

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова приймальної комісії,

ректор \_\_\_\_\_ Віктор БОГОМОЛОВ

“19” квітня 2024 року

**ПРОГРАМА**

фахового вступного випробування за освітньою програмою

«Комп'ютерні науки» для участі в конкурсі щодо зарахування до аспірантури

для здобуття третього (освітньо-наукового) ступеня

«доктор філософії»

Харків – 2024 р.

## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

Програма вступного іспиту зі спеціальності для вступу на навчання до аспірантури за освітньо-науковою програмою «Комп'ютерні науки» для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» використовується для встановлення професійного рівня вступника за вказаною спеціальністю.

Вступник до аспірантури має бути висококваліфікованим фахівцем широкого профілю, здатним до самостійної творчої науково-дослідної діяльності у галузі комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами в обсязі програми другого (магістерського) рівня вищої освіти. Вступник повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані вміння й знання в контексті узагальненого об'єкта діяльності та здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня вищої освіти.

Вступний іспит зі спеціальності проводиться предметною комісією, яка затверджується наказом ректора університету, за індивідуальними завданнями, тематика яких розроблена та затверджена кафедрою Комп'ютерних систем ХНАДУ.

### **СКЛАД ВСТУПНОГО ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ**

Вступний іспит зі спеціальності на третій освітньо-науковий рівень за освітньо-науковою програмою «Комп'ютерні науки» для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» складається з наступних розділів:

1. Основи комп'ютеризованої обробки даних .
2. Алгоритми та структури даних.
3. Об'єктно-орієнтована парадигма програмування.
4. Дискретна математика.

5. Задачі лінійного програмування.
6. Задачі на мережах.
7. Задачі цілочисельного і дискретного програмування.
8. Задачі динамічного програмування.
9. Теорія прийняття рішень.
10. Технології зберігання та обробки даних.
11. Технології розподілених систем.
12. Бази даних та інформаційні системи.
13. Геоінформаційні системи і технології.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ**

Вступний іспит (далі Іспит) проводиться очно або дистанційно.

Тривалість іспиту 2 години (90 хвилин).

Іспит включає теоретичні запитання рівнозначної складності з дисциплін фахового спрямування. Індивідуальне завдання містить 4 запитання з переліку, що наведено вище. Вступник повинен надати розгорнуті відповіді на поставлені запитання.

Максимальна кількість балів складає 200 за шкалою від 100 до 200 (до 25 балів за правильну відповідь на одне питання) за розподілом:

- 23-25 балів «відмінно» – вступник надав повну відповідь на запитання білету з наявністю необхідних схем, рисунків, чим виявив глибоке опанування змісту навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, уміння логічно пов'язувати теорію з власними судженнями;

- 19-22 бали «добре» – має місце повне засвоєння вступником необхідного матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування у вивченому матеріалі, використання знань для вирішення практичних завдань, але у змісті і формі відповіді трапляються окремі похибки;

- 15-18 балів «задовільно» – вступником продемонстровані знання і розуміння основних положень матеріалу, при цьому виклад його неповний і непослідовний; мають місце неточності у визначенні понять, при використанні

знань для виконання практичних завдань виявлено нездатність доказово обґрунтовувати свої судження;

- 1-14 балів «незадовільно» – вступник має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускає помилки у визначенні понять, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання для практичного вирішення завдань.

Оцінювання знань вступників на Іспитах здійснюється за шкалою від 100 до 200 балів. Перед початком Іспиту представники приймальної комісії пояснюють правила його проведення.

## **ЗМІСТ ВСТУПНОГО ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ ЗА ТЕМАМИ**

### **I. Програмування**

#### ***Основи комп'ютеризованої обробки даних.***

Поняття життєвого циклу програмного забезпечення (ПЗ), етапи розробки ПЗ: аналіз, проектування, розробка (кодування), налагодження, тестування, введення в експлуатацію, супровід. Поняття методології проектування програм та основні методології розробки.

Основи структурної та об'єктно-орієнтованої методології розробки ПЗ.

Мова UML як засіб документування ПЗ на різних етапах його розробки. Загальна характеристика мови UML. Основні діаграми UML, їх класифікація. Статичні, динамічні, логічні та фізичні моделі програмної системи.

Класифікація програмного забезпечення. Системне та прикладне програмне забезпечення.

Класифікація мов програмування. Основи трансляції програм. Складові середовища розробки програм.

Базові поняття мови програмування. Типи даних. Скалярні та структуровані дані. Показчики.

