

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»  
Приймальна комісія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної комісії  
ДВНЗ «УжНУ»,

\_\_\_\_\_ проф. Олександр РОГАЧ

\_\_\_\_\_ 2026 р.

ПРОГРАМА

вступного іспиту із спеціальності

для вступників на навчання для здобуття ОС доктор філософії  
за спеціальністю F1 Прикладна математика  
(код, назва)

(вступ на основі НРК7)

РОЗРОБЛЕНО

Предметною комісією

з спеціальності F1 Прикладна математика

Голова комісії

Павло МУЛЕСА

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма орієнтована на підготовку до фахового вступного іспиту для здобувачів вищої освіти за третім рівнем здобуття освіти за спеціальністю F1 Прикладна математика, галузь знань F Інформаційні технології.

Дисципліни, зміст яких входить до програми, належать до циклу дисциплін прикладної математики. Метою проведення даного випробування є перевірка теоретичних знань з фундаментальних дисциплін прикладної математики, навичок та вмінь вступників щодо розв'язання математичних задач, знання основних принципів і законів математичних дисциплін; здатності абітурієнтів логічно мислити, аналізувати умови задач, будувати математичні моделі реальних процесів і використовувати відповідні методи для отримання та обґрунтування розв'язків. Особлива увага приділяється перевірці рівня володіння математичним апаратом, необхідним для подальшого успішного проведення досліджень прикладного спрямування, зокрема в галузях моделювання, оптимізації, чисельних методів, аналізу даних та машинного навчання.

Вступне випробування зі спеціальності проводиться у формі усного екзамену і оцінюється за шкалою від 100 до 200 балів. Тривалість підготовки вступника до відповіді – 2 академічні години.

Завдання вступного випробування складається з трьох теоретичних питань, які входять до різних розділів програми вступного іспиту.

Відповідь на кожне питання білету оцінюється у 50 балів.

Оцінка в балах	Пояснення
46 – 50	Вступник демонструє глибоке розуміння і вільне володіння теоретичним матеріалом, обізнаність з літературою, може навести приклади і пояснити зміст понять і результатів, викладення є грамотним, логічним і вичерпним.
36 – 45	Вступник демонструє розуміння значної частини теоретичного матеріалу, може навести приклади і пояснити зміст понять і результатів, викладення є грамотним і логічним, з незначними неточностями.

21 – 35	Вступник в цілому орієнтується в теоретичному матеріалі, може навести приклади і пояснити зміст частини понять і результатів, викладення є неповним, містить неточності.
11 – 20	Вступник не в достатній мірі орієнтується у значній частині теоретичного матеріалу, не може пояснити зміст основних понять і результатів, викладення містить численні неточності.
0 – 10	Вступник не орієнтується у значній частині теоретичного матеріалу, допускає суттєві помилки, не може пояснити зміст понять і результатів.

Максимальна сума балів за відповіді на всі питання дорівнює 150. Загальна сума балів розраховується як сума балів за відповіді на всі питання плюс 50 балів (початкова кількість балів). Якщо вступник отримав менше 100 балів, то він отримує незадовільну оцінку і не допускається до участі у конкурсному відборі. Максимальна загальна сума балів дорівнює 200 балів.

## **ТЕМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНЕ ВИПРОБОВУВАННЯ**

### **Розділ I. Математичне моделювання**

Методи імітаційного моделювання. Структурне та параметричне моделювання. Фізичне та математичне моделювання. Детерміновані, евристичні, імітаційні та ймовірнісні моделі. Внутрішні та зовнішні збурення. Математичні моделі динамічних процесів із зосередженими параметрами. Дискретні та неперервні процеси. Фазовий стан і керування. Адекватність моделей. Ідентифікаційні методи побудови математичних моделей. Методи статистичного оцінювання параметрів моделі. Методи оцінювання фазового стану при неповних спостереженнях. Математичні моделі динамічних процесів з розподіленими параметрами. Коректність моделей. Математичне моделювання динаміки неповно спостережуваних розподілених просторово-часових процесів.

### **Розділ II. Математичні методи оптимізації**

Скінченновимірні задачі безумовної оптимізації. Необхідні і достатні умови екстремуму. Класична задача на умовний екстремум. Необхідні і достатні умови

екстремуму. Метод множників Лагранжа. Задачі математичного програмування. Теорема Куна-Таккера. Методи лінійного та нелінійного програмування. Транспортна задача. Метод потенціалів. Задача про максимальний потік. Задача про оптимальне календарне планування.

### **Розділ III. Програмне та інформаційне забезпечення (основні можливості та функції)**

Операційні системи. Засоби програмування (процедурно та об'єктно-орієнтовані). Інформаційні системи. Пакети програм і системи підтримки прийняття рішень. Основи машинної графіки. Комп'ютерний зір. Бази даних і системи керування базами даних. Інтелектуальні, експертні системи. Технологія обчислювального експерименту в науковому дослідженні. Планування експериментів.

### **Розділ IV. Інтерполяція та середньоквадратичне наближення функцій**

Наближення функцій. Загальна теорія похибок. Поліноми Лагранжа, Ерміта, Чебишева. Формула Чебишева. Екстраполяція. Інтерполяція функцій сплайнами.

