення, формати команд, директиви.
23. Макроси. Макровизначення, макровиклик, макророзширення. Порівняння макросів і процедур.
24. Процес асемблювання, компонування і завантаження.
25. Віртуальна пам'ять. Оверлеї.
26. Види організації віртуальної пам'яті.
27. Сторінкова організація пам'яті. Визначення сторінки, сторінкового кадру. Розмір сторінок.
28. Сегментна організація пам'яті. Визначення сегменту, сегментації.
29. Сегментно-сторінкова організація пам'яті.
30. Фрагментація, дефрагментація. Принцип локальності та робоча множина. Політики заміщення сторінок.
31. Багатозадачний режим. Контекст задачі. Перемикання контекстів задач.
32. Кластерні комп'ютери.
33. Кластерні обчислення.
34. Суперкомп'ютери.