



Національний університет  
«Острозька академія»



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Голова Приймальної комісії  
Національного університету  
«Острозька академія»



І. Д. Пасічник

«26» квітня 2024 року

## ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

для вступників до аспірантури зі спеціальності  
**113 «Прикладна математика»**



Острог – 2024



Програма вступного випробування для вступників до аспірантури для здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 «Прикладна математика». / Укладач: доктор фізико-математичних наук, професор Нікітін А. В., доктор філософії в галузі математики Прус А. А. Острог : НаУОА, 2024.

Програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій (Протокол № 9 від 29 березня 2024 року).

Завідувач кафедри  
економіко-математичного моделювання  
та інформаційних технологій



Ольга КРИВИЦЬКА

Програма розглянута та схвалена на засіданні Приймальної комісії Національного університету «Острозька академія» (Протокол № 8 від 26 квітня 2024 року).

Відповідальний секретар  
приймальної комісії



Марія МАТВІЙЧУК

## I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**Мета фахового вступного випробування** полягає у з'ясуванні рівня теоретичних знань та практичних навичок вступників, які вступають на навчання до аспірантури для здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 «Прикладна математика» на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста), здобутого за цією або іншою спеціальністю.

Результати вступного випробування використовуватимуться під час формування рейтингового списку та конкурсного відбору вступників у межах ліцензованого обсягу.

## II. ПОРЯДОК СКЛАДАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію Національного університету «Острозька академія» та Положення про організацію та проведення вступних випробувань у Національному університеті «Острозька академія»

[https://www.oa.edu.ua/ua/abiturijentovi/receiving\\_commission/polozhenya\\_pro\\_pruymalny\\_komisiju](https://www.oa.edu.ua/ua/abiturijentovi/receiving_commission/polozhenya_pro_pruymalny_komisiju)

Вступне випробування проводиться в усній формі з таких дисциплін або блоків дисциплін, як: «Математичне моделювання», «Системний аналіз», «Методи оптимізації та оптимального керування», «Теорія ігор», «Чисельні методи прикладної математики», «Методи програмування та інформаційні технології».

### **Вимоги до здібностей і підготовленості вступників**

Для успішного засвоєння освітньо-наукової програми вступники повинні мати повну вищу освіту та здібності до оволодіння знаннями, уміннями і навичками в галузі прикладної математики. Обов'язковою умовою є вільне володіння державною мовою. В розрізі зазначених вище дисциплін/блоків дисциплін вступник повинен:

знати:

- сучасні теоретичні напрями, концепції та методи досліджень в галузі прикладної математики;

- проблемні питання моделювання, системного аналізу, теорії ігор чисельних методів.

вміти:

- використовувати знання сучасних теоретичних напрямів, концепцій та методів проведення досліджень в галузі прикладної математики;

- висувати пропозиції та обґрунтування рішень щодо розв'язання проблемних питань прикладної математики;

- поєднувати теоретичні та практичні підходи для встановлення факторів формування та особливостей прикладної математики України та інших держав.

### III. НАВЧАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ, ЯКИЙ ВІНОСИТЬСЯ НА ВСТУПНЕ ВИПРОБОВУВАННЯ ТА ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ

#### 1. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

1. Фізичне та математичне моделювання. Детерміновані, евристичні, імітаційні та ймовірнісні моделі. Внутрішні та зовнішні збурення.
2. Математичні моделі динамічних процесів із зосередженими параметрами. Дискретні та неперервні процеси. Адекватність моделей.
3. Математичні моделі динамічних процесів з розподіленими параметрами. Коректність моделей.
4. Методи ідентифікації параметрів математичних моделей.
5. Методи статистичного оцінювання параметрів моделей.
6. Методи перевірки гіпотез.
7. Методи оцінювання фазового стану при неповних спостереженнях.
8. Методи математичного і комп'ютерного моделювання як важливий інструмент сучасних наукових досліджень. Системний підхід в моделюванні складних систем.
9. Математичне і комп'ютерне моделювання природних, техногенних, економічних процесів та інформаційних систем. Моделювання при дослідженні соціально-економічних систем.

#### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем : навчальний посібник / В.Є. Бахрушин. Запоріжжя : КПУ, 2009. – 224 с.
2. Капустян В.О., Мажара Г.А., Фартушний І.Д. Моделювання економіки. Підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 265 с.
3. Економіко-математичне моделювання: Навч. посібник / За заг. ред. В. В. Вітлінського. - К.: КНЕУ, 2008. - 536 с.
4. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник / За ред. О. Т. Іващука. – Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.
5. Махней О. В. Математичне моделювання : навчальний посібник. Івано-Франківськ, 2015. 372 с.
6. Моделювання та оптимізація систем: підручник / [Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В.] –Вінниця : ПП «ТД«Едельвейс», 2017. – 804 с.
7. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2013. – 201 с.
8. Стоян В.А. Моделювання та ідентифікація динаміки систем з розподіленими параметрами. К.: ВПЦ «Київський університет», 2008.
9. Стоян В.А. Математичне моделювання лінійних, квазілінійних і нелінійних динамічних систем. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2011.
10. Хусаїнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Основи моделювання динамічних систем. Навч. посібник. — К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2010. 130 с.

## 2. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

1. Основні поняття системного аналізу і теорії систем. Означення системи. Цілісність систем. Принципи системного підходу. Класифікація задач і процедур системного аналізу.

2. Розкриття невизначеностей у задачах системного аналізу. Задачі та методи розкриття невизначеностей цілей. Розкриття ситуаційної невизначеності. Розкриття невизначеності в задачах взаємодії. Розкриття невизначеності у задачах конфлікту стратегій. Задачі і методи розкриття системної невизначеності.

3. Математичне формулювання задач взаємодії і протидії коаліцій. Загальна стратегія розв'язання задач системної взаємодії або системної протидії коаліції.

4. Інформаційний аналіз системних задач. Аналіз кількісних та якісних характеристик інформації. Формалізація характеристик і показників інформованості особи, що приймає рішення (ОПР).

5. Основні процедури системного аналізу. Алгоритми проведення декомпозиції системи, агрегування. Основні типи агрегаторів.

6. Системна методологія передбачення. Сценарно-прецедентний аналіз як методологічна основа передбачення.

7. Математичні основи моделей і методів аналізу ієрархій. Модифіковані методи аналізу ієрархій.

8. Моделі багаторівневих ієрархічних систем. Модель ієрархії шарів, стратифіковані та багатошарові моделі систем. Узагальнена структура дворівневих ієрархічних систем. Декомпозиція підсистем.

9. Координація в дворівневих ієрархічних системах. Постулат сумісності. Поняття принципів координації.

10. Моделі ієрархічних систем керування. Алгоритми розв'язування задач оптимального керування для дворівневих систем. Моделі розподілу ресурсів в ієрархічних системах.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бродський Ю. Б. Інформатика і системологія : навч. пос. / Ю. Б. Бродський, К. В. Молодецька. – Житомир : ЖНАЕУ, 2014. – 244 с.

2. Швець С.В., Швець У.С. Основи системного аналізу. - Суми: Сумський державний університет, 2017. – 126 с.

3. Ніконов О. Я. Основи системного аналізу: навч. посібник. Харків: ХНАДУ, 2013. 160 с.

4. Основи системного аналізу : навчальний посібник / С. В. Швець, У. С. Швець. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 126 с.

5. Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. Моделі і методи аналізу ієрархій. Теорія.Застосування. К.: НТТУ "КПІ", 2010. – 372 с.

6. Кравченко М.О. Системний менеджмент: Навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 71 с.

7. Прокопенко Т.О. Теорія систем та системний аналіз: навч.посібник. Черкаси:ЧДТУ, 2019. – 139с.

8. Роїк О. М. Системний аналіз: [навч. посібник] / О. М. Роїк, А. А. Шиян, Л. О. Нікіфорова. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 83 с.
9. Системний аналіз інформаційних процесів: Навч. посіб. / В. М. Варенко, І. В. Братусь, В. С. Дорошенко, Ю. Б. Смольников, В.О. Юрченко. – К.: Університет «Україна», 2013. – 203с.
10. Системний аналіз. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2015.– 83 с.

### **3. МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ**

1. Задачі математичного програмування.
2. Лінійне програмування. Теорема двоїстості. Симлекс-метод.
3. Методи безумовної оптимізації і їх класифікація (методи найшвидшого спуску, Ньютона, спряжених градієнтів, квазіньютонівські).
4. Методи умовної оптимізації (зовнішніх та внутрішніх штрафів; можливих напрямків; проекції градієнтів, умовного градієнту).
5. Методи дискретної оптимізації.
6. Методи стохастичного програмування.
7. Методи негладкої оптимізації.
8. Поняття ефективного розв'язку багатокритеріальних задач оптимізації та його узагальнення. Методи багатокритеріальної оптимізації.
9. Теорема Куна-Таккера.
10. Задачі варіаційного числення. Необхідні умови екстремуму. Рівняння Ейлера.
11. Достатні умови екстремуму (поле екстремалей, умови Якобі, функція Вейерштраса).
12. Метод максимальної правдоподібності. Метод найменших квадратів.
13. Задачі керованості та спостереження динамічних систем.
14. Задача оптимального керування. Принцип максимуму Понтрягіна і його застосування. Необхідні умови екстремуму в формі принципу максимуму Понтрягіна.
15. Принципи максимуму для лінійних і нелінійних задач оптимального керування. Зв'язок принципу максимуму із класичними задачами варіаційного числення.
16. Метод динамічного програмування в задачах оптимального керування.
17. Диференціальне рівняння Белмана. Достатні умови оптимальності.
18. Наближені методи розв'язку задач оптимального керування.
19. Застосування принципу максимуму до градієнтних методів.
20. Керування розподіленими системами. Задачі керованості, метод Белмана, варіаційні методи знаходження оптимальних керувань для еліптичних і параболічних рівнянь.

