

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



**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Голова приймальної комісії

Микола МИТНИК

«06»

06

2026 р

**ПРОГРАМА**

вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії

Галузь знань F Інформаційні технології

Спеціальність F3 Комп'ютерні науки

Освітньо-наукова програма Комп'ютерні науки

**ТЕРНОПІЛЬ – 2026**

## **ЗМІСТ**

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....                                                  | 2  |
| II. ЗМІСТ ПРОГРАМИ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ F3 «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ».....      | 2  |
| III. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ..... | 23 |
| IV. ОСКАРЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ.....                     | 24 |

## **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 методологічних основ створення комп'ютерних систем та їх математичного забезпечення, засобів інженерії програмного забезпечення, технічних засобів комп'ютерних та інформаційних систем та технологій.

Програму вступного іспиту складено в обсязі програм попередніх рівнів вищої освіти зі спеціальності F3 «Комп'ютерні науки», 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: Базис даних та сховища даних, Теорії алгоритмів, Грід системи та технології розподілених систем та паралельних обчислень, Теорії прийняття рішень, Математичних методів дослідження операцій, Інтелектуального аналізу даних, Об'єктно орієнтованого програмування, Веб програмування, Математичного моделювання, Теорія ймовірностей, імовірнісних процесів і математичної статистики, Сигналів і системи, Комп'ютерних систем, Комп'ютерних мереж та методів машинного навчання, Основи технічної творчості та наукові дослідження.

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

## **НАЗВА ТЕМАТИЧНОГО БЛОКУ (ДИСЦИПЛІНИ):**

### **1. ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ**

1. Основні поняття теорії алгоритмів
2. Класифікація алгоритмів
3. Аналіз складності алгоритмів
4. Обчислювальна складність: P, NP, NP-повні задачі
5. Жадібні алгоритми
6. Динамічне програмування
7. Рекурсія та метод "розділяй і володарюй"
8. Графові алгоритми (DFS, BFS, алгоритм Дейкстри, Беллмана-Форда, Флойда-Воршелла)
9. Сортування та пошук (бульбашкове, швидке, злиттям, двійковий пошук тощо)
10. Алгоритми на рядках (знаходження підрядка, алгоритм Кнута-Морріса-Пратта, Z-функція)
11. Паралельні та розподілені алгоритми
12. Евристичні та генетичні алгоритми
13. Алгоритми на множинах та комбінаторні алгоритми

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Матвієнко М. П. Теорія алгоритмів / М. П. Матвієнко. – Київ : Ліра-К, 2014. – 248 с. – ISBN 978-966-2609-34-9.
2. Сергєєв В. В. Алгоритми та структури даних / В. В. Сергєєв. – Харків : ФОП Петров В. В., 2016. – 312 с. – ISBN 978-966-97860-2-1.
3. Мартинюк О. П. Основи теорії алгоритмів / О. П. Мартинюк. – Львів : Львівська політехніка, 2012. – 198 с. – ISBN 978-617-607-290-4.
4. Лавренюк В. Б., Шатило В. О. Алгоритми та моделі обчислень / В. Б. Лавренюк, В. О. Шатило. – Київ : КНУ ім. Т. Шевченка, 2019. – 276 с. – ISBN 978-966-2370-87-6.
5. Глинський Я. М., Сікора Л. П. Алгоритми і структури даних / Я. М. Глинський, Л. П. Сікора. – Львів : Новий Світ-2000, 2008. – 320 с. – ISBN 978-966-418-093-0.
6. Яковенко В. О. Теорія алгоритмів і математична логіка / В. О. Яковенко. – Київ : Академія, 2013. – 224 с. – ISBN 978-966-580-362-3.
7. Шестопапов О. Є., Блінов О. О. Дискретна математика та теорія алгоритмів / О. Є. Шестопапов, О. О. Блінов. – Харків : ХНУРЕ, 2018. – 292 с. – ISBN 978-966-659-304-2.
8. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L., Stein C. Introduction to Algorithms / T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein. – 3rd ed. – Cambridge : The MIT Press, 2009. – 1312 p. – ISBN 978-0262033848.

9. Sedgewick R., Wayne K. Algorithms / R. Sedgewick, K. Wayne. – 4th ed. – Boston : Addison-Wesley, 2011. – 976 p. – ISBN 978-0321573513.
10. Knuth D. E. The Art of Computer Programming, Volume 1: Fundamental Algorithms / D. E. Knuth. – 3rd ed. – Boston : Addison-Wesley, 1997. – 672 p. – ISBN 978-0201896831.
11. Dasgupta S., Papadimitriou C., Vazirani U. Algorithms / S. Dasgupta, C. Papadimitriou, U. Vazirani. – New York : McGraw-Hill, 2006. – 336 p. – ISBN 978-0073523408.
12. Goodrich M. T., Tamassia R., Goldwasser M. H. Data Structures and Algorithms in Python / M. T. Goodrich, R. Tamassia, M. H. Goldwasser. – Hoboken : Wiley, 2013. – 748 p. – ISBN 978-1118290279.
13. Lafore R. Data Structures & Algorithms in Java / R. Lafore. – 2nd ed. – Indianapolis : Sams Publishing, 2002. – 800 p. – ISBN 978-0672324536.
14. Kleinberg J., Tardos É. Algorithm Design / J. Kleinberg, É. Tardos. – Boston : Pearson, 2005. – 864 p. – ISBN 978-0321295354.
15. Skiena S. The Algorithm Design Manual / S. Skiena. – 3rd ed. – Cham : Springer, 2020. – 730 p. – ISBN 978-3030542559.

## **2. ГРІД СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА ПАРАЛЕЛЬНІ ОБЧИСЛЕННЯ**

1. Введення в хмарні сервіси.
2. Швидкий старт в хмарі з Windows Web Sites.
3. Розробка додатків з Windows Azure Cloud Service.
4. Авторизація і безпека з Windows Azure Active Directory.
5. Збереження і опрацювання даних з Windows Azure Storage і Windows Azure SQL Databases.
6. Бізнес-аналітика та аналіз даних з SQL Reporting і Hadoop.
7. Доступ до сервісів підприємства з Windows Azure Service Bus.
8. Використання Windows Azure Mobile Services.
9. Віртуальні машини в Windows Azure.
10. HPC в Windows Azure.
11. Особливості розподілу задач і передачі даних.
12. Історія виникнення та еволюція Grid-систем.
13. Класифікація Grid-систем. Архітектура Grid: рівні та головні компоненти, протоколи та інтерфейси.
14. Приклади архітектури Grid-систем.
15. Відкрита архітектура Grid-сервісів (OGSA) – сервісно-орієнтований підхід.
16. Прикладні додатки Grid: наука, промисловість, бізнес, освіта.
17. Класифікація сучасних обчислювальних систем.
18. Систематика фліна та її деталізація.

