

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної  
комісії ХНУРЕ

Ігор РУБАН

«15» липня 2024 р.

ПРОГРАМА

ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ  
для вступу на третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти  
у 2024 році

Спеціальність 124 Системний аналіз

Протокол засідання приймальної комісії від 15 липня 2024 р. № 28

Голова фахової комісії

  
(підпис)


Максим СИДОРОВ  
(Власне і'мя, ПРІЗВИЩЕ)

Завідувач відділом аспірантури  
та докторантури

  
(підпис)

Валентина КИРІЙ  
(Власне і'мя, ПРІЗВИЩЕ)

Відповідальний секретар  
приймальної комісії

  
(підпис)

Аркадій СНИГУРОВ  
(Власне і'мя, ПРІЗВИЩЕ)

Харків – 2024

Розроблено фаховою комісією зі спеціальності 124 Системний аналіз.

голова комісії: Людмила КІРІЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., професор кафедри прикладної математики;

члени комісії: Максим СИДОРОВ, д-р фіз.-мат. наук, проф., завідувач кафедри прикладної математики;

Надія ГИБКІНА, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри прикладної математики.

# 1 ТЕМАТИКА ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ПИТАНЬ

## 1.1 Математичні основи системного аналізу

**Лінійна алгебра.** Матриці та дії над ними. Визначники. Обернена матриця. Ранг матриці. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Лінійні простори. Лінійні підпростори. Евклідові простори. Лінійні оператори. Власні вектори та власні значення. Самоспряжені оператори. Ортогональні оператори. Квадратичні форми.

**Математичний та функціональний аналізи.** Границя числової послідовності. Границя функції в точці та на нескінченності. Неперервні функції. Диференційовні функції однієї змінної. Основні теореми про диференційовні функції. Інтеграл Рімана. Невласні інтеграли. Застосування інтеграла Рімана до розв'язання задач геометрії та механіки. Диференційовні функції багатьох змінних. Екстремум функції багатьох змінних. Неявні функції. Власні інтеграли, залежні від параметра. Невласні інтеграли, залежні від параметра. Кратний інтеграл Рімана. Криволінійний інтеграл першого роду. Криволінійний інтеграл другого роду. Поверхневий інтеграл першого роду. Поверхневий інтеграл другого роду. Інтегральні формули векторного аналізу. Скалярні поля. Векторні поля. Числові ряди. Функціональні ряди. Степеневі ряди. Ряди Фур'є. Інтеграл та перетворення Фур'є. Метричні простори. Нормовані простори. Гільбертові простори. Основні поняття теорії міри. Вимірні функції. Інтеграл Лебега. Спряжений простір. Нормований простір лінійних операторів. Цілком неперервні оператори.

**Дискретна математика.** Множини, операції над множинами. Булеві функції. Числення предикатів. Маршрути, ланцюги та цикли на графах. Орієнтовні графи. Потоки на графах. Основні комбінаторні схеми. Мови та граматики. Автомати.

**Диференціальні рівняння та рівняння математичної фізики.** Лінійні рівняння першого порядку. Існування та єдиність розв'язку задачі Коші для звичайного диференціального рівняння першого порядку. Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків. Системи лінійних диференціальних рівнянь. Крайові задачі для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Найпростіші типи точок спокою. Стійкість за першим наближенням. Метод функцій Ляпунова. Постановка основних крайових задач для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Задача Коші для хвильового рівняння на прямій. Метод функцій Гріна розв'язання задачі Коші для рівнянь парабо-

лічного типу. Метод Фур'є для задачі на власні значення. Метод Фур'є для рівнянь гіперболічного типу. Метод Фур'є для рівнянь параболічного типу. Гармонічні функції та їх властивості. Метод Фур'є для рівнянь еліптичного типу. Функція Гріна оператора Лапласа та її основні властивості.

