

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Заступник голови приймальної комісії**

**проректор з наукової роботи**

**Київського національного університету**

**імені Тараса Шевченка**



**Ганна ТОЛСТАНОВА**

**2023 р.**

**ПРОГРАМА  
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ  
ДО АСПРАНТУРИ (АД'ЮНКТУРИ)  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 124 СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ  
на здобуття ступеня доктора філософії  
(третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти)**

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА  
«СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ»**

### Розробники програми:

1. Наконечний Олександр Григорович, завідувач кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень (САТР), доктор фізико-математичних наук, професор;
2. Розора Ірина Василівна, завідувач кафедри прикладної статистики (ПС); доктор фізико-математичних наук, доцент;
3. Івохін Євген Вікторович, професор кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень (САТР), доктор фізико-математичних наук, професор;
4. Мащенко Сергій Олегович, професор кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень (САТР), доктор фізико-математичних наук професор;
5. Капустян Олена Анатоліївна, доцент кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень (САТР), доктор фізико-математичних наук, доцент.

**УХВАЛЕНО**

**Вченою радою**

факультету комп'ютерних наук та  
кібернетики

« 21 » лютого 2023 р., протокол № 8

Голова вченої ради факультету

комп'ютерних наук та кібернетики

 Анатолій АНІСІМОВ



Гарант освітньо-наукової програми



Ірина РОЗОРА

## 1. МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

1. Основи функціонального аналізу. Типи просторів (топологічні, метричні, лінійні, нормовані). Збіжність і повнота. Гільбертів простір. Лінійні оператори та функціонали, їх властивості. Обернені оператори. Нелінійні функціонали. Похідні Фреше та Гато.
2. Опуклий аналіз і теорія багатозначних відображень. Опуклі функції, опуклі множини. Теореми розділення. Опорні функції опуклих множин, функція Мінковського. Похідні за напрямком і субдиференціали. Неперервні багатозначні відображення.
3. Методи оптимізації у скінченновимірних просторах. Необхідні умови екстремуму. Правило множників Лагранжа. Двоїстість в математичному програмуванні. Теореми про мінімакс. Методи мінімізації диференційованих та недиференційованих функцій: градієнтні; Ньютона; спряжених градієнтів; узагальненого градієнтного спуску; субградієнтні. Методи розв'язування задач з обмеженнями: зовнішніх та внутрішніх штрафів; можливих напрямків; проекції градієнтів, умовного градієнту. Методи дискретної оптимізації: методи відсічення; метод гілок та границь; послідовний аналіз варіантів. Методи опуклого програмування. Методи стохастичного програмування.
4. Теорія ймовірностей та математична статистика. Аксиоматичне означення ймовірностей. Формула повної ймовірності та формула Байеса. Випадкові величини. Властивості функцій розподілу. Нерівність Чебишова. Закон великих чисел. Центральна гранична теорема для однаково розподілених незалежних випадкових величин. Поняття випадкового процесу. Вінерівський та пуассонівський процеси. Вибіркове середнє та дисперсія. Перевірка статистичних гіпотез. Критерії Колмогорова та Пірсона. Частинний коефіцієнт кореляції. Рангові коефіцієнти кореляції Спірмена та Кендала..
5. Основні чисельні методи оптимізації. Лінійне програмування. Теорема двоїстості. Симлекс-метод. Нелінійне програмування. Функція Лагранжа. Умови регулярності. Числові методи: метод штрафних функцій, метод можливих напрямків, метод спряжених градієнтів, метод проекції градієнту, метод лінеаризації, метод випадкового пошуку. Основні декомпозиційні підходи до розв'язування задач великої розмірності. Дискретна оптимізація. Розв'язування задач цілочисельного лінійного програмування.
6. Звичайні диференціальні рівняння та системи. Задача Коші та крайова задача. Існування та єдиність розв'язку. Неперервність і диференційованість розв'язків за параметрами і початковими даними. Стійкість, теореми Ляпунова та Четаєва. Різницеві методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь.
7. Основні рівняння математичної фізики. Класифікація квазілінійних диференціальних рівнянь. Постановка основних крайових задач для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Березанський Ю. М. Ус Г. Ф., Шефтель В. Г. Функціональний аналіз. – Львів, Видавець І. Є. Чижиков, 2014. – 560 с.
2. Сергієнко І.В. Методи оптимізації та системного аналізу для задач трансобчислювальної складності. – К.: Академперіодика, 2010. – 318 с.
3. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. Підручник. - 2004.- 384 с.
4. Бейко І.В., Зінько П.М., Наконечний О.Г. Задачі, методи та алгоритми оптимізації. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 799 с.
5. Карташов М.В. Ймовірність. Процеси. Статистика.– К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. – 494 с.
6. Гаращенко Ф.Г., Матвієнко Б.Т., Харченко І.І. Диференціальні рівняння для інформатиків — Київ — 2008 р. — 351 с.

