

ДЕРЖАВНИЙ 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. п. 9 від «29» 09 20 22 р.)

Ректор



Анаторій МАЗАРАКІ

ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ/  
ALGORITHM THEORY

РОБОЧА ПРОГРАМА /  
COURSE OUTLINE

освітній ступінь	бакалавр	/	bachelor
галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>	/	<u>Information Technology</u>
спеціальність	<u>126 Інформаційні системи та технології</u>	/	<u>Information Systems and Technologies</u>
освітня програма	<u>Інформаційні системи та технології</u>	/	<u>Information Systems and Technologies</u>

Київ 2022

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

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

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри 17 травня 2022р., протокол № 18

Рецензенти: 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**

**РОБОЧА ПРОГРАМА /  
COURSE OUTLINE**

<b>освітній ступінь</b>	<b>бакалавр</b>	/ bachelor
<b>галузь знань</b>	<b>12 Інформаційні технології</b>	/ Information Technology
<b>спеціальність</b>	<b>126 Інформаційні системи і технології</b>	/ Information systems and technologies
<b>освітня програма</b>	<b>Інформаційні системи та технології</b>	/ Information systems and technologies

**Розділ 1 «Структура дисципліни та розподіл годин за темами  
(тематичний план)»**

№ пор	Назва теми	Кількість годин				Форма контро- лю
		з них				
		Усього годин/кре- дитів	Лекції	Лабора- торні заняття/МК	Самостій- на робота	
1	Тема 1. Основні поняття теорії алгоритмів	14	2	4	8	Д,Т
2	Тема 2. Найбільш відомі формалізації поняття алгоритму. Машина Тюрінга.	16	2	6	8	О, Т
3	Тема 3. Машини з необмеженими регістрами. Машина Поста.	14	2	4	8	О, Т
4	Тема 4. Нормальні алгоритми Маркова	14	2	4	8	О, Т
5	Тема 5. Основні алгоритмічні конструкції.	16	2	6	8	О, Т
6	Тема 6. Основи аналізу алгоритмів. Аналіз трудомісткості алгоритмів.	16	4	4	8	Д,Т
7	Тема 7. Основи аналізу алгоритмів. Класи складності.	16	4	4	8	О, Т
8	Тема 8. Рекурентні та рекурсивні алгоритми	14	2	4	8	О,Д, Т, З
9	Тема 9. Алгоритми сортування та їх аналіз	16	2	6	8	О,Т, З
10	Тема 10. Алгоритми пошуку та їх аналіз	14	2	4	8	О, КЗ, Т
11	Тема 11. Алгоритми на графах та евристичні алгоритми	16	2	6	8	Т, Ін.п
12	Тема 12. Алгоритми комп'ютерної графіки	14	2	4	8	Д, Т, Ін.п
	<b>РАЗОМ</b>	180/6	28	56	96	
<b>Підсумковий контроль – екзамен</b>						

Умовні скорочення: О - опитання; Д - обговорення ; КЗ - контрольне завдання; Т - тестування; Ін.п – індивідуальний проект.

**Розділ 2 «Тематика та зміст лекційних, практичних (семінарських), лабораторних занять, самостійної роботи студентів»**

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента, год.
<b>Знати:</b> терміни та визначення, історію, властивості і засоби зображення алгоритмів, базові канонічні структури	<b>Лекція 1. Основні поняття теорії алгоритмів</b> План лекції. 1. Предмет теорії алгоритмів та мета курсу. 2. Формалізації поняття алгоритму та засоби зображення алгоритмів. 3. Канонічні моделі алгоритмів. 4. Головні принципи створення ефективних алгоритмів.  Список рекомендованих джерел: Основний: 1, 2,3 Додатковий: 7,8,10 Інтернет-ресурси: 12, 13	2
<b>Вміти:</b> формально представити алгоритм, графічно його відобразити, розділити етапи його створення	Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття. 1. Властивості алгоритмів; 2. Підготовка доповідей та презентацій з даної теми.	8
	Лабораторне заняття* 1. Використання алгоритмів в програмуванні: машинна мова, Асемблер та мови . 2. Встановлення програмного забезпечення тренажерів «Машина Тюрінга» та вивчення її інтерфейсів роботи.	4
<b>Знати:</b> формалізації поняття алгоритму, машину Тюрінга.	<b>Лекція 2. Найбільш відомі формалізації поняття алгоритму. Машина Тюрінга.</b> План лекції. 1. Перші відомі алгоритми. Алгоритм Евкліда та ін. 2. Опис машини Тюрінга. 3. Робота машини Тюрінга. Способи завдання машини Тюрінга. 4. Композиція машин Тюрінга. Різновиди машин Тюрінга	2

