

*Затверджую*



Голова Приймальної комісії  
Ректор

Михайло  
ЗГУРОВСЬКИЙ

*28.04.2023*

*дата*

**Факультет біомедичної інженерії**

**ПРОГРАМА**

**комплексного фахового випробування**

для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра

«Комп'ютерні технології в біології та медицині»

*за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки*

Програму ухвалено:

Вченою Радою факультету біомедичної інженерії

Протокол № *8* від «*27*» *03* 2023 р.

Голова Вченої Ради

Віталій МАКСИМЕНКО

## ВСТУП

Прийом на навчання на освітньо-професійну програму другого (магістерського) рівня вищої освіти «Комп'ютерні технології в біології та медицині» за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки проводиться для вступників, що здобули освітній ступінь бакалавра або освітній ступінь магістра (освітньо-кваліфікаційний рівень спеціаліста) за освітньою програмою спеціальності 122 Комп'ютерні науки, а також інших спеціальностей.

Метою випробування є оцінювання рівня знань вступників з дисциплін, що мають найбільш важливе значення для формування фахових компетентностей. Комплексне фахове випробування за формою являє собою письмовий іспит з наступних нормативних дисциплін: Вступ до інтелектуального аналізу даних, Об'єктно-орієнтоване програмування, Методи та системи штучного інтелекту, Нечіткі моделі в медицині.

Іспит може проводитись в очному форматі (тобто написання іспиту проводиться в аудиторіях) або в дистанційному форматі (тобто написання іспиту проводиться віддалено з використанням програми відеоконференції "Zoom" з обов'язковою відеофіксацією процесу проведення іспиту та увімкненими камерами).

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### Вступ до інтелектуального аналізу даних

Машинне навчання та інтелектуальний аналіз даних. Особливості та етапи навчання з вчителем та без вчителя. Методи, що застосовуються для рішення задач класифікації та чисельного прогнозування. Завдання та проблеми регресійного аналізу (параметричний синтез). Лінійна та нелінійна регресійні моделі. Метод найменших квадратів для лінійної регресії. Нелінійні регресійні моделі. Бінарна логістична регресія. Оцінка якості регресійної моделі. Нейронні мережі Кохонена.

Особливості навчання без вчителя. Задача кластеризації. Завдання та проблеми кластерного аналізу. Класифікація методів кластерного аналізу даних. Ієрархічний кластерний аналіз та правила групування кластерів. Неієрархічні методи кластерного аналізу. Нечіткі алгоритми кластеризації.

Сутність моделі факторного аналізу, його основні завдання. Метод головних компонент, його етапи та обґрунтування. Процедури обертання у факторному аналізі. Градієнтний підхід до вирішення задачі компонентного аналізу. Сутність і завдання дискримінантного аналізу. Обмеження та проблеми використання методів дискримінантного аналізу. Типи одномірної процедури дискримінації. Нормальний дискримінантний аналіз. Обґрунтування канонічного дискримінантного аналізу. Принципи побудови канонічних дискримінантних функцій.

### Об'єктно-орієнтоване програмування»

Об'єктно-орієнтований підхід до розробки програмного забезпечення. Універсальна мова моделювання UML. Визначення класів на діаграмі класів UML. Атрибути класу. Операції класу. Визначення відношень між класами на діаграмі класів. Базові поняття класу, формат опису класу мовою C++. Призначення та відмінності між class, struct, union.

Концепція інкапсуляції. Механізми доступу до членів класу. Конструктори як спеціальні методи класу. Списки ініціалізації. Конструктор за замовчуванням. Конструктор з параметрами. Конструктор-делегат класу. Побітові копії і конструктор копіювання. Деструктори як спеціальні методи класу. Особливості роботи з об'єктами. Константні об'єкти. Масиви об'єктів. Неявний покажчик this.

Концепція спадкування. Способи спадкування базового класу. Перевизначення методів базових класів у класах нащадках. Невизначеності під час використання множинного спадкування. Порядок ініціалізації об'єктів під час виклику конструкторів.

Концепція поліморфізму, способи його реалізації мовою C++. Реалізація динамічного поліморфізму. Диспетчеризація динамічних викликів. Віртуальні функції, чисті віртуальні функції, абстрактні класи. Статичні члени класів. Дружні функції та класи. Перевантаження операцій та функцій.

