

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник голови Приймальної комісії

проректор з наукової роботи

Київського національного університету

імені Тараса Шевченка



Ганна ТОЛСТАНОВА

2025 р.

ПРОГРАМА

ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ ДО АСПІРАНТУРИ

ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ F4 СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА НАУКА ПРО ДАНІ

на здобуття ступеня доктор філософії

(третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти)

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ

F ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА

«СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ»

Київ – 2025

Розробники програми:

1. Розора Ірина Василівна, завідувач кафедри прикладної статистики (ПС), доктор фізико-математичних наук, доцент;
2. Капустян Олена Анатоліївна, завідувач кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень (САТР), доктор фізико-математичних наук, доцент;
3. Івохін Євген Вікторович, професор кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень (САТР), доктор фізико-математичних наук, професор;
4. Лівінська Ганна Володимирівна, доцент кафедри прикладної статистики (ПС), кандидат фізико-математичних наук, доцент.

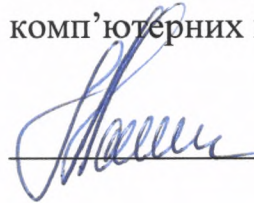
УХВАЛЕНО

вченою радою факультету
комп'ютерних наук та кібернетики
«25» березня 2025 р., протокол № 12

ВНЕСЕНО ЗМІНИ

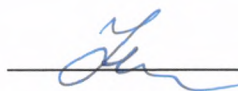
вченою радою факультету
комп'ютерних наук та кібернетики
«24» червня 2025 р., протокол № 16

Голова вченої ради факультету
комп'ютерних наук та кібернетики



Олена КАШПУР

Гарант освітньо-наукової програми
«Системний аналіз»



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; проєкції градієнтів, умовного градієнту. Методи дискретної оптимізації: методи відсічення; метод гілок та границь; послідовний аналіз варіантів. Методи опуклого програмування. Методи стохастичного програмування.
4. **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 проєкції градієнту, метод лінеаризації, метод випадкового пошуку. Основні декомпозиційні підходи до розв'язування задач великої розмірності. Дискретна оптимізація. Розв'язування задач цілочисельного лінійного програмування.
5. **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.
6. **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 трансчислювальної 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. Гарашенко Ф.Г., Матвієнко Б.Т., Харченко І.І. Диференціальні рівняння для інформатиків — Київ — 2008 р. — 351 с.
6. George Bachman, Lawrence Narici, Functional Analysis 2nd ed. Edition.— Dover Publications, 2012.- 546 p.
7. Mykel J. Kochenderfer, Tim A. Wheeler Algorithms for Optimization.— The MIT Press, 2019.— 520p.

2. ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ ТА МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА

1. **Основні поняття теорії ймовірностей.** Стохастичний експеримент. Простір елементарних подій. Події. Операції над подіями. Несумісні події. Аксиоматичне, класичне та геометричне визначення ймовірності.

