

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

Затверджено  
на засіданні приймальної комісії  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 р. Протокол № \_\_\_  
Ректор  
\_\_\_\_\_ В.П. Мельник

**ПРОГРАМА**

**Фахового вступного випробовування  
для здобуття освітнього рівня “Магістр”**

**Спеціальність: 113 Прикладна математика**

Затверджено Вченою радою факультету  
прикладної математики та інформатики  
(протокол № 16/16  
від 8 лютого 2017 року)

Декан факультету  
прикладної математики та інформатики

\_\_\_\_\_ доц. І. І. Дияк

**Львів-2017**

# **Програма вступних фахових випробувань для вступників на навчання для здобуття ОР магістра на факультет прикладної математики та інформатики**

## **Спеціальність: 113 Прикладна математика**

### **Математичний аналіз**

1. Теорія множин. Точна верхня та нижня межі множини. Числові послідовності та підпослідовності. Границя числової послідовності. Часткові границі послідовності. Верхня та нижня границі послідовності.
2. Функція однієї дійсної змінної. Границя функції в точці. Неперервність. Похідна функції (заданої явно, неявно, параметрично, оберненої функції). Похідні вищих порядків.
3. Екстремум функції однієї дійсної змінної.
4. Невизначений та визначений інтеграл. Геометричні застосування визначеного інтеграла (площа криволінійної трапеції та криволінійного сектора, довжина дуги кривої). Невластивий інтеграл. Збіжність невластивого інтеграла.
5. Числовий ряд. Збіжність числового ряду (з невід'ємними членами, знакозмінного). Степеневі ряди. Радіус, інтервал та множина збіжності степеневого ряду.
6. Функції багатьох змінних. Подвійна границя функції двох дійсних змінних. Екстремум функції багатьох змінних. Умовний екстремум функції багатьох змінних.
7. Кратні і потрійні інтеграл. Їх застосування (площа плоскої фігури, об'єм тіла обмеженого поверхнями, площа поверхні).
8. Криволінійні інтеграл 1-го та 2-го роду. Поверхневі інтеграл 1-го роду та 2-го роду.

### **Функціональний аналіз**

1. Лінійні нормовані простори: означення, приклади та елементи аналізу.
2. Повні нормовані простори: простори Банаха та Гільберта.
3. Елементи найкращого наближення в банахових та гільбертових просторах.
4. Лінійні оператори: неперервність, обмеженість, норма.
5. Обернені оператори: умови існування, коректність операторних рівнянь.
6. Спряжені простори: теорема Рісеа про загальний вигляд лінійних обмежених функціоналів у гільбертовому просторі.
7. Спряжені та самоспряжені оператори. Оператори ортогонального проектування.

### **Диференціальні рівняння**

1. Задача Коші для звичайного диференціального рівняння першого порядку.
2. Теорема існування та єдиності розв'язку.
3. Методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.
4. Нормальні системи звичайних диференціальних рівнянь.
5. Задача Коші, умови існування та єдиності її розв'язку.
6. Нормальні лінійні системи звичайних диференціальних рівнянь.
7. Фундаментальна система розв'язків лінійної однорідної системи та її існування.
8. Структура загального розв'язку однорідної та неоднорідної системи.
9. Стійкість за Ляпуновим автономних систем звичайних диференціальних рівнянь.
10. Стійкість за першим наближенням.
11. Методи розв'язування лінійних систем зі сталими коефіцієнтами.
12. Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами та методи їх розв'язування.

### **Рівняння з частинними похідними**

1. Класифікація та зведення до канонічного вигляду рівнянь з частинними похідними другого порядку.
2. Формулювання основних задач для лінійних рівнянь з частинними похідними другого порядку.
3. Коректність задачі Коші для рівнянь коливань струни та мембрани.
4. Метод Фур'є для рівняння коливань струни, поширення тепла в стержні, рівняння Лапласа в крузі і зовні круга.

5. Принцип максимуму для розв'язків рівняння теплопровідності.
6. Існування розв'язку задачі Коші для рівняння теплопровідності.
7. Властивості гармонічних функцій.

### **Теорія ймовірності та математична статистика**

1. Класичне поняття ймовірності. Геометрична ймовірність. Правила додавання та множення ймовірностей. Формула повної ймовірності. Формула ймовірності гіпотез.
2. Схема Бернуллі. Формули Бернуллі. Найімовірніше число успіхів у схемі Бернуллі.
3. Випадкові змінні. Функція розподілу ймовірностей (кумулята). Густина розподілу ймовірностей. Анаморфоза розподілу ймовірностей.
4. Числові характеристики випадкових змінних (математичне сподівання, дисперсія, квантиль, інтерквантильні широти, мода, медіана випадкової змінної.)
5. Закон великих чисел. Гранична теорема, центральна гранична теорема теорії ймовірностей.
6. Характеристичні функції ( характер ) випадкових змінних. Теореми про адитивність випадкових змінних.
7. Числові характеристики статистичного матеріалу. Статистики центральної тенденції, статистики розсіювання. Статистики форми.
8. Критерій Персона. Перевірка однорідності вибірки за допомогою критерію Пірсона.
9. Гіпотези про параметри нормального розподілу. Статистика Стюдента. Статистика Фішера.
10. Порядкові статистики.(одновибірковий та двохвибірковий критерії погодженості. Статистики Колмогорова, Смірнова. Критерій знаків. Гіпотеза про медіану генеральної сукупності. Критерій інверсій. Статистика Вількоксона.)
11. Прямі регресії. Кореляції, варіанси, стандарти та регресії вищих порядків. Рівняння регресії однієї випадкової змінної відносно всіх інших.

