

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ ІНВЕРСИТЕТ  
імені ІВАНА ПУЛЮЯ

**ЗАТВЕРДЖЕНО**



Голова приймальної комісії

Микола МИТНИК

«06» 2026 р

**ПРОГРАМА**

вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії

Галузь знань: F Інформаційні технології

Спеціальність: F4 Системний аналіз та наука про дані

Освітньо-наукова програма: Штучний інтелект і технології аналізу даних

**ТЕРНОПІЛЬ – 2026**

## **ЗМІСТ**

I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

II. ЗМІСТ ПРОГРАМИ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ

III. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ

IV. ОСКАРЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ

## **I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

Програма вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії складена відповідно до Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р № 261, Положення про підготовку здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук в аспірантурі та докторантурі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя [https://phd.tntu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/10/865503\\_pologhennya\\_doktor\\_filosofiyi\\_092025.pdf](https://phd.tntu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/10/865503_pologhennya_doktor_filosofiyi_092025.pdf) та Правил прийому на навчання до Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя в 2026 році <https://tntu.edu.ua/storage/pages/00000314/tntu-pp2026.pdf>.

Вступні випробування для прийому на навчання для здобуття ступеня доктора філософії проводяться як:

- зовнішнє оцінювання у формі єдиного вступного іспиту (ЄВІ), єдиного вступного випробування з методології наукових досліджень (ЄВВ) (див. Український центр оцінювання якості освіти: <https://testportal.gov.ua/vstupni-do-aspirantury-2/>);
- оцінювання в Університеті у формі іспиту з спеціальності.

## **II. ЗМІСТ ПРОГРАМИ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ**

Метою складання вступного іспиту зі спеціальності є перевірка й оцінювання знань вступників із основ системного аналізу, дослідження операцій та методів оптимізації, баз даних і сховищ даних, інтелектуального аналізу даних та науки про дані.

Програму вступного іспиту складено в обсязі програм попередніх рівнів вищої освіти зі спеціальності F4 Системний аналіз та наука про дані, що відображає кваліфікаційні вимоги до теоретичних знань та практичних навичок вступників до аспірантури, а також свідчить про їх компетентну здатність застосовувати набуті вміння при проведенні наукових досліджень. Основу програми склали ключові положення таких дисциплін як: системний аналіз, дослідження операцій та методи оптимізації, організація баз даних, сховища даних, наука про дані, інтелектуальний аналіз даних.

На основі яких складається перелік питань вступного іспиту й формуються екзаменаційні білети.

# **1. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ**

## **Зміст**

Теоретико-методологічні основи системного аналізу; система як об'єкт дослідження; цілі, закони та результативність функціонування систем; управління системами та функціональні елементи управління; стан, динаміка та випадкові процеси в системах; моделювання, методи системного аналізу та прийняття рішень; інтелектуальні методи в системному аналізі та експертні системи

## **Тематика завдань:**

1. Предмет, сутність і призначення системного аналізу.
2. Системність і системний підхід.
3. Основні принципи системного підходу.
4. Поняття системи та її основні ознаки.
5. Елементи, структура та взаємозв'язки системи.
6. Мета системи, генеральна мета та цілеспрямованість.
7. Закони й аксіоми функціонування систем.
8. Дія, реакція, результат дії та результативність системи.
9. Функціональні елементи системи управління.
10. Рецептори, аналізатори, аферентні шляхи, стимулятори й регулятори.
11. Пороги чутливості та рівні сигналів у системі.
12. Принципи оптимуму, мінімуму та максимуму у функціонуванні систем.
13. Стан системи, ймовірність стану та дискретні стохастичні системи.
14. Випадкові, стаціонарні, гаусівські та марковські процеси.
15. Типи систем: стаціонарні, динамічні, активні, відкриті та закриті.
16. Ентропія, генерація та дегенерація систем.
17. Декомпозиція, ієрархія та рівні деталізації системи.
18. Моделювання систем і модель «чорної скриньки».
19. Методи системного аналізу.
20. Критерії ефективності, цільова функція, оптимізація та вибір рішень.
21. Системне середовище та системний підхід у менеджменті.
22. Експертні системи: поняття, структура, експерт, диспетчер, застосування.
23. Бази знань і моделі представлення знань.
24. Логічне виведення, предикати, дедукція, резолюції та доведення теорем.
25. Штучний інтелект та інтелектуальні системи.