7. George Bachman, Lawrence Narici, Functional Analysis 2nd ed. Edition.– Dover Publications, 2012. – 546 p.
8. Mykel J. Kochenderfer, Tim A. Wheeler Algorithms for Optimization. – The MIT Press, 2019.– 520 p.

## 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. 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. Розкриття невизначеності у задачах взаємодії і протидії коаліцій. 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. Моделі і методи аналізу ієрархій. Математичні основи методів аналізу ієрархій. Модифіковані методи аналізу ієрархій.
8. Моделі багаторівневих ієрархічних систем. Модель ієрархії шарів, стратифіковані та багатоешелонні 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.
11. Методи багатокритеріальної оптимізації. Постановка задач багатокритеріальної оптимізації. Поняття ефективного розв'язку багатокритеріальних задач оптимізації та його узагальнення. Основні методи багатокритеріальної оптимізації (ідеальної точки, послідовних поступок, послідовного уводу обмежень).
12. Основи теорії нечітких множин. Основи нечітких множин та нечітких відношень. Нечіткі оптимізаційні задачі. Основні операції нечіткої логіки та їх узагальнення. Теоретичні основи гібридних систем. Нечіткі нейронні мережі.
13. Теорія ігор. Матричні ігри (постановка гри; чисті та змішані стратегії; поняття: сідлової точки, максмінної та мінімаксної стратегії, гарантованого результату, значення гри; теорема про сідлову точку; теорема про існування сідлової точки). Ігри  $n$  осіб (рівновага за Нешем, її властивості, теорема Неша). Кооперативні ігри в характеристичній формі (С-ядро та N-ядро гри, вектор Шеплі). Диференціальні ігри (ігри переслідування та втечі). Кооперативні ігри. Сильна рівновага Неша. Стабільність на основі погроз,  $\alpha, \beta, \gamma$  - ядра кооперативної гри.



14. Методи класифікації та кластеризації даних. Кластеризація та класифікація соціальних графів. Соціальні мережі. Проблема групування соціальних даних

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Основы системного анализа. - К.: Видав. група ВHV, 2007. – 544с.
2. Наконечний О.Г., Шевчук Ю.М. Нелінійні задачі популяційної динаміки та їх застосування. – ВПЦ «Київський університет», 2020. – 188 с.
3. Наконечний О.Г., Зінько П.М. Математичні методи аналізу матричних даних в умовах невизначеності: Навч. посібник. – К.: Р.К. Майстер-принт, «Фамільна друкарня Nuus», 2022. – 208 с.
4. Панкратова Н.Д. Системний аналіз. Теорія. Застосування, Підручник. – К.: Наукова думка, 2018. – 346 с.
5. Швець С.В. Основы системного анализа: Навч. посібник. – Суми: Сумський держ. університет, 2017. – 126 с.
6. Прокопенко Т.О. Теорія систем і системний аналіз: Навч. посібник [Електр. ресурс] . – Черкаси, ЧДТУ, 2019. – 139 с.
7. Герасимов Б.М. та інші. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. – К.: В-во «Європ. ун-т», 2007. – 335 с.
8. Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. Моделі і методи аналізу ієрархій. Теорія. Застосування. - К.: НТТУ «КПІ», 2010. – 372 с.
9. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К. : ВПЦ «Київський Університет», 2010. - 336 с.
10. Martin J. Osborne. An Introduction to Game Theory. - Oxford University Press, 2004. - 560 p.
11. Катренко А.В. Системний аналіз, Підручник, Львів: Новий світ-2000, 2011. –396 с.
12. Alan Dennis, Barbara Wixom, Roberta M. Roth. Systems Analysis and Design 7th Edition Wiley, 2018.– 464 p.
13. Zimmerman H.-J. Fuzzy Sets Theory — and Its Applications. — Kluwer Academic Publishers, 2001.
14. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. – Київ: ВД «Слово», 2006. – 816 с.
15. Wragg T. Modeling the Effects of Information Campaigns Using Agent-Based Simulation // Prep.: Command and Control Division, Defense Science and Technology Organization. Australian Government, DSTO-TR-1853, 2006. - 61 p.
16. Ravi Kannan, Santosh Vempala, and Adrian Vetta. On clusterings: Good, bad and
17. spectral. J. ACM, 51(3):497–515, 2004.
18. Charu C. Aggarwal. Social Network Data Analytics. – Boston: Kluwer Academic Publisher, 2011. 520 p.

### 3 ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ, АНАЛІЗ ТА СИНТЕЗ

1. Поняття про оптимальне керування. Основні постановки та принципи класифікації задач.
2. Лінійні системи керування. Способи формалізації лінійних систем: вагові, передавальні функції, частотні характеристики. Стійкість та її критерії. Критерії якості та їх аналіз.
3. Дискретні системи. Класифікація дискретних систем. Дослідження імпульсних систем, їх математичні моделі та характеристики.
4. Статистичні методи в теорії оптимальних систем. Статистичні методи дослідження нелінійних систем, статистична лінеаризація. Ідентифікація сигналів та об'єктів керування. Оцінки, статистичні розв'язки, перевірка гіпотез. Оцінки параметрів статистичних систем, лінійна регресія. Динамічні об'єкти з відомою структурою, способи визначення параметрів.