### **Дискретна математика**

1. **Основи (логіка і методи доведення теорем, множини).** Логіка висловлювань. Виконувана, загальнозначуща (тавтологія) та заперечувана формули. Закони логіки висловлювань. Нормальні форми логіки висловлювань (диз'юнктивні та кон'юнктивні). Доведення теорем. Логіка першого ступеня. Закони логіки першого ступеня. Логічне виведення в логіці висловлювань. Застосування правил виведення в логіці висловлювань. Метод резолюцій. Множина. Діаграми Венна. Кортеж. Декартів добуток. Операції над множинами. Закони, яким задовольняють теоретико-множинні операції. Доведення рівностей із множинами. Операції над бітовими рядками. Комп'ютерне подання множин.
2. **Комбінаторний аналіз.** Основні правила комбінаторики. Розміщення та сполучення (без повторень і з повтореннями). Перестановки. Біноміальна і поліноміальна теореми. Розбиття  $n$ -елементної множини. Числа Стірлінга другого роду і числа Белла. Рекурентні рівняння та їх розв'язування. Принцип коробок Діріхле. Принцип включення-виключення.
3. **Теорія графів.** Означення різних типів графів та головні теореми про властивості графів. Спеціальні класи простих графів. Ізоморфізм графів. Матриця інцидентності. Матриця суміжності. Подання графа списком ребер і списками суміжності. Шляхи та цикли. Зв'язність. Числові характеристики зв'язності. Критерій дводольності графа (теорема Кеніга). Ейлерів цикл у графі, критерій ейлерового циклу. Гамільтонів цикл, достатня умова гамільтонового циклу (теорема Дірака). Зважені графи. Задача пошуку найкоротших шляхів, алгоритм Дейкстри. Планарні графи. Розфарбування графів. Незалежні множини вершин. Кліки. Паросполучення в дводольних графах, теорема Голла.
4. **Дерева та їх застосування.** Основні означення та властивості дерев. Кореневе дерево,  $m$ -арне дерево. Рекурсія. Обхід дерев. Польський та зворотний польський записи виразів. Бінарне дерево пошуку. Дерево рішень. Бектрекінг (пошук із поверненнями). Каркаси. Задача про мінімальний каркас, алгоритм Краскала.

5. **Відношення.** Відношення та їх властивості. Відношення еквівалентності. Відношення часткового порядку. Топологічне сортування. Операції над відношеннями. Закриття відношень. Алгоритм Уоршалла.
6. **Основи теорії кодів.** Алфавітне й рівномірне кодування. Достатні умови однозначності декодування (властивість префікса). Властивості роздільних кодів (нерівність Мак-Міллана). Оптимальне кодування. Алгоритм Фано. Алгоритм Гаффмана. Коди, стійкі до перешкод. Коди Геммінга.
7. **Булеві функції.** Означення булевої функції. Способи подання булевих функцій. Алгебри булевих функцій. Кон'юнктивні й диз'юнктивні нормальні форми. Поліном Жегалкіна. Повнота системи булевих функцій. Основні замкнені класи. Критерій повноти. Мінімізація булевих функцій.
8. **Моделювання обчислень (формальні мови, породжувальні граматики, автомати).** Поняття формальної мови. породжувальні граматики, їх класифікація за Хомські. Древа виведення. Скінченні автомати з виходом. Скінченні автомати без виходу. Подання мов.
9. **Основи теорії алгоритмів.** Основні вимоги до алгоритмів. Машини Тьюрінга. Функції, обчислювані за Тьюрінгом. Теза Тьюрінга.

#### **Чисельні методи**

1. Інтерполювання функції алгебраїчними многочленами.
2. Інтерполяційні сплайни.
3. Елемент найкращого наближення в нормованому просторі. Середньо-квадратичне наближення. Розв'язування перевизначених систем лінійних рівнянь.
4. Чисельне диференціювання.
5. Квадратурні формули Ньютона-Котеса.
6. Квадратурні формули Гаусса.
7. Розвинення Ейлера-Маклорена. Чисельні інтегрування періодичних функцій.
8. Методи Ньютона і простої ітерації для наближеного розв'язування нелінійних рівнянь.
9. Однокрокові методи розв'язування задачі Коші.
10. Багатокрокові методи розв'язування задачі Коші.
11. Метод стрільби для наближеного розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.
12. Метод скінченних різниць для крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.
13. Метод Рунге для крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.
14. Метод сіток для граничних задач для рівняння Пуассона.

