

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ЮРИДИЧНА АКАДЕМІЯ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Рішенням приймальної комісії

Національного університету «Одеська
юридична академія»

Голова приймальної комісії

 **Мінас АРАКЕЛЯН**
(протокол № 3 від «28» 03 2025 р.)

ПРОГРАМА

вступного випробування до аспірантури зі спеціальності F3 «Комп'ютерні науки» для здобуття ступеня доктора філософії на основі здобутого освітньо-кваліфікаційного рівня (магістра, спеціаліста)

Вступне випробування до аспірантури Національного університету «Одеська юридична академія» (далі — Університет) для здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності F3 «Комп'ютерні науки» проводиться для вступників, які мають ступень магістра (освітньо-кваліфікаційний рівень спеціаліста).

Додаткове вступне випробування проводиться у формі усного іспиту.

Допуск вступників до вступного випробування здійснюється за умов наявності документа, який засвідчує особу (зокрема з використанням Дії). У разі неможливості ідентифікації вступника вступне випробування проводитись не може.

Вступне випробування проводиться згідно з графіком, складеним приймальною комісією.

Вступники, які не з'явилися на вступне випробування без поважних причин у визначений розкладом час, до участі у подальших випробуваннях та в конкурсі не допускаються. Перескладання вступного випробування не дозволяється.

Вимоги до знань та умінь

Під час вступного випробування вступник повинен виявити знання щодо:

- математичних основ створення інформаційних систем і технологій;
- алгоритмів та структур даних;
- теоретичних основ програмування;
- математичного моделювання, системного аналізу та прийняття рішень;
- штучного інтелекту та інтелектуальних систем.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

При оцінці знань вступника до аспірантури на вступному випробуванні екзаменаційна комісія керується критеріями, розробленими Міністерством освіти і науки України, в основу яких покладено повноту і правильність відповідей.

Оцінкою **"відмінно"** оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь на запитання програмного матеріалу, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією; показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання, застосовувати принцип об'єктивності при аналізі основних теоретичних проблем комп'ютерних наук; опрацювання основної та додаткової літератури.

Оцінкою **«добре»** оцінюється правильна і обґрунтована відповідь, що студент знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної програми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок при відповіді на питання, застосовуючи при цьому практичні приклади.

Оцінка **«задовільно»** виставляється за відповідь, яка відповідає змісту програмного матеріалу в обсязі навчальної програми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень програмного матеріалу, за відповідь, що не містить аналізу фактичного матеріалу і свідчить про те, що знання студента мають фрагментарний, поверховий характер. Таку оцінку виставляють також у випадку недостатнього обґрунтування, нечіткого і непослідовного викладення відповіді на поставлені питання.

Оцінка **«незадовільно»** виставляється за неправильну відповідь, яка не відповідає змісту програмного матеріалу та свідчить про нерозуміння його основних положень.

Оцінка відповіді кожного вступника обговорюється колегіально всіма членами екзаменаційної комісії, що були присутні при складанні випробування. Всі позитивні оцінки включаються у протокол засідання екзаменаційної комісії.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

I. ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Розділ 1. Математичні основи

1. Теорія множин та алгебраїчні системи. Операції над множинами, прямий добуток. Потужність множин, порівняння множин. Бінарні відношення, основні класи: еквівалентності, часткові та лінійні порядки, функціональні відношення. Операції над бінарними відношеннями: теоретико-множинні операції, добуток, інверсія, замкнення. Алгебраїчні системи: алгебри, реляційні моделі.

2. Математична логіка. Алгебра логіки: булеві функції, еквівалентність формул, нормальні форми, повнота та замкненість. Предикати, обчислення предикативів.

3. Комбінаторика. Перестановки, розміщення та сполучення. Методи перерахування об'єктів. Метод включення - виключення. Рекурентні методи. Метод твірних функцій.

4. Графи. Вершини і ребра. Суміжність та інцидентність. Зв'язність, шляхи і цикли. Ейлерови графи. Гамільтона графи. Дерева. Планарні графи. Розфарбування графів. Мережі і потоки в мережах.

5. Теорія ймовірностей і математична статистика. Ймовірнісна модель, випадкові події і випадкові величини; умовна ймовірність; основні ймовірнісні розподіли; центральна гранична теорема; моменти випадкової величини; статистична модель і задача статистики; метод максимальної правдоподібності; елементи теорії перевірки статистичних гіпотез.

6. Методи обчислень. Числові методи лінійної алгебри; методи інтерполяції функцій; числові методи диференціювання; числові методи розв'язання рівнянь і систем рівнянь; числові методи інтегрування; числові методи розв'язання диференціальних рівнянь.