Узагальнене (шаблонне) програмування. Шаблони функцій, формат, конкретизація, спеціалізація шаблонної функції. Шаблони класів, формат, конкретизація, спеціалізація шаблону класів. Статичні члени шаблону класів. Властивості параметрів шаблону. Стандартна бібліотека шаблонів STL, контейнери, ітератори, алгоритми.

Обробка помилкових і нетипових ситуацій. Обробка помилок під час виконання програми за допомогою макросу `assert`. Механізм обробки винятків `try-throw-catch`.

## **Методи та системи штучного інтелекту**

Історія розвитку досліджень в області штучного інтелекту. Алгоритмічний підхід до задач штучного інтелекту. Нейрокомп'ютерний підхід до задач штучного інтелекту. Еволюційний підхід до задач штучного інтелекту. Основні властивості штучного інтелекту. Інтелектуальні інформаційні технології та цифрова медицина. Інтелектуальні інформаційні технології оброблення сигналів складної форми. Інтерактивний синтез прикладних ІТ.

Математичні моделі породження штучних сигналів. Інтерполяційна модель сигналу в умовах внутрішніх спотворень. Генеративна модель сигналу в умовах внутрішніх спотворень. Інтелектуальні методи приглушення адитивних завад. Адаптивна фільтрація частотних завад. Адаптивна фільтрація випадкових завад. Інтелектуальні методи оброблення циклічних сигналів. Аналіз і інтерпретація сигналу у фазовому просторі. Відновлення корисного сигналу за фазовими траєкторіями.

Бінарні класифікатори. Лінійні класифікатори. Одношаровий персептрон. Алгоритми навчання Розенблата та Козинця. Навчання штучної нейронної мережі. Генетичні алгоритми. Інтелектуальні системи превентивної діагностики. Загальний підхід до персоніфікованих рішень. Інтелектуальні біометричні системи. Фазовий портрет ЕКГ як засіб біометрії. Відмінність задач ідентифікації і верифікації. Ідентифікація людини за фазовим портретом ЕКГ. Верифікація людини за фазовим портретом ЕКГ.

## Нечіткі моделі в медицині

Поняття «нечітка множина». Способи визначення нечіткої множини. Види функцій належності, їх опис та параметризація. Методи визначення функцій належності нечітких множин. Основні характеристики і операції над нечіткими множинами. Нечіткі оператори: трикутні норми і конорми (з і без параметрів). Лінгвістичні модифікатори нечітких множин. Нечітка та лінгвістична змінні. Нечіткі множини «істина» та «хибність».

Поняття «нечітке відношення». Способи визначення нечітких відношень. Основні характеристики нечітких відношень. Основні операції над нечіткими відношеннями. Композиція бінарних нечітких відношень. Проекція нечітких відношень. Бінарні нечіткі відношення, визначені на одному універсумі.

Нечіткі величини, числа, інтервали. Арифметичні операції над нечіткими числами. Поняття «нечітке висловлювання», «нечіткий предикат». Логічні операції над елементарними нечіткими висловлюваннями. Два методи виведення висновків у системах нечітких правил.

Зображення нечіткої моделі у вигляді структури даних. Типова структура, основні елементи та операції нечіткої моделі. Параметрична оптимізація кінцевої бази нечітких правил. Основні властивості правил, баз правил, нечітких моделей. Рекомендації з побудови бази правил для різних варіантів розташування опорних точок. Скорочення бази правил.

Алгоритми нечіткого виведення Мамдані, Ларсена, Такагі-Сугено. Нечітка модель Мамдані як універсальний апроксиматор (теореми Коско, Ванга, Кастро). Нечітка модель Такагі-Сугено як універсальний апроксиматор. Порівняння ефективності алгоритмів нечіткого виведення на нечітких моделях Мамдані та Сугено 0-го порядку. Формування бази нечітких правил на основі прикладів навчання. Екстраполяція на основі нечітких моделей.

Штучний нейрон та його складові. Структура багат шарового перцептронну. Метод найшвидшого спуску. Алгоритм зворотного поширення похибки. РБФ-мережі, гібридний алгоритм навчання. Загальна характеристика задач кластерного аналізу. Задача нечіткої кластеризації та алгоритм її розв'язання. Алгоритм розв'язання задачі нечіткої кластеризації методом нечітких с-середніх. Методи кластеризації як інструмент налаштування нечіткої моделі. Алгоритм CART. Алгоритм C4.5 (ID3). Налаштування нечіткої моделі на основі Древа класифікації.