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Ладієва Л.Р. Методи оптимізації та пошуку оптимальних рішень. Навчальний посібник. Київ. КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2023. 73 с.
2. Методи оптимізації та дослідження операцій [Текст] : навчальний посібник / Укладачі: Я. Б. Сікора, А.Й. Щехорський, Б.Л. Якимчук. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. – 148 с.
3. Оптимізаційні методи та моделі: підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2016. 400 с.
4. Ладієва Л.Р. Оптимальне керування системами.: Навчальний посібник. / Київ:КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019, - 162с.

5. Панченко С.В., Медиченко М.П., Лисечко В.П. Методи оптимізації та моделювання: Навч. посібник / – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – Ч.1. – 128 с.
6. Соколов С.В. Оптимальні та адаптивні системи: Навчальний посібник / - Суми: Сумський державний університет, 2018. – 221 с.
7. Математичні методи дослідження операцій : підручник. Суми: Сумський державний університет, 2017. 212 с.
8. Теорія керування для інформатиків : підручник / Ю. В. Крак, А. В. Шатирко. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2015. – 175 с.

#### **4. ТЕОРІЯ ІГОР**

1. Матричні ігри.
2. Чисті та змішані стратегії.
3. Теореми про мінімакс, сідлова точка.
4. Оптимальні стратегії, їх властивості.
5. Неперервні ігри, функції розподілу.
6. Ігри з опуклою функцією виграшу.
7. Ігри  $N$  осіб.
8. Парето-оптимальні розв'язки.
9. Рівновага за Нешем.
10. Диференціальні ігри, ігри переслідування та втечі.

#### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Шиян А.А. Теорія ігор: основи та застосування в економіці та менеджменті. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2009. 164 с.
2. Барановська Л.В. Теорія ігор: Навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 245 с.
3. Avinash K. Dixit, Barry J. Nalebuff. The Art of Strategy: A Game Theorist's Guide to Success in Business and Life / W. W. Norton & Company; Illustrated edition (January 4, 2010). 512 pages

#### **5. ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ**

1. Методи інтерполяції. Сплайни.
2. Методи чисельного інтегрування.
3. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Гауса. Метод квадратних коренів. Метод ортогоналізації. Однокрокові ітераційні процеси (простої ітерації, Гаусса-Зейделя, верхньої релаксації).
4. Алгебраїчна проблема власних значень і методи її розв'язання.
5. Узагальнені розв'язки систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Псевдообернені матриці. Сингулярне розкладання матриць. Методи А.Н. Тихонова, сингулярного розкладання, псевдообернення матриць.
6. Ітераційні методи розв'язування нелінійних рівнянь і систем нелінійних рівнянь.
7. Числові методи розв'язку задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь
8. Постановка задачі Коші. Існування і єдиність розв'язку. Стійкість розв'язків.
9. Однокрокові методи чисельного інтегрування задачі Коші. Явний і неявний методи Ейлера, Рунге - Кутти. Методи Ейлера-Коші.

10. Багатокрокові методи чисельного інтегрування задачі Коші. Збіжність і стійкість багатокрокових методів.
11. Чисельні методи розв'язку крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку
12. Постановка крайових задач. Проблема існування, єдинності і коректності для крайових задач.
13. Проекційні методи розв'язку. Оцінка похибки.
14. Метод скінчених різниць. Дискретизація, апроксимація, стійкість, збіжність розв'язку.
15. Метод скінчених елементів. Дискретизація, збіжність методу. Оцінка числа обумовленості матриць. Базисні функції. Достовірність розв'язків.
16. Чисельні методи розв'язку диференціальних рівнянь у частинних похідних. Постановки задач. Крайові, початкові умови. Узагальнені розв'язки.
17. Явні та неявні різницеві схеми. Метод скінчених різниць. Збіжність методу.
18. Метод скінчених елементів. Схеми методу скінчених елементів та їх збіжність.