**Теорія ймовірностей та математична статистика.** Аксиоматика теорії ймовірностей. Найпростіші ймовірнісні схеми (класична ймовірність, геометрична ймовірність). Умовна ймовірність, формули повної ймовірності та Баяса. Схема Бернуллі. Граничні теореми для схеми Бернуллі. Дискретні одновимірні випадкові величини та їх характеристики. Абсолютно неперервні одновимірні випадкові величини та їх характеристики. Багатовимірні випадкові величини та їх характеристики. Функції від випадкових величин. Закон великих чисел. Посилений закон великих чисел. Центральна гранична теорема. Попередня обробка результатів експерименту. Точкові оцінки. Інтервальні оцінки та довірчі інтервали. Критерії згоди. Критерії незалежності. Критерії однорідності. Критерій Неймана-Пірсона. Гіпотеза випадковості та критерій інверсій.

**Чисельні методи та методи оптимізації.** Прямі методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Чисельні методи розв'язання алгебраїчної проблеми власних значень. Ітераційні методи розв'язання нелінійних рівнянь. Ітераційні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь. Поточкова поліноміальна інтерполяція. Інтерполювання сплайнами. Середньоквадратична апроксимація точковим методом найменших квадратів. Середньоквадратична апроксимація інтегральним методом найменших квадратів. Чисельне інтегрування. Чисельне диференціювання. Методи Рунге-Кутти. Багатокрокові методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Метод сіток розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку. Метод сіток розв'язання крайових задач для еліптичних рівнянь. Метод сіток розв'язання початково-крайових задач для параболічних рівнянь. Метод сіток розв'язання початково-крайових задач для гіперболічних рівнянь. Методи одновимірної оптимізації (дихотомії, золотого перерізу, Фібоначчі). Градієнтні методи пошуку екстремуму функцій багатьох змінних. Метод Ньютонів пошуку екстремуму функцій багатьох змінних. Метод спряжених напрямків. Метод множників Лагранжа. Метод проєкції градієнта. Метод штрафних функцій.

## 1.2 Методи та засоби системного аналізу

**Системний аналіз та теорія систем.** Принципи системного підходу. Поняття системи, навколишнього середовища та мети. Поняття елементу, функції, структури. Види потоків у системах. Системи та моделі. Класифікація та властивості систем. Функції моделей системи та їх класифікація. Аналіз та синтез у системних дослідженнях. Види агрегатів, що використовуються в системному аналізі. Етапи системного розв'язання проблем, послідовність етапів системного аналізу. Методологія функціонального моделювання IDEF0. Діаграма потоків даних. Методологія IDEF3. Методи знаходження бажаних сценаріїв. Метод аналізу ієрархій. Метод дерева цілей. Метод Дельфі. Евристичні методи в системному аналізі. Функціонально-вартісний аналіз та споріднені методи. Особливості отримання первинної інформації для системного аналізу. Розкриття невизначеностей у задачах системного аналізу. Задачі та методи розкриття невизначеностей цілей. Розкриття ситуаційної невизначеності. Розкриття невизначеності в задачах взаємодії. Розкриття невизначеності в задачах конфлікту стратегій. Задачі і методи розкриття системної невизначеності.

**Моделювання систем.** Моделювання як метод наукового пізнання. Використання моделювання при дослідженні і проектуванні інформаційних систем. Принципи системного підходу в моделюванні систем. Класифікація видів моделювання. Основні підходи до побудови математичних моделей інформаційних систем. Неперервно-детерміновані моделі. Дискретно-детерміновані моделі. *F*-автомати Мілі та Мура. Асинхронні автомати. Дискретно-стохастичні моделі. *P*-автомати Мілі та Мура. *Z*-детермінований та *Y*-детермінований стохастичні автомати. Імітаційне моделювання стохастичних автоматів. Неперервно-стохастичні моделі. Системи масового обслуговування. Система *M/M/1*. Імітаційне моделювання системи масового обслуговування. Цикл життя проєкту та його організація. Стандарт управління проєктами. Процеси управління проєктом та групи процесів. Основні документи проєкту. Управління змістом та термінами проєкту. Управління якістю та комунікаціями проєкту.