	<p>Список рекомендованих джерел:  Основний: 3,4,5  Додатковий: 7,8,10  Інтернет-ресурси: 11</p>	
<b>Вміти:</b> складати простіші алгоритми, розв'язувати задачі асоціативних обчислень	<p>Самостійна робота студентів.  Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.  1. Машина Тюрінга з напівстрічкою  2. Універсальна машина Тюрінга.</p>	8
	<p>Лабораторне заняття  1. Розробка спеціалізованої машини Тюрінга, яка обчислює функцію <math>f(x) = x + 1</math> по правилам двійкового складання.  2. Розробка спеціалізованої машини Тюрінга, що виконує операцію <math>(x \text{ div } 2)</math> і має вхідний алфавіт <math>A = \{0, 1, \varepsilon\}</math>.  3. Розробка інших спеціалізованих машин Тюрінга на розв'язання типових задач обробки даних та обчислення функцій.  4. Звіт та захист роботи.</p>	6
<b>Знати:</b> формалізації поняття алгоритму, машину з необмеженими регістрами та машину Поста.	<p><b>Лекція 3. Машини з необмеженими регістрами. Машина Поста.</b>  План лекції.  1. Модель машини з необмеженими регістрами. Приклади машин.  2. Визначення машини Поста. Склад машини Поста. Стан машини Поста. Приклад роботи машини Поста.  3. Модель <math>\mathcal{P}''</math>. Порівняння машини Тюрінга та машини Поста.</p> <p>Список рекомендованих джерел:  Основний: 2, 3,4  Додатковий: 8,10  Інтернет-ресурси: 14</p>	2
	<p>Самостійна робота студентів.  Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.  1. Реалізація за допомогою регістрових машин операторів композиції та примітивної рекурсії.  2. Реалізація за допомогою регістрових машин операторів необмеженого пошуку.</p>	8

<b>Вміти:</b> формально представити алгоритм, графічно його відобразити, розділити етапи його створення	Лабораторне заняття 1. Встановлення програмного забезпечення тренажеру «Машина Поста» та вивчення її інтерфейсів роботи. 2. Розробка програм та їх виконання на тренажері «Машина Поста». 3. Звіт та захист роботи.	4
<b>Знати:</b> формалізації поняття алгоритму за допомогою нормальних алгоритмів Маркова. Матриця представлення про $\lambda$ -числення Черча.	<b>Лекція 4. Нормальні алгоритми Маркова</b> План лекції 1. Поняття нормального алгоритму Маркова. Алфавіт. Слово. 2. Конкатенація слів. Дедуктивний ланцюжок. Обмежені та необмежені проблеми слів. 3. Маркові підстановки та їх використання. 4. Визначення нормального алгоритму. Приклад нормального алгоритму. Робота нормального алгоритму. Принцип нормалізації Маркова. Список рекомендованих джерел: Основний: 2, 3, 4 Додатковий: 8 Інтернет-ресурси: 14	2
<b>Вміти</b> розробляти алгоритми обробки даних за допомогою нормальних алгоритмів Маркова.	Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття. 1. $\lambda$ -числення Черча. Визначення $\lambda$ -термів 2. Вільні і зв'язані змінні. Підстановка. Редукція термів. Стратегії редукції 3. Представлення даних в $\lambda$ -численні. Комбінатори нерухомої точки і рекурсія. Локальні оголошення. Комбінаторна логіка.	8
	Лабораторне заняття 1. Задачі на рекурсивні та рекурентні обчислення. 2. Обчислення за допомогою нормальних алгоритмів Маркова. 3. Звіт та захист роботи.	4
<b>Знати</b> способи представлення алгоритмів	<b>Лекція 5. Основні алгоритмічні конструкції</b> План лекції 1. Способи представлення алгоритмів: словесний, графічний, операторний, табличний та	2