19. Системи з загальною пам'яттю. Загальна характеристика, приклади, проблеми. Системи з розподіленою пам'яттю.
20. Мультикомп'ютери. Суперкомп'ютери. Комп'ютерні кластери, загальна характеристика, приклади, проблеми.
21. Коротка характеристика рейтингу TOP500.
22. Сучасні тенденції розвитку процесорів.
23. Гібридні високопродуктивні обчислювальні системи.
24. Організація міжпроцесорних зв'язків – комунікаційні технології.
25. Характеристики інтерконекту.
26. Побудова кластерів, багатопроцесорних середовищ телекомунікаційних мереж для розподілених інформаційних систем.
27. Паралельні алгоритми, як засіб розв'язання великих задач на високопродуктивних системах.
28. Граф «операції-операнди». Використання багато поточності при програмуванні для багатоядерних платформ.
29. Поняття проміжного середовища (MiddleWare) для Grid.
30. Процес виконання завдання в Grid.
31. Підходи до організації складних сервісів та потоків робіт.
32. Паралельне програмування та Grid.
33. Задачі в Grid та основні операції над ними.
34. Компонування складних задач, потоки задач.
35. Архітектурні рівні обчислювальної хмари.
36. Інфраструктура як сервіс. Платформа як сервіс. Програмне забезпечення як сервіс.
37. Моделі інфраструктури «хмарних» обчислень. Консолідація даних.
38. Хмари гетерогенних ресурсів.
39. «Хмарні» обчислення та Grid-комп'ютинг.
40. Web-служби в хмарі.
41. Хмарні сервіси VMWare та Google.
42. Консолідація, віртуалізація IT-інфраструктури. Віртуалізація застосувань (додатків).
43. Віртуалізація робочих місць.
44. Віртуалізація серверів.
45. Віртуалізація центрів обробки даних.
46. Grid і бази даних. Управління Grid-оточенням.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Alessandro Del Sole. Visual Studio Code Distilled: Evolved Code Editing for Windows, macOS, and Linux. Cremona, Italy : Apress, 2019. 221 p.

2. ASP.NET Core Application Development: Building an application in four sprints (Developer Reference) / James Chambers, David Paquette, Simon Timms. Redmond, Washington : Microsoft Press, 2017. 871 p.
3. Bahadaran Sasan. Intro to Github and Git. 2017. 94 p.
4. Banks Alex, Porcello Eve. Learning React: Functional Web Development with React and Redux. O'Reilly Media, Inc., 2017. 153 p.
5. Blumenthal Stephen. JavaScript: JavaScript For Beginners – Learn JavaScript Programming with ease in HALF THE TIME – Everything about the Language, Coding, Programming and Web Pages You need to know. 2017. 115 p.
6. Brett Nelson. Getting to Know Vue.js: Learn to Build Single Page Applications in Vue from Scratch / Brett Nelson. Eagan, Minnesota, USA : Apress, 2018. 268 p.
7. Building Web Applications with Visual Studio 2017: Using .NET Core and Modern JavaScript Frameworks / Philip Japikse, Kevin Grossnicklaus, Ben Dewey. Apress, 2017. 418 p.
8. Chiaretta Simone. Front-end Development with ASP.NET Core, Angular, and Bootstrap. Indianapolis, Indiana : John Wiley & Sons, Inc., 2018. 281 p.
9. Cesar de la Torre. Containerized Docker Application Lifecycle with Microsoft Platform and Tools. Redmond, Washington : Microsoft Corporation, 2021. 102 p.
10. Cesar de la Torre. Modernize existing .NET applications with Microsoft Azure cloud and Windows Containers. Redmond, Washington : Microsoft Corporation, 2021. 71 p.
11. Chinnathambi Kirupa. Learning React. Pearson Education, Inc., 2017. 230 p.
12. Collier Michael, Shahan Robin. Microsoft Microsoft Azure Essentials – Fundamentals of Microsoft Azure. Second Edition. Microsoft Press, 2016. 546 p.
13. David V. Web App Development Book: Guide to Ember.js. 2016. 101 p.
14. Fernando Doglio. REST API Development with Node.js. Apress, 2018. 331 p.
15. Freeman Adam. Essential Angular for ASP.NET Core MVC. London : Apress, 2017. 307 p.
16. Haviv Amos Q. MEAN Web Development: Master real-time web application development using a mean combination of MongoDB, Express, AngularJS, and Node.js. Packt Publishing Ltd, 2014. 354 p.
17. Jos Rolando Guay Paz. Microsoft Microsoft Azure Cosmos DB Revealed: A Multi-Modal Database Designed for the Cloud. Beach Park, Illinois, USA : Apress, 2018. 266 p.
18. Likness Jeremy, Phillip Cecil. Serverless apps: Architecture, patterns, and Microsoft Azure implementation. Redmond, Washington : Microsoft Corporation, 2020. 60 p.
19. Leonard G. Lobel & Eric D. Boyd. Microsoft Azure SQL Database Step by Step. Redmond, Washington : Microsoft Press, 2014. 48 p.
20. Manish Sharma. Cosmos DB for MongoDB Developers: Migrating to Microsoft Azure Cosmos DB and Using the MongoDB API. Faridabad, Haryana, India: Apress, 218 p.

21. McMahon David. HTML & CSS Crash Course: Learn html and css with easy to follow-step-by-step tutorials. 2015. 71 p.
22. Microsoft Microsoft Azure: Planning, Deploying, and Managing Your Data Center in the Cloud / Marshall Copeland, Julian Soh, Anthony Puca, Mike Manning, and David Gollob. Apress, 2015. 426 p.
23. Nelson Brett. Getting to Know Vue.js. Eagan, Minnesota, USA : Apress, 2018. 268 p.