Базові оператори: розгалуження, перемикач, цикли з пост- та передмовою, цикл з лічильником.

Підпрограми: опис, механізми передачі параметрів, виклик. Рекурсивні підпрограми.

Консольне та файлове введення/виведення даних.

### ***Алгоритми та структури даних.***

Структуровані типи даних: масиви, рядки, структури.

Абстрактні типи даних. Лінійні динамічні структури даних: списки, черга, стек. Ієрархічні динамічні структури даних: дерева. Базові операції над динамічними структурами даних.

Поняття алгоритму. Властивості алгоритму. Оцінка ефективності алгоритмів. Функції складності за часом та за пам'яттю. Асимптотична складність. Типові алгоритмічні структури: лінійний, розгалужений, циклічний.

Алгоритми сортування. Оцінка ефективності та вибір алгоритму сортування.

Алгоритми пошуку. Поняття хешування даних, види хешування. Методи розв'язання колізій.

### ***Об'єктно-орієнтована парадигма програмування .***

Поняття класу та об'єкту (екземпляру класу). Поля та методи класу. Конструктори, деструктори класів. Статичні та константні члени класів.

Базові принципи ООП: інкапсуляція, успадкування, поліморфізм, абстрагування. Взаємовідносини між класами.

Поняття інкапсуляції. Директиви видимості (модифікатори доступу). Організація доступу до захищених полів класу. Концепція дружності в об'єктно-орієнтованих мовах програмування.

Принцип спадковості. Поняття одиничної та множинної спадковості. Реалізація одиничної та множинної спадковості в об'єктно-орієнтованих мовах програмування.

Поняття поліморфізму: статичний та динамічний поліморфізм. Поняття раннього та пізнього зв'язування. Реалізація принципу поліморфізму в об'єктно-орієнтованих мовах програмування. Віртуальні та абстрактні методи.

Особливості відкритого успадкування, принцип підстановки Барбари Лисков. Поняття, опис та створення екземпляру шаблону функції (класу).

## **II. Математичні основи комп'ютерних наук**

### ***Дискретна математика.***

Множини. Потужність множини. Алгебра множин. Декартовий добуток множин. Відношення та їх властивості. Висловлювання. Логічні функції. Алгебра висловлювань.

Числення висловлювань. Нормальні форми логічних виразів. Поняття про задачу мінімізації логічних виразів. Тотожно істинні та хибні висловлювання. Повні набори логічних функцій.

Предикати. Квантори існування і загальності. Поняття про числення предикатів. Метод резолюцій.

Графи. Основні визначення. Мінімальне зв'язувальне дерево. Графи і бінарні відношення. Число графів. Суміжність, інцидентність, ступені. Зважені графи. Ізоморфізм. Інваріанти. Операції над графами. Локальні операції. Підграфи. Алгебраїчні операції.

Маршрути, шляхи, цикли. Зв'язність і компоненти. Метричні характеристики графів. Ейлерові шляхи і цикли. Дерева. Центр дерева.

Кореневі дерева. Каркаси. Дводольні графи. Планарні графи.

Поняття про задачі: знаходження циклу та найкоротшого шляху на графі; комівояжера та найбільшого потоку в мережі. Дерева і задача пошуку. NP-складні задачі.

Алгоритми. Загальні емпіричні властивості алгоритмів. Алфавітні оператори та алгоритми. Асоціативні числення. Приклади універсальних алгоритмічних систем: нормальні алгоритми Маркова; машини Тьюрінга. Тезис Черча. Поняття про проблеми, що не мають алгоритмічного розв'язку.

Формальні граматики. Автомати. Відповідність класів формальних мов за Хомським і дискретних перетворювачів. Бекусо-Наурівські форми.

### ***Задачі лінійного програмування.***

Поняття про задачу математичного програмування. Загальна постановка та класифікація задач математичного програмування, поняття складності алгоритмів розв'язування задач математичного програмування. Побудова математичних моделей задач дослідження операцій. Канонічні рівняння. Лінійні моделі та зв'язані з ними спрощення дійсності: пропорційність і адитивність. Загальна канонічна форма задачі лінійного програмування. Графічне розв'язування задач лінійного програмування. Поняття про основні задачі аналізу лінійних моделей на чутливість: статус та допустимі межі зміни ресурсів, цінність ресурсів, чутливість функції мети. Базисні розв'язки задачі лінійного програмування. Основні теореми лінійного програмування. Алгоритм симплекс-методу та його таблична форма. Метод штучного базису. Особливі випадки вирішення задач лінійного програмування. Умови оптимальності та допустимості. Особливі випадки симплекс-методу. Методи знаходження початкового базису. Двоїстість у задачах лінійного програмування. Поняття прямої та двоїстої задач лінійного програмування. Основні теореми двоїстості. Двоїстий симплекс-метод. Економічна інтерпретація двоїстості. Модель транспортної задачі лінійного програмування. Приклади транспортних задач. Методи побудови опорного плану транспортних задач: північно-західного кута, мінімального елемента, евристичний метод Фойгеля. Методи знаходження оптимального плану (метод потенціалів і розподільчий). Теореми про потенціали. Задача про призначення.

