

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з навчально-методичної роботи

Каріна НЕМАШКАЛО



Основи алгоритмізації  
робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань 12 "Інформаційні технології"  
Спеціальність 124 "Системний аналіз"  
Освітній рівень перший (бакалаврський)  
Освітня програма Управління складними системами

Статус дисципліни  
Мова викладання, навчання та оцінювання

Обов'язкова  
українська

Завідувач кафедри  
інформаційних систем

Ірина УШАКОВА

Харків  
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні кафедри *інформаційних систем*  
Протокол № 1 від 27.08.2021 р.

Розробник:  
Фролов Олег Васильович, кандидат технічних наук, доцент.

**Лист оновлення та перезатвердження  
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри –розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

### Анотація навчальної дисципліни

Широке розповсюдження інформаційних технологій, науково-технічний прогрес, проникнення інформаційно-комунікаційних технологій в усі сфери людської діяльності висувають нові, підвищені вимоги до підготовки фахівців в галузі інформаційних технологій. Сучасний професіонал у цій галузі повинен володіти цілим рядом компетентностей, серед яких особливе місце займають загальнонаукові та загально технічні компетенції, або, іншими словами – фундаментальні знання.

У загальному випадку, навчальна дисципліна "Основи алгоритмізації" розглядає такі питання, як формалізація понять "алгоритм", "складність алгоритму" та дослідження формальних алгоритмічних систем; загальні принципи побудови ефективних алгоритмів; сучасні методи дослідження та аналізу алгоритмів; способи та механізми реалізації ефективних алгоритмів у конкретних застосуваннях; класифікація завдань, визначення і дослідження класів складності; асимптотичний аналіз складності алгоритмів; дослідження та аналіз рекурсивних алгоритмів; отримання явних функцій трудомісткості для порівняльного аналізу алгоритмів; розробка критеріїв порівняльного оцінювання якості алгоритмів.

Навчальна дисципліна «Основи алгоритмізації» відноситься до обов'язкових навчальних дисциплін циклу професійної підготовки.

**Мета навчальної дисципліни:** отримання студентами ґрунтовної підготовки та знань теоретичних, методичних і алгоритмічних основ інформаційних технологій для їх використання під час вирішення прикладних і наукових завдань у сфері інформаційних систем і технологій, забезпечення теоретичної та інженерної підготовки фахівців у галузі проектування, впровадження та використання інформаційних систем в бізнесі. Ознайомити студентів з сучасними та ефективними алгоритмами комп'ютерного оброблення інформації, а також методами їх дослідження та аналізу.

### Характеристика навчальної дисципліни

Курс	<b>1</b>
Семестр	<b>1</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>6</b>
Форма підсумкового контролю	<b>екзамен</b>

### Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Програмування	Програмування
Вища математика	Системне програмування та операційні системи
	Бази даних
	Web-технології
	Методи оптимізації та дослідження операцій

## Компетентності та результати навчання за дисципліною

Компетентності	Результати навчання
<p>КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>КЗ 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>КФ 1. Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем.</p> <p>КФ 2. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.</p> <p>КФ 7. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань.</p>	<p>РН2. Вміти використовувати стандартні схеми для розв'язання комбінаторних та логічних задач, що сформульовані природною мовою, застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації об'єктів, множин, відношень, графів, груп, кілець, решіток, булевих функцій тощо.</p>
<p>КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>КЗ 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>КЗ 13. Здатність працювати в міжнародному контексті.</p> <p>КФ 6. Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних.</p> <p>КФ 7. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань.</p> <p>КФ 8. Здатність організувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення.</p>	<p>РН9. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.</p>

## Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Поняття алгоритму та його формалізація

#### Тема 1. Поняття алгоритму. Основні властивості алгоритмів

1.1 *Вступ.* Мета та завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі. Структура дисципліни, рекомендації щодо її вивчення. Організаційно-методичне забезпечення дисципліни.

1.2 *Алгоритм.* Інтуїтивне поняття алгоритму. Способи запису і властивості алгоритмів. Конструктивні об'єкти в якості даних. Необхідність уточнення поняття алгоритму. Вимоги до загальної алгоритмічної моделі.

1.3 *Методи розроблення алгоритмів:* структурне програмування, рекурсія, обходи дерев, "поділяй і пануй", балансування, динамічне програмування, програмування з відходом назад, метод "гілок і меж", евристичні та наближені алгоритми.

#### Тема 2. Універсальні обчислювальні моделі.

2.1 *Машина Поста.* Поняття універсальної обчислювальної моделі. Використання універсальних обчислювальних моделей для формалізації поняття «алгоритм». Машина Поста як універсальна обчислювальна модель. Система команд машини Поста.