2. **Умовна ймовірність. Незалежні події.** Поняття умовної ймовірності. Незалежні події. Правило добутку ймовірностей. Формула повної ймовірності та формула Баєса.
3. **Дискретні випадкові величини.** Поняття дискретної випадкової величини. Розподіл дискретних випадкових величин. Основні дискретні розподіли. Граничні теореми для біноміального розподілу. Генератриси цілочисельних випадкових величин. Властивості генератрис. Гіллясті процеси Гальтона-Ватсона. Теорема про ймовірність вимирання популяції для процесу Гальтона-Ватсона.
4. **Випадкові величини загального типу.** Поняття випадкової величини. Функція розподілу випадкових величин та її властивості. Дискретні, абсолютно неперервні та сингулярні випадкові величини. Функція щільності розподілу абсолютно неперервних випадкових величин, її сенс та властивості. Основні неперервні розподіли. Моменти випадкових величин. Характеристичні функції випадкових величин. Властивості характеристичних функцій.
5. **Випадкові вектори.** Розподіл випадкового вектора. Незалежні випадкові величини. Показники залежності випадкових величин. Розподіл функції від випадкового вектора. Формула згортки.
6. **Граничні теореми.** Типи збіжності випадкових величин. Нерівність Чебишова. Закон великих чисел. Посилений закон великих чисел. Центральна гранична теорема для однаково розподілених незалежних випадкових величин. Теорема Пуассона.
7. **Основи випадкових процесів.** Поняття випадкового процесу. Пуассонівський процес. Вінерівський процес. Ланцюги Маркова (ЛМ) з дискретним часом. Класифікація станів ЛМ. Стаціонарний та ергодичний розподіл ЛМ -- визначення та методика пошуку. Умови ергодичності ЛМ. Процеси народження та загибелі. Ланцюги Маркова з неперервним часом. Перша та друга системи диференціальних рівнянь Колмогорова. СДР Колмогорова для ймовірностей станів ЛМ з неперервним часом. Стаціонарний розподіл ЛМ з неперервним часом.
8. **Основні поняття математичної статистики.** Вибірка, способи подання вибірки у випадку дискретних та неперервних даних. Емпірична функція розподілу. Гістограма. Варіаційний ряд та порядкові статистики. Вибіркові характеристики центру розподілу, розсіювання розподілу та форми розподілу.
9. **Точкове оцінювання параметрів розподілу.** Задача точкового оцінювання параметрів. Точкові оцінки математичного сподівання та дисперсії випадкових величин. Властивості точкових оцінок: незсуненість, конзистентність. Середньоквадратичний підхід для порівняння точкових оцінок. Ефективні оцінки. Нерівність Рао-Крамера. Асимптотична нормальність точкових оцінок. Метод моментів побудови точкових оцінок параметрів розподілів. Властивості оцінок методу моментів. Метод максимальної вірогідності (ММВ). Властивості оцінок ММВ.
10. **Інтервальне оцінювання параметрів розподілу.** Задача інтервального оцінювання параметрів. Основні підходи до пошуку надійних інтервалів. Надійні інтервали для параметрів нормального розподілу.
11. **Перевірка статистичних гіпотез.** Задача перевірки статистичних гіпотез. Основні типи статистичних гіпотез. Поняття критерію перевірки статистичних гіпотез. Методика побудови критеріїв згоди. Гіпотези про вид розподілу. Критерії Колмогорова та Пірсона для перевірки гіпотези про вид розподілу. Рангові критерії. Гіпотези про однорідність. Критерії перевірки однорідності незалежних вибірок. Гіпотези про незалежність. Перевірка незалежності. Вибірковий коефіцієнт кореляції. Рангові коефіцієнти кореляції Спірмена та Кендала. Таблиці спряженості. Критерій Пірсона χ^2 -квадрат перевірки незалежності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бобик О.І., Берегова Г.І., Копитко Б.І. Теорія ймовірностей і математична статистика -- К.: Професіонал, 2007. -- 560 с.
2. Братійчук М.С., Чечельницький О.А. Математична статистика. -- К.: "Інтепроф", 2009. -- 244 с.
3. Братійчук М.С., Чечельницький О.А. Лекції зі стохастички. Ймовірність. Статистика. Випадкові процеси.— Київ: електронна публікація на сайті факультету комп'ютерних наук та кібернетики, 2021.-- 395 с.
4. Карташов М. В. Ймовірність, процеси, статистика.-- К.: ВПЦ Київський університет, 2006.--494 с.
5. Лебедев Є.О., Шарапов М.М. Курс лекцій з теорії ймовірностей. -- К.: Норіта-плюс, 2007. -- 168 с.
6. Лебедев Є.О., Лівінська Г.В., Розора І.В., Шарапов М.М. Математична статистика: навч. посіб. -- К.: ВПЦ "Київський університет", 2016. -- 159 с.
7. Турчин В.М. Теорія ймовірностей і математична статистика. -- Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2006.
8. Шарапов М.М., Розора І.В., Лівінська Г.В., Пономарьов В.Д., Збірник задач з теорії ймовірностей та математичної статистики, Електронний навчальний посібник, 2023, 326 с.
https://csc.knu.ua/media/filer_public/f4/31/f431177a-99c1-48af-ae68-399c2c28b6bd/main_2023.pdf
9. Dekking F.M., Kraaikamp C., Lopuha" {a} H.P., Meester L.E. A Modern Introduction to Probability and Statistics. Understanding Why and How. -- Springer; 2005. -- 486 p.
10. Mood A.M., Graybill F.A., Boes D.C. Introduction to the Theory of Statistics. -- International Edition; 3rd Edition, 1974. -- 480 p.

