

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЄВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова Приймальної комісії
Президент Національного університету
«Києво-Могилянська академія»

Сергій КВІТ

2022 р.



ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ З ФАХУ

**для вступників на навчання до аспірантури для здобуття ступеня доктора
філософії (PhD) 122 «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ»
(галузь знань: 12 «Інформаційні технології»;
Освітньо-наукова програма: «Комп'ютерні науки»)**

Схвалено
Вченою радою
факультету інформатики
(протокол № 10 від 15.07 2022 р.)

КИЇВ – 2022

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Складання вступного іспиту з фаху передбачено Правилами прийому до Національного університету «Києво-Могилянська академія» в 2022 р. (далі – Правила) для тих абітурієнтів, які вступають на навчання до аспірантури НаУКМА для здобуття ступеня доктора філософії (PhD) з відповідних спеціальностей, зазначених у додатку 1 до Правил. До вступних випробувань допускаються особи, які мають повну (спеціаліст, магістр) вищу освіту та подали документи у відповідності з Правилами.

Вступний іспит з фаху за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» має за мету з'ясування рівня фахових компетентностей, теоретичних знань і практичних навичок абітурієнтів з засадничих дисциплін, що належать до комп'ютерних наук та подають мотиваційне есе з вказівкою тематики наукового дослідження.

Фахове вступне випробування зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» (освітньо-наукова програма «Комп'ютерні науки») **проводиться дистанційно в режимі онлайн на платформі Microsoft Teams** (дивись Додаток 11 до Правил прийому) у формі **тестування**.

Есе оцінюється приймальною комісією.

Вступний тест містить 24 завдання.

Завдання 1-20 – завдання з короткою відповіддю та вибором однієї або декількох правильних відповідей (множинний вибір). Завдання 21-24 – завдання відкритої форми з розгорнутою відповіддю.

Тривалість фахового вступного випробування – 90 хв.

Технічні та процедурні аспекти порядку реєстрації на освітній платформі DistEdu та дистанційного виконання вступного фахового випробування будуть опубліковані на сайті <https://vstup.ukma.edu.ua/> не пізніше 15 серпня.

2. ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступне фахове випробування зі спеціальності «Комп'ютерні науки» до вступу на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем магістр в 2022 році передбачає перевірку базового рівня знань з основних дисциплін, здобутих бакалаврами в результаті успішного засвоєння таких дисциплін:

1. Комп'ютерні алгоритми
2. Дискретна математика
3. Програмування
4. Бази даних і знань
5. Штучний інтелект
6. Паралельні обчислення

Комп'ютерні алгоритми

1. Алгоритм. Форми задання алгоритмів. Алгоритм – як абстрактний математичний об'єкт. Теорія алгоритмів як розділ математики. Вирішувачий алгоритм. Основні етапи розвитку теорії алгоритмів. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми Теорія алгоритмів - три підходи. Формальне визначення алгоритму і обчислення функції. Обчислювальна функція. Машина Тюрінга. Машина Поста. Нормальні алгоритми Маркова. Універсальність обчислювальної моделі.
2. Складність алгоритму. Повний аналіз часової складності роботи алгоритму на прикладі «швидкого впорядкування». Ефективність алгоритму в різних випадках на прикладі задачі пошуку елемента в списку. Задачі класу P і NP .
3. Характеристика основних методів розробки алгоритмів. Метод грубої сили.
4. Комбінаторні алгоритми (генерування підмножин множини, генерація кода Грея, розбиття чисел, генерування перестановок).
5. Загальна схема методу розділяй і пануй. Розв'язання рекурентних рівнянь. Рекурентне рівняння декомпозиції. Сортування злиттям.
6. Бектрекінг. Загальна характеристика. Зворотна рекурсія. Задача про 8 ферзів. Сума підмножин. Гамільтонові цикли. Задача про рюкзак.
7. Задачі оптимізації. Загальна характеристика
8. Жадібний метод. Основи методу. Алгоритм Дейкстри: пошук найкоротших шляхів для графу з одним джерелом. Коді Хаффмана.
9. Динамічне програмування (ДП). Загальна характеристика методу. Одномірне динамічне програмування. Двовимірне динамічне програмування. Задача про зростаючу підпоследовність. Задача про паліндром. Задача обчислення добутку матриць. Мемоізація (заповнення кеша зверху-вниз) і табуляція на прикладі задачі знаходження чисел Фібоначі. Техніки програмування у методі ДП. Складне динамічне програмування. Порівняння ДП і методу розділяй і пануй. Аналіз застосовності та ефективності ДП.