## **Рекомендована література:**

1. Панкратова Н. Д. Системний аналіз. Теорія та застосування : підручник. Київ : Наукова думка, 2018. 347 с.
2. Прокопенко Т. О. Теорія систем і системний аналіз : навчальний посібник. Черкаси : ЧДТУ, 2019. 139 с.

3. Мазурок Т. Л., Яновський А. О. Системний аналіз : навчальний посібник. Одеса : ПНПУ імені К. Д. Ушинського, 2022. 250 с.
4. Ковбасюк С. В. Системний аналіз та теорія прийняття рішень : навчальний посібник. Кременчук : КрНУ імені Михайла Остроградського, 2022.
5. Катренко А. В., Пасічник В. В. Прийняття рішень: теорія та практика : підручник. Львів : Новий Світ-2000, 2020. 447 с.
6. Литвин В. В., Пасічник В. В., Яцишин Ю. В. Інтелектуальні системи : підручник. Львів : Новий Світ-2000, 2020. 406 с.
7. Kossiakoff A., Seymour S. J., Biemer S. M. Systems Engineering Principles and Practice. 3rd ed. Hoboken : Wiley, 2020.
8. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Hoboken : Pearson, 2020.
9. Poole D. L., Mackworth A. K. Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents. 3rd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2023. 898 p.
10. Ross T. J. Fuzzy Logic with Engineering Applications. 4th ed. Hoboken : Wiley, 2017.

## **2. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ**

### **Зміст**

Теоретичні основи інтелектуального аналізу даних і машинного навчання; підготовка, нормалізація та попередня обробка даних; навчання з учителем і задачі класифікації та регресії; навчання без учителя, кластеризація та зменшення розмірності даних; асоціативний аналіз і пошук закономірностей у даних; ансамблеві методи, нейронні мережі та запобігання перенавчанню моделей; оцінювання якості моделей машинного навчання; інтелектуальна обробка текстових даних.

### **Тематика завдань:**

1. Сутність, мета і завдання інтелектуального аналізу даних.
2. Основні поняття машинного навчання в задачах аналізу даних.
3. Навчання з учителем і навчання без учителя.
4. Попередня обробка даних у задачах машинного навчання.
5. Нормалізація даних і приведення ознак до єдиного масштабу.
6. Зменшення розмірності даних.
7. Метод головних компонент Principal Component Analysis (PCA).
8. Задачі класифікації в інтелектуальному аналізі даних.
9. Метод k-найближчих сусідів K-Nearest Neighbors (KNN).
10. Метод опорних векторів Support Vector Machine (SVM).
11. Поняття гіперплощини в методі опорних векторів.
12. Логістична регресія та функція втрат Log Loss.
13. Задачі регресійного аналізу в машинному навчанні.
14. Метрика Mean Absolute Error (MAE) для оцінювання регресійних моделей.
15. Кластеризація як метод навчання без учителя.

16. Алгоритми кластеризації K-Means і DBSCAN.
17. Пошук аномалій у задачах аналізу даних.
18. Асоціативний аналіз даних.
19. Алгоритм Apriori та пошук асоціативних правил.
20. Ентропія як міра невизначеності інформації.
21. Ансамблеві методи машинного навчання.
22. Метод Bagging для побудови ансамблів моделей.
23. Нейронні мережі в задачах інтелектуального аналізу даних.
24. Метод зворотного поширення помилки в нейронних мережах.
25. Проблема перенавчання моделі overfitting.
26. Регуляризація як засіб боротьби з перенавчанням.
27. Метрики оцінювання якості класифікації.
28. Ассурасу як частка правильно класифікованих прикладів.
29. F1-score як метрика оцінювання моделей за умови дисбалансу класів.
30. ROC-крива та її використання для аналізу якості класифікаційної моделі.
31. Обробка текстових даних у задачах машинного навчання.
32. Метод TF-IDF для подання текстової інформації.