3. 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 коаліцій.
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, максімної 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, α, β, γ - 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. Основи системного аналізу. - К.: Видав.група ВHV, 2007. – 544 с.
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 Huus», 2022. – 208 с.
4. Панкратова Н.Д. Системний аналіз. Теорія. Застосування, Підручник. – К.: Наукова думка, 2018. – 346с.
5. Швець С.В. Основи системного аналізу: 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.
10. Волошин О.Ф., Машенко 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.
11. Martin J. Osborne. An Introduction to Game Theory. - Oxford University Press, 2004. - 560 p.
12. Катренко А.В. Системний аналіз, Підручник, Львів: Новий світ-2000, 2011. –396с.
13. Alan Dennis, Barbara Wixom, Roberta M. Roth. Systems Analysis and Design 7th Edition Wiley, 2018.– 464 p.
14. Zimmerman H.-J. Fuzzy Sets Theory — and Its Applications. — Kluwer Academic Publishers, 2001.
15. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. – Київ: ВД «Слово», 2006. – 816с.
16. 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.
17. Ravi Kannan, Santosh Vempala, and Adrian Vetta. On clusterings: Good, bad and spectral. J. ACM, 51(3): 497–515, 2004.
18. Charu C. Aggarwal. Social Network Data Analytics. Boston: Kluwer Academic Publisher, 2011. 520 p.

4. АНАЛІЗ ДАНИХ

1. **Попередня обробка даних.** Методи та задачі аналізу даних. Типи даних. Аномальні спостереження. Групування даних. Описові статистики: характеристики положення центру, характеристики розсіювання, характеристики форми розподілу. Характеристики випадкових векторів. Перевірка стохастичності вибірки. Графічні методи аналізу вибірки. Визначення виду розподілу спостережуваної величини. Перевірка нормальності вибірки.
2. **Кореляційний аналіз.** Аналіз наявності статистичного зв'язку між кількісними змінними. Перевірка статистичної значущості показників статистичного зв'язку. Показники наявності нелінійного статистичного зв'язку. Аналіз множинних статистичних зв'язків. Кореляційний аналіз ординальних змінних, рангові коефіцієнти кореляції. Виявлення

статистичного зв'язку між номінальними змінними, таблиці спряженості. Візуалізація кореляцій: діаграма розсіювання, карта кореляцій, граф кореляцій.