### **3. ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

1. Основні поняття та задачі прийняття рішень.
2. Системи підтримки прийняття рішень.
3. Методи розв'язування задач багатокритеріальної оптимізації.
4. Бінарні відношення.
5. Метризовані бінарні відношення.
6. Багатокритеріальність та невизначеність у прийнятті рішень.
7. Лінгвістична невизначеність та нечіткість у прийнятті рішень.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Барвінський А.Ф. та ін. Математичне програмування. Дослідження операцій: навчальний посібник / А.Ф. Барвінський, І.Я. Олексів, З.І.Крупка, І.О.Бобик – Львів: Інтелект-Захід, 2008. – 468с.
2. Катренко А.В., Пасічник В.В. Прийняття рішень: теорія і практика :[Підручник] – Львів: «Новий світ - 2000», 2013. – 447 с.
3. Верес О.М. . Технології підтримання прийняття рішень: навч. посіб./ О.М. Верес; за заг. ред. В.В. Пасічника. – 2 – е вид. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 252 с. –(Серія "Консолідована інформація", вип. 3).
4. Катренко А.В., Пасічник В.В., Пасько В.П. Теорія прийняття рішень. – К.: Видавнича група ВНУ, 2009. – 448 с.
5. Катренко А.В. Дослідження операцій. – Львів: «Магнолія Плюс», 2007
6. Моделювання систем прийняття рішень: Конспект лекцій для студентів базового напрямку «Комп'ютерні науки» / Укл.: Кравець Р.Б., Литвин В.В., Кравець Ю.М. – Львів, 2006. – 162с.
7. Приймак В.М. Прийняття управлінських рішень: навчальний посібник. – К.: Атіка, 2008. – 240с.
8. Шиян А.А. Теорія ігор: основи та застосування в економіці та менеджменті. Навчальний посібник. –164 с.
9. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 336 с.
10. Ус, С.А. Методи прийняття рішень: навч. посібник / С.А. Ус. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 212 с.

11. Прийняття рішень в умовах ризику. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Теорія прийняття рішень» студентами напряму підготовки 6.040303 Системний аналіз / С.А. Ус; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2014. – 35 с.
12. Дмитрієнко В. Д. Засоби та алгоритми прийняття рішень / Д 53 В. Д. Дмитрієнко, О. Ю. Заковоротний: лабораторний практикум. – Х. : НТМТ, 2012. – 76 с.

#### **4. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ**

1. Постановка задачі лінійного програмування (ЛП). Графічний метод розв'язування задачі ЛП.
2. Класичний (базовий) симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування: суть, обґрунтування, алгоритм.
3. М-метод розв'язування задач лінійного програмування (симплекс-метод із штучним базисом).
4. Теорія двоїстості у лінійному програмуванні.
5. Транспортна задача лінійного програмування: постановка задачі, види. Методи розв'язування.
6. Задача цілочисельної оптимізації в лінійному програмуванні: суть, методи розв'язування.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Вітлінський В. В., Наконечний С. І., Терещенко Т. О. Математичне програмування. – К.: КНЕУ, 2001.
2. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. – Київ: ЗАТ “ВІПОЛ”, 2000. – 688 с.
3. Кутковецький В.Я. Дослідження операцій: Навчальний посібник. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2003. – 260 с.
4. Самойленко М.І. Курс лекцій з математичного програмування.– Харків: ХДАМГ, 1997. – 103 с.
5. Наконечний С. І., Савіна С. С. Математичне програмування: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2003. – 452 с.
6. Дослідження операцій. Конспект лекцій / Уклад.: О.І. Лисенко, І.В. Алексєєва, – К: НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.

#### **5. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ**

1. Етапи, способи, моделі, методи ІАД. Дані, їх види.
2. Пошуковий аналіз даних (EDA). Статистичні методи обробки числових даних. Види розподілів даних. Коробкові діаграми.
3. Основи машинного навчання. Задача класифікації. Дерево рішень як класифікатор. Критерії розбиття на класи. Перенавчання алгоритму.
4. Метричні методи класифікації. Метрики якості класифікаторів. Ансамблі дерев рішень. Вибір тренувальних та валідаційних даних для навчання.

5. Задача кластеризації. Ітеративні та ієрархічні методи кластеризації.
6. Вимірювання відстаней. Техніки валідації моделі кластеризації.
7. Задача регресії. Однофакторна та множинна регресії. Метрики якості для регресійної моделі. Мультиколінеарність.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Parteek Bhatia. Data Mining and Data Warehousing. Principles and Practical Techniques. Cambridge University Press. 2009.
2. Mohammed J. Zaki, Wagner Meira Jr. Data Mining and Analysis: Fundamental Concepts and Algorithms.
3. Han, Jiawei. Data mining : concepts and techniques / Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei. – 3rd ed. 2012.
4. Інтелектуальний аналіз даних та машинне навчання. Частина 1. Базові методи та засоби аналізу даних / Я. В. Іванчук, В. І. Месюра, А. А. Яровий, О. Д. Манжілевський – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 69 с.

## **6. ОБ'ЄКТНО ОРІЄНТОВАНЕ ПРОГРАМУВАННЯ**

1. Основні поняття ООП: об'єкт, клас, атрибути та методи класу, стан і поведінка об'єкта.
2. Принципи ООП: абстрагування, інкапсуляція, успадкування, поліморфізм.
3. Класи та об'єкти: створення класів, конструктори та деструктори, модифікатори доступу, статичні члени класу.
4. Відношення між класами: асоціація, агрегація, композиція, залежність.
5. Успадкування: одиничне, множинне, ієрархія успадкування, перевизначення методів класу.
6. Поліморфізм: перевантаження методів, перевантаження операторів, динамічний поліморфізм, віртуальні методи.
7. Абстрактні структури даних: абстрактні класи, інтерфейси.
8. Принципи якісного ООП-дизайну: SOLID-принципи, DRY, KISS, принцип розділення відповідальностей.
9. Шаблони проєктування: породжувальні, структурні, поведінкові.
10. Повторне використання та компонентність: бібліотеки класів, модулі, фреймворки, компоненти.
11. Тестування та супровід ООП-систем: модульне тестування, рефакторинг, документування класів та API.
12. Об'єктно-орієнтований аналіз і проєктування (OOAD): аналіз вимог, проєктування архітектури, побудова моделей системи.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Booch G., Maksimchuk R. A., Engle M. W., Young B. J., Conallen J., Houston K. A. Object-Oriented Analysis and Design with Applications. 3rd ed. Boston: Addison-Wesley, 2007. 720 p.