Дискретна математика

1. Послідовності, що задаються рекурентними співвідношеннями. Розв'язання рекурентностей типу Фібоначі.
2. Основні поняття теорії множин – елемент, підмножина, універсальна множина, порожня множина, характеристична функція. Операції над множинами – об'єднання, перетин, різниця, симетрична різниця, доповнення. Основні властивості цих операцій. Узагальнені закони дистрибутивності та де Моргана.

3. Декартів добуток множин та його властивості, приклади, узагальнення. Множини $B^A, 2^A$.
4. Основні принципи комбінаторики. Задача про підрахунок кількості функцій, визначених на скінченних множинах, та кількості k-елементних розміщень на множині.
5. Комбінації без повторень. Основні властивості коефіцієнтів C_n^k . Біном Ньютона та наслідки з нього.
6. Перестановки з повтореннями (перестановки типів). Формула для кількості перестановок.
7. Поліноміальні коефіцієнти як коефіцієнти в розкладі полінома $(x_1 + x_2 + \dots + x_k)^n$.
8. Формули включень та виключень.
9. Формальні мови та граматики. Класифікація граматик за Хомським.
10. Регулярні граматики та скінченні автомати.
11. Машина Т'юринга.
12. Поняття n-арного відношення на множинах. Бінарні відношення. Відношення еквівалентності. Класи еквівалентності. Теорема про розбиття множини на класи еквівалентності. Поняття фактор-множини. Приклади.
13. Основні поняття теорії графів. Орієнтовані графи, неорієнтовані графи, прості графи. Суміжність, інцидентність вершин, ребер, степінь вершини, регулярні графи. Ізоморфізм графів. Приклади.
14. Поняття ланцюга, циклу. Ейлерові графи. Критерій наявності ейлерового циклу та напівейлерового ланцюга в графі. Ліс та дерева. Еквівалентність різних означень дерева.

Програмування

Основи комп'ютеризованої обробки даних

1. Поняття життєвого циклу програмного забезпечення (ПЗ), етапи розробки ПЗ: аналіз, проектування, розробка (кодування), налагодження, тестування, введення в експлуатацію, супровід.
2. Поняття методології проектування програм та основні методології розробки. Основи структурної та об'єктно-орієнтованої методології розробки ПЗ.
3. Статичні, динамічні, логічні та фізичні моделі програмної системи. Класифікація програмного забезпечення. Системне та прикладне програмне забезпечення.
4. Класифікація мов програмування. Базові парадигми. Основи трансляції програм. Складові середовища розробки програм.
5. Базові поняття мов програмування.
6. Типи даних. Скалярні та структуровані дані. Показчики. Структуровані типи даних: масиви, рядки, структури. Абстрактні типи даних. Лінійні динамічні структури даних: списки, черга, стек. Ієрархічні динамічні структури даних: дерева.
7. Базові оператори: розгалуження, перемикач, цикли з пост- та передмовою, цикл з лічильником.
8. Підпрограми: опис, механізми передачі параметрів, виклик. Рекурсивні підпрограми. Консольне та файлове введення/виведення даних.

Об'єктно-орієнтоване програмування

1. Особливості передачі параметрів та повернення значення функції. Указники і відсилки (pointers and references).
2. Довизначення (overloading) арифметичних операцій, оператора присвоєння, оператора індексування.
3. Узагальнені функції (function template).
4. Параметризовані класи (class template).
5. Статичне і динамічне зв'язування: поліморфізм, віртуальні функції

Бази даних і знань

1. Системи баз даних. Основні поняття й архітектура.
2. Моделі даних. Реляційна модель даних. Проектування баз даних. Теорія нормалізації реляційної моделі даних. Інфологічна, даталогічна, фізична моделі даних.
3. Мова SQL.
4. Компоненти бази даних. Цілісність даних. Розмежування прав. Транзакції.
5. Бази знань.
6. Онтології і бази знань
7. Мова OWL.

