НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНА
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор

_____ Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО
підпис

28.03.2025 р.
дата

ПРОГРАМА
вступного іспиту із спеціальності

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії
«Системний аналіз»

за спеціальністю F4 Системний аналіз та наука про дані

Програму ухвалено:
Науково-методичною комісією зі спеціальності
F4 Системний аналіз та наука дані
Протокол № 3 від 26 березня 2025 р.
Голова НМКУ

_____ Віктор РОМАНЕНКО

Київ – 2025

ВСТУП

Фахове вступне випробування на навчання для здобуття наукового ступеня доктор філософії спеціальності F4 «Системний аналіз та наука про дані» проводиться для тих вступників, які мають ступень магістра в галузі знань F «Інформаційні технології».

Освітня програма «Системний аналіз та наука про дані» відповідає місії та стратегії КПІ ім. Ігоря Сікорського, за якою стратегічним пріоритетом університету є фундаменталізація підготовки фахівців. Особливості освітньої програми враховані шляхом обрання відповідних розділів програми вступного іспиту. Проведення комплексного фахового випробування має виявити достатність рівня підготовки вступника з обраної для вступу спеціальності.

Програма містить чотири розділи:

1. Предмет і методичні основи системного аналізу.
2. Теорія прийняття рішень.
3. Теорія керування.
4. Аналіз даних.

Ці розділи орієнтовані на спеціальну підготовку випускника.

1. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1.1. Перелік розділів та тем, які виноситься на додаткове вступне випробування

Розділ 1. Предмет і методичні основи системного аналізу

1.1. Предметна область системного аналізу

1.1.1. Поняття та ознаки системності. Умови і тенденції, що зумовлювали становлення та розвиток ідей системності в минулому столітті. Роль і місце системності в сучасній практичній діяльності. Поняття системного аналізу. Поняття системної задачі.

1.1.2. Подібність і відмінності понять «системний підхід», «системні дослідження», «системний аналіз». Особливості і властивості системного аналізу, які принципово відрізняють його від традиційних наукових дисциплін.

1.1.3. Поняття складності. Роль системного мислення у становленні системного аналізу. Фактори та умови, що пов’язані з безперервним підвищенням ролі і значимості системного аналітика при розв’язанні практичних задач. Властивості та особливості системного аналізу, що зумовлюють його перехід до багатовимірної науки.

1.2. Загальна методологія системного аналізу

1.2.1. Визначення і стисла характеристика основних об’єктів: система, складна система, велика система, суперсистема, глобальна система. Властивості та особливості, що характеризують об’єкти системного аналізу.

1.2.2. Вибір межі системного дослідження реальних об’єктів. Можливість зобразити глобальну суперсистему у вигляді багаторівневої ієрархічної системи, до складу якої входять глобальні технічні, організаційні, інформаційні й інші суперсистеми та їхні складові.

1.2.3. Загальні властивості та особливості систем. Цілеспрямовані, цілеспрямовані і структуровані системи, відкриті та замкнені системи: можливості та особливості їх, сфери їхнього практичного застосування.

1.2.4. Змістовне формулювання загальної задачі системного аналізу. Відмінності задач системного аналізу від задач аксіоматичних дисциплін.

1.2.5. Основні властивості та фундаментальні принципи методології системного аналізу. Спектр складності. Принципи, прийоми і підходи, які застосовують для подолання трансобчислювальної складності задач системного аналізу. Принципова неформалізованість задачі. Принципові відмінності понять: «формалізовна задача», «формалізована задача», «розв’язна задача».

1.3. Математичні основи системного аналізу

1.3.1. Невизначеність у задачах системного аналізу. Види невизначеностей. Невизначеності цілей. Постановка задачі розкриття невизначеності цілей. Загальна характеристика методів розкриття невизначеності цілей.

1.3.2. Принцип Парето. Метод приведення до системи нелінійних рівнянь. Метод приведення до чебишевської задачі наближення.

1.3.3. Ситуаційна невизначеність. Принцип гарантованого результату, його переваги і недоліки. Інформаційна невизначеність. Цілі та задачі інформаційного аналізу.