#### **Числові методи математичної фізики**

1. Додатні та додатно визначені оператори. Варіаційна задача про мінімум квадратичного функціонала. Існування розв'язку задачі про мінімум функціонала енергії. Головні та природні граничні умови. Задачі з неоднорідними граничними умовами. Метод Рунге. Метод скінченних елементів. Слабкий розв'язок крайової задачі. Абстрактна варіаційна задача. Метод Бубнова-Гальоркіна.
2. Похибки апроксимації кусково-лінійними функціями. Одновимірні скінченні елементи лагранжового типу. Ермітові одновимірні апроксимації на скінченних елементах. Одновимірні апроксимації функціями-бульбашками. Апроксимації на трикутних скінченних елементах. Лагранжові апроксимації на прямокутних скінченних елементах. Двовимірні ізопараметричні апроксимації. Апроксимації на тетраедрах. Тривимірні ізопараметричні апроксимації.
3. Крайова задача для рівняння парного порядку. Априорна оцінка точності МСЕ. Априорна оцінка точності за Нітше. Схема МСЕ для рівняння четвертого порядку. Крайова задача для системи диференціальних рівнянь. Задача про циліндричний згин пластини. Крайові задачі для рівняння Пуассона. Схема МСЕ для рівняння Пуассона. Схема МСЕ, побудована на ізопараметричних апроксимаціях. Рівняння стаціонарної адвекції-дифузії. Бігармонічне рівняння. Крайові задачі для рівняння еліптичного типу.

### Чисельні методи лінійної алгебри

1. Прямі методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь загального вигляду. Метод Гауса. LU- розклад матриць.
2. Прямі методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь з симетричними матрицями. Методи квадратних коренів, ортогоналізації.
3. Ітераційні методи розв'язування звичайних систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Методи простих ітерацій, Якобі, Зейделя,
4. Методи варіаційного типу для розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (мінімальних відхилів, мінімальних поправок).
5. Методи розв'язування часткових матричних проблем на власні значення (методи степенів, скалярних добутків).
6. Метод поворотів Якобі, методи LU- та OR- розкладу для розв'язування повних матричних проблем на власні значення.

### Методи оптимізації

1. Предмет і історія розвитку досліджень по оптимізації. Приклади математичних моделей. Багатокритеріальність.
2. **Мінімізація функцій однієї змінної.** Постановка задачі. Класичні методи розв'язку. Метод поділу відрізка навіпіл. Метод золотого поділу. Оптимальні методи. Метод Фібоначчі. Методи ламаних, дотичних, парабол. Числові методи мінімізації багатоекстремальних функцій. Знаходження початкового локалізуючого відрізка.
3. **Мінімізація функцій багатьох змінних.** Постановка задачі. Класичні методи розв'язування. Опуклі множини, опуклі функції. Віддільність множин і опорні гіперплощини. Умови оптимальності, умови Джона, умови Куна-Таккера. Функція Лагранжа. Сідлові точки. Достатні умови оптимальності. Двоїстість.
4. **Числові методи безумовної оптимізації.** Загальні питання. Градієнтний метод, вибір кроку. Метод Ньютона, модифікації методу Ньютона. Різницеві варіанти методу, квазіньютонівські методи, методи спряжених напрямів. Методи нульового порядку.
5. **Задачі лінійного програмування.** Постановка задачі. Геометрична інтерпретація. Канонічна форма запису. Кутові точки. Симплекс-метод, знаходження початкової точки, оптимальний розв'язок, проблема зациклення. Розв'язування M-задачі лінійного програмування.
6. **Динамічне програмування.** Приклади розв'язування задач динамічного програмування. Задачі динамічного програмування в загальному вигляді. Принцип оптимальності.
7. **Задачі нелінійного програмування з обмеженнями.** Методи проекції градієнта, умовного градієнта. Методи лінеаризації, модифікованих функцій Лагранжа, штрафних функцій.
8. **Варіаційне числення.** Основна задача варіаційного числення. Метод варіацій. Необхідні умови слабого мінімуму. Основна лема варіаційного числення. Рівняння Ейлера. Лема Дюбуа-Реймона. Функція Вейерштраса. Голкові варіації. Задача Больца. Умови трансверсальності. Ізопериметричні задачі. Варіаційні задачі на умовний екстремум. Варіаційні задачі з похідними вищих порядків.
9. **Задачі оптимального керування.** Задача Лагранжа і основна задача оптимального керування. Принцип максимуму. Задача про оптимальну швидкість. Задача синтезу. Лінійні задачі оптимального керування. Властивість області досяжності. Єдиність розв'язку. Принцип максимуму, достатня умова. Основні теореми про лінійну швидкість. Теорема про число переключень. Теорема Фельдбаума.