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Савула Я.Г. Числовий аналіз задач математичної фізики варіаційними методами. Львів: видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 228с.
2. Чисельні методи: Навчальний посібник. / Волонтир Л.О, Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А., Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с.
3. Чисельні методи розв'язання прикладних задач : навч. посіб. / О. А. Гончаров, Л. В. Васильєва, А. М. Юнда. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 142 с
4. Чисельні методи : навчальний посібник / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.
5. Шахно С. М. Практикум з чисельних методів. Навч. Посібник. Л.: ЛНУ ім. І. Франка, 2013. 431с.

## **6. МЕТОДИ ПРОГРАМУВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

1. Операційні системи.
2. Засоби програмування (процедурно та об'єктно-орієнтовані).
3. Інформаційні системи. Пакети програм і системи підтримки прийняття рішень.
4. Основи машинної графіки.
5. Комп'ютерний зір.
6. Бази даних і системи керування базами даних.
7. Інтелектуальні, експертні системи.
8. Технологія обчислювального експерименту в науковому дослідженні.
9. Планування експериментів.
10. Розвиток методів і систем підтримки прийняття рішень. Методи прийняття управлінських рішень. Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень.
11. Базові засоби штучного інтелекту та їх застосування в системах оброблення інформації.
12. Орієнтовані на знання системи підтримки прийняття рішень.



13. Дейтамайнінг.
14. Нейронні мережі.
15. Генетичні алгоритми.
16. Сховища та вітрини даних у СПР.
17. Характеристика OLAP-технології та її застосування в СПР.
18. Інструментальні засоби створення та супроводження сховищ даних і технології OLAP.
19. Система підтримки прийняття колективних рішень.

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Демиденко М.А. Системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. Нац. гірн. ун-т. Д. 2016. 104 с.
2. Інформаційні технології в бізнесі. Частина 1: Навч. посіб. / [Шевчук І.Б., Старух А.І., Васьків О.М. та ін.]; за заг. ред. І.Б. Шевчук. Львів: Видавництво ННВК «АТБ», 2020. 455 с.
3. Коряшкіна Л.С. Моделі й методи прийняття рішень: навч. посібник. – Д. : НГУ, 2014. 300с.
4. Нестеренко О.В. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: навч. посібн. Київ: Національна академія управління. 2016. 188 с.
5. Основи інформатики та технологій програмування: навчальний посібник / Рогоза М.Є., Рамазанов С.К., Велігура А.В., Танченко С. М. - Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2012. - 568 с.
6. Системи і методи підтримки прийняття рішень. Навчальний посібник. П.І. Бідюк, О.Л.Тимошук, А.Є.Коваленко; Л.О.Коршевніюк. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 259 с.

#### IV. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ ТА ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ВСТУПНИКІВ

Вступне випробування для вступників до аспірантури має усну форму проведення. Екзаменаційний білет складається з 3-х питань. Максимальна оцінка, яку може отримати вступник - 100 балів. Критерії оцінювання знань вступників за результатами вступного випробування за національною шкалою наведено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Критерії оцінювання знань вступників

Підсумковий бал за результатами вступного випробування	Підсумкова оцінка за національною шкалою	Критерії оцінювання знань вступника
91–100	Відмінно	Досконале знання теоретичних і практичних аспектів та проблем
76–90,9	Добре	Ґрунтовне знання основних питань з обраної спеціальності
61–75,9	Задовільно	Знання ключових питань з обраної спеціальності
0–60,9	Незадовільно	Незнання ключових питань з обраної спеціальності. Невміння підкріплювати теоретичні викладки прикладами з практики

Вступник допускається до участі у конкурсі, якщо оцінка за виконання завдань вступного випробування складає 61 бал і більше за 100-бальною шкалою оцінювання.

Якщо підсумковий бал за результатами вступного випробування вступника становить менше 61 бала, то він не допускається до участі у конкурсному відборі.

#### V. ПОЛІТИКА ДОБРОЧЕСНОСТІ

Кожен абітурієнт під час складання вступного випробування повинен дотримуватися моральних норм, правил етичної поведінки та принципів академічної доброчесності, а саме:

- самостійно виконувати завдання;
- не принижувати будь-яким чином гідність інших абітурієнтів, учасників освітнього процесу, запобігати таким діям з боку інших осіб;
- дотримуватися правил ділового етикету в поведінці та норм культури спілкування у комунікації з абітурієнтами, здобувачами вищої освіти, викладачами та співробітниками НаУОА;
- не використовувати телефон або гаджети під час проведення фахового вступного випробування;
- не використовувати службові або родинні зв'язки для отримання нечесної переваги.