Розділ 2. Алгоритми та структури даних

1. Структури даних: стек, черга, куча, дерево, граф, хеш-таблиця.
2. Поняття та властивості алгоритмів. Рекурсивні функції, машини Тьюрінга, нормальні алгоритми Маркова.
3. Алгоритми сортування. Швидке сортування.
4. Динамічне програмування та жадібні алгоритми.
5. Алгоритми на графах. Пошук в глибину та в ширину. Топологічне сортування. Пошук циклів в графі: Ейлерів та Гамільтонів цикл. Пошук найкоротших шляхів: алгоритми Дейкстри, Флойда-Уоршела, Беллмана Форда. Остовні дерева. Алгоритми Крускала та Пріма. Матриця Кірхгофа пошуку кількості остовних дерев. Задача про максимальний потік.

Розділ 3. Теоретичні основи програмування

1. Основні парадигми програмування: процедурне програмування; об'єктно-орієнтоване програмування; функціональне програмування; імперативне програмування; декларативне програмування; прототипне програмування; аспектно-орієнтоване програмування; предметно-

орієнтоване програмування; функціонально-орієнтоване програмування; структурне програмування; модульне програмування.

2. Управляючі конструкції в мовах програмування: структура проходження; структура розгалуження; структурований оператор; составний оператор; умовний оператор; оператор вибору.

3. Модульність в мовах програмування: поняття модулю; включення файлів; проблема повторного включення; умовна компіляція; зовнішні змінні.

4. Системи типів у мовах програмування з прикладами: основні функції системи типізації; статична типізація; динамічна типізація.

5. Принципи об'єктно-орієнтованого програмування: інкапсуляція; наслідування; поліморфізм; приклади застосування.

Розділ 4. Математичне моделювання та системний аналіз

1. Принципи побудови математичних моделей. Концепція кінематичних аналогій, компартаментальний аналіз. Ідентифікація та оцінювання параметрів моделей. М'яке моделювання. Перевірка адекватності, тестування, валідація і верифікація моделей.

2. Імітаційні моделі. Подієве моделювання, моделюючі алгоритми. Методи Монте-Карло. Мережи Петрі. Методи системної динаміки. Мультиагентне моделювання і комп'ютерна симуляція.

3. Принципи та методологія системного аналізу. Основи теорії складних систем. Опис структури складної системи. Декомпозиція та агрегування. Метод сингулярних збурень. Метод малого параметру.

4. Методи оптимізації систем. Лінійне та нелінійне програмування. Критерії оптимальності. Оптимізація з обмеженнями, метод функцій Лагранжа, метод штрафних функцій. Методи та алгоритми пошуку екстремуму, концепція псевдоградієнтності. Алгоритми випадкового пошуку.

5. Особливості дискретної оптимізації. Булеве програмування. Метод Гоморі. Метод «гілок і меж». Задачі дискретної оптимізації на графах.

Метаевристичні методи та алгоритми дискретної оптимізації. Генетичні алгоритми. Мурашині колонії. Метод імітаційного відпалу.

6. Багатокритеріальна оптимізація. Парето оптимальні розв'язки. Метод поступок, мінімаксні методи. Методи згортки критеріїв. Системна оптимізація.

7. Основи теорії прийняття рішень. Теорія корисності, відношення переваги. Процедури вибору альтернатив. Метод аналізу ієрархій. Прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику. Статистичні методи прийняття рішень. Прийняття рішень в умовах конфлікту. Ігрові методи. Умови рівноваги. Колективні методи прийняття рішень. Байєсівські мережі. Методи формування ймовірного висновку у Байєсівських мережах.

Розділ 5. Штучний інтелект та інтелектуальні системи

1. Системи, що ґрунтуються на знаннях. Логічні моделі подання знань, логічний висновок. Семантична мережа. Фреймові та продукційні моделі подання знань. Онтології і онтологічні системи. Мови і засоби подання онтологічних знань.

2. Штучні нейронні мережі. Архітектура. Активаційні функції, алгоритми навчання. Нейронна мережа Back Propagation. Рекурентні нейронні мережі. Нейронна мережа Хопфілда та Хемінга. Нейронні мережі з самоорганізацією, змагальне навчання. Нейронна мережа Кохонена. Ймовірнісні алгоритми адаптації та навчання. Умови збіжності. Згорткові штучні нейронні мережі.

3. Машинне навчання. Статистична теорія навчання. Мінімізація емпіричного ризику. Перенавчання. Компроміс «відхилення-складність». Контрольоване навчання: класифікація та регресія, логістична регресія. Вибір моделі: перехресна перевірка, К-кратна перехресна перевірка. Регуляризація та стабільність. Машини опорних векторів. Ядрові методи. Неконтрольоване навчання: кластеризація, зменшення розмірності — метод головних компонент. Навчання з підкріпленням. Алгоритми керування навчанням.

4. Нечіткі системи та методи. Подання нечітких знань, лінгвістична змінна. Функції приналежності. Нечіткі множини і дії над ними. Нечітка логіка. Алгоритми формування нечіткого висновку — Мамдані, Цукамото, Сугено та Ларсена. Методи дефазифікації. Нечіткі нейромережі. Каскадні нео-фаззі нейронні мережі — архітектура, алгоритми навчання. Нечіткі методи кластерного аналізу: нечіткий алгоритм кластер-аналізу К-середніх, нечіткий алгоритм кластерного аналізу Густавссона-Кесселя.

