

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи
та інноваційного розвитку

Олександр КОВАЛЬЧУК

«_____» _____ 2024 р.

ПРОГРАМА
вступного іспиту в аспірантуру
зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Рівень здобуття освіти: третій /освітньо-науковий рівень вищої освіти,

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки

Освітньо-наукова програма: «Комп'ютерні науки»

Київ 2024

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва і архітектури

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи та інноваційного розвитку,

_____ Олександр КОВАЛЬЧУК

«_____» _____ 2024 р.

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ІСПИТУ

для вступу на навчання для здобуття ступеня вищої освіти “доктор філософії” на основі раніше здобутого ступеня вищої освіти магістра (або освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста)

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

Спеціальність: 122 “Комп'ютерні науки”

Освітньо-наукова програма: Комп'ютерні науки

Затверджено на засіданні кафедри інформаційних технологій
Протокол № 13 від 25.06.2024

Завідувач кафедри ІТ _____ Тетяна ГОНЧАРЕНКО

Гарант ОП _____ Ігор АЧКАСОВ

Розглянуто на засіданні науково-методичної комісії спеціальності 122 “Комп'ютерні науки”, протокол № 3 від «28» червня 2024 року.

Голова НМК спеціальності

122 “Комп'ютерні науки” _____

Тетяна ГОНЧАРЕНКО

Київ 2024

Розробники програми:

Ім'я Прізвище	Посада	Науковий ступінь за спец., вчене звання
Керівник (гарант освітньо-наукової програми “Комп'ютерні науки”):		
Ігор АЧКАСОВ (гарант)	професор кафедри ІТ	Доктор технічних наук за спец. 05.13.22, професор
Робоча група:		
Тетяна ГОНЧАРЕНКО	завідувач кафедри ІТ	Доктор технічних наук за спец. 05.13.06, доцент
Євгеній БОРОДАВКА	професор кафедри ІТ	Доктор технічних наук за спец. 05.13.06, професор
Світлана БІЛОЩИЦЬКА	професор кафедри ІТ	Доктор технічних наук за спец. 05.13.06, професор
Олександр ПОПЛАВСЬКИЙ	доцент кафедри ІТ	Кандидат технічних наук за спец. 05.13.05, доцент

Гарант освітньо-наукової програми _____

I. ВИМОГИ ДО РІВНЯ ПІДГОТОВКИ

Програма вступних випробувань складена відповідно до Порядку прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2024 році, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України № 266 від 06 березня 2024 року, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 14 березня 2024 року за №379/41724 (зі змінами) (далі - Порядок).

До участі у конкурсі щодо зарахування на навчання для здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 — Комп'ютерні науки (освітньо-наукова програма: Комп'ютерні науки) згідно переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 року, допускаються особи, які здобули освітній ступінь магістра або освітньо-кваліфікаційний рівень спеціаліста.

II. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ВСТУПНИХ ВИПРОБУВАНЬ

Метою вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» є з'ясування рівня необхідних теоретичних знань та практичних навичок вступників, яких вони набули під час навчання на освітньому ступені/ рівні спеціаліста/магістра, з метою формування рейтингового списку та конкурентного відбору здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» в межах ліцензійного обсягу університету.

Програма фахового вступного іспиту містить інформацію про форму і порядок його проведення; критерії оцінювання; дисциплінарно-тематичне покриття і літературу для підготовки; конкретні питання, що включаються до білетів.

III. ПЕРЕЛІК ДИСЦИПЛІН ТА РОЗДІЛІВ З НИХ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНІ ВИПРОБУВАННЯ

На іспит виносяться питання та теми з таких навчальних дисциплін та освітніх компонент за розділами:

1. «Математичні основи комп'ютерних наук»
2. «Алгоритми і структури даних»
3. «Об'єктно-орієнтоване програмування»
4. «Бази даних»
5. «Моделювання систем»
6. «Системний аналіз»
7. «Теорія прийняття рішень»
8. «Штучний інтелект та нейронні мережі»
9. «Інтелектуальний аналіз даних та машинне навчання»
10. «Архітектура комп'ютера та комп'ютерні мережі»
11. «Сучасні підходи до розробки ПЗ»