Штучний інтелект

1. Базові поняття штучного інтелекту. Алгоритмічний та декларативний підходи до програмування.
2. Поняття і моделі подання знань. Основи онтологічного аналізу.
3. Логічний підхід до подання знань. Автоматичне доведення теорем на основі методу резолюцій.
4. Розпізнавання образів. Розпізнавання в просторі ознак.
5. Нейронні мережі. Машинне навчання.
6. Ігрові задачі. Мінімаксна процедура; альфа-бета-відтинання. Алгоритм A* (Харта, Нільсона і Рафаеля).

Паралельні обчислення

1. Основні поняття. Прискорення та ефективність
2. Моделі паралельних обчислень
3. Синхронізація. Семафори, монітори, критичні секції
4. Основні поняття середовища MPI

3. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ

1. Оленко А. Я., Ядренко М. Й. Дискретна математика: навч.-метод. посіб. - К.: НаУКМА, 1996. — 83 с.
2. Мендельсон Э. Введение в математическую логику, - М., Наука, 1971.
3. Тей А., Грибомон Ж. Логический подход к искусственному интеллекту, - М.: "Мир", 1990.
4. Мальцев А. И. Алгоритмы и рекурсивные функции, - М., Наука, 1986.
5. Глибовець М.М., Олецкий О.В. Штучний інтелект, Видавничий дім "КМ Академія" 2002.
6. Бублик В. В. Об'єктно-орієнтоване програмування : підручник для студентів, які навчаються за напрямками "Комп'ютерні науки", "Комп'ютерна інженерія", "Програмна інженерія", "Інформатика", "Прикладна математика"/ В. В. Бублик. - Київ : ІТ-книга, 2015. - 637 с
7. Глибовець М.М. Основи комп'ютерних алгоритмів. - К.: Вид. дім. "КМ Академія", 2003. - 450с.
8. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке PROLOG. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. – 640 с.
9. Капігонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А., Луцький Г.М., Печурін М.К. Основи дискретної математики. – Київ, Наукова думка, 2002.
10. Ю. В. Боднарчук, Олійник Б. В. Основи дискретної математики Київ, видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 160 с. Гриф МОНУ №1.4/18 Г-978 від 06.05.08 2)
11. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. – М.,1979.
12. Вирт Н. Алгоритмы+Структуры данных=Программы. – М.,1985.
13. Ульман Дж. Основы системы баз данных. – М.,1985.
14. Страуструп Б. Язык программирования С++. В 2-х чч. – К.,1993.
15. Петрик М.Р. Моделювання програмного забезпечення: посібник / М.Р. Петрик, О.Ю. Петрик – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 200 с.
16. Якобсон, А., Уніфікований процес розробки програмного забезпечення. [Текст] / А. Якобсон, Г. Буч, Дж. Рамбо – СПб.: Питер, 2002. – 496 с
17. Проектування інформаційних систем: навчальний посібник / В.С. Авраменко, А.С. Авраменко. – Черкаси: Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, 2017. – 434 с.
18. Авраменко А.С., Авраменко В.С., Косенюк Г.В. Тестування програмного забезпечення: посібник. – Черкаси: ЧНУ імені Б. Хмельницького, 2017. – 284с.
19. Дудзяний І.М. Об'єктно-орієнтоване моделювання програмних систем. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 108 с.
20. Зубенко В.В., Омельчук Л.Л. Програмування. Поглиблений курс. – К.:Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2011. - 623с.
21. Ковалюк Т.В. Алгоритмізація та програмування: Підручник. – Львів: «Магнолія 2006», 2013. – 400 с.
22. Коротєєва Т. О. Алгоритми і структури даних. Навчальний посібник - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 280 с.
23. Крєневич А.П. Алгоритми і структури даних. Підручник. – К.: ВПЦ "Київський Університет", 2021. – 200 с.
24. Програмування баз даних: конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб./ М. В. Добролюбова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 22,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 275 с.
25. Трофименко О. Г. Організація баз даних : навч. посібник / О. Г. Трофименко, Ю. В. Прокоп, Н. І. Логінова, І. М. Копитчук. 2-ге вид. виправ. і доповн. – Одеса : Фенікс, 2019. – 246 с.
26. Мулеса О.Ю. Інформаційні системи та реляційні бази даних. Навч.посібник. – Електронне видання, 2018. – 118 с.
27. Бардус І.О. Бази даних у схемах: Навчальний посібник – Харків: «Дісаплюс», 2017, 133

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Результати фахового вступного випробування визначаються шляхом переведення набраних вступником тестових балів у шкалу числового інтервалу $[0; 200]$ (есе+тест).