2. Meyer B. Object-Oriented Software Construction. 2nd ed. Upper Saddle River : Prentice Hall PTR, 1997. 1254 p.
3. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software / E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides. Reading, Massachusetts : Addison-Wesley, 1994. 395 p.
4. Fowler M. Refactoring: Improving the Design of Existing Code. 2nd ed. Boston : Addison-Wesley, 2019. 448 p.
5. Martin R. C. Agile Software Development, Principles, Patterns, and Practices. Upper Saddle River : Prentice Hall, 2002. 529 p.
6. Кунгурцев О. Б., Новікова Н. О. Конструювання програмного забезпечення. Об'єктно-орієнтований підхід : навч. посіб. Київ : Кондор, 2024. 232 с. ISBN 978-617-8471-13-2
7. Бублик В. В. Об'єктно-орієнтоване програмування : підручник. Київ : ІТкнига, 2015. 624 с.
8. Albahari J. C# 10 in a Nutshell: The Definitive Reference. 1st ed. O'Reilly Media, 2022. 1060 p. ISBN-10 : 1098121953
9. Craig Larman. Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall PTR, 2004. 736 p. ISBN 978-0-13-148906-6.
10. Об'єктно-орієнтоване програмування : навч. посібник для студентів, що навч. за першим (бакалаврським) рівнем вищ. освіти спец. 124 "Системний аналіз" та 126 "Інформ. системи та технології". Ч. 1. Основні поняття. Класи та об'єкти. Конструктори та перевантаження операцій. Успадкування Віртуальної функції. Поліморфізм / М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка", Каф. інформ. систем та мереж В.Г. Григорович. ; за наук. ред. В.В. Пасічника. – Львів : Магнолія, 2024. – 283 с. : іл.

## **7. БАЗИ ДАНИХ ТА СХОВИЩА ДАНИХ.**

1. Проектування баз даних.
2. Етапи проектування баз даних.
3. Етап концептуального проектування баз даних.
4. Етап логічного проектування баз даних.
5. Етап фізичного проектування баз даних.
6. Теорія реляційних баз даних.
7. Реляційна цілісність даних.
8. Цілісність посилань в реляційних базах даних.
9. Нормалізація реляційних баз даних.
10. Операції реляційної алгебри.
11. Мова SQL.
12. Реалізація операцій вибірки мовою SQL.
13. Складні операції вибірки мовою SQL.
14. Реалізація операцій над множинами мовою SQL.

15. Маніпулювання даними мовою SQL.
16. Операції (запити) означення даних в мові SQL.
17. Основи мови управління даними (DCL).
18. Поняття про нереляційні типи баз даних.
19. Основи інтерфейсів до баз даних. Поняття про ODBC.
20. Поняття структурованих, слабоструктурованих та неструктурованих даних.
21. Особливості проєктування сховищ даних.
22. Поняття гіперкубу. Основні операції над гіперкубом.
23. Поняття OLAP.
24. Властивості сховищ даних.
25. Операція повороту над гіперкубом.
26. Операція деталізації над гіперкубом.
27. Операція консолідації над гіперкубом.
28. Операція зрізу над гіперкубом.
29. Поняття фактів та вимірів у сховищі даних.
30. Види даних у сховищі даних.
31. Поняття про системи підтримки прийняття рішень.
32. Поняття кіоску даних.
33. Поняття сховища даних.
34. Поняття вітрини даних.
35. Поняття OLTP та особливості проєктування баз даних для сховищ даних.
36. Основи розподілених баз даних.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Балик Н. Бази даних MySQL. Навчальний посібник. – Львів: Видавництво "Світ", 2020. – 256 с.
2. Завадський І.О. Основи баз даних. – Київ: Освіта, 2018. – 180 с.
3. Пасічник В.В., Шаховська Н.Б. Організація баз даних та знань: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ, 2021. – 212 с.
4. П'яниченко, О. В. Бази даних. Проектування та реалізація: підручник / О. В. П'яниченко, В. М. Щербина. – Київ : Видавничий дім «Освіта», 2018. – 450 с.
5. Бойко, І. В. Бази даних: теорія та практика: навч. посібник / І. В. Бойко, Т. С. Корнієнко. – Львів : «Магнолія», 2020. – 320 с.
6. Гринь, М. З. Основи баз даних / М. З. Гринь, Л. П. Дем'янчук. – Харків : Фоліо, 2019. – 280 с.
7. Коваленко, О. М. SQL для початківців: практичний курс / О. М. Коваленко. – Київ : «Абетка», 2021. – 200 с.
8. СУБД: сучасні технології: колективна монографія / за ред. В. П. Петрова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 380 с.
9. Silberschatz, A. Database system concepts Системні концепції баз даних / А. Silberschatz, Н. F. Korth, S. Sudarshan. – 7th ed. – New York : McGraw-Hill, 2020. – 1344 р.

10. Kroenke, D. M. Database processing: Fundamentals, design, and implementation Обробка баз даних: основи, проектування та впровадження / D. M. Kroenke, D. J. Auer. – 15th ed. – London : Pearson, 2021. – 768 p.
11. Hellerstein, J. M. Readings in database systems / Матеріали з систем баз даних / J. M. Hellerstein, M. Stonebraker. – 5th ed. – Cambridge : MIT Press, 2020. – 896 p.
12. Пасічник В.В., Шаховська Н.Б. Сховища даних: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ, 2022. – 230 с.
13. Шаховська Н.Б., Пасічник В.В. Сховища та простори даних: Монографія. – Львів: Видавництво ЛНУ, 2021. – 198 с.
14. Сховища даних та вітрини даних: курс лекцій для студентів / КПІ ім. І. Сікорського. – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 150 с.
15. Основи сховищ даних: силлабус / КПІ ім. І. Сікорського. – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 80 с.
16. Посібник зі сховища даних для початківців. Guru99 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.guru99.com/uk/data-warehousing-tutorial.html>
17. Галенко, С. П. Сховища даних: проектування та аналіз [Текст] / С. П. Галенко. – Київ : «Ліра-К», 2019. – 410 с.
18. Лисенко, О. В. Бізнес-аналітика та Big Data [Текст] : навч. посібник / О. В. Лисенко. – Львів : «Новий Світ», 2020. – 350 с.
19. Медведєв, І. П. Data Mining: інтелектуальний аналіз даних [Текст] / І. П. Медведєв. – Одеса : «Астропринт», 2018. – 290 с.
20. Шевченко, Т. О. Аналіз даних у бізнесі [Текст] : практикум / Т. О. Шевченко. – Харків : «Діса», 2021. – 180 с.
21. Ткаченко, В. І. Інформаційні системи підтримки прийняття рішень [Текст] : монографія / В. І. Ткаченко. – Київ : «Наукова думка», 2017. – 420 с.
22. Kimball, R. The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling [Текст] = Інструментарій сховища даних: вичерпний посібник з дименсійного моделювання / R. Kimball, M. Ross. – 3rd ed. – Hoboken : Wiley, 2020. – 600 p.
23. Inmon, W. H. Building the data warehouse / Побудова сховища даних / W. H. Inmon. – 6th ed. – Hoboken : Wiley, 2021. – 480 p.
24. Jukic, N. Database systems: Introduction to databases and data warehouses [Текст] - Системи баз даних: вступ до баз даних та сховищ даних / N. Jukic, S. Vrbsky, S. Nestorov. – New York : Pearson, 2020. – 512 p.