3. **Регресійний аналіз.** Поняття регресії. Основні етапи побудови та верифікації регресійної моделі. Загальна лінійна модель. Умови Гаусса-Маркова. Метод найменших квадратів (МНК). Властивості МНК-оцінок для загальної лінійної моделі. Оцінювання точності оцінок коефіцієнтів регресії. Оцінка точності моделі. Загальна техніка підгонки регресійних моделей з використанням графічних методів. Типові недоліки регресійної моделі. Зважений МНК. Розширення лінійної моделі.
4. **Дисперсійний аналіз (ANOVA).** Постановка задачі ANOVA, його сутність та переваги. Класифікація видів ANOVA. Побудова математичної моделі однофакторного ANOVA. Математичні припущення ANOVA. Оцінювання параметрів моделі за допомогою МНК. Аналіз контрастів. Дисперсійний аналіз по Краскеру-Уоллісу. Побудова математичної моделі двофакторного ANOVA. Багатофакторний дисперсійний аналіз.
5. **Аналіз часових рядів.** Визначення, класифікація та приклади ЧР. Моделі ЧР: стаціонарні ЧР, складові адитивної моделі ЧР, мультиплікативна модель. Згладжування ЧР, метод рухомого середнього. Оцінка компонент адитивної моделі ЧР: оцінка тренду, оцінка сезонної складової. Автокореляція та корелограма. Побудова прогнозу з використанням експоненційного згладжування: метод Брауна; метод Хольта; метод Хольта-Вінтерса. Модель авторегресії рухомого середнього (ARMA) та авторегресії проінтегрованого рухомого середнього (ARIMA). Оцінка якості прогнозу ЧР.
6. **Зниження розмірності простору ознак. Метод головних компонент.** Мета та методи зниження розмірності простору ознак. Обґрунтування методу головних компонент. Змістовні обмеження МГК. Властивості головних компонент. Етапи МГК.
7. **Кластерний аналіз.** Визначення та задачі кластерного аналізу. Типи даних та міра відстані між об'єктами. Методи кластерного аналізу: ієрархічні та ітераційні. Вибір оптимальної кількості кластерів. Оцінка якості кластеризації.
8. **Задачі класифікації з відомими класами.** Наївний Баєсів класифікатор. Логістична регресія. Лінійний дискримінантний аналіз. Метод k найближчих сусідів. Дерева рішень та випадковий ліс.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бідюк П.І., Савенков О.І., Баклан І.В. Часові ряди: моделювання і прогнозування. - К.: ЕКМО, 2003. - 144 с.
2. Майборода Р.Є. *Комп'ютерна статистика – професійний стартап*, (2018), 482 с.
<http://probability.univ.kiev.ua/userfiles/mre/compsta1.pdf>
3. Р. Майборода, Статистичний аналіз багатовимірних даних. Методичні рекомендації до курсу. 2020:
<https://probability.knu.ua/userfiles/mre/multiv6tasks.pdf>
4. Слабоспицький О.С., «Аналіз даних. Попередня обробка.», ВПЦ «Київський університет» (2001).
5. Слабоспицький О.С., Основи кореляційного аналізу даних, ВПЦ «Київський університет» (2006).
6. Слабоспицький О.С., Основи дисперсійного аналізу даних, ВПЦ «Київський університет» (2006).
7. Слабоспицький О.С., Задачі класифікації, ВПЦ «Київський університет» (2020).
8. Brockwell, P.J., Davis, R.A., *Introduction to Time Series and Forecasting* (3-d edition, 2016).
9. A. Coghlan, *A Little Book of R for Time Series* (2017):
<http://a-little-book-of-r-for-time-series.readthedocs.io/en/latest/>
10. Br. S. Everitt, S. Landau, M. Leese, D. Stahl, *Cluster Analysis*, 5-th edition, Wiley series in probability and statistics (2011).
11. W. Hardle, L. Simar, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, second edition, Springer (2007)
12. T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, *Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer-Verlag New York Inc. (2017).
13. G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*, Springer (2013).
14. R.H. Shumway and D.S. Stoffer, *Time Series Analysis and Its Applications. With R Examples*. 2nd edition. Springer (2006).
15. N. H. Timm, *Applied Multivariate Analysis*, Springer (2002).

5. СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

1. **Основні поняття теорії масового обслуговування.** Класифікація систем масового обслуговування (СМО). Компоненти СМО: вхідний потік вимог, параметри обслуговування, дисципліна обслуговування. Символіка Кендала.
2. **Марковські СМО.** Метод ланцюгів Маркова для аналізу стохастичних систем. Процеси народження та загибелі для СМО. Стационарний розподіл систем марковського типу. Система $M|M|1$, $M|M|n$, $M|M|\infty$.
3. **Немарковські СМО.**
4. **Обслуговування фазового типу.** Ерлангові СМО. Теорема Бірке.
5. **Системи з повторними викликами.** Структура та аналіз системи з повторними викликами. Оптимізаційні задачі для систем з повторними викликами.
6. **Мережі масового обслуговування.** Структура стохастичної мережі. Замкнені, відкриті та змішані стохастичні мережі. Система Такача як приклад стохастичної мережі. Мультиплікативна форма стационарного розподілу для марковських мереж.
7. **Неергодичні мережі Джексона.**

