

**Міністерство освіти і науки України**

**Львівський національний університет імені Івана Франка**

**ПРОГРАМА**

**вступного екзамену до аспірантури за спеціальністю**

**122 Комп'ютерні науки**

Затверджена Вченою радою  
факультету прикладної математики та інформатики  
(протокол № 6 від  
“27” червня 2024 р.)

Затверджена Вченою радою  
факультету електроніки та  
комп'ютерних технологій  
(протокол № 50/24  
від « 25 » червня 2024 р.)

**Львів–2024**

## АНОТАЦІЯ

Комп'ютерні науки вивчають процеси та системи збирання, передавання, опрацювання, відображення та використання інформації. У рамках спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» підготовка здобувачів фокусується на математичних основах предметних областей та можливостях їхнього застосування для розв'язання складних інформаційних проблем. Навчання за спеціальністю передбачає отримання знань з сучасних мов і технологій програмування, теоретичних і практичних навичок роботи з та інструментальними засобами проектування, особливостей розробки, тестування і впровадження програмного забезпечення для високорівневих та вбудованих систем.

### 1. РОЗДІЛ 1. МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ

#### 1.1. Основи математичної логіки та теорії множин. Комбінаторний аналіз.

##### Теорія графів

Основні поняття та закони логіки висловлювань. Основні поняття логіки предикатів. Нормальні форми. Поняття множини, кортежу. Операції над множинами, діаграми Ейлера.

Сполучення, розміщення, перестановки з повтореннями та без повторень. Біном Ньютона. Розбиття множин. Принцип Діріхле. Принцип включення-виключення. Рекурентні рівняння. Твірні функції для сполучень. Твірні функції для розміщень.

Неорієнтовані та орієнтовані графи, їхні типи та властивості. Способи задавання графів. Шляхи та цикли, зв'язність графів. Ейлеровий та гамільтонів цикли. Алгоритми обходу графів. Алгоритми пошуку найкоротших шляхів у графах. Ізоморфізм графів. Планарні графи. Розфарбовування графів. Паросполучення у графах. Каркаси.

#### 1.2. Теорія алгоритмів. Алгоритми і структури даних.

Поняття про алгоритм, властивості алгоритмів, типи алгоритмів, композиції алгоритмів. Складність алгоритмів,  $\Theta$ ,  $\Omega$ ,  $O$  – позначення. Поняття про алгоритмічні системи. Нормальні алгоритми, принцип нормалізації. Машина Тюрінга. Рівнодоступна адресна машина. Детерміновані та недетерміновані алгоритми. Класи  $P$  та  $NP$ . Проблема  $P = NP$ .  $NP$ -повні задачі, приклади  $NP$ -повних задач.

Стеки, черги, лінійні зв'язані списки. Деревя та їх властивості. Обхід дерев. Бінарні дерева пошуку. Піраміди. Хешування даних, хеш-таблиці.

Сортування вибором, вставкою, обміном. Сортування злиттям, швидке сортування. Сортування підрахунком, сортування за розрядами.

#### 1.3 Теорія мов програмування

Мова програмування. Процедурні мови. Мови, які орієнтовані на дані. Об'єктно-орієнтовані мови. Мови функціонального програмування. Машинно-орієнтовані мови. Синтаксис мови. Семантика. Граматики в мовах програмування. Форма Бекуса-Наура. Типи даних: скалярні та структуровані. Вказівники. Операто-

ри, операнди та операції мови. Контроль за відповідністю типів даних. Перетворення типів даних. Структури управління процесом обчислень. Підпрограми. Параметри підпрограм: формальні і фактичні, вхідні і вихідні. Рекурсія. Середовища програмування.

#### **1.4. Чисельні методи**

Кубічні сплайни. Інтерполяційні многочлени. Чисельне диференціювання. Точність формул для чисельного диференціювання. Квадратурні формули Ньютона–Котеса. Точність квадратурних формул. Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебричних рівнянь. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь. Чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку. Різницеві методи розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку.