## **8. МАШИННЕ НАВЧАННЯ.**

1. Поняття регресії.
2. Поняття кластеризації.
3. Поняття про основні операції над векторами.
4. Поняття алгоритмів машинного навчання з вчителем.
5. Поняття алгоритмів машинного навчання без вчителя.
6. Поняття про інтелектуальний аналіз даних (Data Mining).
7. Типи знань: поверхневі, глибокі.
8. Поняття векторів. Операції над векторами.

9. Поняття похідної функції та її застосування для задач оптимізації.
10. Поняття про метод градієнтного спуску.
11. Поняття про залежні змінні. Коефіцієнт кореляції.
12. Поняття про міри центральної тенденції.
13. Алгоритми машинного навчання та області їх використання.
14. Поняття про машинне навчання.
15. Поняття «недостатньої навченості» та «перенавченості» алгоритмів машинного навчання.
16. Поняття про алгоритми класифікації.
17. Поняття про алгоритми кластеризації.
18. Алгоритм пошуку асоціацій Apriori.
19. Прогнозування в машинному навчанні.
20. Алгоритми для регресійного аналізу у машинному навчанні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пасічник В.В. Машинне навчання: навчальний посібник. – Львів: ЛНУ, 2023. – 270 с.
2. Основи машинного навчання: навчальний посібник / Сумський державний університет. – Суми: СумДУ, 2024. – 200 с.
3. Машинне навчання: навчальний посібник / Кафедра «Інформаційні системи та мережі» ЛНУ. – Львів: ЛНУ, 2023. – 240 с.
4. Машинне навчання: онлайн-курс / Prometheus [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/machine-learning/>
5. Машинне навчання та штучний інтелект. W3Schools українською [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://w3schoolsua.github.io/ai/index.html#gsc.tab=0>
6. Черниш, О. Ю. Машинне навчання: основи та практика [Текст] / О. Ю. Черниш. – Київ : «Видавництво Львівської політехніки», 2020. – 360 с.
7. Білецький, П. В. Штучний інтелект та нейронні мережі [Текст] : підручник / П. В. Білецький. – Харків : «Форт», 2019. – 400 с.
8. Data Science: від теорії до практики [Текст] : навч. посібник / за ред. І. М. Ковалю. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2021. – 380 с.
9. Савченко, М. К. Глибоке навчання на Python [Текст] / М. К. Савченко. – Київ : «Айріс прес», 2022. – 300 с.
10. Géron, A. Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow [Текст] = Практичне машинне навчання з Scikit-Learn, Keras та TensorFlow / A. Géron. – 3rd ed. – Sebastopol : O'Reilly, 2022. – 856 p.
11. Goodfellow, I. Deep learning / Глибоке навчання / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – 2nd ed. – Cambridge : MIT Press, 2020. – 800 p.
12. Murphy, K. P. Probabilistic machine learning: An introduction / Ймовірнісне машинне навчання: вступ / K. P. Murphy. – Cambridge : MIT Press, 2022. – 832 p.

## 9. ВЕБ ПРОГРАМУВАННЯ

1. WWW (World Wide Web); Основи Інтернету; Веб браузери; Веб дизайн; URL та адресація в Інтернеті; Інтернет сервіси у веб технологіях; Веб технології-скрипти та інтерпретація; Формати обміну даними.
2. Клієнт серверна архітектура; Архітектура серверів; Веб сервери; Мережеві протоколи; Мережеві сервіси; NIS служба каталогів; Служби каталогів
3. HTTP протокол; HTTP методи (запитів); HTTP запити та відповіді; HTTP заголовки; HTTP коди/статуси відповідей; HTTP/1.1 дати; HTTP з'єднання; HTTP та URI; Cookies та управління сесіями
4. Основи/структура HTML; XHTML основи; HTML теги, атрибути, спеціальні символи; HTML розмітка (посилання, списки, таблиці, форми, зображення, кольори); Стандарти HTML5; HTML5 та підключення скриптів; HTML та CSS
5. «HTML та CSS», стилі та макет.
6. Основи JavaScript (змінні, типи даних, синтаксис, особливості мови, ECMAScript); Функції та параметри; Цикли, оператори (інкрементації, присвоєння, порівняння), булеві значення; Масиви, робота з рядками, Math/числові методи; Події та DOM (об'єкти, обробка подій); Обробка помилок; Кодування URI
7. PHP типи даних; Функції та змінні; Функції та параметри; Виведення даних; Сесії; Оператори інкременту/порівняння; Робота з рядками
8. Основи XML; Синтаксис (елементи, атрибути, спеціальні символи); DTD; XML Schema; Розширення, словники; Структура та опис даних; Перетворення XML документів; Валідація; Призначення XML
9. Протоколи безпеки Інтернету; Протоколи веб технологій
10. Веб сервери й служби, Інтернет сервіси та інші теми, що не охоплено вище або перетинають кілька блоків

## ЛІТЕРАТУРА

1. Duckett, J. (2011). HTML and CSS: Design and Build Websites. John Wiley & Sons. (wtf.tw)
2. Duckett, J. (2014). JavaScript and jQuery: Interactive Front-End Web Development. John Wiley & Sons. (amazon.com)
3. Flanagan, D. (2020). JavaScript: The Definitive Guide (7th ed.). O'Reilly Media. (amazon.com)
4. Resig, J., & Bibeault, B. (2023). jQuery in Action (3rd ed.). Manning Publications.
5. Freeman, E., Robson, E., & Loukides, M. (2021). Head First JavaScript Programming (2nd ed.). O'Reilly Media.
6. Beighley, L., & Morrison, M. (2024). Head First HTML and CSS (3rd ed.). O'Reilly Media.
7. Keith, J., & Andrew, R. (2023). HTML5 for Web Developers (2nd ed.). Apress.

8. Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). Computer Networking: A Top-Down Approach (8th ed.). Pearson. (pearson.com)
9. Gourley, D., Totty, B., Sayer, M., Aggarwal, A., & Dresner, S. (2002). HTTP: The Definitive Guide. O'Reilly Media. (amazon.com)
10. Pollard, B. (2019). HTTP/2 in Action. Manning Publications.
11. Grigorik, I. (2013). High Performance Browser Networking. O'Reilly Media.
12. McDonald, M. (2020). Web Security for Developers: Real Threats, Practical Defense. No Starch Press.
13. Welling, L., & Thomson, L. (2017). PHP and MySQL Web Development (5th ed.). Addison-Wesley Professional.
14. Lerdorf, R., Tatro, K., Smith, P., & Johnson, D. (2023). Programming PHP (4th ed.). O'Reilly Media.
15. Harold, E. R., & Means, W. S. (2004). XML in a Nutshell (3rd ed.). O'Reilly Media.
16. Kay, M. (2022). XSLT and XPath Programmer's Reference (4th ed.). Wrox.
17. Cunningham, B., & Bales, R. (2024). Responsive Web Design with HTML5 and CSS. Apress.
18. Баран, С. В. (2023). Основи web-програмування: Навчальний посібник. Кривий Ріг: ДУЕТ.
19. Лукічов, В. В. (2023). Основи web-програмування. Вінниця: ВНТУ.
20. Остапов, С. Е., Євсєєв, С. П., & Король, О. Г. (2020). Веб-безпека: Навчальний посібник. Львів: Новий Світ-2000.
21. Коваль, Ю. В., & Ставровський, А. Б. (2021). Інформаційні мережі: Навчальний посібник. Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка.
22. Баран, С. В., & співавт. (2022). WEB-технології: Лабораторний практикум. Київ: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського».
23. W3SchoolsUA. (2025). HTML5: Онлайн-курс [Електронний ресурс].
24. W3SchoolsUA. (2025). JavaScript: Онлайн-курс [Електронний ресурс].
25. W3SchoolsUA. (2025). PHP: Онлайн-курс [Електронний ресурс].
26. JavaScript.info. (2025). Сучасний підручник з JavaScript [Електронний ресурс].
27. Функції у JavaScript: Методичні вказівки. (2023). Ужгород: УжНУ.
28. Технології електронних видань – 2: Технології створення веб-ресурсів. (2024). Київ: КПІ ім. І. Сікорського.
29. Code.Tutsplus. (2022). HTTP: Протокол, який повинен розуміти кожний веб-розробник [Електронний ресурс].
30. Розробка веб-сайтів для початківців: HTML, CSS, JavaScript. (2022). Навчальний посібник [Електронний ресурс].

## **10. КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ**

1. OSI та TCP/IP моделі.

2. IPv4, IPv6 адреси.
3. Мережеві пристрої.
4. Класифікація мережі.
5. Технологія VLAN.
6. Середовища передавання даних.
7. DHCP, ICMP протоколи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Комп'ютерні мережі : підручник / [Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В. та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 378 с.
2. Зайченко Ю.П. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник для студентів напрямку «Комп'ютерні науки» / Ю.П. Зайченко. – К. : «Політехніка», 2003. – 275 с.
3. Калита Д.М. Комп'ютерні мережі. Апаратні засоби та протоколи передачі даних: підручник для студентів вищих навчальних закладів / С.Д. Погорілий, Д.М.Калита – К. : Київський університет, 2003. - 455 с.
4. Кравчук С.О. Основи комп'ютерної техніки: Компоненти, системи, мережі / С.О. Каравчук, В.О. Шонін. – К. ІВЦ "Видавництво "Політехніка", 2005.
5. Глинський Я.М. Інтернет. Сервіси, HTML і web-дизайн / Я.М. Глинський, В.А. Ряжська. – Львів: Деол, 2002
6. Бабак В.П. Інформаційна безпека та сучасні мережеві технології: Англо-українсько-російський словник термінів / В.П. Бабак, О.Г. Корченко. – К. НАУ 2003.
7. Лунтовський А.О. Проектування та дослідження комп'ютерних мереж / А.О. Лунтовський, І.В. Мельник. – К. Університет "Україна", 2010.
8. Р.Н. Кветний Методологія побудови систем контролю та моніторингу цифрових телекомунікаційних мереж: Монографія / Р.Н. Кветний, В.Г. Лисогор, В.П. Посвятенко, О.Ю. Скидан, Ю.А. Скидан. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006.
9. Р.Н. Кветний Моделювання та оцінка параметрів якості зв'язку в телекомунікаційних мережах: Монографія / Р.Н. Кветний, В.Г. Лисогор, В.П. Посвятенко, Ю.А. Скидан. За ред. Р.Н.Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2009.
10. Буров Є.В. Комп'ютерні мережі / Є.В.Буров. – Львів Магнолія 2006, 2010.
11. Самсонов В.В. Методи та засоби Інтернет-технологій / В.В. Самсонов, А.Л. Єрохін. - Харків Компанія СМІТ, 2008.
12. Буров Є. В. Комп'ютерні мережі: підручник / Є. В. Буров. – Львів : Магнолія 2006, 2010. – 262 с.
13. Кулаков Ю.О. Комп'ютерні мережі. Підручник / Ю.О. Кулаков, .Г.М. Луцький. – К.: Юніор, 2003. – 400 с.
14. Лунтовський А.О. Проектування та дослідження комп'ютерних мереж / А.О. Лунтовський, І.В. Мельник. – К. : Університет «Україна», 2010. – 361 с.

15. Погорілий С. Д. Комп'ютерні мережі. Апаратні засоби та протоколи передачі даних: підручник для студ. вищих закл. освіти / С.Д. Погорілий, Д.М. Калита. – К. : ВПЦ Київський ун-т, 2007. – 455 с.
16. Високопродуктивні мережі. Енциклопедія користувача: Пер. з англ./Марк А. Спортак і ін. – К.: Видавництво «Діасофт», 1998. – 432 с.
17. Інформатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / За ред. Пушкаря. – К.: Видавничий центр «Академія», 2002. – 704 с.