### Дослідження операцій

1. Задачі ухвалення рішень (ЗУР). Моделювання ЗУР: головні елементи. Характеристика зв'язків між альтернативами і наслідками.
2. Моделі керування запасами (МКЗ). Поняття запасу. Види запасів. Доданки функції сумарних витрат; їхня характеристика.
3. Транспортна задача (ТЗ). Постановка транспортної задачі (ТЗ). Відкрита й закрыта ТЗ. Тривіальні властивості закрытої ТЗ.

4. Багатокритеріальні задачі ухвалення рішень. Ефективні та малоефективні вектори у задачах багатокритеріальної оптимізації. Множини Парето / Слейтера.
5. ЗУР в умовах невизначеності. Цілковита невизначеність. Оцінювана невизначеність. Ухвалення рішень в умовах конфлікту (теорія ігор).

#### *Розв'язування прикладів*

1. Моделі керування запасами (МКЗ). Формула рівня запасу у МКЗ без дефіциту. Базові припущення та тривіальні співвідношення у детермінованій одноресурсній статичній МКЗ з періодичними поставками (ДОСП МКЗ) без дефіциту. Розрахунок оптимального рівня запасу, моментів часу розміщення замовлення та точки відновлення запасу у ДОСП МКЗ без дефіциту.
2. Опорні плани ТЗ. *Алгоритм* північно-західного кута визначення опорного плану ТЗ. *Алгоритм* мінімального елемента визначення опорного плану ТЗ. Розв'язання відкритої ТЗ.
3. Угорський метод розв'язування задачі про призначення.
4. Табличний та графічний способи визначення точок множин Парето / Слейтера багатокритеріальної ЗУР.
5. ЗУР в умовах цілковитої невизначеності. Критерії: максимуму / мінімаксу; Байєса-Лапласа; Севіджа.
6. Теорія ігор. Визначення нижньої / верхньої ціни, сідлової точки у матричній грі. Визначення ситуації рівноваги Неша у чистих стратегіях у біматричній грі.

### **Програмування**

#### **1. Алгоритмічна мова Паскаль, базові прийоми програмування**

- 1.1. Основні типи даних. Операції. Стандартні функції. Цілі і дійсні числа. Операції і стандартні функції для цілих і дійсних чисел. Оператори: присвоєння, складений, умовний. Оператори циклу. Три типи операторів циклу: for, while, repeat. Правила виконання операторів циклу. Методи програмування циклів для скалярних даних. Опрацювання послідовностей чисел.
- 1.2. Літерний тип даних char. Задачі і алгоритми для літерного типу даних. Операції і функції для літерного типу даних. Вектори, матриці, індексування. Типи задач для векторів. Матриці. Прийоми програмування матричних задач.
- 1.3. Процедури, функції, рекурсія. Процедури, визначені програмою. Формальні і фактичні параметри процедур. Функції, визначені програмою. Задачі на побудову функцій. Особливості визначення і виклику функцій. Рекурсивні функції. Механізм рекурсії.
- 1.4. Комбіновані типи даних record. Типи множини. Правила визначення множин. Операції над множинами і елементами множин.
- 1.5. Вказівники та динамічні об'єкти. Однонапрямлені і двонапрямлені списки. Операції над ними. Список як приклад регулярної динамічної структури даних. Стандартні операції для списку. Двійкові дерева. Операції над ними. Принципи будови двійкових дерев і програмування на основі динамічних структур.
- 1.6. Об'єктно-орієнтоване програмування. Класи, поля, методи. Конструктори, деструктори. Дочірні класи та правила їх будови.

#### **2. Алгоритмічна мова С++, прийоми програмування, ООП**

- 2.1. Структура програми на С++. Оператори, функції. Принципи будови мови С++. Загальні можливості мови С++. Операції і оператори мови. Особливості виконання окремих операцій.
- 2.2. Типи даних С++. Логічні операції, оператор if. Скалярні типи даних мови С++ та їх зображення в пам'яті. Арифметичні, логічні, літерні дані. Операції для різних типів даних. Оператор if.
- 2.3. Масиви, рядки, структури. Динамічна пам'ять. Визначення масивів. Індекссування. Текстові масиви і текстові рядки. Виділення і звільнення пам'яті.
- 2.4. Побудова циклів в С++. Типи операторів циклу. Цикли для опрацювання масивів.
- 2.5. Побудова функцій мовою С++. Визначення функцій. Прототип функції, тіло функції, виклик функції. Параметри функцій, типи параметрів, типи результату. Способи

- передавання параметрів. Передавання через параметри масивів, рядків, структур. Вказівники на функції. Параметри виду посилання (синоніми).
- 2.6. Програмовані класи і об'єкти. Конструктори та деструктори. Принципи будови класів. Оголошення і реалізація класів. Використання класів (об'єкти).
  - 2.7. Перевантаження операцій у класах. Класи та динамічний розподіл пам'яті. Успадкування класів C++. Віртуальні методи.
  3. Загальні питання будови програм
  - 3.1. Оцінка складності алгоритмів і програм. Теоретичне оцінювання складності.
  - 3.2. Методи сортування і пошуку даних та оцінювання їх обчислювальної складності.