### **Рекомендована література:**

1. Іванчук Я. В., Месюра В. І., Яровий А. А., Манжілевський О. Д. Інтелектуальний аналіз даних та машинне навчання. Частина 1. Базові методи та засоби аналізу даних : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. 69 с.
2. Гороховатський В. О., Творошенко І. С. Методи інтелектуального аналізу та оброблення даних : навчальний посібник. Харків : ХНУРЕ, 2021. 92 с.
3. Литвин В. В., Пасічник В. В., Нікольський Ю. В. Аналіз даних та знань : навчальний посібник. Львів : Магнолія, 2021. 276 с.
4. Han J., Pei J., Tong H. Data Mining: Concepts and Techniques. 4th ed. Cambridge, MA : Morgan Kaufmann, 2022. 752 p.
5. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R., Taylor J. An Introduction to Statistical Learning: with Applications in Python. Cham : Springer, 2023.
6. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 3rd ed. Sebastopol : O'Reilly Media, 2022.
7. VanderPlas J. Python Data Science Handbook. 2nd ed. Sebastopol : O'Reilly Media, 2023. 588 p.
8. Raschka S., Liu Y., Mirjalili V. Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn. Birmingham : Packt Publishing, 2022. 774 p.
9. Shmueli G., Bruce P. C., Gedeck P., Patel N. R. Data Mining for Business Analytics: Concepts, Techniques, and Applications in Python. Hoboken : Wiley, 2019.
10. Murphy K. P. Probabilistic Machine Learning: An Introduction. Cambridge, MA : MIT Press, 2022. 864 p.

### 3. НАУКА ПРО ДАНІ

#### Зміст

Теоретичні основи науки про дані; життєвий цикл Data Science-проєкту; джерела, типи, формати та сховища даних; інструментальні засоби Python для аналізу даних; статистичні основи аналізу даних; попередня обробка, очищення, нормалізація та трансформація даних; розвідувальний аналіз даних і візуалізація; моделі машинного навчання для задач класифікації, регресії, кластеризації, зменшення розмірності та виявлення аномалій; обробка природної мови; аналіз і прогнозування часових рядів; рекомендаційні системи; оцінювання якості моделей, оптимізація гіперпараметрів і запобігання перенавчанню; інтерпретація моделей, етика, захист персональних даних і відповідальне використання штучного інтелекту; розгортання, моніторинг і супровід моделей машинного навчання.

#### Тематика завдань

1. Сутність, мета і завдання науки про дані.
2. Наука про дані як міждисциплінарна галузь, що поєднує статистику, комп'ютерні науки та предметні знання.
3. Основні етапи типового Data Science-проєкту.
4. Формулювання задачі, збір даних, підготовка даних, моделювання, оцінювання якості та впровадження моделі.
5. Інструментальні середовища та засоби роботи з даними: Jupyter Notebook, Python, Pandas, NumPy, scikit-learn.
6. Типи даних у задачах Data Science: структуровані, неструктуровані та напівструктуровані дані.
7. Формати зберігання та передавання даних: CSV, JSON, XML, табличні та вкладені структури.
8. Реляційні бази даних, SQL-запити та основні операції роботи з даними.
9. NoSQL-сховища, документно-орієнтовані бази даних і графові бази даних.
10. Джерела даних, API, HTTP-запити, веб-скрейпінг і правила доступу до веб-ресурсів.
11. Метадані, якість даних, достовірність джерел, автентичність цифрових даних і хешування.
12. Резервне копіювання, логування, кешування та забезпечення надійності роботи з даними.
13. Описова статистика в аналізі даних: середнє значення, мода, медіана, дисперсія та стандартне відхилення.
14. Ймовірнісні поняття в Data Science: умовна ймовірність, нормальний, біноміальний і Пуассонівський розподіли.
15. Кореляційний аналіз: коефіцієнти Пірсона і Спірмена, аналіз лінійних і монотонних залежностей.
16. Попередня обробка даних: очищення, видалення дублікатів, обробка пропущених значень та імпутація.