Нейронечіткі мережі ANFIS (архітектура ANFIS, гібридний алгоритм навчання, ANFIS як універсальний апроксиматор). Нейронечітка мережа Ванга-Менделя. Нейронечітка мережа Такагі-Сугено-Канга. Перетворення нечіткої моделі Мамдані в нейронечітку мережу. Перетворення нечіткої моделі Такагі-Сугено в нейронечітку мережу.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Комплексне фахове вступне випробування проводиться в письмовій формі й триває 2 академічні години (90 хвилин) – без перерви. Допуск до складання випробування здійснюється відповідно до списків зареєстрованих вступників за наявності документа, що посвідчує особу.

Під час складання комплексного фахового випробування заборонено використання допоміжної літератури та інших допоміжних матеріалів та засобів.

Екзаменаційний білет містить три теоретичні питання однакової складності з дисциплін: Вступ до інтелектуального аналізу даних, Об'єктно-орієнтоване програмування, Методи та системи штучного інтелекту, та одне (четверте) практичне завдання з дисципліни Нечіткі моделі в медицині. При написанні комплексного фахового випробування вступник повинен дати відповіді на три теоретичні запитання та одне практичне завдання.

При перевірці завдань застосовуються критерії оцінювання, при розробці яких береться за основу повнота, логічність та правильність розкриття питання. Максимальний ваговий бал для теоретичних питань – 25 балів. Максимальний ваговий бал для практичного завдання – 25 балів.

Критерій оцінювання теоретичного питання та кількість балів:

- повна відповідь з поясненнями (не менше 90% потрібної інформації), не містить зайвої інформації – 25...24 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 80% необхідної інформації), зайвої інформації немає – 23...21 балів;
- принципово правильна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 70% необхідної інформації), є зайва інформація – 20...19 балів;
- повна відповідь з неточностями (не менше 60% потрібної інформації) – 18...16 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації), але є помилки – 15...13 балів;
- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принциповими неточностями (менше ніж 50% потрібної інформації) 12...1 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Критерій оцінювання практичного завдання та кількість балів:

- повне, безпомилкове розв'язування завдання, зафіксований процес розв'язування задачі (не менше 90% потрібної інформації), не містить зайвої інформації – 25...24 балів;
- повне розв'язування завдання із несуттєвими неточностями, зафіксований процес розв'язування задачі (не менше 80% необхідної інформації), зайвої інформації немає – 23...21 балів;
- завдання виконане з недоліками, або не зафіксований процес розв'язування задачі (не менше 70% необхідної інформації), є зайва інформація – 20...19 балів;
- завдання виконане з недоліками та не зафіксований процес розв'язування задачі (не менше 60% потрібної інформації) – 18...16 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації), але є помилки – 15...13 балів;
- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принциповими неточностями (менше ніж 50% потрібної інформації) 12...1 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Загальний бал вступника за комплексне фахове випробування визначається як сума балів, отриманих вступником за відповідь на кожне з питань екзаменаційного білету.

З метою обчислення конкурсного балу вступника в Єдиній державній електронній базі з питань освіти сумарний бал, отриманий вступником за РСО (60...100 балів), має бути переведений на бали шкали ЄДЕБО (100...200 балів) згідно з Таблицею відповідності:

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)  
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»  
Освітня програма Комп'ютерні технології в біології та медицині

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1**

*комплексного фахового вибування  
на підготовку фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти*

1. Особливості навчання з вчителем. Задача класифікації. **(25 балів)**
2. Поняття виняткової ситуації та її обробки. Способи обробки помилок в програмних додатках. Особливості обробка помилок за допомогою макросу *assert* із прикладами програмного коду. **(25 балів)**
3. Критерій корисності діагностичних методів в задачах скринінгу. **(25 балів)**
4. Нехай задані універсуми  $X=\{1, 2, 3, 4, 5\}$  та  $Y=\{5, 10, 14, 20\}$ . Припустимо, що має місце висловлювання “Якщо  $x = \bar{A}$ , то  $y = \bar{B}$ ”, де  $\bar{A} = \{<1;0.1>, <2;0.2>, <3;0.6>, <4;0.9>, <5;1.0>\}$ ,  $\bar{B} = \{<5;1.0>, <10;0.8>, <14;0.4>, <20;0.2>\}$ . *Визначити* нечітке відношення  $Q$ , яке відповідає правилу “Якщо  $x = \bar{A}$ , то  $y = \bar{B}$ ”, використовуючи нечітку імплікацію Мамдані  $\mu_Q(x, y) = \min\{\mu_{\bar{A}}(x), \mu_{\bar{B}}(y)\}$  **(25 балів)**