#### **1.5. Математичне програмування**

Задачі лінійного програмування. Симплекс-метод. Методи завдання початкового опорного плану. Модифікований симплекс-метод. Двоїста задача лінійного програмування. Двоїстий симплекс-метод. Транспортна задача лінійного програмування. Метод потенціалів розв'язання транспортної задачі. Угорський метод розв'язання транспортної задачі. Задачі цілочисельного програмування. Методи відсікань. Метод гілок і меж. Динамічне програмування. Методи багатовимірної оптимізації. Нелінійне програмування.

#### **1.6. Елементи оптимального керування**

Постановка задач оптимального керування, їхня класифікація. Принцип максимуму Понтрягіна. Лінійна задача швидкодії, її властивості (існування розв'язків, кількість переключень).

## **2. ТЕОРІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ**

### **2.1. Системи програмування та проектування компонент обчислювальних систем**

Основні парадигми програмування: імперативне, функціональне, алгебраїчне та логічне програмування. Об'єктно-орієнтоване та паралельне програмування. Мови та системи програмування: С, С++, Паскаль, Python, Java. Структура трансляторів та інтерпретаторів. Етапи трансляції: лексичний, синтаксичний, семантичний аналізи, оптимізація, генерація об'єктного коду, збирання. Організація передачі параметрів між програмними модулями. Виклик за значенням, за найменуванням, за результатом. Метасистеми програмування. Діалогові системи програмування. Методи візуалізації структур даних та процесу виконання програм.

### **2.2. Бази даних та інформаційні системи**

Теорія проектування інформаційних систем. Функціонально і об'єктно-орієнтовані методології проектування інформаційних систем. Методології структурного

аналізу інформаційних систем SADT. Методології аналізу інформаційних систем на мові UML.

Моделі даних (ієрархічна, мережева, реляційна). Алгебра і числення реляційної моделі даних. Мова SQL. Теорія проектування баз даних. Функціональні та багатозначні залежності, властивості і аксіоми, залежність по з'єднанню. Нормальні форми (1NF, 2NF, 3NF, 4NF, 5NF). Призначення і можливості мови ER-моделювання предметних областей. Розподілені та паралельні бази даних. Бази знань. Інформаційні системи. Інтелектуальні програмні агенти. Всесвітня мережа Веб. Семантичний Веб.

### **2.3. Організація обчислень у мікропроцесорних системах**

Основи вбудованих систем (базова архітектура вбудованих систем; типи вбудованих систем; області застосування вбудованих систем; давачі і виконавчі пристрої у вбудованих системах; пристрої відображення інформації у вбудованих системах).

Архітектура процесорів вбудованих систем (фон-Нейманівська і Гарвардська архітектури процесорів; CISC та RISC архітектури систем команд процесорів, архітектура процесорів ARM Cortex-M: Cortex-M0, Cortex-M0+, Cortex-M3, Cortex-M4; організація системи шин в процесорах ARM Cortex-M; конвеєрна архітектура процесорів ARM Cortex-M).

Пам'ять у вбудованих мікропроцесорних системах (основні параметри запам'ятовуючих пристроїв; часові діаграми роботи запам'ятовуючих пристроїв; класифікація запам'ятовуючих пристроїв та основні ознаки класифікації; статичні ОЗП: класифікація, структура базової комірки, адресація в статичних ОЗП; динамічні ОЗП: структура комірки, мультиплексування адресної шини; постійні запам'ятовуючі пристрої: EPROM та OTP пам'ять, EEPROM пам'ять, flash пам'ять).

Інтерфейси у вбудованих мікропроцесорних системах (послідовні інтерфейси: послідовний периферійний інтерфейс SPI – сигнали MOSI, MISO, SCLK,  $\overline{SS}$ , паралельне і послідовне під'єднання пристроїв до шини SPI, режими роботи SPI; міжінтегральна шина I2C – сигнали SCL, SDA, підключення пристроїв до шини I2C, структура пакетів шини I2C, часові діаграми роботи шини SPI; асинхронний послідовний інтерфейс RS232 – рівні сигналів інтерфейсу, тридротова схема з'єднання пристроїв з допомогою інтерфейсу RS232, протокол інтерфейсу RS232).