17. Виявлення викидів у даних, міжквартильний розмах і використання boxplot для аналізу аномальних значень.
18. Кодування категоріальних ознак: Label Encoding, One-Hot Encoding та перетворення категорій у числові ознаки.
19. Масштабування та нормалізація ознак: StandardScaler, MinMaxScaler і приведення ознак до єдиного діапазону.
20. Трансформація ознак, логарифмічне перетворення та зменшення асиметрії розподілу.
21. Розвідувальний аналіз даних EDA та аналіз статистичних характеристик набору даних.
22. Візуалізація даних у Data Science: гістограма, діаграма розсіювання, boxplot, heatmap, pairplot, lineplot.
23. Побудова статичних та інтерактивних візуалізацій засобами matplotlib, seaborn, plotly, Dash і Streamlit.
24. Навчання з учителем і навчання без учителя в машинному навчанні.
25. Регресійні моделі: лінійна регресія, поліноміальна регресія, коефіцієнти регресії та графік залишків.
26. Метрики оцінювання регресійних моделей: MAE, MSE, RMSE,  $R^2$ , MAPE.
27. Класифікаційні моделі: Logistic Regression, KNN, Decision Tree, Naive Bayes, Random Forest, SVM.
28. Бінарна та мультикласова класифікація, підхід One-vs-Rest і прогнозування категоріального результату.
29. Метрики оцінювання класифікації: Accuracy, Precision, Recall, F1-score, Confusion Matrix, ROC-крива та AUC.
30. Дисбаланс класів і вибір метрик якості класифікаційних моделей.
31. Перенавчання і недонавчання моделей: overfitting, underfitting, регуляризація, dropout, early stopping.
32. Оцінювання узагальнювальної здатності моделей: train/test split, K-Fold Cross-validation, Stratified CV, TimeSeriesSplit.
33. Оптимізація гіперпараметрів моделей: GridSearchCV, RandomizedSearchCV і Bayesian Optimization.
34. Ансамблеві методи машинного навчання, bagging і Random Forest.
35. Нейронні мережі, зворотне поширення помилки та використання нейромережових моделей у Data Science.
36. Кластеризація даних: K-Means, DBSCAN, Agglomerative Clustering і Silhouette Score.
37. Зменшення розмірності даних: PCA, t-SNE, Autoencoder, власні значення та проблема високої розмірності.
38. Виявлення аномалій у даних, зокрема за допомогою моделей типу Isolation Forest.
39. Обробка природної мови NLP: токенизація, видалення стоп-слів, лематизація та аналіз тональності тексту.
40. Методи представлення тексту: Bag of Words, TF-IDF, векторизація текстових документів.

41. Бібліотеки та моделі для NLP: NLTK, spaCy, великі мовні моделі та Transformer-підходи.
42. Часові ряди: тренд, сезонність, випадкова складова, автокореляція та стаціонарність.
43. Методи аналізу й прогнозування часових рядів: MA, EMA, STL, ARIMA, SARIMA, LSTM.
44. Рекомендаційні системи: колаборативна фільтрація, контентний підхід, гібридні системи та холодний старт.
45. Методи й метрики рекомендаційних систем: SVD, Precision@k, NDCG, Serendipity, sequence-based models.
46. Документування наборів даних і моделей: Datasheet for Datasets, Model Card, опис мети, обмежень і ризиків.
47. Інтерпретованість моделей машинного навчання: black-box моделі, SHAP, LIME, Feature Importance, Partial Dependence Plot.
48. Етичні аспекти науки про дані: упередженість, справедливість, explainability, algorithmic accountability.
49. Захист персональних даних, GDPR і право користувача на видалення даних.
50. Побудова ML-пайплайнів, збереження моделей, експорт у формати .pkl та ONNX.
51. Відстеження експериментів, логування параметрів і метрик за допомогою MLflow.
52. Розгортання моделей, інтеграція у веб-сервіси, моніторинг якості та ревізія моделей при зміні даних.

### **Рекомендована література:**

1. Іванчук Я. В., Месюра В. І., Яровий А. А., Манжілевський О. Д. Інтелектуальний аналіз даних та машинне навчання. Частина 1. Базові методи та засоби аналізу даних : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. 69 с.
2. Гороховатський В. О., Творошенко І. С. Методи інтелектуального аналізу та оброблення даних : навчальний посібник. Харків : ХНУРЕ, 2021. 92 с.
3. Han J., Pei J., Tong H. Data Mining: Concepts and Techniques. 4th ed. Cambridge, MA : Morgan Kaufmann, 2022. 752 p.
4. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R., Taylor J. An Introduction to Statistical Learning: with Applications in Python. Cham : Springer, 2023.
5. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 3rd ed. Sebastopol : O'Reilly Media, 2022.
6. VanderPlas J. Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data. 2nd ed. Sebastopol : O'Reilly Media, 2023. 588 p.
7. Hyndman R. J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. 3rd ed. Australia : OTexts, 2021.
8. Ricci F., Rokach L., Shapira B., eds. Recommender Systems Handbook. 3rd ed. New York : Springer, 2022.
9. Molnar C. Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable. 2nd ed. 2022.