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Інтелектуальний аналіз даних

#### *Базова*

1. Основи теорії і практики інтелектуального аналізу даних у сфері кібербезпеки [Електронний ресурс] : навч. посібник / Д. В. Ланде, І. Ю. Субач, Ю. Є. Бояринова. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,54 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 300 с. [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45721/1/NP\\_Osnovy\\_teorii\\_intelekt\\_analizu.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45721/1/NP_Osnovy_teorii_intelekt_analizu.pdf)
2. Басюк Т.М, Литвин В.В., Захарія Л.М., Кунанець Н.Е. Машинне навчання: навч. посіб. Львів: Новий Світ-2000, 2019. 315 с.
3. Сергєєв-Горчинський О.О., Іщенко Г.І. Інтелектуальний аналіз даних. Комп'ютерний практикум, навчальний посібник. Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ – 2018, стор. 38. [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/24971/1/Komp\\_prakt.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/24971/1/Komp_prakt.pdf)

#### *Додаткова*

1. Vannatta, R. A., & LaVenja, K. N., (2020). Linear Discriminant Analysis, In P. Atkinson, S. Delamont, A. Cernat, J.W. Sakshaug, & R.A. Williams (Eds.), SAGE Research Methods Foundations. <https://doi.org/10.4135/9781526421036889610>
2. Dhamnetiya, D., Goel, M., Jha, R., Shalini, Bhattacharyya, K. (2022). How to Perform Discriminant Analysis in Medical Research? Explained with Illustrations. Journal of Laboratory Physicians. <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0042-1747675.pdf>
3. Factor Analysis (2014) Richard L. Gorsuch, Routledge, 464 pages.

### Об'єктно-орієнтовне програмування

#### *Базова*

1. Алхімова, С. М. Об'єктно-орієнтоване програмування : підручник. У 2-х ч. Ч. 2. Об'єктно-орієнтований підхід до розробки програмного забезпечення / С. М. Алхімова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во "Політехніка", 2019. - 192 с.
2. Постіл, С. Д. UML. Уніфікована мова моделювання інформаційних систем : навч. посіб. / С. Д. Постіл ; Ун-т держ. фіск. служби України. - Ірпінь : Ун-т держ. фіск. служби України, 2019. - 321 с.

3. Основи об'єктно-орієнтованого програмування : навч. посібник / Гришанович Т. О., Глинчук Л. Я.; ВНУ імені Лесі Українки. – Луцьк : ВНУ імені Лесі Українки, 2022. – 120 с.

4. Васильєв, О.М. Програмування на С++ в прикладах і задачах : навч. посібник / О. М. Васильєв. – Київ : Ліра-К, 2020. – 382 с.

#### *Додаткова*

1. Грицюк, Ю. І. Об'єктно-орієнтоване програмування мовою С++ : навч. посіб. / Ю. І. Грицюк, Т. Є. Рак – Львів : Вид во Львів. ДУ БЖД, 2011. – 404 с.

2. Пелешко, Д. Д. Об'єктні технології С++11 : навч. посібн. / Д. Д. Пелешко, В. М. Теслюк. – Львів : Вид во Львів. політехніки, 2013. – 360 с.

3. Кравець, П. О. Об'єктно-орієнтоване програмування : навч. посібн. / П. О. Кравець. – Львів : Вид во Львів. політехніки, 2012. – 624 с.

4. Сопронюк, Т. М. Об'єктно-орієнтоване програмування на С++ : навч. посіб. / Т. М. Сопронюк ; Чернів. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці : Рута, 2014. – 175 с.

### **Методи та системи штучного інтелекту**

#### *Базова*

1. Файнзільберг Л.С., Жуковська О.А., Якимчук В.С. Теорія прийняття рішень : підручник для студентів спеціальності «Комп'ютерні науки та інформаційні технології», спеціалізації «Інформаційні технології в біології та медицині». – Київ : Освіта України, 2018. – 246 с. – ISBN 978-617- 7480-99- 9.