Зміст вступного випробування за темами:

1. Математичні основи комп'ютерних наук

Основні поняття теорії множин. Елементи, підмножини. Операції над множинами: об'єднання, перетин, різниця, доповнення. Відношення. Властивості відношень. Відношення еквівалентності. Розбиття множини на класи еквівалентності. Відношення толерантності. Відношення порядку. Відношення строго та нестрогого порядку. Лінійний і частковий порядок. Теорія множин та відношень. Методи оптимізації. Основні поняття: екстремум, глобальний та локальний екстремум, цільова функція, безумовна та умовна оптимізація. Загальна постановка задачі оптимізації. Приклади задач оптимізації: задача про оптимальний план, транспортна задача, задача про розкрій матеріалу, задача оптимального пошуку. Методи вирішення задач оптимізації: опосередкований та прямий пошук; метод Ньютона; градієнтні методи; методи штрафних функцій; стохастичний пошук.

2. Алгоритми і структури даних.

Поняття та властивості алгоритму. Обчислювальна складність алгоритму. Способи оцінювання обчислювальної складності алгоритмів.

Алгоритми і моделі обчислень. Завдання та алгоритми оптимізації. Завдання та алгоритми обробки числових рядів. Завдання та алгоритми обробки текстових даних. Завдання та алгоритми пошуку. Завдання та алгоритми сортування даних. Статичні і динамічні структури даних. Лінійні структури даних. Багатовимірні структури даних. Структури даних для оптимального пошуку. Структури даних для ефективного сортування. Структури даних для зберігання та обробки мультимодальних даних. Структури даних для ефективної роботи з документами.

3. Об'єктно-орієнтоване програмування

Парадигми програмування. Структурне та об'єктно-орієнтоване програмування. Характерні риси об'єктно-орієнтованого підходу. Мови об'єктно-орієнтованого програмування. Мови з сильною та слабкою типізацією. Поняття класу. Опис класу. Поняття, типи та опис полів та методів класу. Поняття інкапсуляції. Використання класу. Поняття об'єкту. Опис та використання об'єктів. Ініціалізація та знищення об'єктів. Поняття конструктора. Конструктор за замовчуванням. Виклик конструктора з конструктора. Успадкування (наслідування) класів, ієрархія класів. Механізм перевизначення методів класу-нащадка. Поліморфізм. Механізм інтерфейсів. Внутрішні класи, локальні внутрішні класи. Компоненти інтерфейсу користувача. Класи-адаптери.

4. Бази даних.

Дані. Бази даних. Моделі даних: ієрархічна модель, мережева модель, реляційна модель. Архітектура баз даних, рівні архітектури баз даних.

Реляційна алгебра, операції (сигнатура) реляційної алгебри. Нормальні форми реляційних відношень. Тригери; генератори, зберезувальні процедури. Транзакції, моделі транзакцій, відкат транзакції. Проектування баз даних. Цілісність даних. Захист баз даних. Моделі даних. Ієрархічна. Мережева. Реляційна. Ключ-значення. Таблична. Документарна. Графова. Агрегат даних. Мови запитів. Огляд мови SQL. Огляд мов NoSQL. Реплікація, цілісність даних. Транзакції (ACID та BASE). Життєвий цикл та проектування. Життєвий цикл системи з базою даних та його етапи. Проектування баз даних: етапи проектування; проектування реляційних баз даних на основі нормалізації; перша, друга, третя нормальні форми; функціональні залежності, часткові залежності, транзитивні залежності.

5. Моделювання інформаційних систем

Архітектури: централізована, розподілена, клієнт-сервер. P2P архітектури. Архітектури інформаційних сховищ (data warehouses). Хмарні архітектури. Концептуальне моделювання. Зовнішні представлення предметної області, стейкхолдери, концептуальна модель предметної області. Мови концептуального моделювання. Поняття системи, її структура, основні властивості та напрямки дослідження. Класифікація систем, великі системи, складні системи. Поняття інформації. Інформаційні системи.