**Теорія ігор та дослідження операцій.** Симплекс-метод. Двоїстість у лінійному програмуванні. Транспортна задача. Динамічне програмування. Методи розв'язання задач цілочисельного програмування. Матричні ігри. Біматричні ігри. Позиційні ігри. Ігри *n* осіб (рівновага за Нешем, її властивості, теорема Неша). Кооперативні ігри в характеристичній формі (*S*-ядро та *N*-ядро гри, вектор Шеплі). Диференціальні ігри (ігри переслідування та втечі).

**Аналіз даних та знань, машинне навчання.** Кореляційний аналіз. Регресійний аналіз. Дисперсійний аналіз. Метод головних компонент. Факторний аналіз. Кластерний аналіз. Дискримінантний аналіз. Робастне оцінювання. Моделі подання знань. Онтології та онтологічні системи. Етапи розробки моделей машинного навчання. Типи ознак: категоріальні, номінальні, числові. Попередня обробка та підготовка даних, масштабування ознак, відбір ознак. Оцінювання якості моделі. Нейронні мережі. Багатошарові нейронні мережі. Рекурентні нейронні мережі. Згорткові нейронні мережі. Деревя рішень. Генетичні алгоритми.

**Оптимальне керування.** Загальна постановка задач оптимального керування. Основні означення теорії оптимального керування: фазовий вектор, фазовий простір, вектор керування, множина припустимих керувань, види керувань, закон руху. Критерії якості задач оптимального керування: інтегральні, термінальні, змішані. Принцип максимуму в неперервних системах для задачі оптимального детермінованого керування. Принцип максимуму в лінійних детермінованих системах. Принцип максимуму для лінійної задачі оптимальної швидкодії. Оптимальне детерміноване керування з повним зворотним зв'язком у неперервних системах, рівняння Беллмана. Синтез оптимальних лінійних регуляторів. Оптимальне програмне керування в дискретній детермінованій задачі. Рівняння Беллмана для дискретної детермінованої лінійної системи керування.

**Теорія прийняття рішень.** Основні типи бінарних відношень, що використовуються в теорії прийняття рішень. Функція вибору. Функція корисності в умовах визначеності. Теорія очікуваної корисності. Прийняття рішень в умовах багатокритеріальності, що базується на згортці критеріїв. Моделі та методи колективного прийняття рішень. Функція колективної корисності. Методи обробки експертної інформації. Класичні критерії прийняття рішень в умовах невизначеності. Похідні критерії прийняття рішень в умовах невизначеності. Критерії прийняття рішень в умовах ризику. Прийняття рішень в умовах конфлікту. Механізми колективного прийняття рішень. Прийняття рішень при нечіткому відношенні переваги. Задача прийняття рішень із нечітко визначеною ціллю. Багатокритеріальні задачі з нечіткою множиною альтернатив.

**Інформаційні та програмні технології системного аналізу.** Поняття бази даних, системи баз даних, банка даних. Вимоги до системи баз даних. Структура системи баз даних, інформаційної системи. Поняття системи управління базами даних. Вимоги до системи управління базами даних. Мова запитів SQL. Мова PHP. Технології подання інформації у мережі Internet. Техно-

логії програмування для Internet. Інформаційні системи: функції та задачі. Мультимедійне подання інформації. Мультимедіа продукти, основні компоненти та етапи розробки. Стандарти в галузі інформаційних систем. Інтегровані сервіси передачі інформації. Об'єктно-орієнтовані та візуально-орієнтовані технології програмування. Технології обробки Big Data. OLAP-технологія. CAD/CAM/CAE-системи. Системи підтримки прийняття рішень (СППР): задачі, моделі, класифікація. Хмарні технології та сервіси, їх застосування для створення інформаційних систем. Безпека та захист інформаційних систем.