2.2 *Машини Тюрінга і машини з необмеженими регістрами.* Поняття універсальної моделі «Машина Тюрінга». Склад та принцип дії машини Тюрінга. Система команд машини Тюрінга. Можливості машини Тюрінга. Основна гіпотеза теорії алгоритмів.

2.3 *Нормальні алгоритми Маркова.* Марківські підстановки. Нормальні алгоритми і їх застосування до слів. Нормально обчислюваної функції і принцип нормалізації Маркова. Збіг класу всіх нормально обчислюваних функцій з класом функцій, обчислюваних по Тюрінгу. Еквівалентність різних теорій алгоритмів.

#### Тема 3. Рекурсія.

Примітивно-рекурсивні функції. Арифметичні та найпростіші функції. Оператори суперпозиції та примітивної рекурсії. Означення примітивно рекурсивних функцій (ПРФ). Арифметизовані логічні функції. Примітивно-рекурсивні оператори та предикати.

### Змістовий модуль 2. Фундаментальні алгоритми обробки даних

#### Тема 4. Алгоритми роботи з цілими числами

Алгоритм Евкліда. Найбільший спільний дільник. Найменше спільне кратне. Решето Ератосфена. Решето Сундарама. Решето Аткина. Перевірка на простоту. Основна теорема арифметики. Розклад числа на прості множники. Функція Ейлера. Кількість дільників.

#### Тема 5. Базові структури даних

5.1 *Вступ в структури даних.* Абстрактний тип даних - «Список». Реалізація списків за допомогою масивів. Реалізація списків за допомогою вказівок. Порівняння реалізацій. Реалізація списків на основі курсорів. Двічі зв'язні списки.

5.2 *Абстрактні типи даних «Стек» та «Черга».* Реалізація стеків за допомогою масивів. Реалізація стеків за допомогою вказівників. Реалізація черг за допомогою вказівників. Реалізація черг за допомогою циклічних масивів.

5.3 *Різновиди хеш-функцій.* Мультиплікативна схема хешування. Колізія. Ідеальне хешування. Хеш-таблиці. Основні визначення та алгоритми побудови. Метод ланцюгів. Метод відкритої адресації. Лінійне та квадратичне пробування.

#### Тема 6. Математичні основи аналізу алгоритмів

Основи аналізу алгоритмів. Асимптотичний аналіз верхньої та середньої оцінок складності алгоритмів; порівняння найкращих, середніх і найгірших оцінок; O-, o-,  $\theta$ -нотації; емпіричні вимірювання ефективності алгоритмів; накладні витрати алгоритмів за часом і пам'яттю; рекурентні співвідношення та аналіз рекурсивних алгоритмів.

#### Тема 7. Алгоритми сортування, злиття та пошуку

7.1 *Значення сортувань при реалізації алгоритмів. Класифікація сортувань.* Характеристики сортувань. Прості сортування як спосіб швидкої реалізації алгоритму. Приклади простих сортувань – метод простого включення, метод простого обміну (бульбашкове сортування),

шейкерне сортування, сортування вставками, сортування підрахунком, цифрове сортування. Переваги і недоліки простих сортувань.

7.2 *Складні сортування як спосіб створення ефективних алгоритмів. Приклади складних сортувань – сортування Шелла, сортування Хоара (швидке сортування), сортування злиттям. Переваги і недоліки складних сортувань. Порівняння простих та складних сортувань.*

7.3. *Алгоритми пошуку. Лінійний пошук. Бінарний пошук. Метод інтерполяції. Алгоритми пошуку послідовностей.*

Перелік лабораторних занять, а також питань та завдань до самостійної роботи наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

## Методи навчання і викладання

Методи навчання, спрямовані на активізацію та стимулювання навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти. При викладанні навчальної дисципліни для активізації навчального процесу передбачено застосування сучасних навчальних технологій, таких, як: проблемні лекції; міні-лекції; презентації.

**Проблемні лекції** спрямовані на розвиток логічного мислення студентів. Коло питань теми лекції обмежується двома-трьома ключовими моментами, увага студентів концентрується на матеріалі, що не знайшов широкого відображення в підручниках, використовується досвід закордонних навчальних закладів з виділенням головних висновків з питань, що розглядаються. Вони передбачають поряд із розглядом основного лекційного матеріалу встановлення та розгляд кола проблемних питань дискусійного характеру, які недостатньо розроблені в науці й мають актуальне значення для теорії та практики. Лекції проблемного характеру відрізняються поглибленою аргументацією матеріалу, що викладається. При викладанні лекційного матеріалу студентам пропонуються питання для самостійного розмірковування. При цьому лектор задає питання, які спонукають студента шукати розв'язання проблемної ситуації. Така система примушує студентів сконцентруватися і почати активно мислити в пошуках правильної відповіді. Проблемні лекції сприяють формуванню у студентів самостійного творчого мислення, прищеплюють їм пізнавальні навички. Студенти стають учасниками наукового пошуку та вирішення проблемних ситуацій.