### **Бази даних**

1. Історія розвитку БД. Основи побудови банків даних. Бази знань. Трьохрівневе зображення даних.
2. Моделі даних. Ієрархічна сіткова та реляційна модель даних. Об'єктно-орієнтована модель.
3. Структури даних реляційної моделі. Ключі відношень. Основи реляційної алгебри. Основні та додаткові операції.
4. Нормалізація схем баз даних. Аномалії. Функціональні залежності. Аксиоми Армстронга. Несуперечливість та повнота аксіом.
5. Розклади реляційних схем баз даних (без втрати даних, без втрати залежностей, та на незалежні складові. Перша, друга, третя нормальні форми. Нормальна форма Бойса-Кодда.
6. Багатозначні залежності. Аксиоми багатозначних залежностей. Четверта та п'ята нормальні форми. Нормальні форми вищих порядків.
7. Еквівалентність та критерій якості схем баз даних. Проектування схем реляційних БД. Метод декомпозиції Kodda-Fagina, алгоритми синтезу Barnsteina, алгоритм Rissanena.
8. Використання ER підходу до проектування БД. Правила виводу відношень із ER - діаграм.
9. Поняття про розподілені БД.
10. Об'єктно-орієнтовані бази даних.
11. Гіпермедіальні системи. Географічні інформаційні системи.
12. Системи програмування БД. СКБД реляційного типу (Foxpro, Access, Paradox). Початкове створення БД. Приклад.
13. Додавання записів у файл БД. Приклад. Перегляд записів БД. Функції.
14. Сортування та індексування записів БД. Команди. Приклади. Керування індексами.
15. Пошук даних в базі.
16. Редагування даних. Команди редагування. Приклади.
17. Робочі області. Зв'язки один до одного та один до багатьох. Об'єднання баз даних. Приклади.
18. Командні файли. Приклади.
19. Введення-виведення даних. Приклади.
20. Команди галуження та організації циклів.
21. Організація меню. Створення інформаційної системи. Приклади.
22. Мова запитів SQL.
23. Створення та друкування звітів. Приклади.
24. Використання об'єктно-орієнтованого підходу.

### **Архітектура комп'ютерних систем та мереж**

#### **1. Базові принципи організації і елементна база сучасних цифрових обчислювальних систем**

1.1. Історія розвитку обчислювальних систем. Архітектура фон Неймана - основа цифрових обчислювальних машин. Поняття алгоритму і його вплив на організацію ЕОМ. Базові принципи архітектури фон Неймана: принцип програмного управління, концепція зберігання програми в пам'яті. Основні функціональні пристрої ЕОМ архітектури фон Неймана: арифметико-логічний пристрій, пристрій пам'яті, пристрій для уведення і виведення інформації, пристрій управління.

#### 1.2. Багаторівнева організація ЕОМ

Фізичний рівень. Рівень аналогової схемотехніки. Рівень цифрової схемотехніки. Рівень системотехніки. Мікроархітектурний рівень. Рівень машинних команд. Рівень операційної системи. Рівень мови асемблера. Мови високого рівня.

1.3. Стан і перспективи розвитку елементної бази сучасних обчислювальних систем

Поняття мікроелектронного пристрою, інтегральної схеми (ІС). Особливості мікроелектронної технології, її переваги. Обмеження на шляху збільшення продуктивності ЕОМ.

## **2. Теоретичні основи функціонування цифрової ЕОМ**

2.1. Інформаційна та елементна база ЕОМ. Поняття про інформацію. Системи числення. Форми представлення чисел в ЕОМ. Основи алгебри логіки. Логічний елемент

Класифікація логічних елементів за способом кодування двійкових змінних. Базова схема як схемотехнічна основа логічного елемента. Базові схеми найпростіших логічних елементів (І, АБО, НЕ).

2.2. Функціональні вузли еом

Поняття про елементну базу ЕОМ (тригер, суматор, регістр, зсувач, шифратор, дешифратор, лічильник, арифметико-логічний пристрій). Реалізація типових комбінаційних схем.

Запам'ятовувальні елементи: конденсатор з ключовим транзистором, асинхронна RS-защипка, синхронна RS-защипка, синхронна D-защипка, RS-тригер, D-тригер. Типові послідовні вузли: регістри, лічильники, суматори.

2.3. Вступ до проблематики синтезу логічних схем. Таблиці істинності, логічні блоки на основі елементів певного логічного базису та їх схемна реалізація.

## **3. Класифікація архітектур обчислювальних систем**

3.1. Характеристики продуктивності обчислювальних систем. Характеристики продуктивності на рівні апаратного забезпечення. Оцінка продуктивності на рівні програмного забезпечення.

