

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

**Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої  
освіти**

*сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015*

**Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

вченою радою

(пост. в. від « 15 » 06 2020 р.)

Ректор

А. Мазаракі



**ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ/  
ALGORITHM THEORY**

**ПРОГРАМА /  
COURSE SUMMARY**

**Київ 2020**

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ  
заборонено**

Автори: Демідов П.Г., кандидат технічних наук, доцент

Програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем 18 травня 2020р., протокол № 18

Рецензент: Пурський О. І., д-р. фіз.-мат. наук, професор  
Кудрявцева С.П., провідний науковий співробітник  
Міжнародного науково-навчального центру інформаційних  
технологій та систем НАН та МОН України, канд. техн. наук.

## **ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ/ ALGORITHM THEORY**

### **ПРОГРАМА / COURSE SUMMARY**

## ВСТУП

Програма дисципліни «Теорія алгоритмів» призначена для студентів освітнього ступеня «бакалавр» денної форми навчання галузі знань 12 «Інформаційні технології», спеціальностей 122 «Комп'ютерні науки» та 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізацій «Комп'ютерні науки», «Інформаційні системи та технології».

Програму підготовлено відповідно до Стандартів вищої освіти України із зазначених спеціальностей та відповідних освітньо-професійних програм підготовки бакалаврів КНТЕУ

Програма складається з таких розділів:

1. Мета, завдання та предмет дисципліни.
2. Передумови вивчення дисципліни як вибіркової компоненти освітньої програми.
3. Результати вивчення дисципліни.
4. Зміст дисципліни.
5. Список рекомендованих джерел.

### ***1. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА ПРЕДМЕТ ДИСЦИПЛІНИ***

*Метою* дисципліни «Теорія алгоритмів» є засвоєння та вивчення загальних властивостей та закономірностей процесів обробки числової та символічної інформації, а також різноманітних формальних моделей їх подання. Теорія алгоритмів відноситься до дисциплін, що складають теоретичні основи інформатики, прикладної математики та програмування, при цьому її поняття і методи успішно використовуються в багатьох її практичних розділах. Знання апарату теорії алгоритмів є необхідним елементом для адекватного моделювання обчислювальних процесів у різних предметних областях, створення сучасних програмних та інформаційних систем і технологій.

*Завданням* вивчення дисципліни є:

- засвоєння фундаментальних знань з загальних властивостей та закономірностей процесів обробки числової та символічної інформації;
- формування практичних навичок з засобів та методів побудови алгоритмів, необхідних для студентів, що спеціалізуються в різних галузях комп'ютерних наук та інформаційних технологіях;
- вивчення та освоєння основних алгоритмічних моделей обчислювальних процесів, таких, як машини Поста, машини Тьюрінга, нормальні алгоритми Маркова, рекурсивні функції;
- знайомство з основами аналізу та оцінювання складності алгоритмів;

- освоєння типових алгоритмічних конструкцій, засобів побудови рекурентних та рекурсивних алгоритмів;
- ознайомлення та вивчення широко використовуваних алгоритмів сортування, пошуку і вибірки інформації, алгоритмів на графах, евристичних алгоритмів;
- ознайомлення та вивчення алгоритмів комп'ютерної графіки.

*Предметом* вивчення дисципліни є методи та процеси обробки числової та символічної інформації, результатом яких є виділення етапів обробки даних при створенні того або іншого алгоритму, формальне завдання та опис таких етапів, визначення порядку дій зі створення алгоритму.

## **2. ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЯК ВИБІРКОВОЇ КОМПОНЕНТИ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ**

*Знання*

- дискретної математики, вищої математики. Знання, отримані під час вивчення дисципліни, можуть використовуватися при вивченні дисциплін, що пов'язані з програмуванням.

*вміння*

- набуття студентами знань загальнотеоретичного і частково практично-прикладного характеру під час лекцій, практичних занять, організації самостійної роботи з вивчення першоджерел та навчально-методичної літератури.

## **3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Дисципліна «Теорія алгоритмів», як вибіркова компонента освітньої програми, забезпечує оволодіння студентами загальними та фаховими компетентностями і досягнення ними програмних результатів навчання за відповідними освітньо-професійними програмами.

*Комп'ютерні науки (ОС бакалавр)*

Номер в освітній програмі	Зміст компетентності	Номер теми, що розкриває зміст компетентності
<i>Загальні компетентності за освітньою програмою</i>		
ЗК2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях	8,9,10,11,12
<i>Фахові компетентності за освітньою програмою</i>		
СК3	Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й	2,3,4,5,6,7

	аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем	
СК4	Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.	1,8,12
СК8	Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.	2,8,9
<i>Програмні результати навчання за освітньою програмою</i>		
ПР5	Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.	5,6,7
ПР8	Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.	6,7,9
ПР9	Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.	8,9,10,11,12
ПР12	Застосовувати методи та алгоритми обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних в задачах класифікації, прогнозування, кластерного	8,11

	аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних на основі технологій DataMining, TextMining, WebMining.	
ПР13	Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.	11,12
ПР14	Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.	11,12