На початку проведення проблемної лекції потрібно чітко сформулювати проблему, яку необхідно вирішити студентам. При викладанні лекційного матеріалу слід уникати прямої відповіді на поставлені запитання, а висвітлювати лекційний матеріал таким чином, щоб отриману інформацію студент міг використовувати при розв'язанні проблеми.

Проблемні лекції проводяться за питаннями 2.1 та 2.3.

**Міні-лекції** передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу й характеризуються значною ємністю, складністю логічних побудов, образів, доказів та узагальнень. Вони проводяться, як правило, як частина заняття-дослідження. На початку проведення міні-лекції за вказаними темами лектор акцентує увагу студентів на необхідності представити викладений лекційний матеріал у так званому структурно-логічному вигляді. На розгляд лекції виносяться питання, які зафіксовані в плані лекції, але викладаються стисло. Лекційне заняття проведене у такий спосіб, пробуджує у студента активність та увагу при сприйнятті матеріалу, а також спрямовує його на використання системного підходу при відтворенні інформації, яку він отримав від викладача. Міні-лекція проводиться за темою 6.

**Презентації** – виступи перед аудиторією, що використовуються для представлення певних досягнень, результатів роботи групи, звіту про виконання індивідуальних завдань. Однією з позитивних рис презентації та її переваг при використанні в навчальному процесі є обмін досвідом, який здобули студенти при роботі у певній малій групі. Проводяться під час лабораторних занять за темами 1, 5 та 6.

**Лабораторні заняття (з елементами семінарської дискусії)** дозволяють формувати у студентів навички практичної реалізації практичних задач шляхом розробки алгоритмічного забезпечення та побудови на основі останнього відповідного програмного забезпечення з використанням структурного та базових принципів процедурно-орієнтовного програмування, узага-

льнювати отримані результати, формулювати висновки та думки, вести подальший обмін думками та поглядами з іншими учасниками щодо отриманих результатів досліджень із заданої проблематики, а також розвивають творче мислення, допомагають формувати погляди і переконання, вчать об'єктивно оцінювати результати і пропозиції опонентів, критично підходити до власних результатів та поглядів.

### **Порядок оцінювання результатів навчання**

Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні та лабораторні заняття, а також виконання самостійної роботи. Оцінювання результатів вивчення навчальної дисципліни здійснюється за накопичувальною (100-бальною) системою оцінювання.

Оцінювання здійснюється за такими видами контролю:

поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, лабораторних занять і оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 100 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту отримати залік – 60 балів);

підсумковий/семестровий контроль, що проводиться у формі семестрового екзамену, відповідно до графіку навчального процесу.

**Порядок проведення поточного оцінювання знань студентів.** Поточний контроль включає оцінювання студентів під час:

**Лекцій** – активна робота на парі за умови надання студентом при проведенні опитування правильних відповідей на контрольні запитання, участі в обговоренні результатів вирішення поставленої на початку заняття проблемної ситуації.

**Контрольних робіт** – передбачає виявлення опанування студентом матеріалу лекційного модуля та вміння застосовувати його для вирішення практичних ситуацій. Проводиться під час лекційних аудиторних занять тестовим методом. На протязі семестру передбачено 2 контрольні роботи (максимально 6 балів за кожну роботу). Перша контрольна робота включає теми 1 – 5, а друга – теми 6 – 9. Загальна кількість балів складає 12 балів.

**Лабораторних робіт** – має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Оцінювання передбачає захист звітів з лабораторної роботи, за умови відповідності рівня знань студента критеріям, що висуваються. Загальна кількість балів складає 42 бали.

**Самостійна робота** здобувача може включати:

опрацювання теоретичних основ прослуханого лекційного матеріалу;

вивчення окремих тем або питань, що передбачені для самостійного опрацювання;

виконання домашніх завдань;

підготовка до практичних (лабораторних) занять;

підготовка до контрольних робіт та інших форм поточного контролю;

підготовка до захисту індивідуальних робіт;

аналіз конкретної виробничої ситуації;

пошук (підбір) джерел для підготовки презентацій за заданою тематикою;

виконання індивідуальних завдань з використанням програмного забезпечення тощо.