Угорський алгоритм.

### ***Задачі на мережах .***

Загальні поняття мережі, потоку. Задача про найкоротший ланцюг. Алгоритм Дейкстри. Задача про багатополосний найкоротший ланцюг. Алгоритм Флойда. Властивості потоку. Теорема Форда-Фалкерсона про максимальний потік і мінімальний розріз. Постановка задачі про максимальний потік мінімальної вартості. Основні типи поточкових задач як частинні випадки загальної. Задача про знаходження максимального потоку та її застосування.

Алгоритм розташування позначок. Параметри мережі: ранні та пізні терміни здійснення подій і робіт, критичний шлях. Резерви часу подій і робіт. Метод критичного шляху (CRM).

### ***Задачі цілочисельного і дискретного програмування.***

Особливості цілочисельних задач. Цілочисельні моделі практичних задач. Загальна характеристика основних груп методів розв'язування цілочисельних задач: відсікань, комбінаторних, евристичних. Принципи побудови евристичних алгоритмів. Основні ідеї методів відсічень. Метод Гоморі. Схема методу гілок і меж та її основні структурні елементи: стратегії розгалуження, границі та їх властивості, стратегія відтинання вузлів. Булево програмування.

### ***Задачі динамічного програмування.***

Загальна постановка задачі динамічного програмування. Формалізація багатоетапної оптимізації. Основні типи задач і моделей динамічного програмування. Багатокроковий процес прийняття рішень, метод рекурентних співвідношень. Принцип оптимальності і рівняння Беллмана. Оптимальний розподіл інвестицій як задача динамічного програмування. Заміна устаткування як задача динамічного програмування.

### ***Теорія прийняття рішень***

Базові основи прийняття рішень. Загальна задача прийняття рішень. Бінарні відношення. Функції вибору. Основи теорії корисності.

Експертні процедури для прийняття рішень. Методи голосування. Методи обробки експертної інформації. Метод аналізу ієрархій.

Прийняття рішень в умовах визначеності. Основні поняття та визначення. Умови оптимальності. Методи багатокритеріальної оптимізації.

Прийняття рішень в умовах конфлікту.

Некооперативна поведінка ізольованих гравців.

Повна та часткова інформованість гравців.

Поведінка гравців в умовах мінімальної інформованості. Змішані стратегії.



Прийняття рішень в умовах нечіткої інформації. Основні поняття з теорії нечітких множин. Прийняття рішень при нечіткому відношенні переваги. Ігри в умовах нечіткої інформації. Нечіткі задачі багатокритеріальної оптимізації.

### **III. Інформаційні технології**

#### ***Технології зберігання та обробки даних.***

Основи архітектури масштабованих сховищ даних.

Концепція систем складування даних. Сховища даних. OLTP-системи. OLAP-системи. Аналітичні задачі. Аналітичні додатки. Потоки даних. Успадковані системи. Інтеграція даних з OLTP-систем. Перенесення даних на рівень підприємства. Наближення даних до користувачів.

Бізнес-аналітика та системи підтримки прийняття рішень. Розбіжності між транзакційною та аналітичною обробкою даних.

Незмінність даних. Фізичні трансформації даних. Фізичні та віртуальні сховища даних. Автономні сховища даних. Кіоски та вітрини даних.

Загальна архітектура сховища даних. Очищення, вилучення та агрегація даних. ETL-процес.

Архітектури та моделі OLAP-систем. Багатовимірна модель даних. Куби та гіперкуби даних. Виміри. Метрики. Атрибути. Факти та комірки. Зрізи, розрізи та обернення. Елементи вимірів. Показники. Консолідація та деталізація даних.

Рівні ієрархії даних. Відношення «частина-ціле» та «батьки-діти».

Фізична реалізація OLAP-моделі. Схема «зірки» та схема «сніжинки». Часові залежності атрибутів та фактів. Логічні та темпорально-логічні моделі OLAP-систем.