## **4. ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ**

### **Зміст**

Теоретичні основи дослідження операцій; операція як об'єкт математичного моделювання; етапи дослідження операцій; побудова математичних моделей оптимізації; критерії ефективності, цільова функція, змінні рішення та система обмежень; прийняття управлінських рішень в умовах визначеності, невизначеності, ризику та конфлікту; багатокритеріальна оптимізація, Парето-оптимальність і методи згортання критеріїв; лінійне програмування, графічний метод, симплекс-метод, двоїстість і двоїстий симплекс-метод; цілочислове та дискретне програмування; транспортні задачі та методи побудови опорних і оптимальних планів перевезень; задачі на графах, найкоротші шляхи, мінімальні кістякові дерева та максимальні потоки; теорія ігор, матричні, біматричні, позиційні, стохастичні та диференціальні ігри; нелінійне програмування, умовний екстремум, метод множників Лагранжа, градієнтні методи та сепарабельне програмування; динамічне програмування, принцип оптимальності Беллмана і багатокрокові процеси прийняття рішень.

### **Тематика завдань**

1. Сутність, предмет, мета та завдання дослідження операцій.
2. Операція як об'єкт дослідження: оперувальна сторона, стратегія, стан операції та прийняття рішень.
3. Основні етапи дослідження операцій: постановка задачі, побудова моделі, розв'язання, валідація та впровадження результатів.
4. Математична модель операції: змінні рішення, цільова функція, критерії ефективності та система обмежень.
5. Класифікація задач дослідження операцій за змістовною постановкою та типом математичної моделі.
6. Прийняття рішень в умовах визначеності, невизначеності, ризику та конфлікту.
7. Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності: Вальда, Лапласа, Севіджа, Гурвіца та максимаксний критерій.
8. Стохастичні задачі дослідження операцій і способи врахування випадкових факторів.
9. Багатокритеріальні задачі дослідження операцій.
10. Парето-оптимальність, метод головного критерію та методи згортання критеріїв.
11. Лінійне програмування як базовий клас оптимізаційних задач.
12. Загальна, стандартна та канонічна форми задачі лінійного програмування.

13. Графічний метод розв'язування задач лінійного програмування з двома змінними.

14. Симплекс-метод: ідея методу, початковий базисний розв'язок, симплекс-таблиця та критерій оптимальності.

15. Особливі випадки в задачах лінійного програмування: виродження, зациклення, необмеженість і відсутність допустимих розв'язків.

16. Двохетапний симплекс-метод і метод штучного базису.

17. Двоїсті задачі лінійного програмування та правила їх побудови.

18. Теореми двоїстості та економічна інтерпретація двоїстих оцінок.

19. Двоїстий симплекс-метод і метод послідовного поліпшення оцінок.

20. Дробово-лінійне програмування та його особливості.

21. Цілочислове, дискретне та комбінаторне програмування.

22. Методи розв'язування задач цілочислового програмування: метод Гоморі, метод гілок та меж, адитивний метод Балаша.

23. Транспортна задача: постановка, відкриті та закриті моделі, збалансованість запасів і потреб.

24. Методи побудови початкового опорного плану транспортної задачі: північно-західного кута, мінімального елемента, Фогеля.

25. Метод потенціалів для оптимізації транспортної задачі.

26. Вироджені та неvirоджені транспортні задачі.

27. Задачі на графах у дослідженні операцій.

28. Алгоритми пошуку найкоротших шляхів: Дейкстри та Флойда–Воршелла.

29. Мінімальне кістякове дерево графа та алгоритми Прима і Крускала.

30. Максимальний потік у мережі, мінімальний розріз і метод Форда–Фалкерсона.

31. Теорія ігор як інструмент аналізу конфліктних ситуацій.

32. Матричні антагоністичні ігри: платіжна матриця, чисті та змішані стратегії, ціна гри, сідлова точка.

33. Методи розв'язування матричних ігор: графічний метод і зведення до задач лінійного програмування.

34. Біматричні ігри, ігри з ненульовою сумою та рівновага Неша.

35. Позиційні ігри, дерево гри та метод зворотної індукції.