Загальними критеріями, за якими здійснюється оцінювання самостійної роботи студентів, є: глибина і міцність знань, рівень мислення, вміння систематизувати знання за окремими темами, вміння робити обґрунтовані висновки, володіння категорійним апаратом, навички і прийоми виконання практичних завдань, вміння знаходити необхідну інформацію, здійснювати її систематизацію та обробку, самореалізація на лекційних та лабораторних заняттях.

За умови правильного виконання домашнього завдання, наявності відповіді, оформлення висновків та звіту. Кожне домашнє завдання оцінюється в 2 бали при відповідності вказаним критеріям. За відсутності відповіді або за наявності помилок оцінка знижується на 2 бал. Кількість домашніх завдань – 3. Максимальна кількість за всі домашні завдання становить – 6 бали.

**Підсумковий контроль** знань та компетентностей студентів з навчальної дисципліни здійснюється на підставі проведення семестрового екзамену, завданням якого є перевірка розу-

міння студентом програмного матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання накопичених знань, вміння формулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни, тощо.

Екзаменаційний білет охоплює програму дисципліни і передбачає визначення рівня знань та ступеня опанування студентами компетентностей. Кожен екзаменаційний білет складається із 5 завдань (два стереотипних, два діагностичних та одне евристичне завдання), які передбачають вирішення типових професійних завдань фахівця та дозволяють діагностувати рівень теоретичної підготовки студента і рівень його компетентності з навчальної дисципліни. Всі завдання оцінюються максимально по 8 балів за кожне завдання.

Результат семестрового екзамену оцінюється в балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна кількість, що зараховується, – 25 балів) і проставляється у відповідній графі екзаменаційної "Відомості обліку успішності". Результат семестрового екзамену оцінюється в балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна кількість, що зараховується, – 25 балів) і проставляється у відповідній графі екзаменаційної "Відомості обліку успішності".

Студента слід вважати атестованим, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60. Мінімумально можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру – 35 та мінімумально можлива кількість балів, набраних на екзамені, – 25.

Виставлення підсумкової оцінки здійснюється за шкалою, наведено в таблиці "Шкала оцінювання: національна та ЄКТС".

Форми оцінювання та розподіл балів наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
74 – 81	C	
64 – 73	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	незадовільно
1 – 34	F	

### Рейтинг-план навчальної дисципліни

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 1. Поняття алгоритму. Основні властивості алгоритмів	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекції за питаннями: 1.1 Вступ., 1.2. Алгоритм.	Активна робота на парі	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 1. Розробка блок-схем алгоритмів обчислювальних процесів, що розгортаються	Захист звіту з лабораторної роботи	7
	Лекція	Лекції за питанням: 1.3 Методи розроблення алгоритмів	Активна робота на парі	



Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 2. Розробка блок-схем алгоритмів циклічних обчислювальних процесів	Захист звіту з лабораторної роботи	7
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Виконання домашнього завдання по вивченню трасування роботи програм. Презентація студентом результатів виконання домашнього завдання.	Перевірка домашнього завдання	2
Тема 2. Універсальні обчислювальні моделі.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Проблемна лекція на тему 2.1: Машина Поста	Активна робота на парі	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 3. Розробка програм для машин Поста, Тьюрінга та нормальних алгоритмів Маркова.	Захист звіту з лабораторної роботи	7
	Лекція	Лекція за темою 2.2: Машини Тьюрінга і машини з необмеженими регістрами	Активна робота на парі	
	Лекція	Проблемна лекція на тему 2.3: Нормальні алгоритми Маркова	Активна робота на парі	
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття.	Експрес-опитування за темою лекції	
Тема 3. Рекурсія	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція темою 3: Рекурсія	Активна робота на парі	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 4. Рекурсивні функції	Захист звіту з лабораторної роботи	7
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Підготовка до контрольної роботи.	Експрес-опитування за темою лекції	