1.3.4. Методи пошуку раціонального компромісу в задачах розкриття концептуальної невизначеності. Відновлення функціональних залежностей у задачах розкриття концептуальної невизначеності.

1.3.5. Методологія забезпечення безпеки функціонування складних технічних систем. Властивості та особливості функціонування фізичних моделей кіберфізичних систем.

1.3.6. Методологічні принципи і прийоми структурно-функціонального аналізу. Цілі та задачі структурно-функціонального аналізу. Моделі та методи структурно-функціонального аналізу.

1.3.7. Проблеми системного управління складною багаторівневою

ієрархічною технічною системою.

1.3.8. Моделі, підходи, формалізовані методи і процедури експертного оцінювання об'єктів різної природи та обробки результатів експертизи у сфері передбачення.

Розділ 2. Теорія прийняття рішень

2.1. Загальна характеристика процесів прийняття рішень. Компоненти задачі прийняття рішень. Особливості прийняття рішень в умовах визначеності ризику і невизначеності. Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності. Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності: Вальда, Гурвіца, Лапласа та Севіджа.

2.2. Прийняття рішень в умовах визначеності. Елементи та аксіоми теорії корисності. Теорема існування функції корисності. Методика визначення корисності результатів (Акофа, Чермена).

2.3. Лінійні моделі прийняття рішень. Задачі лінійного програмування (ЛП). Основні теореми ЛП. Симплекс-метод. Подвійність в ЛП. Основні теореми подвійності. Дослідження моделей ЛП-задач на чутливість. Подвійний симплекс-метод.

2.4. Нелінійні моделі прийняття оптимальних рішень. Метод множників Лагранжа. Теорема Куна-Такера та її застосування в задачах випуклого та увігнутого програмування. Сідлова точка та методи її знаходження. Пошукові методи безумовної оптимізації (градієнтний, Ньютона, змінної метрики). Методи можливих напрямків. Метод штрафних функцій.

2.5. Стохастичні моделі прийняття рішень. Класифікація моделей та методів стохастичного програмування. Одноетапні задачі стохастичного програмування. Двоетапні задачі стохастичного програмування та метод їх розв’язання. Прямі методи стохастичного програмування. Метод стохастичних квазіградієнтів, умови його збіжності.

2.6. Прийняття рішень в умовах невизначенності. Нечіткі множини, нечіткі відношення та операції над ними. Нечітке відношення нестрогої переваги. Підмножина недомінованих альтернатив. Прийняття рішень за декількома критеріями на основі підмножини недомінованих альтернатив.

2.7. Класифікація задач нечіткого програмування. Підхід Белмана-Заде. Загальна задача нечіткого математичного програмування та метод її розв’язання.

2.8. Багатокритеріальні задачі прийняття рішень. Парето-оптимальні рішення та їх властивості. Компромісні розв’язки багатокритеріальних задач прийняття рішень. Метод обмежень.

Розділ 3. Теорія керування

3.1. Математичні моделі динаміки неперервних лінійних стаціонарних систем. Перехідна та імпульсна перехідні функції системи. Застосування перетворень Лапласа та Фур'є для опису динаміки процесів. Передаточна функція. Частотні характеристики системи.

3.2. Математичні моделі неперервних систем у просторі стану. Структурна схема системи у просторі стану. Рівняння стану у формі Фробеніуса. Матрична експонента та її властивості. Перетворення моделей типу «вхід – вихід» до векторно-матричної моделі у просторі стану (метод фазових змінних).

3.3. Стійкість лінійних систем у просторі стану. Алгебраїчні та частотні критерії стійкості.

3.4. Дискретизація неперервних сигналів. Дискретизація неперервних моделей у просторі стану. Дискретні моделі типу «вхід – вихід». Дискретне перетворення Лапласа. Z-перетворення та його властивості. Дискретна передаточна функція. Методи вибору періодів дискретизації. Теорема Котельникова-Шеннона.

3.5. Керованість та спостережуваність неперервних та дискретних систем у просторі стану. Регресійні дискретні моделі динамічних процесів у стохастичному середовищі.