2. Файнзільберг Л.С. Фазовий портрет електрокардіограми як засіб біометрії // Кібернетика та системний аналіз. — 2022. — Том 58 .- № 3. – С. 183-192.

3. Савченко А. С. , Синельников О.О. Методи та системи штучного інтелекту. Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» К. : НАУ, 2017. – 190 с.

#### *Додаткова*

1. Файнзільберг Л.С. 25-річний досвід створення та впровадження інтелектуальних ІТ оброблення біомедичних сигналів складної форми // Control systems and computers. – 2022. – No. 1. – P. 44-63.

3. Fainzilberg L.S. Generalized Approach to Building Computer's Tools of Preventive Medicine for Home Using // Міжнародний науково-технічний журнал «Проблеми керування та інформатики». — 2022. — № 1. — С. 136-158

4. Fainzilberg L.S. Expanding of intellectual possibilities of digital tonometers for home using // Control Systems and Computers. – 2020. – №. 1. – P. 60-70.
5. Fainzilberg L.S. Plausible but Groundless Premises when Constructing Diagnostic Models // Journal of Automation and Information Sciences. – 2020. – Vol. 52. – Issue 5. – P. 38-50.
6. Fainzilberg L.S. New Approaches to the Analysis and Interpretation of the Shape of Cyclic Signals // Cybernetics and Systems Analysis. – 2020. – Vol. 56. – No. 4. – P. 665-674

## **Нечіткі моделі в медицині**

### *Базова*

1. Добровська Л. М. Нечіткі моделі в медицині: Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс]: навч. посібник для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» для всіх спеціалізацій / Л. М. Добровська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 23,1 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 – 315 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27534>
2. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус, за редакцією С.А. Ус. – М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 387 с.
3. Ситнік Б.Т. Комп'ютерні системи керування: Навч. посібник. – Ч1.– НМ. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 182 с.

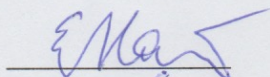
### *Додаткова*

1. Волошин О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. [Текст] / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко; М-во освіти і науки України, Київськ. нац. ун-т. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 336 с.
2. Інтелектуальні системи керування: конспект лекцій [Текст] / В.О.Апостолюк, О. С. Апостолюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 88 с. (електр.вид)
3. Інтелектуальний аналіз даних: Підручник (Нечіткі методи інтелектуального аналізу даних) / Черняк О. І., Захарченко П. В. - Київ, 2014.
4. Прохорова О. М. Моделі і методи нечіткої логіки: навч. посібник [Рукопис] / О. М. Прохорова, Н. В. Кальчук; Нац. аерокомс. ун-т ім. Н.С. Жуковського “ХАІ”.– Х., 2021. – 166 с.
5. Спеціальні розділи математики: конспект лекцій [Текст] / В.І.Вербицький. – Х.: «ХНАДУ», 2017. – 45 с. (електр.вид)

6. Pashchenko F. F., Pashchenko A. F., Durgaryan I.S., Kudinov Y.I., & Kelina A.Y. (2015). On Neuro-Fuzzy Prediction in Matlab. IEEE (ICEA).10-th Conference Industrial Electronics and Applications. Auckland, New Zeland. 1539–1542.

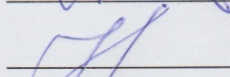
### РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

д.б.н., професор кафедри БМК



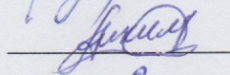
Євген НАСТЕНКО

к.т.н., доцент кафедри БМК



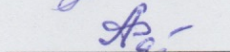
Олена ГОРОДЕЦЬКА

к.т.н., доцент кафедри БМК



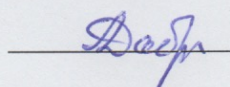
Світлана АЛХІМОВА

д.т.н., професор кафедри БМК



Леонід ФАЙНЗІЛЬБЕРГ

к.п.н., доцент кафедри БМК



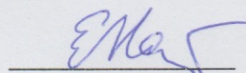
Людмила ДОБРОВСЬКА

Програму рекомендовано:

кафедрою біомедичної кібернетики

Протокол № 10 від « 15 » 03 2023 р.

Завідувач кафедри



Євген НАСТЕНКО