### **Розділ V. Чисельне диференціювання та інтегрування**

Чисельне диференціювання з застосуванням формул Ньютона. Інтерполяційні квадратурні формули. Квадратурні формули Ньютона-Котеса. Формула Чебишева для чисельного інтегрування. Метод квадратури Гауса.

### **Розділ VI. Прямі методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь**

Матриці та дії над ними, алгебраїчне доповнення, ранг матриці, обернена матриця. Норми векторів і матриць. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Обумовленість матриці систем. Коректні та некоректні постановки задач. Класифікація коректно поставлених задач. Похибка реалізації обчислювальних

алгоритмів на комп'ютерах. Метод Гауса. Метод квадратних коренів. Оцінка достовірності розв'язків, отриманих прямими методами.

## **Розділ VII. Ітераційні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь**

Лінійні векторні простори та підпростори. Базис  $n$ -вимірного лінійного простору. Скалярний добуток векторів. Ортогональні системи векторів. Власні вектори і власні значення матриць. Білінійні і квадратичні форми матриць. Властивості сингулярних матриць. Однокрокові ітераційні процеси (простої ітерації, Гауса-Зейделя, верхньої релаксації). Прискорення збіжності ітерацій. Двокрокові ітераційні процеси (явний двокроковий, напівітераційний Чебишева). Достовірність розв'язків, отриманих ітераційними методами.

## **Розділ VIII. Методи розв'язування систем нелінійних алгебраїчних і трансцендентних рівнянь**

Нелінійні рівняння з одним невідомим. Відокремлення коренів. Методи Ньютона, простої ітерації, січних. Знаходження комплексних коренів трансцендентних рівнянь. Чисельне розв'язування поліноміальних рівнянь. Розв'язування систем нелінійних рівнянь. Методи Ньютона, простої ітерації, квазіньютонівського типу, спуску. Одно- і двокрокові градієнтні методи.

## **Розділ IX. Чисельні методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь**

Постановка задачі Коші. Існування і єдиність розв'язків. Стійкість розв'язків. Однокрокові методи чисельного інтегрування задачі Коші. Явний і неявний методи Ейлера, Рунге-Кутта. Методи Ейлера-Коші.

## **Розділ X. Логіко-алгебраїчні, статистичні моделі**

Моделювання нормально розподілених випадкових величин з параметрами  $m$  і  $n$ . Рівняння лінійної регресії  $y$  на  $x$  і перевірка його на адекватність за критерієм Фішера. Покроковий алгоритм вибору факторних ознак. Рівняння множинної лінійної регресії і перевірка його на адекватність за критерієм Фішера. Прогнозування часових рядів методом авторегресій. Прогнозування часових рядів методом найменших квадратів. Прогнозування часових рядів методом найменших квадратів з вагами. Лінійна та квадратична моделі Брауна для прогнозування часових рядів. Диз'юнктивні та кон'юнктивні нормальні форми функцій двозначної логіки. Досконалі диз'юнктивні та кон'юнктивні нормальні форми функцій двозначної логіки. Поліноміальне представлення функцій двозначної логіки. Розклад функцій двозначної логіки за аргументами. Функціонально повні системи функцій двозначної логіки. Базиси функцій двозначної логіки. Статистичні та алгебраїчні методи обробки експертної інформації для числових оцінок і попарних порівнянь. Методи розв'язування багатокритеріальних задач: ідеальної точки; задоволених вимог; адитивної згортки; послідовних поступок. Критерії прийняття рішень в умовах ризику та невизначеності. Нерівномірне кодування. Коди Шенона-Фано. Код Хафмана. Поміхостійке кодування. Коди Хемінга. Загальні поняття теорії графів. Методи Дейкстра та Флойда знаходження найкоротшої відстані між вершинами графа. Загальні поняття про «жадібні» алгоритми. Задача про заявки. Задача про розклад. Задача про планування виробництва. Метод динамічного програмування. Дерево Фенвіка.

## **Розділ XI. Моделі машинного навчання та інтелектуального аналізу даних**

Визначення машинного навчання та інтелектуальних систем. Види задач машинного навчання. Проблема перенавчання та недонавчання. Задача машинного навчання з учителем. Матриця помилок. Помилки першого та другого роду, доля правильних відповідей, точність і повнота, F-міри, коефіцієнт кореляції Метьюса, Precision-Recall крива, ROC-крива. Дерева прийняття рішень. Ентропія Шеннона.