5. Інтелектуальні розподілені інформаційні системи. Інформаційний пошук, пошукові машини, онтологія пошуку інформації, інтелектуальні пошукові системи. Семантичний Web, семантичні веб-сервіси. Агенті технології, інтелектуальні агенти, агентні платформи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Жалдак М.П., Кузьміна Н.М., Михалін Г.О. *Теорія ймовірностей математична статистика*. Київ. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2015. 500 с
2. Базилевич Л.Є. *Дискретна математика у прикладах і задачах : теорія множин, математична логіка, комбінаторика, теорія графів*. Математичний практикум. Львів, 2013. 486 с.
3. Висоцька В.А., Литвин В.В., Лозинська О.В. *Дискретна математика : практикум (Збірник задач з дискретної математики)*: навчальний посібник. Львів: Видавництво «Новий Світ-2000», 2020. 575 с.
4. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. *Чисельні методи в комп'ютерних науках*: навчальний посібник. Львів: Видавництво «Новий світ - 2000», 2020. 470 с.
5. Нікітченко М.С. *Теоретичні основи програмування*, навч. посібник. Ніжин : Видавн. НДУ імені Миколи Гоголя, 2010. 121с.
6. Мелешко Є.В., Якименко М.С., Поліщук Л.І. *Алгоритми та структури даних*: Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей денної

та заочної форми навчання. Кропивницький: Видавець -Лисенко В.Ф., 2019. 156 с.

7. Коцовський В. М. *Основи дискретної математики*: навчальний посібник. Ужгород: ПП «АУТДОР- ШАРК», 2020. 128 с.

8. Глушик М.М., Телесницька Н.М.. *Дослідження операцій*. Львів: “Новий світ — 2000”, 2020. 368 с.

9. Стратієнко Н.К., Годлевський М.Д., Бородіна І.О.. *Алгоритми і структури даних: практикум*: навч. посіб. Харьков: НТУ"ХПИ", 2017. 224 с.

10. Малярець Л. М. *Дослідження операцій та методи оптимізації* [Електронний ресурс]: практикум у 2-х ч. Ч. 1. Л. М. Малярець, І. Л. Лебедева, Л. О. Норік. Електрон, текстові дан. (4,86 КБ). Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2017. 168 с.

11. *Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень*. Частина 1 : навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. Вінниця :ВНТУ, 2012. 193 с.

12. Шаховська Н.Б. *Системи штучного інтелекту*. Вид-во: Львівська політехніка, 2018. 392 с.

13. Нікольський Ю. В., Пасічник В.В., Щербина Ю. М *Системи штучного інтелекту*. Вид-во: Магнолія, 2021. 280 с.

Додаткова література

14. Зеліско В. Р. *Основи лінійної алгебри і аналітичної геометрії*: навчальний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 326 с.

15. Гой Т. П. *Диференціальні рівняння*: навчальний посібник. Івано-Франківськ: Сімик, 2012. 352 с.

16. Кривий С.Л. *Дискретна математика*. Чернівці-Київ: Букрек, 2014. 67 с.

17. Куклін В. М. *Подання знань і операції над ними*; навчальний посібник. В. М. Куклін. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. 164 с. Режим доступу: <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/15166>
18. Заболоцький М.В., Сторож О.Г., Тарасюк С.І. *Математичний аналіз*. Київ: Знання, 2008. 421 с.
19. Лисиця В. Т. *Аналітична геометрія*: навчальний посібник. Харків.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2010. 420 с.
20. *Методи та системи штучного інтелекту*. Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» / Уклад. : А.С. Савченко, О. О. Синельников. К. : НАУ, 2017. 190 с.
21. Helmut Knebl. *Algorithms and Data Structures: Foundations and Probabilistic Methods for Design and Analysis*. Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2020. 349 p.
22. Hemant Jain. *Problem Solving in Data Structures & Algorithms Using Python*. Independently Published, 2019. 416 p.
23. Hemant Jain. *Problem Solving in Data Structures & Algorithms Using C*. Independently Published, 2018. 556 p.
24. Hamdy A. Taha. *Operations Research: An I Introduction* (10th Global Edition)/ Hamdy A. Taha. Published by Pearson, 2017. 843 p.
25. John Vince. *Foundation Mathematics for Computer Science: A Visual Approach*. Springer; 2nd ed., 2020. 426 p.
26. Jun Wu. *The Beauty of Mathematics in Computer Science*. Chapman & Hall 2018. 268 p.
27. Shai Shalev-Shwartz and Shai Ben-David. *Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms*. Cambridge University Press. 2014. 449 p.

Голова предметної комісії

професор кафедри кібербезпеки,

д.т.н., проф.



Артем СОКОЛОВ