Класифікація моделей. Параметри моделей та об'єктів моделювання. Вихідні, внутрішні та зовнішні параметри. Фазові змінні об'єктів моделювання. Вимоги, що висуваються до моделей систем: точність, адекватність та ефективність. Визначення критеріїв ефективності оцінки моделі та їх типи. Класифікація видів моделювання. Ієрархічна структура математичного моделювання: мікро-, макро- та мета рівні. Моделі елементів та систем. Мікромоделі, макромоделі та повні моделі систем.

Науковий експеримент. Його роль та місце в задачах аналізу та синтезу систем. Стратегічне та тактичне планування експерименту. Побудова математичних моделей на основі емпіричних даних.

Основні математичні схеми моделювання систем (D-, F-, P-, Q-, A- схеми). Методологічні аспекти побудови моделей. Етапи побудови моделі та зміст робіт на відповідних етапах моделювання.

Побудова концептуальних моделей систем та їх формалізація. Перехід від опису до блочної моделі. Підетапи першого етапу моделювання: постановка і аналіз задачі моделювання системи; вимоги до початкової інформації та організації її збору; гіпотези та припущення; основний зміст моделі; процедури апроксимації; концептуальна модель системи та її достовірність; технічна документація.

Організація статистичного моделювання систем на ПК. Обробка і аналіз результатів моделювання систем. Особливості фіксації і статистичної обробки результатів моделювання систем на ЕОМ. Особливості машинних експериментів. Методи оцінки. Статистичні методи обробки. Задачі обробки результатів моделювання. Перевірка статистичних гіпотез.

6. Системний аналіз

Предмет та об'єкт системного аналізу. Поняття та характеристики системи. Ознаки системи. Класифікація систем. Принципи, види та етапи системного аналізу. Декомпозиція та попередні етапи системного аналізу. Способи представлення результатів аналізу. Методології та стандарти представлення результатів аналізу. Цілі та задачі дослідження системи, модель «чорна скринька». Структурний аналіз системи. Моделі структурного аналізу. Морфологічна модель системи. Принципи WBS технології. Методології структурного аналізу Йодана/Де Марко та Гейна-Сарсона (DFD діаграми). Методологія SADT (IDEF0, IDEF5 діаграми). Функціональний аналіз. Поняття функціонального аналізу. Метод системного аналізу функцій FAST. Методологія SADT (IDEF0, IDEF1, IDEF1X діаграми). Аналіз динаміки систем, методологія SADT (IDEF2 діаграми). Мережі Петрі. Сценарний аналіз (IDEF3 діаграми). Динамічні ряди. Діаграма Ганта. Інші види аналізу: інформаційний аналіз, параметричний аналіз, генетичний аналіз, аналіз ефективності, SWOT та PEST аналіз.

7. Теорія прийняття рішень

Об'єкт і предмет дослідження теорії прийняття рішень. Класи процесів та задач прийняття рішень. Основні поняття теорії прийняття рішень. Основні принципи теорії прийняття рішень. Функції учасників в процесі прийняття рішень. Етапи та принципи прийняття рішень. Формулювання альтернатив. Функція вибору. Постановка задачі прийняття рішення. Класифікація задач прийняття рішень. Огляд методів прийняття рішень.

Методи оцінки альтернатив. Детерміновані моделі. Методи «м'якого» моделювання. Когнітивні карти. Онтологічні моделі процесу прийняття рішень. Методи формування узагальненого критерію. Основні методи скалярної оцінки альтернатив. Метод узагальненого показника (згортка). Метод «витрати-ефект». Метод цільового програмування. Метод головного показника. Метод послідовних поступок. Лексикографічний критерій.

Поняття Парето-оптимальності. Відшукування кращого рішення. Діаграми Парето. Метод аналізу ієрархій. Аналітична ієрархічна процедура Сааті. Експертні оцінки (ЕО). Класифікація задач ЕО. Визначення коефіцієнту конкордації. 7.4 Класифікація позицій ОПР.