36. Нелінійне програмування: умовний і безумовний екстремум, опуклість, градієнтні методи та метод множників Лагранжа.

37. Сепарабельне програмування та методи апроксимації нелінійних задач.

38. Динамічне програмування: багатокрокові процеси, принцип оптимальності Беллмана і задачі розподілу ресурсів.

### **Рекомендована література:**

1. Катренко А. В. Дослідження операцій : підручник. 3-тє вид., стер. Львів : Магнолія-2006, 2024. 350 с.

2. Кічмаренко О. Д. Дослідження операцій : навчальний посібник. Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2024.

3. Меньшикова О. В., Чмир О. Ю., Карабин О. О. Дослідження операцій : навчальний посібник. Львів : ЛДУ БЖД, 2019. 196 с.
4. Мартинюк Г. В., Марченко Н. Б., Щербак Л. М. Методи оптимізації та дослідження операцій : курс лекцій. Київ : МДУ, 2024. 48 с.
5. Дослідження операцій в економіці : підручник / за ред. О. І. Черняка. Миколаїв : МНАУ, 2020. 397 с.
6. Семенко О. Г. Оптимізаційні методи та моделі : навчально-методичний посібник. Переяслав : ПХДПУ, 2020. 300 с.
7. Мартинюк Г. В., Марченко Н. Б., Щербак Л. М. Методи оптимізації та дослідження операцій : курс лекцій. Київ : МДУ, 2024. 48 с.
8. Лавров Є. А., Перхун Л. П., Шендрик В. В. та ін. Математичні методи дослідження операцій : підручник. Суми : Сумський державний університет, 2017. 212 с.
9. Hillier F. S., Lieberman G. J. Introduction to Operations Research. 11th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2021. 994 p.
10. Rardin R. L. Optimization in Operations Research. 2nd ed. Pearson, 2018. 1184 p.
11. Winston W. L. Operations Research: Applications and Algorithms. 4th ed. Boston : Cengage Learning, 2022. 1440 p.
12. Maschler M., Solan E., Zamir S. Game Theory. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2020. 1025 p.

## **5. БАЗИ ДАНИХ ТА СХОВИЩА ДАНИХ**

### **Зміст**

Основні поняття баз даних і систем керування базами даних; вимоги до баз даних, СКБД і систем баз даних; адміністрування баз даних; архітектура систем баз даних відповідно до стандарту ANSI/SPARC; зовнішній, концептуальний і внутрішній рівні подання даних; предметна область, концептуальна модель і концептуальна схема; моделі даних, їх структура, операції та обмеження цілісності; ієрархічна, мережна та реляційна моделі даних; реляційні відношення, атрибути, домени, кортежі, ключі та схеми відношень; реляційна алгебра і теоретико-множинні операції; мова SQL для створення, модифікації, вибірки, оновлення та видалення даних; життєвий цикл системи баз даних; етапи проєктування баз даних; аналіз предметної області, концептуальне, логічне та фізичне проєктування; ER-моделювання, сутності, атрибути, зв'язки, супертипи, підтипи та перехідні сутності; нормалізація моделей даних; розподілені бази даних і розподілені СКБД; архітектура, фрагментація, реплікація та прозорість доступу до даних; транзакції, паралельний доступ, блокування, ізолюваність, атомарність, несуперечність і довговічність транзакцій.