3.6. Методи синтезу систем керування. Критерії оптимальності на основі моделей об'єктів типу «вхід – вихід». Синтез дискретних регуляторів з мінімальною дисперсією. Методи синтезу оптимальних регуляторів на основі моделей у просторі стану.

3.7. Синтез лінійно-квадратичних регуляторів. Принципи побудови регуляторів з еталонною моделлю. Методи синтезу регуляторів для немінімально–фазових і нестійких об'єктів керування. Основні положення теорії прогнозування та фільтрації. Фільтр Калмана. Проблема лінійно-квадратичного гауссового оптимального керування. Теорема розділення. Методи синтезу багатовимірних систем керування для лінійних об'єктів.

Розділ 4. Аналіз даних

4.1. Основи інтелектуального аналізу даних. Визначення та основні задачі інтелектуального аналізу даних. Основні етапи аналізу даних: збір, підготовка, аналіз, інтерпретація. Види моделей та їх застосування. Методи оцінки якості моделей.

4.2. Класифікація та кластеризація в аналізі даних. Основи класифікації: задачі та методи. Найпопулярніші алгоритми класифікації (SVM, Random Forest, k-NN, логістична регресія). Метрики оцінки класифікаційних моделей

(Precision, Recall, F1-score, ROC-AUC). Основи кластеризації: задачі та методи. Популярні алгоритми кластеризації (k-means, DBSCAN, ієрархічна кластеризація). Визначення оптимальної кількості кластерів.

4.3. Регресійні методи та прогнозування. Лінійна регресія та її варіанти. Нелінійні регресійні моделі. Регуляризація (Lasso, Ridge, Elastic Net). Автоматизоване вибирання змінних у регресійних моделях. Прогнозування на основі регресійних моделей.

4.4. Методи зниження розмірності та відбір ознак. Основи зниження розмірності. Метод головних компонент (PCA). Лінійний дискримінантний аналіз (LDA). t-SNE та UMAP.

4.5. Глибоке навчання та нейронні мережі. Архітектура нейронних мереж: персептрон, багатошарові мережі. Функції активації та їх вибір. Оптимізація та навчання нейронних мереж (Gradient Descent, Adam, RMSprop). Глибокі нейронні мережі (DNN, CNN, RNN, Transformers). Аугментація та регуляризація нейронних мереж

4.6. Байєсівські методи та ймовірнісні моделі. Основи байєсівського підходу. Байєсівська класифікація. Латентні змінні та приховані моделі Маркова. Генеративні моделі (Naive Bayes, Bayesian Networks, Gaussian Mixture Models).

4.7. Аналіз часових рядів та предиктивне моделювання. Основи аналізу часових рядів. Стаціонарність і методи її перевірки. Ковзні середні, експоненційне згладжування. ARIMA, SARIMA, Prophet. Використання глибокого навчання для аналізу часових рядів (LSTM, Transformer).

4.8. Обробка великих даних: паралельні та розподілені обчислення. Особливості роботи з Big Data. Hadoop та MapReduce. Spark та розподілені обчислення. Бази даних для великих даних (NoSQL, Apache Cassandra, HBase). Потокова обробка даних (Apache Kafka, Apache Flink)

4.9. Етичні аспекти та інтерпретованість моделей машинного навчання. Проблеми етики в аналізі даних. Пояснюваність та інтерпретованість моделей. Інструменти для пояснюваності (SHAP, LIME). Використання алгоритмів у критичних сферах (медицина, фінанси, право).

1.2. Порядок проведення додаткового вступного випробування

Іспит проводиться у вигляді письмової роботи.

Завдання комплексного фахового вступного випробування складається з трьох теоретичних питань відповідно до тем і завдань вищевказаних розділів.

Тривалість підготовки завдань комплексного фахового випробування – 2 академічні години (90 хвилин) без перерви. Після написання роботи

предметна комісія перевіряє її та виставляє оцінку згідно з критеріями оцінювання.