Взаємодія OLTP- та OLAP-підсистем у сховищах даних.

Керування гранулярністю даних. Розгортання та згортання вимірів даних. Адитивні, полуадитивні та неадитивні факти. Чисельні метрики. Ключі даних та ключові метрики. Фізична реалізація схем «зірки» та «сніжинки». «Багатосніжинкові» моделі даних. Перехід від багатовимірної моделі до реляційної та/або постреляційної моделі даних. Агрегати та таблиці агрегатів.

«Сузір'я» фактів. Мости даних.

Інструментальні засоби та технології побудови сховищ даних. Проектування сховища даних «зверху вниз», «знизу ввверх», «з середини». Глобальні та локальні сховища даних.

Типові технології та інструментальні рішення. Корпоративні інформаційні фабрики. Федеративні сховища даних.

Методи оперативного аналізу даних.

Моделі та методи інтелектуального аналізу даних. Задачі інтелектуального аналізу даних. Data Mining. Knowledge Discovery.

Дескриптивні та предиктивні моделі аналізу. Навчання системи з вчителем та без вчителя.

Класифікація задач, моделей та методів інтелектуального аналізу даних. Побудова моделей інтелектуального аналізу. Адекватність та коректність моделей. Верифікація моделей інтелектуального аналізу даних. Інтерпретація моделей інтелектуального аналізу даних.

Організація процесів розв'язання задач аналізу даних.

Процес виявлення знань. Особливості автоматизованого аналізу даних. Підготовка масивів даних до аналізу. Розв'язання задач класифікації та регресії. Правила класифікації та дерева рішень. Алгоритми класифікації.

Нейронні мережі. Нечітка логіка. Нейронечіткі моделі. Генетичні алгоритми. Байесові методи. Карти Кохонена. Пошук асоціативних правил. Секвенційний аналіз.

Розв'язання задач кластеризації. Розв'язання задач прогнозування даних. Візуалізація даних. Статистичний аналіз.

### ***Технології розподілених систем.***

Основні властивості і проблеми проектування розподілених мережних систем. Поняття розподіленої системи. Переваги та недоліки розподілених мережних систем. Масштабованість. Прозорість.

Апаратні та програмні засоби побудови розподілених мережних систем. Проблеми проектування розподілених мережних систем: ідентифікація

ресурсів, комунікації, якість програмного сервісу, архітектура програмного забезпечення.

Архітектури програмного забезпечення розподілених мережних систем: архітектура клієнт-сервер і її моделі, архітектура розподілених об'єктів.

Модель взаємозв'язку відкритих систем. Багаторівневий підхід. Системи адресації в мережах.

Архітектура розподілених обчислювальних систем. Цілі та основні завдання, які вирішуються за допомогою розподіленої інформаційної системи.

Алгоритми розподілу ресурсів і планування в розподілених мережних системах. Розподілена колективна пам'ять.

Поняття надійності і безпеки. Порівняння зосередженої і розподіленої системи з точки зору надійності і безпеки. Категорії безпеки.

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

База даних. Системи керування базами даних.

Архітектура баз даних.

Модель даних. Ієрархічна, та мережева моделі даних.

Реляційна модель даних. Реляційна структура. Реляційна алгебра. Кортєжне та доменне реляційні числення. Реляційні обмеження цілісності (первинний ключ, зовнішній ключ).

Проектування бази даних. Функціональна та багатозначна залежності та їх властивості. Недоліки ненормалізованих реляційних відношень. Нормальні форми реляційних відношень.

Концептуальне моделювання предметної області, призначення. Мова ERмоделювання предметних областей. Перетворення ER-моделі у реляційну модель даних.

Адміністрування баз даних. Створення та ведення баз даних. Підтримка цілісності. Створення та ведення користувачів. Обмеження прав доступу.

Захист даних. Резервне копіювання та відновлення.

Мова SQL та SQL бази даних.

Постреляційні бази даних. Об'єктно-реляційні, повнотекстові, темпоральні, NoSQL бази даних, XML-бази даних.

Бази знань. Модель подання знань. Продукційна модель, фреймова модель, модель семантичної мережі, логічна модель. Системи логічного виведення (дедуктивна, індуктивна, традуктивна, вивід за аналогією).

Дедуктивні бази даних. Рекурсивний SQL.

Класи інформаційних систем (ІС). Етапи створення ІС. Програмна інженерія в проектуванні ІС. Життєвий цикл ІС.

Канонічне проектування ІС. Моделі діяльності організації ("як є" і "як повинно бути"). Типовий проект та типові проектні рішення.