## Тематика завдань

1. Поняття бази даних, системи керування базами даних і системи баз даних.
2. Основні властивості баз даних: структурованість, взаємопов'язаність, мінімальна надлишковість, цілісність і незалежність даних.
3. Вимоги до баз даних і систем керування базами даних.
4. Переваги баз даних порівняно з файловими системами.
5. Функції адміністратора баз даних і завдання адміністрування.
6. Архітектура систем баз даних за стандартом ANSI/SPARC.
7. Зовнішній, концептуальний і внутрішній рівні подання даних.
8. Логічна та фізична незалежність даних.
9. Предметна область, концептуальна модель і концептуальна схема.
10. Відображення між зовнішнім, концептуальним і внутрішнім рівнями бази даних.
11. Поняття моделі даних: структура даних, операції над даними та обмеження цілісності.
12. Сильнотипізовані та слаботипізовані моделі даних.
13. Ієрархічна модель даних: сегменти, кореневий сегмент, листок, близнюки та рівні ієрархії.
14. Операції пошуку й маніпулювання даними в ієрархічній структурі.
15. Переваги та недоліки ієрархічної моделі даних.
16. Мережна модель даних: типи записів, набори, екземпляри записів і складні зв'язки.
17. Петлі, цикли та особливості структури мережної моделі даних.
18. Порівняння ієрархічної та мережної моделей даних.
19. Реляційна модель даних і реляційне відношення як таблиця.
20. Формальні й неформальні терміни реляційної моделі: відношення, таблиця, кортеж, рядок, атрибут, стовпець, домен.
21. Схема реляційного відношення, реляційна схема бази даних, кардинальність і степінь відношення.
22. Ключі реляційних відношень: суперключ, мінімальний ключ, первинний ключ і зовнішній ключ.
23. Сумісність реляційних відношень і властивості реляційних операцій.
24. Реляційна алгебра: об'єднання, перетин, різниця, декартовий добуток, селекція, проекція, з'єднання та ділення.
25. Властивості операцій реляційної алгебри: комутативність, асоціативність і дистрибутивність.
26. Еквів'єднання, теоретико-множинні оператори та спеціальні реляційні операції.
27. Основи мови SQL і декларативний характер SQL-запитів.
28. Оператори SQL для створення, зміни та видалення баз даних і таблиць.
29. Оператори SQL для роботи з даними: SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE.
30. Сортування, унікальні значення, логічні умови, пріоритет AND/OR, агрегатні функції та індекси в SQL.
31. Типи даних, первинні ключі, NULL-значення та обмеження в SQL.

32. Оператори об'єднання та з'єднання таблиць у SQL: UNION, INTERSECT, MINUS, INNER JOIN, RIGHT JOIN, FULL JOIN.
33. Життєвий цикл системи баз даних.
34. Етапи проєктування баз даних: визначення стратегії, аналіз предметної області, концептуальне, логічне та фізичне проєктування.
35. ER-моделювання: сутності, атрибути, зв'язки, обов'язковість і факультативність участі у зв'язку.
36. Рекурсивні, похідні та надлишкові зв'язки, супертипи, підтипи й перехідні сутності.
37. Нормалізація даних і нормальні форми моделей сутностей.
38. Розподілені бази даних, розподілені СКБД і розподілені системи баз даних.
39. Архітектура розподілених баз даних: клієнт-сервер, однорангова мережа, незалежні та взаємодіючі сервери.
40. Фрагментація даних у розподілених базах: горизонтальна, вертикальна та змішана фрагментація.
41. Реплікація даних: сервер-видавець, сервер-дистриб'ютор, сервер-передплатник, реплікація моментальних знімків і транзакцій.
42. Топології реплікації: «один-до-одного», «один-до-багатьох», «багато-до-одного» та «багато-до-багатьох».
43. Транзакції в базах даних і вимоги ACID.
44. Керування паралельним доступом, рівні блокування транзакцій і проблеми конкурентного виконання.
45. Відновлення транзакцій, атомарність, несуперечність, ізолюваність і довговічність результатів транзакцій.

### **Рекомендована література:**

1. 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.
2. Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Системи баз даних та знань. Книга 2. Системи управління базами даних та знань: навч. посібник. Львів : «Магнолія-2006», 2021. 584 с.
3. Доценко С. І. Організація та системи керування базами даних : навчальний посібник. Харків : УкрДУЗТ, 2023. 117 с.
4. Трофименко О. Г., Прокоп Ю. В., Логінова Н. І., Копитчук І. М. Організація баз даних : навчальний посібник. 2-ге вид., виправ. і доповн. Одеса : Фенікс, 2019. 246 с.
5. Харів Н. О. Бази даних та інформаційні системи : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2018. 127 с.
6. Добролюбова М. В. Програмування баз даних : конспект лекцій. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 275 с.
7. Гайдаржи В., Ізварін І. Бази даних в інформаційних системах : навчальний посібник. Тернопіль : Навчальна книга, 2018. 418 с.
8. Ярцев В. П. Розподілені бази даних : навчальний посібник. Київ : ДУТ, 2018. 97 с.

9. Silberschatz A., Korth H. F., Sudarshan S. Database System Concepts. 7th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2019. 1376 p.