*Інформаційні системи та технології (ОС бакалавр)*

Номер в освітній програмі	Зміст компетентності	Номер теми, що розкриває зміст компетентності
<i>Загальні компетентності за освітньою програмою</i>		
КЗ1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	2,3,4,8
КЗ2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях	5,9,10,11,12
КЗ3	Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.	1
КЗ5	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.	12
<i>Фахові компетентності за освітньою програмою</i>		
КС1	Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область.	2,3,4
КС4	Здатність проектувати, розробляти та використовувати засоби реалізації інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій (методичні, інформаційні, алгоритмічні, технічні, програмні та інші).	1,8,12

КС13	Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.	11
<i>Програмні результати навчання за освітньою програмою</i>		
ПР2	Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.	6,7,8,12
ПР3	Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.	9,10
ПР4	Проводити системний аналіз об'єктів проектування та обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях.	11
ПР7	Обґрунтовувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій.	9,11

#### ***4. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ***

##### **Тема 1. Основні поняття теорії алгоритмів**

Предмет теорії алгоритмів. Мета дисципліни. Зв'язок з іншими дисциплінами. Історичний огляд. Цілі і задачі теорії алгоритмів. Формалізація поняття алгоритму. Властивості алгоритмів. Засоби зображення алгоритмів. Мови програмування. Канонічні структури

алгоритмів. Повна побудова алгоритму. Головні принципи створення ефективних алгоритмів.

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 1, 2,3*

*Додатковий: 7,8,10*

*Інтернет-ресурси: 12, 13*

## **Тема 2. Найбільш відомі формалізації поняття алгоритму. Машина Тьюрінга.**

Перші відомі алгоритми. Алгоритм Евкліда. Перебір дільників. Решето Ератосфена – алгоритм визначення простих чисел та інше.

Машина Тьюрінга і визначення алгоритму з її представленням. Опис машини Тьюрінга. Робота машини Тьюрінга. Способи задання машини Тьюрінга. Композиція машин Тьюрінга. Різновиди машин Тьюрінга.

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 3, 4,5*

*Додатковий: 7,8*

*Інтернет-ресурси: 11*

## **Тема 3. Машини з необмеженими регістрами. Машина Поста.**

Модель машини з необмеженими регістрами. Приклади машин. Оператори композиції, примітивної рекурсії та необмеженого пошуку.

Визначення машини Поста, визначення алгоритму з її представленням. Склад машини Посту. Стан машини Посту. Приклад роботи машини Посту. Модель  $\mathcal{P}''$ . Порівняння машини Тьюрінга та машини Поста.

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 2,3, 4*

*Додатковий: 8,10*

*Інтернет-ресурси: 14*

## **Тема 4. Нормальні алгоритми Маркова**

Поняття нормального алгоритму Маркова. Алфавіт. Слово. Підслова та входження. Конкатенація слів. Дедуктивний ланцюжок. Обмежені та необмежені проблеми слів. Маркові підстановки та їх використання.

Визначення нормального алгоритму. Приклад нормального алгоритму. Робота нормального алгоритму. Принцип нормалізації Маркова.



*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 2, 3, 4*

*Додатковий: 8, 10*

*Інтернет-ресурси: 14*

### **Тема 5. Основні алгоритмічні конструкції.**

Способи представлення алгоритмів. Блоки, за допомогою яких будується схема алгоритму. Операторне представлення схеми алгоритму. Приклади побудови схем алгоритмів.

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 1, 3, 5*

*Додатковий: 7, 8, 10*

*Інтернет-ресурси: 12*

### **Тема 6. Основи аналізу алгоритмів. Аналіз трудомісткості алгоритмів.**

Поняття аналізу алгоритмів. Підходи до аналізу алгоритмів. Оцінка алгоритму. Розуміння складності алгоритму. Часові та ємкісні оцінки складності алгоритму, пов'язаних з використанням для їх завдання машин Тьюрінга.

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 1, 3*

*Додатковий: 8*

*Інтернет-ресурси: 13*

### **Тема 7. Основи аналізу алгоритмів. Класи складності.**

Поліноміальні та NP-повні алгоритми. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Особливості використання алгоритмів на практиці. Тимчасова складність. Класи P та EXP. Класи NP. Співвідношення між класами P, EXP та NP. Альтернативний підхід до визначення класу NP. Що якщо  $P = NP$ ?

Зведення по Карпу та поняття NP-повноти. Теорема Кука – Левіна. Приклади NP-повних задач. Співвідношення задач вирішення та задач пошуку. Доповнення мов із NP. Класи EXP та NEXP. Просторова складність. Огляд інших розділів теорії складності.

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 2, 3, 4, 5*

*Додатковий: 7, 8, 9*

*Інтернет-ресурси: 13*

## **Тема 8. Рекурентні та рекурсивні алгоритми**

Рекурентні співвідношення . Глибина рекурсії. Рекурентні алгоритми. Правила побудови рекурентних алгоритмів. Реалізація рекурентних алгоритмів. Обчислення рекурентних послідовностей. Рекурсивні визначення. Рекурсивні процедури та функції. Складна рекурсія. Реалізація рекурсивних підпрограм. Рекурсія і ітерація. Доцільність використання рекурсивних алгоритмів.