3.2 Класифікація архітектур обчислювальних систем за інтегральними ознаками: взаємодія ЦП, ОЗУ, ПП (однопроцесорні, потужний процесор + периферійні процесори, багатопроцесорні, з магістральною шиною, мережна, функціонально-переналагоджувальна, масс-процесорна);

3.3. Класифікація Флінна (взаємодія потоку команд і потоку даних). Архітектури ОКОД (SISD), БКОД (MISD), БКБД (MIMD), Архітектури SIMD: масивно-паралельні процесори, векторні процесори. Приклад архітектури SIMD. Архітектури MIMD.

3.4 Класифікація за функціональним призначенням. Аналогові, цифрові та гібридні ЕОМ.

3.5. Класифікація за способом організації команд: CISC, RISC, MISC.

3.6. Симетричні мультипроцесори, моделі спільного використання пам'яті: сувора погодженість, узгодженість за послідовністю, процесорна узгодженість, слабка узгодженість, вільна узгодженість. Мультипроцесори UMA з шинної організацією, з координатним комутатором, з багатоступінчастими мережами. Мультипроцесори NUMA: NC-NUMA, CC-NUMA. Мультипроцесори COMA.

## **4. Архітектура сучасних мікропроцесорів**

4.1. Базові принципи організації мікропроцесора

Канонічна схема мікропроцесора. Системи, види і формати команд універсальних мікропроцесорів. CISC-і RISC-архітектури. Вибірка, дешифрування та виконання команд. Подання роботи обчислювального тракту процесора на мікроархітектурному рівні.

Режими адресації пам'яті та пристроїв вводу-виводу. Система переривань. Механізми звернення до підпрограм. Мікропроцесор Intel 8086(88). Машинна мова. Архітектура процесора. Регістри загального призначення. Індексні регістри та регістри-вказівники. Регістри сегменту. Шини мікропроцесора. Зв'язок з магістраллю. Переривання (внутрішні та зовнішні, масковані та немасковані).

4.2. Напрямки розвитку архітектури сучасних універсальних мікропроцесорів.

Конвейеризація виконання команд. Суперскалярна архітектура. Конвеєри процесорів Pentium, Pentium Pro, Pentium II, Pentium IV. Технологія перейменування регістрів. Технологія просування даних.

Трирівнева кеш-пам'ять команд та кеш-пам'ять даних. Динамічне передбачення розгалужень.

Розширення і конвейеризації циклів шини даних. Засоби забезпечення надійності даних. Підтримка мультипроцесора.

4.3 64-розрядні мікропроцесори. ПЕОМ на базі багатоядерних процесорів. особливості архітектури.

## **Математичне моделювання в науці і технологіях**

1. Теорія моделювання. Визначення моделі. Матеріальні та ідеальні моделі

2. Означення математичної моделі. Основні класи математичних моделей

3. Особливості побудови математичних моделей. Класифікація математичних моделей за принципами побудови та за характером досліджуваних процесів. Комп'ютерне моделювання.

4. Математичні моделі екології. Основні класи моделей екології. Дифузія. Формулювання дифузійної задачі. Формулювання конвективно-дифузійної задачі.

5. Основи акустики. Часово-гармонічні коливання. Аналіз задач на власні значення.



6. Основи теорії механіки рідин. Математичні моделі механіки рідин.
7. Теплопровідність. Математична модель теплопровідності. Конвективна модель теплопровідності.
8. Основи теорії механіки конструкцій. Математичні моделі механіки конструкцій.

### **Математична економіка**

1. Модель Леонтьєва. Схема міжгалузевого балансу. Модель міжнародної торгівлі.
2. Теорія невід'ємних матриць. Теорема Фробеніуса-Перона. Примітивні матриці. Стійкість.
3. Аналіз продуктивності моделі Леонтьєва. Критерій продуктивності. Теореми про достатні умови продуктивності. Коефіцієнти трудових витрат. Порівняльна статика моделі Леонтьєва.
4. Модель динамічного міжгалузевого балансу. Модель Неймана. Правило нульового прибутку. Траєкторія інтенсивностей і цін. Положення рівноваги в моделі Неймана.
5. Елементи загальної теорії виробничих функцій. Основні поняття. Функція Кобба-Дугласа. Еластичність заміни. Функція CES. Граничні властивості функції CES.

### **Основи екології**

*Розділ 1.* Про екологічні системи. Основні поняття та терміни. Стійкість екологічних систем. Умови існування і приклади екологічних систем. Біосфера. Біоценоз. Біогеоценоз.