10. Beaulieu A. Learning SQL: Generate, Manipulate, and Retrieve Data. 3rd ed. Sebastopol : O'Reilly Media, 2020. 380 p.

11. Perkins L., Redmond E., Wilson J. Seven Databases in Seven Weeks: A Guide to Modern Databases and the NoSQL Movement. 2nd ed. Raleigh : Pragmatic Bookshelf, 2018. 360 p.

## **6. НАУКОВЕ МИСЛЕННЯ ТА ДОСЛІДНИЦЬКА СПРОМОЖНІСТЬ**

### **Зміст**

Основи науки та наукового знання; мета, завдання, об'єкт, предмет, проблема, актуальність і новизна наукового дослідження; гіпотеза, теорія та методика дослідження; загальнонаукові й емпіричні методи пізнання; валідність, надійність, репрезентативність та інтерпретація результатів; структура наукової роботи й наукової статті; наукова публікація, посилання на джерела та рецензування; академічна доброчесність, плагіат і відкрита наука; критичне мислення, ознаки псевдонауки та етичне використання штучного інтелекту в наукових дослідженнях; логічні й математичні завдання, числові закономірності, комбінаторні міркування, задачі на час, швидкість, послідовності, відсотки, факторіал, позиції, підрахунок варіантів і перевірку уважності.

### **Тематика завдань**

1. Сутність науки, наукового знання та основні властивості наукового пізнання.
2. Мета, завдання, об'єкт, предмет, проблема, актуальність, гіпотеза та наукова новизна дослідження.
3. Наукова теорія, закон, концепція, методика дослідження та інтерпретація наукових результатів.
4. Загальнонаукові методи пізнання: аналіз, синтез, індукція, дедукція, абстрагування, формалізація, аналогія та моделювання.
5. Емпіричні методи дослідження: спостереження, експеримент, вибірка, валідність, надійність і репрезентативність результатів.
6. Структура наукової роботи та наукової статті: постановка проблеми, аналіз досліджень, основний матеріал, анотація, висновки, посилання та рецензування.
7. Академічна доброчесність, плагіат, коректне цитування, відкрита наука, псевдонаукові твердження та критичне мислення.
8. Використання штучного інтелекту в наукових дослідженнях: можливості, обмеження, перевірка результатів та етичні вимоги.
9. Логічні й математичні задачі на числові закономірності, послідовності, факторіал, підрахунок цифр, комбінаторні міркування та вибір правильної відповіді.

10. Прикладні логічні задачі на час, вік, швидкість, пропорції, позиції у змаганнях, уважність до формулювання умови та нестандартне мислення.

### **ІІІ. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ**

Форма проведення іспиту зі спеціальності – письмова у вигляді тестових завдань.

Структура тестових завдань передбачає 6 тематичних блоків із вибором однієї правильної відповіді у кожному тестовому завданні (30 тестових завдань). Кожне тестове завдання оцінюється в один бал. Час на виконання - 120 хвилин.

За результатами вступного іспиту вступник отримує від 0 до 30 тестових балів, котрі переводяться в рейтингову оцінку від 100 до 200 балів відповідно до таблиці:

| <b>Кількість тестових балів</b> | <b>Рейтингова оцінка</b> | <b>Кількість тестових балів</b> | <b>Рейтингова оцінка</b> |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 0-9                             | <b>не склав</b>          | 20                              | <b>150</b>               |
| 10                              | <b>100</b>               | 21                              | <b>155</b>               |
| 11                              | <b>105</b>               | 22                              | <b>160</b>               |
| 12                              | <b>110</b>               | 23                              | <b>165</b>               |
| 13                              | <b>115</b>               | 24                              | <b>170</b>               |
| 14                              | <b>120</b>               | 25                              | <b>175</b>               |
| 15                              | <b>125</b>               | 26                              | <b>180</b>               |
| 16                              | <b>130</b>               | 27                              | <b>185</b>               |
| 17                              | <b>135</b>               | 28                              | <b>190</b>               |
| 18                              | <b>140</b>               | 29                              | <b>195</b>               |
| 19                              | <b>145</b>               | 30                              | <b>200</b>               |

### **ІV. ОСКАРЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ**

Вступник має право на подання апеляції на результат вступного іспиту зі спеціальності, яка розглядається апеляційною комісією, склад та порядок роботи якої затверджуються наказом ректора. Апеляції подаються вступником особисто в письмовій формі не пізніше наступного дня після оголошення результатів вступного іспиту зі спеціальності.