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 1, 3*

*Додатковий: 7,8*

*Інтернет-ресурси: 11,14*

## **Тема 9. Алгоритми сортування та їх аналіз**

Алгоритм сортування вибором, сортування вставками (аналіз найгіршого та середнього випадку), Сортування методом бульбашки (аналіз найгіршого та найкращого випадку) та сортування злиттям, зовнішнє багатофазне сортування злиттям (за числом порівнянь при побудові відрізків, за числом порівнянь при злитті відрізків, за числом операцій читання блоків). Сортування Шелла (аналіз алгоритму, вплив кроку на ефективність). Кореневе сортування та пірамідалне сортування (аналіз найгіршого та середнього випадку). Швидке сортування (аналіз найгіршого та середнього випадку).

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 1, 2, 3,5*

*Додатковий: 7,8*

*Інтернет-ресурси: 12*

## **Тема 10. Алгоритми пошуку та їх аналіз**

Послідовний пошук в неупорядкованому масиві. Алгоритм пошуку мінімального елемента в неупорядкованому масиві. Ефективний алгоритм пошуку в неупорядкованому масиві максимального та мінімального елементів одночасно. Алгоритм бінарного пошуку в упорядкованому масиві.

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 1, 2,3*

*Додатковий: 8,9*

*Інтернет-ресурси: 11,12*

## **Тема 11. Алгоритми на графах та евристичні алгоритми**

Основні поняття теорії графів. Структури даних для представлення графів, бінарні дерева пошуку. Алгоритм визначення компонент двозв'язності. Алгоритми обходу в глибину і по рівнях, алгоритм Дейкстри пошуку найкоротшого шляху, маршрутні алгоритми. Геометрична модель задачі про лабіринт. Задача комівояжера, алгоритми складання розкладів.

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 3,4*

*Додатковий: 7,8*

*Інтернет-ресурси: 14*

## **Тема 12. Алгоритми комп'ютерної графіки**

Рівні алгоритмів машинної графіки. Побудова ліній, окружностей, еліпсів. Алгоритм Брезенхема. Алгоритми заповнення суцільних областей. Видалення невидимих ліній та поверхонь. Відсікання не нелицьових граней. Метод Z-буфера. Алгоритм впорядкування. Метод порядкового сканування. Принципи отримання полутонових зображень.

*Список рекомендованих джерел*

*Основний: 2,3,4,5*

*Додатковий: 8,9*

*Інтернет-ресурси: 14*

## **5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ**

*Основний*

1. Клакович Л.М., Левицька С.М., Костів О.В. *Теорія алгоритмів. Навчальний посібник. Л.: Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2008. 140 с.*
2. Копча-Горячкіна Г.Е. *Методичний посібник до курсу «Теорія алгоритмів та математичні основи представлення знань». Ужгород: Закарпатський державний університет, 2005. 36с.*
3. Лісовик Л.П., Шкільняк С.С. *Теорія алгоритмів. Навчальний посібник. К.: ВПЦ Київський університет, 2003. 163 с.*
4. Стусь О.В. *Математична логіка та теорія алгоритмів: Лекції [Електронний ресурс] : навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 150 с.*
5. Шкільняк С.С. *Теорія алгоритмів. Приклади й задачі: Навчальний посібник. К.: ВПЦ Київський університет, 2012. 151 с.*

*Додатковий*

6. Ахо А., Хопкрофт Д, Ульман Д: *Структуры данных и алгоритмы : учебн. Пособ. М.: ИД "Вильямс", 2000. 384 с.*

7. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. М. : ИД "Вильямс", 2011. 1296.
8. Лялецький О.В., Черевко М.О. Теорія алгоритмів: Програма та робоча програма. К.: КНТЕУ, 2016. 17 с.
9. Седжвик Р. Алгоритмы на С++. Фундаментальные алгоритмы и структуры данных. М.: ИД "Вильямс", 2011. 1056с.
10. Тихомирова А.Н., Сафоненко Н.В. Практикум по теории алгоритмов: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. 132 с.

#### *Интернет-ресурси*

11. Алгоритмы и структуры данных. Видео-лекции в свободном доступе. <http://www.lektorium.tv/course/?id=22823> (дата звернення: 08.04.2020).
12. Розвиток теорії алгоритмів. <http://wiki.kspu.kr.ua>. (дата звернення: 08.04.2020).
13. Список алгоритмов и структур данных на С++. [http://sites.google.com/site/indy256/algo\\_cpp](http://sites.google.com/site/indy256/algo_cpp). (дата звернення: 08.04.2020).
14. Теорія алгоритмів. Сайт Олексія Молчановського. <http://oim.asu.kpi.ua/courses/theory-of-algorithms/> (дата звернення: 08.04.2020).

\* Курсивом виділені джерела, що є у бібліотеці КНТЕУ