5. Методи ідентифікації. Формулювання проблеми і класифікація методів ідентифікації. Теорія оцінок. Теорія статистичних розв'язків. Байєсівський підхід. Принцип мінімакса. Метод максимальної правдоподібності. Побудова моделей об'єктів керування по експериментальним даним. Регресійні моделі. Визначення математичних моделей об'єктів по експериментальним часовим і частотним характеристикам. Фільтр Калмана.
6. Оптимальне керування. Керованість і спостережуваність. Принцип максимуму Понтрягіна та його застосування. Метод динамічного програмування. Керування з оберненим зв'язком. Метод Беллмана. Задачі оцінювання системами при неповній інформації. Теореми розділення. Наближені методи знаходження оптимальних керувань. Постановка задач керування для рівнянь з частинними похідними.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сергієнко І.В. Методи оптимізації та системного аналізу для задач трансобчислювальної складності. – К.: Академперіодика, 2010. – 318 с.
2. Наконечний О.Г. Оптимальне керування та оцінювання в рівняннях із частинними похідними. – К.: ВПЦ "Київ. ун-т", 2004. – 103 с.
3. O.V. Kapustyan, O.A. Kapustian, A.V. Sukretna. Approximate bounded synthesis for distributed systems – LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2013. – 223 p.
4. Капустян О.А., Капустян О.В., Наконечний О.Г. Оптимальне керування та гарантоване оцінювання у розподілених системах з малим параметром. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2021. – 247 с.
5. Крак Ю.В., Шатирко А.В. Теорія керування для інформатиків. Підручник. - ВПЦ Київський ун-т. Київ: 2015р. - 175с.
6. Arun K. Tangirala Principles of System Identification: Theory and Practice.– CRC Press, 2014.– 908 p.

## 4 ПРИНЦИПИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОГРАМНО-ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У ЗАДАЧАХ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

1. Методи моделювання у системному аналізі. Структурна та функціональна моделі. Оптимізаційні та імітаційні моделі. Детерміновані та стохастичні моделі. Основні етапи математичного моделювання.
2. Формування та аналіз системи цілей. Методи багатокритеріальної оцінки альтернатив. Аналіз і побудова конфліктних систем. Класифікація змінних моделі. Використання ієрархії змінних. Чіткі та нечіткі множини цілей.
3. Методи імітаційного моделювання. Основні поняття та вимоги до моделей. Комп'ютерне моделювання. Аналіз та інтерпретація результатів. Перевірка адекватності моделей.
4. Дискретне, неперервне та неперервно-дискретне імітаційне моделювання. Подійні та процесійні підходи в імітаційному моделюванні. Балансовий підхід. Варіаційний підхід. Застосування методу аналогій.
5. Загальні питання організації програмних систем. Об'єктно-орієнтовані та візуально-орієнтовані технології програмування. Поняття баз даних та баз знань. Вітрини та сховища даних. Дата майнінг. Технології обробки Big Data. Поняття про інформаційні системи. Концептуальна, логічна та фізична моделі проблемної області. Моделі представлення даних. Засоби інженерної графіки.
6. Автоматизовані інформаційні системи. Сучасні технології розробки програмних систем. Системи інтелектуального аналізу даних (DM). 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.

7. Сучасні методи та технології розробки інформаційних систем. Фреймворки та платформи з відкритим вихідним кодом. Рівні абстракції в умовах розвитку інфраструктурних сервісів. Програмні засоби для обслуговування центрів обробки даних. Вступ до архітектури cloud native. Поняття про технологічний стек та основні етапи розробки застосунків. Питання безпеки та надійності. Експлуатація хмарних сервісів AWS, Google, MS, IBM.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ситник В.Ф., Олексюк О.С. та ін. Системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. –К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.
2. Наконечний О.Г., Гребеннік І.В., Романова Т.С., Тевяшев А.Д. Методи прийняття рішень: Навч. посібник. – Харків, ХНУРЕ, 2016. – 131 с.
3. Сидоров М.О. Вступ до інженерії програмного забезпечення. – К.: Вид. НАУ, 2010. – 347с.
4. Wiegers K. Creating a software engineering culture. – New York: Dorset House Publishing, 2003. – 358 p.
5. Marks, Eric A. Executive's guide to cloud computing / Eric A. Marks, Bob Lozano. – John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 285 p.
6. Биков В.Ю. Жалдак М.І. та інші (ред.кол.) Хмарні технології в освіті. (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – 173 с.
7. Sheldon M. Ross Simulation, 5<sup>th</sup> ed.– Academic Press, 2012. – 328 p.