## **11. КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ?**

1. Історія розвитку архітектури комп'ютерної техніки.
2. Інформаційна революція в історії архітектури комп'ютерних систем.
3. Загальні принципи та концепції архітектури комп'ютерних систем.
4. Збірка та модернізація комп'ютерних систем.
5. Засоби діагностики і технічне обслуговування комп'ютерних систем.
6. Загальні поняття, структура, будова та призначення "BIOS".
7. Платформи для побудови комп'ютерної системи. Материнська плата: будова, важливі функції та консолідація різних елементів.
8. Поняття, архітектура, технологія виготовлення, функціональне призначення процесорів та їхня роль у сучасному світі інформаційних технологій.
9. Пам'ять: основні поняття, класифікація та застосування в сучасних системах.
10. Компоненти відповідальні за відображення графіки та обробку графічних операцій. Основні функції відеоадаптера та графічне відображення.
11. Пристрої введення та виведення інформації.
12. Носії інформації та запам'ятовуючі пристрої.
13. Елементи живлення комп'ютерних систем.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Scott Mueller. UPGRADING and REPAIRING PCs. 22nd Edition. 2015. – 2080p. ISBN-13: 978-0-7897-5610-7. ISBN-10: 0-7897-5610-2.
2. Andrew S. Tanenbaum, Maarten Van Steen. Distributed systems. Second Edition. University of California at Berkeley. 2005. – 702p.
3. В.Д. Тарарака. Архітектура комп'ютерних систем. Навчальний посібник. ЖДТУ 2018. 386 ст.
4. Мельник А О. Програмовані процесори обробки сигналів. - Львів: Видтво Національного університету "Львівська політехніка", 2000. 55 с
5. Tanenbaum, Andrew. Structured Computer Organization, 4th ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999.

6. Stallings, W. Computer Organization and Architecture, 5th ed., New York, NY: Macmillan Publishing Company, 2000.
7. John L. Hennessy, David A. Patterson. Computer Architecture A Quantitative Approach Sixth Edition. Morgan Kaufmann is an imprint of Elsevier 50 Hampshire Street, 5th Floor, Cambridge, MA 02139, United States. 2019 Elsevier Inc. - 1527 p. ISBN: 978-0-12-811905-1.
8. Gavrylenko S., Khatsko N. FUNDAMENTALS OF COMPUTER SYSTEMS ARCHITECTURE. The study guide for the students of 121 – "Software Engineering" and 123 – "Computer Engineering" for full-time and distance education. Харків НТУ «ХПІ» 2019. – 75 p. ISBN 978-966-8944-91-8
9. Smruti R. Sarangi. Basic Computer Architecture Version 2.2. 2023. – 749 p.
10. John Wiley & Sons. THE ARCHITECTURE OF COMPUTER HARDWARE, SYSTEM SOFTWARE, AND NETWORKING. An information technology approach. Fourth edition. United States of America. – 708 p. ISBN-13: 978-0471-71542-9.

## **12. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ**

1. Імітаційне моделювання
2. Ймовірнісне моделювання
3. Мережі Петрі
4. Моделі
5. Моделі СМО

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Математичне моделювання процесів і систем [Електронний ресурс] : Навч. посіб. / А. І. Жученко, Л. Р. Ладієва, М. С. Піргач, Я. Ю. Жураковський; КПІ ім.Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 351 с.
2. Великодний С. С. Моделювання систем: конспект лекцій. Одеський державний екологічний університет, 2018. – 186 с.
3. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – К.: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. – 115 с.
4. Гліненко Л.К. Основи моделювання технічних систем / Л.К. Гліненко, О.Г. Сухоносів. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 176 с.
5. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К. : Видавнича група BHV, 2005. – 352с.
6. Васильєв В.В. Математичне і комп'ютерне моделювання процесів і систем / В.В. Васильєв, Л.О. Сімак. – К. : НАН України, 2007, – 127с.

7. Ніколюк П. К. Моделювання систем: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Вінниця: ДонНУ, 2023. 228 с.
8. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.
9. Моделювання та оптимізація систем : підручник / В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І. Михальов, А. В. Усов. – Вінниця : ПП «ТД «Еднльвейс», 2017. – 804 с.
10. Виклюк Я.І. Моделювання складних систем: посібник / Я.І. Виклюк, Р.М. Камінський, В.В. Пасічник. – Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. – 404 с.
11. Основи комп'ютерного моделювання : навч. посібник / М. С. Барабаш, П. М. Кір'язєв, О. І. Лапенко, М. А. Ромашкіна. – К. : НАУ, 2019. – 492 с.
12. Антонюк А.О. Моделювання систем: навч. посіб. / А.О. Антонюк. – Ірпінь: Університет ДФС України, 2019. – 412 с.
13. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов: Харків. нац. ун-т міського господарства ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. – 141 с.

### **13. ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ, ЙМОВІРНІСНІ ПРОЦЕСИ І МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА. СИГНАЛИ І СИСТЕМИ**

1. Стохастичний експеримент. Простір елементарних подій.
2. Випадкові події. Операції над випадковими подіями. Несумісні події. Сігма-алгебра подій.
3. Аксиоми теорії ймовірностей. Основні властивості ймовірностей. Ймовірнісний простір.
4. Умовні ймовірності. Незалежні випадкові події. Формула повної ймовірності. Формула Бейєса.
5. Випадкова величина. Функція розподілу випадкової величини.
6. Дискретні та неперервні випадкові величини.
7. Квантиль, медіана розподілу випадкової величини.
8. Математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення випадкової величини. Коефіцієнти асиметрії та ексцесу.
9. Дискретні розподіли випадкових величин: розподіл Бернуллі, біноміальний розподіл, геометричний розподіл, негативний біноміальний розподіл, гіпергеометричний розподіл, розподіл Пуассона, дискретний рівномірний розподіл.
10. Неперервні розподіли випадкових величин: рівномірний розподіл, експоненційний розподіл, розподіл Гаусса (нормальний розподіл).
11. Центральна гранична проблема. Закон великих чисел. Центральна гранична теорема.
12. Гранична теорема Пуассона. Локальна та інтегральна теореми Муавра-Лапласа.
13. Багатовимірні випадкові величини (випадкові вектори). Функція розподілу випадкового вектора.