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 4. Алгоритми роботи з цілими числами	<i><b>Аудиторна робота</b></i>			
	Лекція	Лекція темою 4: Алгоритми роботи з цілими числами	Активна робота на парі	
			Письмова контрольна робота	6
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 5. Розробка програм роботи з цілими числами	Захист звіту з лабораторної роботи	7
	<i><b>Самостійна робота</b></i>			
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття.	Експрес-опитування лекції		
Тема 5. Базові структури даних	<i><b>Аудиторна робота</b></i>			
	Лекція	Лекція за питанням: 5.1 Вступ в структури даних.	Активна робота на парі	
	Лекція	Лекція за питаннями: 5.2. Абстрактні типи даних «Стек» та «Черга», 5.3 Різновиди хеш-функцій.		
	<i><b>Самостійна робота</b></i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Виконання домашнього завдання по вивченню структур даних.. Презентація студентом результатів виконання домашнього завдання.	Експрес-опитування за темою лекції Перевірка домашнього завдання	2
Тема 6. Математичні основи аналізу алгоритмів	<i><b>Аудиторна робота</b></i>			
	Лекція	Міні-лекція за питанням: Математичні основи аналізу алгоритмів	Активна робота на парі	
	<i><b>Самостійна робота</b></i>			
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашнього завдання по аналізу обчислювальної складності алгоритмів. Презентація студентом результатів виконання домаш-	Експрес-опитування за темою лекції.		

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
		нього завдання.	Перевірка домашнього завдання	2
Тема 7.1. Алгоритми сортування, злиття та пошуку	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: 7.1 Значення сортувань при реалізації алгоритмів.	Активна робота на парі	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 5. Розробка програм сортування	Захист звіту з лабораторної роботи	7
	Лекція	Лекція за питаннями: 7.2 Складні сортування як спосіб створення ефективних алгоритмів, 7.3 Алгоритми пошуку.	Активна робота на парі	
			Письмова контрольна робота	6
<i>Самостійна робота</i>				
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття		Експрес-опитування за темою лекції	
Семестровий екзамен				40

### Рекомендована література

#### Основна

1. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Вступ до алгоритмів / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. – К.: К.І.С., 2019. – 1288 с.
2. Матвієнко М.П. Теорія алгоритмів / М.П. Матвієнко. К.: Видавництво Ліра-К, 2019. – 344 с.
3. Бородкіна І. Л., Бородкін Г. О. Теорія алгоритмів. Посібник для студентів вищих навчальних закладів. / І. Л. Бородкіна, Г. О. Бородкін. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 184 с.
4. Матвієнко М. П., Шаповалов С. П. Математична логіка та теорія алгоритмів / М.П. Матвієнко, С.П. Шаповалов. – К.: Центр навчальної літератури, 2015. – 212 с.
5. Федорченко В.М., Щербаков О.В., Парфьонов Ю.Е. Алгоритмізація та програмування [Електронний ресурс] : навч. посіб. / кер. проекту В.М. Анохін; дизайн: Д.О. Романова, програмування: О.К. Борисюк, М.С. Войчук; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016.
6. Негрей М. В., Тужик К. Л. Теорія прийняття рішень [Навчальний посібник] / М. В. Негрей, К. Л. Тужик. – К.: Центр навчальної літератури, 2018. – 272 с.
7. Коротеєва Т. О. Алгоритми та структури даних. Навчальний посібник / Т. О. Коротеєва. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 280 с.

#### Додаткова

8. Robert Sedgewick, Kevin Wayne. Algorithms (Fourth Edition). - Addison-Wesley Professional. 2011. – 976 p.

9. Michael T. Goodrich, Roberto Tamassia, Michael H. Goldwasser. Data Structures and Algorithms in Python. – Wiley, 2013. – 768 p.

10. Інформаційні технології: теорія і практика. IV Всеукраїнська інтернет-конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених. Тези доповідей (Дніпро – Запоріжжя – Харків 17 – 19 берез. 2021) [Електронний ресурс] / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Електрон. текст. дані. – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – 170 с.

11. Питання прикладної математики і математичного моделювання [Текст]: зб. наук. пр. / редкол.: О.М. Кісельова (відп. ред.) [та ін.]. – Дніпро, 2020. – Вип. 20. – 202 с.

### **Інформаційні ресурси**

12. Теорія алгоритмів. Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/>.

13. Теорія алгоритмів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://cybportal.univ.kiev.ua/wiki/>.

14. Дискретная математика: алгоритмы. Теория [Електронний ресурс] – <http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory>.

15. Введение в теорию алгоритмов [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://th-algorithmov.narod.ru/1.htm>.

16. Список алгоритмов и структур данных на C++ [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://sites.google.com/site/indy256/algo\\_cpp](http://sites.google.com/site/indy256/algo_cpp).

17. Алгоритмы сортировки на Си [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.adrutsa.ru/content/codes/sort\\_array\\_c.html](http://www.adrutsa.ru/content/codes/sort_array_c.html).

18. Алгоритмы и структуры данных. Видеолекции в свободном доступе. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.lektorium.tv/course/?id=22823>.

19. Персональна навчальна система "Основи алгоритмизації" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=8170>