ЛІТЕРАТУРА

1. Жерновий Ю.В. Марковські моделі масового обслуговування: тексти лекцій. — Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2004. — 154 с.
2. Косолапов А.А. Аналітичні моделі масового обслуговування в задачах проектування інформаційних систем: навчально-довідковий посібник. — Д.: "LikePrint", ФОП Гечка Т.О., 2015. — 186 с.
3. Лебедєв С.О., Лівінська Г.В. Перевантажені багатоканальні мережі зі змінною інтенсивністю вхідного потоку: навчальний посібник. — К.: ВПЦ "Київський університет", 2016. — 120 с.
4. Лебедєв С.О., Макушенко І.А. Оптимальний розподіл зовнішнього навантаження для багатоканальних стохастичних мереж: навчальний посібник. — К.: НБУВ, 2012. — 90 с.
5. G.I. Falin, J.C. Templeton «Retrial queues» London: Chapman&Hall, 1997. — 331 p.
6. B.V. Gnedenko, I.N. Kovalenko, Introduction to Queueing Theory, Springer (1989).
7. S. Karlin, H.M. Taylor, A Second Course in Stochastic Processes, Academic Press (1981).
8. L. Takacs, Introduction to the Theory of Queues, Oxford Univ. Press (1962).
9. Walrand J. An introduction to queueing networks. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1988.

6. 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.

7. 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. Основні підходи до моделювання однорідного та неоднорідного процесів Пуассона. Імітаційне моделювання процесів Леві. Моделювання вінерівського процесу, розклад Карунена-Лоєва. Побудова моделей ф-субгауссових випадкових процесів із наперед заданою точністю та надійністю.
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.Є., 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. – 347 с.
4. Wiegers K. Creating a software engineering culture / Dorset House Publishing. - New York, 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, 5th ed.– Academic Press, 2012.- 328 p.
8. Kozachenko Yu., Pogoriliak O., Rozora I. and Tegza A. Simulation of Stochastic processes with given accuracy and reliability, ISTE Press, Elsevier, 2016.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Вступне випробування проводиться у письмовій формі. Питання у білетах оцінюються таким чином:

- 30 балів за теоретичне питання №1;
- 30 балів за теоретичне питання №2;
- 40 балів за практичне завдання.

Результуючий бал переводиться у 200-бальну шкалу (переведення відповідності балів вступного іспиту зі спеціальності до шкали 100-200 наведено у Таблиці 1). Загальний час, відведений на складання іспиту з фаху, не перевищує дві (астрономічні) години. Мінімальна позитивна оцінка іспиту з фаху складає 100 балів. Особи, які отримали на іспиті з фаху менше 100 балів, позбавляються права на участь у конкурсі на зарахування за обраною спеціальністю.

ВІДПОВІДІ НА ПИТАННЯ У БІЛЕТІ ОЦІНЮЮТЬСЯ ЗА ТАКИМИ КРИТЕРІЯМИ І БАЛАМИ:

180-200 балів – «відмінно» – заслуговує вступник у разі глибокого розуміння теоретичних концепцій та прикладного аналізу завдання; відповідь повністю висвітлена та відповідає вимогам всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; чіткому володінню понятійним апаратом, методами та інструментами, передбаченими програмою дисципліни. У відповіді продемонстровано здібності у розумінні, викладі та використанні програмного матеріалу.

140-179 балів – «добре» – заслуговує вступник у разі чіткого представлення теоретичних вмінь і навичок у контексті спеціалізації; всі завдання повністю виконані без суттєвих помилок або з незначними помилками; відповідь демонструє виявлення знань основного програмного матеріалу, володіння теорією та необхідними методами, передбаченими програмою; вміння використовувати їх для вирішення типових ситуацій, припускаючи окремі незначні помилки.

100-139 балів – «задовільно» – заслуговує вступник у разі здатності до самостійного виконання завдання з використанням базових знань; у відповіді присутні значні прогалини у знаннях основного програмного матеріалу: не досить упевнено володіє окремими поняттями, методами та теорією, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

0-99 балів – «незадовільно» – відповідь демонструє обмежене розуміння завдання і недостатню здатність застосовувати теоретичні знання та практику, що призводить до неправильних висновків та помилок у виконанні практичного завдання.

Таблиця 1**Переведення балів вступного іспиту зі спеціальності до шкали 100–200**

Бал за шкалою університету (100-бальна шкала)	Бал за шкалою 100–200
90 – 100	180 – 200
75 – 89	140 – 179
60 – 74	100 – 139
0 – 59	0 – 99