14. Дискретні та неперервні розподіли випадкових векторів.
15. Коваріаційний та кореляційний момент. Коефіцієнт кореляції.
16. Випадковий процес. Багатовимірна функція розподілу випадкового процесу. Випадкові процеси з неперервним і дискретним часом.
17. Моментні функції випадкового процесу. Математичне сподівання та кореляційна функція випадкового процесу. Гільбертові випадкові процеси.
18. Стаціонарні випадкові процеси.
19. Кореляційна функція та спектральна щільність потужності стаціонарного випадкового процесу.
20. Оцінювання кореляційної функції та спектральної щільності потужності стаціонарного випадкового процесу з дискретним часом.
21. Білий шум та його властивості.
22. Лінійні випадкові процеси з дискретним часом: процеси авторегресії та ковзної суми. Система лінійних рівнянь Юла-Уокера.
23. Оцінювання параметрів випадкових величин. Вибірка. Варіаційний ряд. Порядкові статистики.
24. Статистичні оцінки математичного сподівання, медіани, дисперсії, середнього квадратичного відхилення, коефіцієнтів асиметрії та ексцесу випадкових величин.
25. Точкові оцінки параметрів випадкових величин та їх властивості (незсунені, слухні, ефективні, достатні, асимптотично нормальні оцінки).
26. Інтервальні оцінки параметрів випадкових величин.
27. Метод максимальної правдоподібності. Метод моментів
28. Оцінювання щільності розподілу випадкової величини. Гістограма.
29. Емпірична функція розподілу.
30.  $\chi^2$ -розподіл Пірсона. Критерій згоди  $\chi^2$ -Пірсона.
31. Критерій перевірки статистичних гіпотез Неймана-Пірсона.
32. Послідовний критерій Вальда перевірки статистичних гіпотез.
33. Критерій Бейєса перевірки статистичних гіпотез.
34. Використання бібліотек NumPy і SciPy для задач статистичного аналізу даних та комп'ютерного імітаційного моделювання.
35. Математичне моделювання випадкових сигналів із використанням теорії випадкових процесів. Ергодічні моделі випадкових сигналів.
36. Лінійний оператор. Лінійна система. Імпульсна реакція лінійної системи.
37. Стаціонарні лінійні системи та їх властивості.
38. Дискретизація неперервних сигналів. Сигнали з фінітним спектром. Теорема про відліки. Вибір частоти дискретизації.
39. Цифрові фільтри. Рекурсивні та нерекурсивні цифрові фільтри.
40. Імпульсна реакція та частотна характеристика стаціонарного цифрового фільтра.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бабак В. П. Теорія ймовірностей, випадкові процеси та математична статистика / В. П. Бабак, Б. Г. Марченко, М. Є. Фриз. – К. : Техніка, 2004. – 288 с.
2. Курс теорії ймовірностей : підручник / Б. В. Гнеденко – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 464 с.
3. Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси та математична статистика. Практикум. Частина 1: навчальний посібник. Укладач О. В. Гавриленко. Електронне мережне видання. К. : КПІ ім. І. Сікорського, 2022. 140 с.
4. Теорія ймовірностей, математична статистика та імовірнісні процеси. Навчальний посібник / Ю. М. Слюсарчук, Й. Я. Хром'як, Л. Л. Джавала, В. М. Цимбал. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. 364 с.
5. Збірник задач з теорії ймовірностей та математичної статистики : навч. посібник / В.В. Голомозий, М.В. Карташов, К.В. Ральченко. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2015. – 366 с.
6. Королюк В. С. Ймовірність, статистика та випадкові процеси. Теорія та комп'ютерна практика : в 3-х томах. / В. С. Королюк, Є. Ф. Царков, В. К. Ясинський. — Чернівці : Вид-во «Золоті литаври», 2009.
7. Павлов, О. А. Навчальний посібник з дисципліни «Теорія ймовірностей, імовірнісні процеси та математична статистика». Курс лекцій. Частина 1 / О. А. Павлов, О. В. Гавриленко, Л. В. Рибачук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 154 с.
8. Теорія ймовірностей, імовірнісні процеси та математична статистика. Курс лекцій. Частина 2 : навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. А. Павлов, О. В. Гавриленко, О. Г. Жданова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 72 с.
9. Теорія ймовірностей, імовірнісні процеси та математична статистика. Курс лекцій. Частина 3 : навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. А. Павлов, О. В. Гавриленко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 111 с.
10. Новотарський, М. А. Основи програмування алгоритмічною мовою Python : навч. посіб. / М. А. Новотарський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 701 с.
11. Статистичний аналіз даних вимірювань: навч. посіб. / Єременко В.С., Куц Ю.В., Мокійчук В.М., Самойліченко О.В. – К.: НАУ, 2013.– 320 с.
12. Теорія ймовірностей та математична статистика у прикладах і задачах : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О.Б. Жильцов ; за ред. Г.О. Михаліна. — К. : Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2015. — 336 с.
13. В.В. Івашко, А.Я. Довгунь, Ю.О. Ушенко, Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси та математична статистика. Навчальний посібник. Чернівці. ЧНУ ім. Ю. Федьковича, 2023. 217 с.

14. Леоненко М.М., Мішура Ю.С., Пархоменко В.М., Ядренко М.Й. Теоретико-ймовірнісні та статистичні методи в економіці, актуарній та фінансовій математиці. – К.: Інформтехніка, 1993. – 380 с.
15. Скороход А.В. Лекції з теорії випадкових процесів. – К.: Либідь, 1990. – 166 с.
16. NumPy: the absolute basics for beginners, available at [https://numpy.org/devdocs/user/absolute\\_beginners.html](https://numpy.org/devdocs/user/absolute_beginners.html)
17. Scipy Lecture Notes, available at <http://scipy-lectures.org/index.html>
18. Марченко Б. Г. Теоретичні основи аналізу стохастичних сигналів і шумів: [навчальний посібник] / Б. Г. Марченко, М. В. Приймак, Л. М. Щербак. – Тернопіль: ТДТУ імені І. Пулюя, 2001. – 179 с.
19. А.Й. Наконечний, Р.А. Наконечний, В.А. Павлиш, Цифрова обробка сигналів, Видавництво Львівської політехніки, 2010
20. Пархомей, І. Основи теорії інформаційних процесів. Частина 2. Системи обробки сигналів : навчальний посібник / Ігор Пархомей, Наталія Цьопа ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 169 с.
21. Методичні вказівки до лабораторних занять з курсу “Теорія ймовірностей, імовірнісні процеси та математична статистика” (модуль 1) / Б. Б. Млинко, М. Є. Фриз. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені І. Пулюя, 2022. – 14 с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39061>
22. Методичні вказівки до лабораторних робіт №1 – №3 з курсу “Обробка сигналів та зображень” / Б. Б. Млинко, М. Є. Фриз. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені І. Пулюя, 2020. – 35 с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/33988>

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

1. Основні поняття дисертаційного дослідження.
2. Ключові складові дисертаційної роботи.
3. Методи наукового дослідження: теоретичні, емпіричні, теоретико-емпіричні.
4. Академічна доброчесність, цитування, плагіат, коректність оформлення літературних джерел.
5. Поняття наукової публікації, апробація результатів, наукометрія та рецензування.
6. Алгоритми, обчислювальна складність та оптимізація програмних рішень
7. Машинне навчання, нейронні мережі та оцінювання якості моделей
8. Аналіз даних, Data Science та технології Big Data
9. Комп’ютерне та імітаційне моделювання складних систем
10. Цифрова обробка сигналів, часові ряди та частотно-часовий аналіз

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

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

Структура тестових завдань передбачає 14 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>               |

#### **IV. 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.