Прийняття рішень в умовах ризиків та невизначеності. Основні критерії прийняття рішень в умовах ризиків. Формування матриці ризиків. Прийняття рішень в умовах невизначеності: критерії Вальда, Севіджа, Байеса, Гурвіца. Побудова дерева прийняття рішень. Теорія ігор. Прийняття рішень в умовах конфлікту. Матричні ігри. Інтелектуальні методи прийняття рішень. Нечітка логіка. Нечіткі множини та висловлювання. Операції над нечіткими висловлюваннями. Алгоритм нечіткого виводу. Нечіткий багатокритеріальний аналіз.

8. Штучний інтелект та нейронні мережі

Поняття та основні визначення штучного інтелекту. Тест Т'юринга. Типові застосування інтелектуальних систем. Пошукові методи вирішення інтелектуальних задач. Формулювання задач у вигляді Constraint Satisfaction Problem. Пошук в глибину і ширину. Розв'яжіть задачу про козу, капусту і вовка за допомогою одного з алгоритмів.

Байєсівські методи аналізу. Наївний Байєсівський класифікатор. Навчання з підкріпленням. Алгоритм лінійної винагороди-бездіяльності. Марковські процеси прийняття рішень. Поняття про нейронні мережі. Штучний нейрон та навчання нейрона. Багатошарові перцептрони. Алгоритм backpropagation.

9. Інтелектуальний аналіз даних та машинне навчання

Описати метод та вказати приклади застосування: Наївний Байєсів класифікатор (NB); Лінійна регресія (LinReg); Машини опорних векторів (SVM); Дерева прийняття рішень (Decision Tree); Випадковий ліс (Random Forest); Аналіз головних компонент (PCA); Метод k-середніх (k-means); Змішані Гаусівські моделі (GMM); Оцінка ядрової густини (KDE); Ансамблі класифікаторів (методи Bagging і Boosting); Боротьба з перенавчанням шляхом регуляризації (регуляризації Ridge, Lasso, Elastic Net на прикладі лінійної регресії). Джерела помилки в ML, розклад на зсув та дисперсію, компроміс зсуву та дисперсії (bias-variance decomposition/tradeoff).

10. Архітектури обчислювальних систем та мереж

Абстрактні архітектури. Машина Т'юринга. Архітектура фон Неймана. Апаратне забезпечення. Закон Мура. Класи комп'ютерів. Рівні паралелізму і паралельні архітектури. Принципи роботи універсального процесора. Види оперативної пам'яті та принципи їх роботи. Пристрої вводу-виводу. Канали передачі даних. Операційні системи (ОС). Архітектура ОС. Функції та роль ОС. Компоненти ОС. Завантаження ОС. Компілятори та інтерпретатори. Завантажувачі і редактори зв'язків. Управління ресурсами. Управління пам'яттю. Управління процесами. Процеси і потоки. Віртуалізація. Розподілені системи і мережі. Види мереж передачі даних. Протоколи передачі даних. Розподілені обчислювальні архітектури. Cloud/Fog/Edge архітектури. Embedded системи.

11. Сучасні підходи до розробки ПЗ

Здобуття даних. Поняття про процес та фази здобуття даних. Базові типи даних: чисельні багатовимірні дані; категоріальні дані; дані зі змішаними атрибутами; текстові дані; аудіо-дані; зображення та відео; часові серії; просторові дані. Здобуття патернів асоціацій. Кластеризація. Виявлення аутлайєрів. Класифікація. Клінінг даних. Редукція вимірів.

Здобуття знань. Поняття про знання, їх відмінності від даних. Поняття про процес здобуття знань. Моделі процесу виявлення знань, його фази, подібність до наукового методу. Подання знань: моделі. Поняття про символічний вивід на знаннях.