Методика проведення іспиту наступна. Члени комісії інформують вступників про порядок проведення та оформлення робіт з вступного іспиту зі спеціальності, видають вступникам екзаменаційні білети з відповідними варіантами та заздалегідь роздруковані підписані листи для написання робіт. Надалі в ці листи вступники записують письмові відповіді на питання екзаменаційного білету і наприкінці зазначають дату та ставлять особистий підпис.

Після закінчення етапу написання іспиту, проводиться перевірка відповідей та їх оцінювання всіма членами комісії. Члени предметної комісії приймають спільне рішення щодо виставлення оцінки на відповідь до кожного з питань екзаменаційного білету. Ці оцінки виставляються на аркуші з відповідями студента.

Підведення підсумку іспиту зі спеціальності здійснюється шляхом занесення балів в Протокол. Ознайомлення студента з результатами іспиту проводиться згідно з правилами прийому до університету.

1.3. Допоміжні матеріали для складання

Під час складання іспиту заборонено використання допоміжної літератури та інших допоміжних матеріалів та засобів.

1.4. Рейтингова система оцінювання (РСО)

На іспиті абітурієнти готуються до усної відповіді на завдання екзаменаційного білету.

Кожне завдання комплексного фахового вступного випробування містить два теоретичні питання і одне тестове завдання. Перші два питання є загальними за галуззю інформаційних технологій. Тестове питання орієнтоване на спеціальну підготовку вступника.

Кожне з перших двох питань оцінюється у 30 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації – 27-30 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації (припустимі незначні неточності) – 23-26 балів;

- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (відповідь містить певні недоліки) – 18-22 бали;

- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Третє тестове питання оцінюється у 40 балів за такими критеріями:

- ««відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації – 36-40 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації (припустимі незначні неточності) – 30-35 балів;

- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (відповідь містить певні недоліки) – 24-29 балів;

- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Загальна оцінка за іспит обчислюється як арифметична сума балів за всі відповіді на запитання екзаменаційного білету. Таким чином, згідно з рейтинговою системою оцінювання, за результатами іспиту вступник може набрати від 0 до 100 балів.

З метою обчислення конкурсного балу вступника результат іспиту зі спеціальності перераховується з шкали від 0 до 100 балів до шкали, визначеної Порядком прийому на навчання для здобуття вищої освіти (100…200 балів) згідно з Таблицею відповідності:

Таблиця відповідності оцінок РСО (60…100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100…200 балів)

шкала РСО	шкала 100…200		шкала РСО	шкала 100…200		шкала РСО	шкала 100…200		шкала РСО	шкала 100…200
60	100		70	140		80	160		90	180
61	105		71	142		81	162		91	182
62	110		72	144		82	164		92	184
63	115		73	146		83	166		93	186
64	120		74	148		84	168		94	188
65	125		75	150		85	170		95	190
66	128		76	152		86	172		96	192
67	131		77	154		87	174		97	194
68	134		78	156		88	176		98	196
69	137		79	158		89	178		99	198
									100	200

Вступники, результати іспиту яких за шкалою РСО складають від 0 до 59 балів, отримують оцінку "незадовільно" і не допускаються до участі в наступних вступних випробуваннях (за наявності) і в конкурсному відборі.

1.5. Приклад тестового екзаменаційного білету

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Освітній ступінь *доктор філософії*
Спеціальність *F4 Системний аналіз та наука про дані*

Іспит *Вступний іспит зв спеціальності*

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № ____

1. Питання 1
2. Питання 2
3. Питання 3 (тест)

Затверджено на засіданні НМКУ
Протокол №____ від «___» березня 2025 р.
Гарант освітньої програми _____ Наталія ПАНКРАТОВА

2. ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

1. Особи, які без поважних причин не з'явилися на вступні іспити у визначений розкладом час, особи, знання яких було оцінено балами нижче встановленого рівня, до участі в наступних вступних іспитах і в конкурсному відборі не допускаються.