Критерії розщеплення: приріст інформації, нормалізований приріст інформації. Модель CART. Модель ID3. Неоднорідність Джині. Методи запобігання перенавчання дерев. Метричні методи класифікації та регресії. Жадібні та лінійні алгоритми. Алгоритм k найближчих сусідів. Підбір гіперпараметрів. Проблема масштабування ознак: нормалізація та стандартизація. Метрика Мінковського, косинусна міра, відстань Хемінга. Лінійні моделі регресії. Метод мінімізації емпіричного ризику. Зміщення та дисперсія. Регресія зі штрафом. Види регуляризації. Регресійні метрики. Баєсівські методи. Безумовна (апріорна) та умовна (апостеріорна) ймовірність. Теорема Баєса. Наївний Баєсів алгоритм. Модель опорних векторів (SVM). Трюк ядра. Види ядер. Кластеризація. Типи кластерних алгоритмів: центроїдні алгоритми (метод K-means) та алгоритми ієрархічної кластеризації (агломеративні та розділяючі). Близькість кластерів. Жорстка кластеризація та м'яка (нечітка) кластеризація (метод C-means). Задача визначення оптимальної кількості кластерів. Моделі, засновані на щільності (DBSCAN). Моделі зниження розмірності: відбір інформативних характеристик, синтез інформативних характеристик. Метод головних компонент (principal component analysis, PCA). Лінійний дискримінантний аналіз (linear discriminant analysis, LDA). T-розподілене вкладення стохастичної близькості (t-SNE). Види ансамблевих моделей. Модель випадкового лісу. Навчання з підкріпленням. Базова модель навчання з підкріпленням. Марковський процес. Рівняння Беллмана. Алгоритм Q-навчання (Q-Learning). Асоціативні правила. Виявлення елементів, що часто зустрічаються. Властивість антимонотонності підтримки. Замкнені набори елементів. Рівень довіри (confidence). Алгоритм A-Priori. Пошук послідовних шаблонів (Sequential Patterns). Алгоритм GSP.

## **Розділ XII. Бази даних і інформаційні системи**

Реляційні моделі баз даних. Ключі. Нормалізація. Нормальні форми. SQL. Типи команд SQL. Транзакції. Створення таблиці та методи модифікації структури таблиці. Команда SELECT у середовищі SQL. Групування даних (в SELECT). Опція JOIN (в SELECT). SELECT в SELECT.

## Рекомендована література

1. Цегелик Г.Г. Чисельні методи: Підручник. Львів: Видавничий центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2004. 408 с.
2. Шахно С.М., Дудикевич А.Т., Левицька С.М. Практикум з чисельних методів. Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 434 с.
3. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник, Том 1. Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2017. 470 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, Том 2 за ред. В. В. Пасічника. Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. 536 с.
5. Наконечний С.І., Савіна С. С. Математичне програмування : навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2016. 452 с.
6. Глушик М. М., Телесницька Н. М. Дослідження операцій: навч. посібник. Львів: Новий Світ – 2000, 2009. 367 с.
7. Дослідження операцій. Конспект лекцій. Уклад.: О.І. Лисенко, І.В. Алексеєва. К: НТУУ «КПІ», 2016. 196 с.
8. Катренко А. В. Дослідження операцій : підруч. Львів: Магнолія Плюс, 2015. 352 с.
9. Гренджа В.І., Брила А.Ю. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу «Методи оптимізації» Ч.І. Скінченновимірні задачі безумовної оптимізації. Ужгород, 2011. 34 с.
10. Задача про максимальний потік. Метод Форда (методичні вказівки до курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій»). Укладачі: М. І. Глебена, О. І. Кузка. Ужгород, 2023. 18 с.
11. Задачі календарного планування (методичні вказівки до курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій»). Укладачі: М. І. Глебена, О. І. Кузка, М. М. Ломага. Ужгород, 2023. 29 с.
12. Попередня обробка та аналіз даних: лабораторний практикум для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика». Уклад.: Н. Е. Кондрук. Ужгород:

УжНУ, 2023. 41 с.

13. Слабоспицький. О. С. Задачі класифікації: навч. посіб. К.: Видавництво «Людмила», 2020. 43 с.
14. Гороховатський В.О., Творошенко І.С. Методи інтелектуального аналізу та оброблення даних: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ, 2021. 92 с.
15. Олійник А. О. Субботін С. О., Олійник О. О. Інтелектуальний аналіз даних: навчальний посібник. Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. 278 с.
16. Харченко В. О. Основи машинного навчання: навч. посіб. Суми: Сумський державний університет, 2023. 264 с.
17. Башняков О.М., Гаращенко Ф.Г., Пічкур В.В. Практична стійкість та структурна оптимізація динамічних систем. К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”. 197 с.
18. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Теорія прийняття рішень: Методичні рекомендації. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2001.
19. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Теорія прийняття рішень: Навчальний посібник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2006.
20. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі і методи прийняття рішень: Навчальний посібник з грифом МОН. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2010.
21. Скопецький В.В., Стоян В.А., Кривонос Ю.Г. Математичне моделювання прямих та обернених задач динаміки систем з розподіленими параметрами. К.: Наукова думка. 2002. 361 с.
22. Стоян В.А. Курс лекцій по моделюванню задач динаміки систем з розподіленими параметрами. К.: ВІТУС. 2001. 131 с.
23. Субботін С. О. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. Житомир: Вид. О. О. Євенок, 2020. 184 с.
24. Deisenroth M. P., Faisal A. A., Ong C. S. Mathematics for machine learning. New York : Cambridge University Press, 2020. 412 p.