### **2.4. Високорівневий комп'ютинг**

Принципи роботи клієнт-серверних систем. Використання API для взаємодії між клієнтом і сервером. Моделі хмарних обчислень: IaaS, PaaS, SaaS. Основні загрози та ризики хмарних обчислень. Інтеграція з іншими технологіями, такими як IoT і AI.

Архітектура паралельних обчислювальних систем. Мультипроцесорні та мульти комп'ютерні системи. Кластери. Моделювання та аналіз паралельних обчислень. Основні алгоритми паралельних обчислень. Паралельні чисельні методи. Технології паралельного програмування MPI та OpenMP.

Методи організації розподілених обчислень. Grid-системи і ресурси. Організація і управління розподілом ресурсів Grid (Globus, Condor). Grid-застосування.

## 2.5. Управління проектами

Стандарти на управління проектами. Передпроектний аналіз предметної Стандарти на управління проектами. Життєвий цикл ІТ проєкту, моделі життєвого циклу: водоспадна, спіральна, V-подібна, ітераційна, інкрементна, еволюційна. Передпроектний аналіз предметної області. Управління вимогами, класифікація вимог, фіксація вимог, технічне завдання. Мінімально життєздатний продукт (MVP). Принципи і процеси планування, часове і ресурсне планування проєктів. Управління ризиками, аналіз, моніторинг і контроль ризиків, методи мінімізації ризиків. Управління процесами, оптимізація проєктів. Методології управління проектами, розробка від тестування, гнучка розробка (scrum, kanban), зв'язок методології та життєвих циклів. Управління якістю, контроль якості ІТ проєкту. Системи управління проектами (JIRA, Trello тощо). Системи неперервної інтеграції та неперервного розгортання, їх зв'язок із процесами управління проектами. Управління безпекою, конфіденційність та захист даних, кібербезпека, управління інцидентами. Управління постпроектними процесами, підтримка програмних продуктів і систем.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кормен Т. Вступ до алгоритмів / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Рівест, К. Стайн. – К : К.І.С., 2023. – 1288 с.
2. Клакович Л. М. Теорія алгоритмів : навчальний посібник. / Л. М. Клакович, С. М. Левицька, О. В. Костів. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 116 с.
3. Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М. Дискретна математика : Підручник, – 7-е видання, виправлене та доповнене. – Львів : Магнолія 2006 ; ЛНУ ім. Івана Франка, 2023. – 432 с.
4. Щербина Ю. М., Колос Н.М., Прядко О.Я. Математична логіка для комп'ютерних наук. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2023. – 250 с.
5. Ben-Ari M. Mathematical Logic for Computer Science. Third Edition. Springer, 2012, 346 p.
6. Brachman R. J., Levesque H. J. Knowledge Representation and Reasoning. Elsevier, Morgan Kaufmann publications, 2004, 381 p.
7. Rosen K. H. Discrete Mathematics and Its Applications, Seventh Edition, 2012, 1071p.
8. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence. A Modern Approach. Forth Edition, 2021, 1115 p.
9. Tahir M.,Javed K. ARM® Microprocessor Systems. Cortex® -M Architecture, Programming, and Interfacing.- CRC Press. Taylor & Francis Group. – 2017. 515 p.
10. Yiu J. The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M0 and Cortex-M0+ Processors. – 2015. 746 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://homepages.uni-regensburg.de/~erc24492/PDFs/ARM\\_Cortex\\_M0/The\\_Definitive\\_Guide\\_to\\_ARM\\_CortexM0\\_M0+.pdf](https://homepages.uni-regensburg.de/~erc24492/PDFs/ARM_Cortex_M0/The_Definitive_Guide_to_ARM_CortexM0_M0+.pdf)
11. Cortex™ -M4 Devices. Generic User Guide. – 2010. 277 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: Cortex-M4 Devices Generic User Guide (scu.edu)