2. Перескладання вступних випробувань не допускається.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Література до 1-го розділу

1. Панкратова Н.Д. Системний аналіз. Теорія та застосування. Підручник. Наук. Думка. -К. – 2018. - 348 с.
2. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. Підручник. Київ, BHV. -2007.–544 с.
3. Zgurovsky M.Z. N.D. Pankratova System analysis: Theory and Applications. // Springer. – 2007. – 475 p.
4. Панкратова Н.Д., Малафєєва Л.І. Метод Делфі. Методологія та застосування Навчальний посібник. // Наукова думка. Київ. –2017. –248 с.
5. Панкратова Н.Д., Савченко І.О. Морфологічний аналіз. Проблеми, теорія, застосування. Навчальний посібник. // Наукова думка. –2015. –347 с.

6. Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія, застосування. Навчальний посібник. Київ, НТУУ «КПІ». -2010. 372 с.
7. George Jiri Klir. Trends in General Systems Theory, (ed. 1972,) 462 pp.
8. George Jiri Klir. Architecture of Systems Problem Solving, with D. Elias, Plenum Press, New York, 1985. 354 pp.

Література до 2-го розділу

9. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. Підручник для студентів з грифом Міносвіти України. Вид. 7 -е. Видавничий дім «Слово». Київ, 2007.- 816 с.
10. Зайченко Ю.П. Теорія прийняття рішень. Підручник з грифом Міносвіти України. Вид. «КПІ», 2014. -432 с.
11. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю.П. Дослідження операцій.Збірник задач.- Київ. Вид. дім «Слово», 2007.- 472 с. Навчальний посібник з грифом Міносвіти України.

Література до 3-го розділу

12. Rolf Iserman Digital Control systems. Springer-Verlag. Berlin. Heiderlberg. New York.-, 1981. – 541 с.
13. Романенко В.Д. Методи автоматизації прогресивних технологій. – К.: Вища школа, 1995. – 519 с.

Література до 4-го розділу

14. James G. An Introduction to Statistical Learning with Applications in R / G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani. – [2nd ed.]. – New York: Springer New York, 2023. – 615 p. – Mode of Access: https://hastie.su.domains/ISLR2/ISLRv2_corrected_June_2023.pdf.download.html
15. Інтелектуальний аналіз даних та машинне навчання. Ч. 1 : Базові методи та засоби аналізу даних / Я. В. Іванчук та ін. / Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2021. - 68 с. (http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2022/Ivanchuk_P1_2021_69.pdf)
16. Олещенко, Л. М. Технології оброблення великих даних. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» (освітня програма «Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем») / Л. М. Олещенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,55 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 227 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42206

Електронні текстові дані (1 файл: 5,55 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 227 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42206
17. Gelman A. Bayesian Data Analysis / A. Gelman, J. B. Carlin, H. S. Stern, D. B. Dunson, A. Vehtari, D. B. Rubin. — [3rd ed.]. — Chapman and Hall/CRC, 2021. — 675 p. — Mode of Access: http://www.stat.columbia.edu/~gelman/book/BDA3.pdf
18. Майборода Р.Є Комп'ютерна статистика. Професійний старт. Навчальний посібник. Київський університет», 2020. – 482 с. http://probability.univ.kiev.ua/userfiles/mre/compsta1.pdf
19. Gelman A. Regression and Other Stories / A. Gelman, J. Hill, A. Vehtari. — Cambridge University Press, 2020. — 546 p. — Mode of Access: https://users.aalto.fi/~ave/ROS.pdf
20. Zomaya, A. Y., & Sakr, S. (2017). Handbook of Big Data Technologies (1st ed. 2017.). Cham: Springer International Publishing. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-49340-4
21. Ethics of AI. Online course. Mode of Access: https://ethics-of-ai.mooc.fi

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

д.т.н., проф., член-кор. НАНУ,
професор кафедри ММСА НН ІПСА _____ Наталія ПАНКРАТОВА

д.т.н., проф., професор кафедри
ММСА НН ІПСА _____ Віктор РОМАНЕНКО

д.т.н., проф., професор кафедри
ММСА НН ІПСА _____ Юрій ЗАЙЧЕНКО

к.ф.-м.н, доцент кафедри ШІ ННСА _____ Іван ПИШНОГРАЄВ