Семантичний Веб. Поняття про Semantic Web, відмінності від традиційного Вебу. Семантична інтероперабельність і завдання Semantic Web. Подання описів ресурсів: RDF, RDFS. Запити до ресурсів Semantic Web: інфраструктура SPARQL. Поняття про онтології та графи знань. Контейнеризація та оркестрація: основи Docker і Kubernetes. Принципи DevOps та CI/CD: інструменти та методології. Протоколи інтернету речей (IoT): особливості та приклади застосування. Введення в мікросервісну архітектуру: основні принципи та переваги.

Використання GraphQL для створення API: основи та приклади. Принципи SOLID та їх застосування в розробці програмного забезпечення. Семантична інтероперабельність і завдання Semantic Web. Подання описів ресурсів: RDF, RDFS. Запити до ресурсів Semantic Web: інфраструктура SPARQL. Поняття про онтології та графи знань.

Рекомендована література

1. Bagui, S.S. and Earp, R.W.: Database Design Using Entity-Relationship Diagrams. Third Edition. CRC Press (2023).
2. Sadalage, P. J., Flower, M.: NoSQL distilled: A brief guide to the emerging world of polyglot persistence. Addison-Wesley (2014)
3. Connolly, T. & Begg, C.: Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management. Sixth Edition. Pearson Education England (2015).
4. Mancas, C.: Conceptual Data Modeling and Database Design: A Fully Algorithmic Approach. Volume 1. The Shortest Advisable Path. CRC Press (2016).
5. Sullivan, D.: NoSQL for Mere Mortals. Pearson Education, Inc. (2015).
6. McCreary, D., Kelly, A.: Making Sense of NoSQL. Manning Publications Co. (2014).
7. Sheldon Ross: Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists (5th Edition), Elsevier (2015).
8. Gilbert Strang: Introduction to Linear Algebra, 5th Edition, Wellesley-Cambridge Press (2016).
9. Abraham Silberschatz, Greg Gagne, Peter B. Galvin: Operating System Concepts. 10th Edition. Wiley (2018)
10. M. van Steen and A.S. Tanenbaum: Distributed Systems, 4th ed., distributed- systems.net (2023)
11. Larry Peterson, Bruce Davie: Computer Networks: A Systems Approach. <https://open.umn.edu/opentextbooks/formats/1318> (2023)
12. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press (2016) <https://www.deeplearningbook.org/>.
13. Charu C. Aggarwal: Artificial Intelligence. A Textbook. Springer - Nature (2021).
14. Charu C. Aggarwal: Data Mining. A Textbook. Springer (2015).
15. Leskovec, J., Rajaraman, A., & Ullman, J. D.: Mining of massive data sets. Cambridge University Press (2020).

IV. ФОРМА ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ІСПИТУ

Фаховий вступний іспит проводиться очно у письмовій формі: вступники надають тезисну письмову відповідь на питання екзаменаційного білету. Тривалість письмового етапу – 90 хв. За потреби, додатково, можлива співбесіда з питань екзаменаційного білету.

V. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ІСПИТУ

Під час проведення іспиту забороняється використовувати підручники, навчальні посібники, інші джерела інформації (якщо це не передбачено програмою). Також забороняється користуватися мобільними телефонами та іншими засобами зв'язку і передачі даних.

VI. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ ВСТУПНИКА

Через відповіді абітурієнта на питання білету оцінюється знання з базових фахових дисциплін, що є необхідними для коректного висвітлення сенсу понять за фахом, а також для розуміння релевантних теоретичних та практичних завдань, володіння навичками, що є необхідними для професійної діяльності у межах програми. Правильність і повнота відповідей оцінюється згідно з критеріями оцінювання.

Кожне питання оцінюється за 100-бальною шкалою. Сумарний бал визначається як середнє арифметичне за сумою балів на всі питання.

Високий рівень (90-100 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: повною мірою засвоїв увесь програмний матеріал, демонструє знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить коректні та ґрунтовні власні міркування, робить узагальнюючі висновки, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін, вдало наводить приклади.

Достатній рівень (75-89 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: має достатньо високий рівень знань і навичок. При цьому, відповідь є достатньо повною, логічною, з елементами власного обміркування, але містить деякі неточності або прогалини, що не впливають суттєво на загальне позитивне сприйняття відповіді. Припустимими є

поверхнєве знання додаткової літератури, недостатня чіткість у визначенні понять.