### Список рекомендованої літератури

1. Бабак В. П., Марченко Б. Г., Фриз М. Є. Теорія ймовірностей, випадкові процеси та математична статистика. Київ : Техніка, 2004. 288 с.
2. Берко А. Ю., Верес О. М., Пасічник В. В. Системи баз даних та знань. Книга 1: Організація баз даних та знань. Львів : Магнолія 2006, 2021. 440 с.
3. Берко А. Ю., Верес О. М., Пасічник В. В. Системи баз даних та знань. Книга 2: Системи управління базами даних та знань. Львів : Магнолія 2006, 2021. 584 с.
4. Бондаренко М. Ф., Білоус Н. В., Руткас А. Г. Комп'ютерна дискретна математика. Харків : СМІТ, 2004. 480 с.
5. Борисенко О. А. Дискретна математика. Суми : Університетська книга, 2008. 255 с.
6. Волошин О. Ф., Мащенко С. О. Моделі та методи прийняття рішень. 2-ге вид., перероб. та доп. Київ : Вид.-поліграф. центр "Київський університет", 2010. 336 с.
7. Гаврилюк І. П., Макаров В. Л. Методи обчислень. Т. 1. Київ : Вища школа, 1995. 368 с.
8. Гаврилюк І. П., Макаров В. Л. Методи обчислень. Т. 2. Київ : Вища школа, 1995. 432 с.
9. Гаращенко Ф. Г., Матвієнко В. Т., Харченко І. І. Диференціальні рівняння для інформатиків. Київ : ВПЦ «Київський ун-т», 2008. 352 с.
10. Гетманцев В. Д. Лінійна алгебра і лінійне програмування. Київ : Либідь, 2001. 256 с.
11. Глушик М. М., Телесницька Н. М. Дослідження операцій. 2-ге вид., стер. Львів : Новий Світ-2000, 2014. 368 с.
12. Гнеденко Б. В. Курс теорії ймовірностей. Київ : ВПЦ «Київський

університет», 2010. 464 с.

13. Дороговцев А. Я. Математичний аналіз. У 2-х част. Ч. 1. Київ : Либідь, 1993. 320 с.

14. Дороговцев А. Я. Математичний аналіз. У 2-х част. Ч. 2. Київ : Либідь, 1994. 304 с.

15. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 312 с.

16. Заболоцький М. В., Сторож О. Г., Тарасюк С. І. Математичний аналіз. Київ: Знання, 2008. 424 с.

17. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. 7-е вид., перероб. та доп. Київ : Слово, 2006. 816 с.

18. Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Основи системного аналізу. Київ : Вид. група ВНУ, 2007. 544 с.

19. Кадець В. М. Курс функціонального аналізу та теорії міри. Львів : Чижиков І. Е., 2012. 589 с.

20. Калайда О. Ф. Чисельні методи (основи обчислювальної математики). Київ : ВПЦ «Київський університет», 2000. 250 с.

21. Катренко А. В. Дослідження операцій. 3-тє вид., випр. і доп. Львів : Магнолія-2006, 2009. 352 с.

22. Катренко А. В. Системний аналіз. Львів : Новий Світ-2000, 2016. 396 с.

23. Катренко А. В. Управління ІТ-проектами. Львів : Новий світ-2000, 2021. 406 с. 550 с.

24. Катренко А.В., Пасічник В.В., Пасько В.П. Теорія прийняття рішень. Київ : Видавнича група ВНУ, 2009. 448 с.

25. Крак Ю. В., Лєвошич О. Л. Оптимальне керування. Київ : Київ. ун-т, 2003. 105 с.

26. Ладієва Л. Р. Оптимальне керування. Київ : НТУУ «КПІ», 2014. 185 с.

27. Литвин В. В., Пасічник В. В., Нікольський Ю. В. Аналіз даних та знань. Львів : Магнолія 2006, 2021. 276 с.

28. Ляшко І. І., Ємельянов В. Ф., Боярчук О. К. Математичний аналіз. У 2-х част. Ч. 1. Київ : Вища школа, 1992. 495 с.

29. Ляшко І. І., Ємельянов В. Ф., Боярчук О. К. Математичний аналіз. У 2-х част. Ч. 2. Київ : Вища школа, 1993. 375 с.

30. Лященко М. Я., Головань М. С. Чисельні методи. Київ : Либідь, 1996. 288 с.

31. Маркович Б. М. Рівняння математичної фізики. Львів : Видавництво



Національного університету «Львівська політехніка», 2008. 366 с.