Організаційне бізнес-моделювання. Місія компанії, дерево цілей і стратегії їх досягнення. Статичний опис компанії: бізнес-потенціал компанії, функціонал компанії, зони відповідальності менеджменту. Динамічний опис компанії. Повна бізнес-модель компанії. Побудова організаційнофункціональної структури компанії.

Процесний підхід до організації діяльності організації. Елементи процесного підходу: межі процесу, ключові ролі, дерево цілей, дерево функцій, дерево показників. Основні процеси, процеси управління, процеси забезпечення.

### ***Геоінформаційні системи і технології.***

Поняття ГІС. Порівняння процесу картографування в разі традиційної картографії (паперова карта) і ГІС. Компоненти ГІС.

Географічні дані. Просторові, атрибутивні дані. Види просторових даних. Моделі організації просторових даних. Формати географічних даних, що використовуються у Web-ГІС. Порівняння векторних і растрових форматів.

Основні функції ГІС. Сучасний стан взаємодії ГІС та інтернет-технологій. Технологія Web-ГІС. Архітектура Web-ГІС. Класифікація Web-ГІС-серверів. Відмінність Web-ГІС від традиційної автономної геоінформаційної системи.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бардачов Ю.М., Соколова Н.А., Ходаков В.С. Дискретна математика. К.: Вища школа, 2002. 287 с.
2. Бондаренко М.Ф., Білоус Н.В., Руткас А.Г. Комп'ютерна дискретна математика: підручник. Харків: Компанія СМІТ, 2004. 480 с.
3. Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А., Луцький Г.М., Печурін М.К. Основи дискретної математики. К.: Наукова думка, 2002. 580 с.
4. Кривий С.Л. Дискретна математика. Чернівці – Київ, «Букрек», 2017. 567 с.
5. Бондаренко М.Ф., Білоус Н.В., Руткас А.Г. Комп'ютерна дискретна математика: Підручник. Харків: «Компанія СМІТ», 2004. 480с.
6. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посіб. для студ. вищ. Навч. закл. – 2-е вид. доп. та перероблене. К.:Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. 226 с.
7. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень. Монографія.-К.: ТОВ «Маклаут», 2008. 444с.
8. Дослідження операцій в економіці: Підручник / За ред. І.К.Федоренко, О.І.Черняка. К.: Знання, 2007. 558 с.
9. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. Підручник. К.: Видавничий дім «Слово», 2006. 816 с.
10. Катренко А.В. Дослідження операцій. Підручник. Львів: «Магнолія Плюс», 2004. 549 с.
11. Катренко А.В., Пасічник В.В. Прийняття рішень: теорія і практика: Підручник. Львів: «Новий світ – 2000», 2013. 447 с.
12. Катренко А.В., Пасічник В.В., Пасько В.П. Теорія прийняття рішень: Підручник. К.: Видавнича група ВНУ, 2009. 448 с.
13. Ржевський С.В., Александрова С.В. Дослідження операцій: Підручник. К.: Академвидав, 2006. 560 с.
14. Чубукова И.А. Data Mining: учебный курс. Киев, КНЕУ, 2012. 327с.

15. Berger A., Melomed E. Microsoft SQL Server 2008 Analysis Services. – Pearson Education eBook, 2009. 639 с.
16. Бардачов Ю.М., Соколова Н.А., Ходаков В.С. Дискретна математика. Київ: Вища школа, 2008. 383с.
17. Довгий С.О., Бідюк П.Л., Трофимчук О.М., Савенков О.І. Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень. К.:Азимут-Україна, 2011. 608с.
18. Software Reengineering Assessment Handbook (SRAH). Version 3.0. JLC-HDBK-SRAH. March 1997. 98 p.
19. Arnold Robert S. Software Reengineering. IEEE Computer Society Press, 2013. 412 p.
20. Samuelson P., Scotchmer S. The Law and Economics of Reverse Engineering // The Yale Law Journal, Vol. 111, No. 7 (May, 2002), pp. 1575-1663.

Затверджено на засіданні кафедри Комп'ютерних систем,  
протокол № 10 від 10.04.2024р.

Голова фахової предметної комісії,  
професор кафедри автоматизації  
та комп'ютерно-інтегрованих  
технологій, проф.

Леонід НЕФЬОДОВ

ПОГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми,  
завідувач кафедри інформатики  
і прикладної математики, доц.

Ганна ПЛЄХОВА

Заступник голови  
приймальної комісії, проф.

Ілля ДМИТРИЄВ