Задовільний рівень (60-74 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, неглибока, містить неточності, здобувач робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів.

Низький рівень (35-59 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: слабо розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті.

Дуже низький рівень (0-34 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: не має базових знань зі спеціальності, не розбирається в матеріалі, не може дати відповіді а ні на основні, а ні на додаткові питання.

VII. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ІСПИТУ

Екзаменаційний білет містить *три питання* з наступного переліку:

1. Поняття бази даних, системи баз даних, банка даних.
2. Вимоги до системи баз даних. Дані і інформація.
3. Структура системи баз даних (СБД), інформаційної системи(ІС).
4. Поняття системи управління базами даних (СУБД).
5. Вимоги до СУБД. Архітектура системи баз даних ANSI/SPARC.
6. Мова запитів SQL. Застосування командного середовища.
7. Поняття транзакції. Механізми підтримки транзакцій в сучасних СУБД.
8. Структура операційних систем.
9. Види мереж передачі даних. Протоколи передачі даних.
10. Архітектура «клієнт-сервер».
11. Технології підтримки розподілених даних.
12. Реплікація даних. Активні бази даних
13. Технології подання інформації у мережі Internet.
14. Технології паралельного програмування MPI та OpenMP.
15. Сучасні архітектури високопродуктивних розподілених обчислювальних систем
16. Архітектура паралельних обчислювальних систем.
17. Принципи побудови REST архітектури.
18. Методологія створення Web-систем MVC (Model-View-Control).
19. Технології розробки Web-систем.
20. Проектування сервіс-орієнтованих систем
21. Нейронні мережі. Алгоритми навчання
22. Рекурентні нейронні мережі
23. Нейронні мережі з самоорганізацією
24. Моделі представлення знань в системах штучного інтелекту
25. Сучасні програмні та інструментальні засоби створення систем штучного інтелекту. Мови логічного і функціонального програмування.
26. Методи Data Mining
27. Методи інтеграції даних (data fusion and integration, mashup)
28. Об'єктно-орієнтований підхід до розробки програмного

забезпечення

29. Поняття класу та об'єкту в ООП. Опис класу. Створення об'єкту. Приклади описів полів та методів класу.

30. Використання класу. Методи-конструктори, конструктор за замовчуванням. Приклади використання.

31. Поняття інкапсуляції. Структура класу.

32. Використання класу. Поняття об'єкту. Створення та використання абстрактних класів.

33. Модифікатори доступу `private`, `protected`, `public`, `static`. Приклади використання.

34. Успадкування класів в ООП, ієрархія класів.

35. Поліморфізм. Механізми перевизначення методів класу-нащадка

36. Поняття стану та процесу. Життєвий цикл інформаційної системи.

37. Структура інформаційної системи управління проектами.

38. Гнучкі методології управління проектами. Порівняльний аналіз.

39. Експертні методи в системному аналізі. Принцип Паретто.

40. Критерії оптимізації та обмеження. Багатокритеріальні задачі.

41. Протоколи передачі даних. Розподілені обчислювальні архітектури.

42. Cloud/Fog/Edge архітектури. Embedded системи.

43. Динамічне програмування та жадібні алгоритми. Приклади

44. Основи NoSQL баз даних: відмінності від реляційних баз даних і основні типи

45. Контейнеризація та оркестрація: основи Docker і Kubernetes.

46. Принципи DevOps та CI/CD: інструменти та методології.

47. Протоколи інтернету речей (IoT): особливості та приклади застосування.

48. Введення в мікросервісну архітектуру: основні принципи та переваги.

49. Використання GraphQL для створення API: основи та приклади.

50. Принципи SOLID та їх застосування в розробці програмного забезпечення.

51. Семантична інтероперабельність і завдання Semantic Web. Подання описів ресурсів: RDF, RDFS.

52. Запити до ресурсів Semantic Web: інфраструктура SPARQL. Поняття про онтології та графи знань.