*Розділ 2.* Математичні моделі в екології та методи їх дослідження. Динаміка еволюції популяцій (модель „хижак-жертва”). Математичні моделі хімічного забруднення довкілля. Математичні моделі формування стоку мілкої води з поверхні водозбору. Рівняння процесів фільтрації рідини в ґрунті. Варіаційні формулювання задач. Напівдискретизація задачі в часі. Проекційні рівняння. Рекурентна схема. Дискретизація Гальоркіна за просторовими змінними

*Розділ 3.* Геоінформаційні технології для розробки системи екологічної безпеки регіону. Розробка типової ГІС для моніторингу екологічної ситуації в регіоні. Структура даних. Програмне забезпечення. Збір даних. Умови використання, ведення та підтримка.

### **Основи інформаційних технологій**

Поняття інформації. Види та класифікація інформаційних систем. Інформаційні технології. Ієрархія пристроїв пам'яті. Кеш - пам'ять. Оперативна пам'ять. Віртуальна пам'ять. Вторинні пристрої зберігання. Третинні пристрої зберігання.

Організація однорівневих індексопослідовних файлів. Енергозалежні та енергонезалежні пристрої пам'яті.

Диски. Будова дискових пристроїв та їх використання. Контролер дисків. Загальні параметри дисків.

Часові параметри доступу до даних. Час читання/запису блоку даних. Записування та модифікація блоків.

Параметри доступу до даних на диску. Модель обчислень з функціями введення/виведення.

Презумпція в пониженні затрат на операції введення/виведення. Сортування даних у вторинних сховищах. Внутрішні механізми дискових накопичувачів.

Сортування файлів даних двофазним багатокomпонентним злиттям. Суть алгоритму.

Відмови дисків. Стійкі сховища даних.

RAID технології. Відновлення даних при відмові одного диску.

Відновлення даних після відмови декількох дисків.

Методи підвищення ефективності алгоритмів з використанням дисків.

Моделі даних. Методи доступу до даних. Запити до даних. Послідовний перегляд і двійковий пошук. Послідовні файли. Поняття індексу.

Індекси для послідовних файлів. Щільні та розріджені індекси. Багаторівневі індекси. Індекси для ключових значень, які допускають дублікати.

В-дерева. Геш-таблиці.

### **Механіка суцільного середовища**

Криволінійна система координат. Коваріантна та контрваріантна бази.

Вектори. Компоненти векторів. Скалярний та векторний добутки.

Тензори другого рангу. Компоненти тензора. Згортка тензорів другого рангу.

Класичні диференціальні оператори над векторами та тензорами.

## Комп'ютерна графіка

Тестові завдання базовані на основах комп'ютерної графіки: види комп'ютерної графіки (растрова, векторна, фрактальна), формати графіки, сфери застосування комп'ютерної графіки, координати та перетворення, проєкції, растрова дискретизація та відсікання геометричних примітивів, параметричні криві та їх растеризація, моделі кольору, сучасні пакети прикладних програм в комп'ютерній графіці.

## Основна література

1. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В., Оптимальное управление. М. Наука 1979.
2. Б.В.Гнеденко Курс теории вероятностей. М., 1969.
3. Базара М., Шетти К. Нелинейное программирование. Теория и алгоритмы. М. Мир.1982.
4. Бартіш М.Я. Методи оптимізації. Теорія і алгоритми Львів 2006, 225с.
5. Болтянский В. Г. Математические методы оптимального управления. М. Наука, 1966.
6. Вагін П.П., Остудін Б.А., Шинкаренко Г.А. Основи функціонального аналізу: Курс лекцій. - Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. - 140с.
7. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М. Наука. 1988.
8. Г.Краммер Математические методы статистики. М., 1975
9. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Методы оптимизации, Минск. Из-во БГУ. 1981.
10. Григорьев В.Л. Микропроцессор i486. Архитектура и программирование (в 4-х книгах). - М., 1993.
11. Гук М. Процессоры Intel: от 8086 до PentiumII. - СПб., 1997.
12. Дао Л. Программирование микропроцессора 8088. Пер. с англ. - М., 1988.
13. Злобін Г.Г., Рикалюк Р.Є. Архітектура та апаратне забезпечення ПЕОМ: Навчальний посібник - К., 2006
14. Каган Б.М. Электронные вычислительные машины и системы: Учеб. пособие для вузов. - М., 1991.
15. Локазюк В.М. Мікропроцесори та мікроЕОМ у виробничих системах: Посібник.- К., 2002.
16. Морс С.П., Алберт Д. Архитектура микропроцессора 80286. М., 1990.
17. МюллерС., Скотт Модернизация и ремонт ПК, 11-е издание. Пер. с англ.: Учеб. пособие. -М., 2000.
18. Остудін Б.А., Шинкаренко Г.А. Методи функціонального аналізу в обчислювальній математиці: Навчальний посібник. - Львів: Світ поліграфія, 1998. - 184 с.
19. П.С.Сеньо Теорія ймовірностей та математична статистика. Київ, Знання, 2007.
20. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию, М. Наука. 1983.
21. Понтрягин Л.С. и др. Математическая теория оптимальных процессов. М. Наука. 1983.
22. Пшеничный Б.Н., Данилин Ю.М. Численные методы в экстремальных задачах. М. Наука. 1975.
23. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике 1,2 т. М. Мир.1986
24. Рикалюк Р.Є. Архітектура комп'ютерів: Текст лекцій. Львів, 2002.
25. Рикалюк Р.Є. Лабораторний (симуляційний) практикум з курсу "Архітектура комп'ютерів". Електронний варіант. Львів, 2007
26. Рикалюк Р.Є., Стягар О.М., Данчак П.В. Вступ до комп'ютерних мереж: Текст лекцій. - Львів, 1996.
27. Смирнов А.Д., Архитектура вычислительных систем. Учеб. пособие для вузов. - М., 1990.
28. Таненбаум Э. Архитектура компьютеров. 2003.
29. Треногий В.А. Функциональный анализ. - М.: Физматлит, 2002. - 488 с.
30. Треногий В.А., Писаревский Б.М., Соболева Т.С. Задачи и упражнения по