32. Мартинюк П. М., Мічута О. Р. Методи оптимізації та дослідження операцій. Рівне : НУВГП, 2011. 283 с.

33. Мещанінов О. П. Моделювання систем. Миколаїв : Вид-во МФ НаУКМА, 2001. 268 с.

34. Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М. Дискретна математика. Львів : Магнолія 2006, 2010. 432 с.

35. Пасічник В. В. Інтелектуальні системи. Львів : Новий світ-2000, 2021. 406 с.

36. Пасічник В. В., Виклюк Я. І., Камінський Р. М. Моделювання складних систем. Львів : Новий світ-2000, 2021. 404 с.

37. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. Київ : Либідь, 2006. 424 с.

38. Попов Ю. Д., Тюття В. І., Шевченко В. І. Методи оптимізації. Київ : Абрис, 1999. 216 с.

39. Самойленко А. М., Перестюк М. О., Парасюк І. О. Диференціальні рівняння. 2-е вид., перероб. и доп. Київ : Либідь, 2003. 600 с.

40. Скороход А. В. Елементи теорії ймовірностей та випадкових процесів Київ : Вища школа, 1975. 296 с.

41. Спекторський І. Я. Дискретна математика. 2-ге вид., виправл. і доповн. Київ : Політехніка ; Періодика, 2004. 220 с.

42. Стеценко І.В. Моделювання систем. Черкаси : ЧДТУ, 2010. 399 с.

43. Тимошук П. В. Штучні нейронні мережі. Львів : Видавництво Львівської Політехніки, 2011. 444 с.

44. Томашевський В. М. Моделювання систем. Київ: Вид. група ВНУ, 2005. 352 с.

45. Ус С. А. Функціональний аналіз. Дніпропетровськ : НГУ, 2013. 236 с.

46. Фельдман Л. П., Петренко А. І., Дмитрієва О. А. Чисельні методи в інформатиці. Київ : ВНУ, 2006. 480 с.

47. Чарін В. С. Лінійна алгебра. 2-е вид., стереот. Київ : Техніка, 2005. 416 с.

48. Чорней Н. Б. Теорія систем і системний аналіз. Київ : МАУП, 2005. 256 с.

49. Шамровський О. Д. Системний аналіз: математичні методи та застосування. Львів : Магнолія 2006, 2010. 275 с.

50. Шкіль М. І., Лейфура В. М., Самусенко П. Ф. Диференціальні рівняння. Київ : Техніка, 2003. 368 с.

## **2 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ВСТУПНИКА ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ**

Екзаменаційний білет складається з трьох питань. Відповідь на кожне питання оцінюється за 200-бальною шкалою:

–185-200 балів: вступник продемонстрував всебічні, систематизовані та глибокі знання матеріалу, повністю розкривши та обґрунтувавши відповідь на питання екзаменаційного білета;

–170-184 балів: вступник продемонстрував систематизовані та глибокі знання матеріалу, зазначивши взаємозв'язок основних понять, розкривши та обґрунтувавши відповідь на питання екзаменаційного білета;

–145-169 балів: вступник продемонстрував повне знання матеріалу, загалом розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує деяких додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;

–125-144 балів: вступник продемонстрував знання основного матеріалу та базових понять, загалом розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує деяких суттєвих додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;

–100-124 балів: вступник продемонстрував знання основ матеріалу в мінімальному обсязі, недостатньо повно розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує суттєвих додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;

– 1-99 балів: вступник продемонстрував недостатні знання матеріалу, припустивши значну кількість принципів помилок у відповіді на питання екзаменаційного білета.

Оцінка за кожне питання виставляється комісією на основі письмової відповіді вступника та усної співбесіди з цього питання, за необхідності. Відповідь на кожне питання екзаменаційного білета зараховується за умови отримання за неї не нижче 100 балів.

Загальна оцінка визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих за кожне питання екзаменаційного білета.

Фахова комісія проставляє загальну оцінку за шкалою 100-200 балів або ухвалює рішення про негативну оцінку зі вступного випробування («незадовільно», «не склав»).