Есе (наукова пропозиція) оцінюється у бали з числового інтервалу $[0; 50]$.

Повна відповідь на кожне з тестових питань 1-20 оцінюється в 3 бали, часткова відповідь (для тестових завдань з множинним вибором) – від 0,5 до 2,5 балів. Якщо відповідь неправильна або відсутня – 0 балів.

Відповіді на завдання 21-24 оцінюються за 10-бальною шкалою:

10 – завдання виконано бездоганно;

9 – завдання виконано з незначним зауваженням;

7 – завдання виконано з незначними зауваженнями;

5 – завдання виконано частково;

3 – завдання виконано частково і з суттєвими зауваженнями;

1 – невдала спроба виконати завдання;

0 – відповідь відсутня;

2,4,6,8 – проміжні оцінки між двома сусідніми балами.

Таким чином, максимально можлива кількість набраних тестових балів складає:

$$20 \cdot 3 + 4 \cdot 10 = 100.$$

Фахова комісія, провівши аналіз складності тесту за результатами набраних вступниками тестових балів, визначає пороговий бал “склав / не склав” T_{min} . Крім того, визначається максимальний тестовий бал T_{max} , отриманий серед вступників в результаті складання тесту.

Підсумковий результат R фахового випробування обчислюється за формулою:

$$R = 100 \cdot \frac{T - T_{min}}{T_{max} - T_{min}} + 50,$$

де T – набраний вступником тестовий бал.

Абітурієнт вважається таким, що склав фахове вступне, якщо його підсумкова оцінка за виконання тестових завдань становить **100 – 200 балів**.

У випадку, якщо результати фахового вступного випробування за 200-бальною шкалою становлять менше 100 балів, тобто тестовий бал менший від порогового балу “склав / не склав”, абітурієнт вибуває з конкурсного відбору.

5. АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИПРОБУВАННЯ

5.1. Вступне випробування проводиться дистанційно з паралельною онлайн-присутністю вступника під час проходження іспиту на платформі **Microsoft Teams** з обов'язково увімкненою камерою.

Початок вступного випробування визначається розкладом вступних випробувань. Вступник повинен зайти на платформу та пройти процедуру ідентифікації (приблизно за 30 хвилин до початку).

У разі початку повітряної тривоги вступник має терміново повідомити членів комісії в чаті MS Teams групи. Іспит для цього вступника буде скасовано, а у вступника з'являється можливість скласти іспит у резервний час згідно з графіком.

5.2. Для реєстрації вступника на вступний іспит буде використана поштова скринька, яку вступник зазначив у своєму електронному кабінеті вступника.

5.3. Вступник отримує запрошення на пошту, вказану при реєстрації в електронному кабінеті вступника. Адміністрація НаУКМА не несе відповідальності за помилку в адресі електронної скриньки вступника, яка використовується для авторизації.

5.4. Приймальна комісія додає вступників до екзаменаційних груп відповідно до поданих заяв.

5.5. У день проведення випробування вступник долучається до відеоконференції під власним прізвищем, ім'ям та іменем по батькові повністю з обов'язково увімкненою камерою.

5.6. Вступник проходить ідентифікацію через представлення документу, який офіційно підтверджує особу вступника.

5.7. Вступник проходить вступне випробування з постійно увімкненою камерою. У разі, якщо камера буде вимкнена, екзаменаційна комісія не буде брати до розгляду результати вступного випробування.

5.8. При виникненні питання вступник може поставити його через чат зустрічі або вголос, «піднявши руку».

5.9. Мікрофони під час проходження тестування будуть вимкнені та за потреби вмикатимуться членами комісії.

5.10. Під час проведення ідентифікації вступників та тестування буде відбуватись запис.

5.11. Результати вступного іспиту Приймальна комісія оприлюднює протягом доби після завершення іспиту на сайті Приймальної комісії.