- функціональному аналізу. - М.: Наука, 1984. - 256 с.
31. Шахно С.М. Чисельні методи лінійної алгебри. - Львів, 2007. - 248 с.
  32. Шахно С.М., Дудикевич А.Т., Левицька С.М. Практична реалізація чисельних методів лінійної алгебри. - Львів, 2009. - 148 с.
  33. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М. Наука.
  34. Ю.В. Капітонова, С.Л. Кривий, О.А. Летичевський, М.К. Печурін. Основи дискретної математики. К., Наукова думка, 2002.
  35. Ю.В.Нікольський, В.В.Пасічник, Ю.М. Щербина. Дискретна математика (у серії "Інформатика"). Київ, Видавнича група ВНУ, 2006, 2007.
  36. Ю.В.Нікольський, В.В.Пасічник, Ю.М. Щербина. Дискретна математика (у серії "Комп'ютинг"). Львів, Магнолія-2006, 2009 (1-е видання), 2010 (2-е видання).
  37. Ю.В.Нікольський, В.В.Пасічник, Ю.М. Щербина. Дискретна математика. Львів, Магнолія Плюс, 2005, 2006 (1-е видання), 2007 (2-е видання, виправлене й доповнене), 2008 (3-є видання, виправлене й доповнене).
  38. Пономаренко О.І., Перестюк М.О., Бурим В.М. Основи математичної економіки. К. Інформтехніка. 1995.
  39. Ашманов С. А. Введение в математическую экономику. М. Наука, 1984.
  40. Сергиенко И.В., Скопецкий В.В., Дейнека В.С. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах. – Киев: Наук. Думка, 1991. – 432 с.
  41. Марчук Г.И. Математические моделирование в проблеме охраны окружающей среды. – Москва: Наука, 1980. – 320 с.
  42. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. – Київ: Вид. дім «КМ Академія», 2002. – 134 с.
  43. Мокін В.Б., Горячев Г.В. Оптимальний вибір СУБД та геоінформаційних пакетів для систем екологічного моніторингу // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2005. – № 2. – С. 61 – 67. І.П. Васильченко, З.М. Васильченко. "Фінансова математика", Київ., Кондор, 2007, 183 с.
  44. Петров М.Н. Компьютерная графика. Учебник для вузов. – С.-П.: Питер, 2011. – 544 с.
  45. Веселовська Г. В. Комп'ютерна графіка : Навчальний посібник для вузів. — Херсон: ОЛДІ-плюс, 2004. — 582 с.
  46. Коссак О.С. Комп'ютерна графіка : Навчальний посібник для вузів. — Львів: ЛНУ ім.Івана Франка, 2010. — 205 с.

### Додаткова література

1. Аладьев В.З., Хунт Ю.Я., Шишаков М.Л. Основы информатики: Учеб. пособие. – М., 1999.
2. Биркгоф Г., Барти Т. Современная прикладная алгебра / Пер.с англ. –М., 1976.
3. Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень. - К.: Вища школа, 1995. - 367 с.
4. Горбунов В.Л., Панфилов Д.И., Преснухин Д.Л. Справочное пособие по микропроцессорам и микроЭВМ. –М., 1988.
5. Городецкий В.В., Нагнибида Н.И., Настасиев П.П. Методы решения задач по функциональному анализу. - К.: Вища школа, 1990. - 479 с.
6. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия – СПб, 1999.
7. Енциклопедія кібернетики (у 2 томах) – К., 1977.
8. Колодницький М.М. Технічне та програмне забезпечення комп'ютерних інформаційних технологій.– Житомир, 1995.
9. Ланцов А.Л., Зворыкин Л.Н., Осипов И.Ф. Цифровые устройства на комплементарных МПД интегральных микросхемах. –М., 1983.
10. Хатсон В., Пим Дик. Приложения функционального анализа и теории операторов. -М.: Мир, 1983.-432 с.
11. Хэмминг Р.В. Теория кодирования и теория информации / Пер. с англ. – М., 1983.
12. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / Пер. с англ.– М., 1963.