	<p>програмний.</p> <p>2. Основні вимоги до побудови блок-схем алгоритмів.</p> <p>3. Приклади побудови схем алгоритмів.</p> <p>Список рекомендованих джерел:  Основний: 1, 3, 5  Додатковий: 6,8,9  Інтернет-ресурси: 12</p>	
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.</p> <p>1. Обчислювальна задача, як проблема дозволу (decision problem) або задача розпізнавання стосовно до мов.</p> <p>2. Формулювання та розв'язання задачі розпізнавання шуканого простого числа в односимвольному алфавіті.</p>	8
<b>Вміти</b> будувати алгоритми розв'язання задач у графічному та операторному представленнях.	<p>Лабораторне заняття</p> <p>1. Розробка алгоритму у вигляді блок-схеми та операторному представленні, а також програми на мові C++ обчислення поліномів різного ступеню.</p> <p>2. Розробка алгоритму у вигляді блок-схеми та операторному представленні, а також програми на мові C++ розв'язанні задачі факторізації цілих чисел.</p>	6
<b>Знати</b> оцінки часу виконання алгоритмів.	<p><b>Лекція 6. Основи аналізу алгоритмів. Аналіз трудомісткості алгоритмів.</b></p> <p>План лекції</p> <p>1. Поняття аналізу алгоритмів. Підходи до аналізу алгоритмів.</p> <p>2. Оцінка алгоритму. Розуміння складності алгоритму.</p> <p>3. Часові та ємкісні оцінки складності алгоритму, пов'язаних з використанням для їх завдання машин Тюрінга.</p> <p>Список рекомендованих джерел:  Основний: 1, 3  Додатковий: 8  Інтернет-ресурси: 13</p>	4
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.</p>	8

<p><b>Вміти</b> виконувати точні та асимптотичні оцінки складності алгоритмів.</p>	<p>1.Оцінки часу виконання алгоритмів. 2. Нотація <math>O()</math>. 3. Нотація <math>\theta()</math></p> <hr/> <p>Лабораторне заняття.</p> <p>1.Оцінка часу виконання алгоритму точним підрахунком кількості виконання операцій на прикладі розрахунку поліному n-го ступеню та визначення його асимптотичної складності. 2. Оцінка часу виконання алгоритму точним підрахунком кількості виконання операцій на прикладі пошуку максимального елемента та визначення його асимптотичної складності. 3.Розрахунок часу виконання рекурсивних алгоритмів.</p>	<p>4</p>
<p><b>Знати</b> розуміння поліноміальних та NP-повних алгоритмів.</p>	<p><b>Лекція 7. Основи аналізу алгоритмів. Класи складності</b></p> <p>1.Поліноміальні та NP-повні алгоритми. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми.. 2.Тимчасова складність. Класи P та EXP. Класи NP. Співвідношення між класами P, EXP та NP. 3.Зведення по Карпу та поняття NP-повноти. Список рекомендованих джерел: Основний: 2,3,4,5 Додатковий: 6,8,9 Інтернет-ресурси: 13</p>	<p>4</p>
<p><b>Вміти</b> визначати клас складності розв'язання того або іншого алгоритму</p>	<p>Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.</p> <p>1.Теорема Кука – Левіна. NP-повні задачі. 2.Співвідношення задач вирішення та задач пошуку. Доповнення мов із NP. Класи EXP та NEXP. 3. Просторова складність. Огляд інших розділів теорії складності.</p>	<p>8</p>
	<p>Лабораторне заняття.</p> <p>1. Логарифмічна складність алгоритму на прикладі задачі пошуку шуканого значення в упорядкованому масиві за допомогою рекурсивних функцій. 2. Розгляд прикладів задач класу NP: задача здійсненності булевих формул, задача про кліки, задача визначення гамільтонового циклу в графі .</p>	<p>4</p>



<p><b>Знати:</b> значення рекурентних співвідношень, реалізацію рекурсивних підпрограм</p> <p><b>Вміти:</b> знаходити рекурентні співвідношення та складати рекурентні алгоритми, складати рекурсивні підпрограми</p>	<p><b>Лекція 8. Рекурентні і рекурсивні обчислення та алгоритми</b> План лекції.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рекурентні співвідношення та побудова рекурентних алгоритмів.</li> <li>2. Обчислення рекурентних послідовностей.</li> <li>3. Рекурсивні процедури та функції.</li> <li>4. Реалізація рекурсивних підпрограм.</li> <li>5. Доцільність використання рекурсивних алгоритмів.</li> </ol> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1, 3 Додатковий: 7,8 Інтернет-ресурси: 11,14</p> <p>Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опрацювати наступні питання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- реалізація рекурентних алгоритмів і програм.</li> <li>- примітивно рекурсивні функції.</li> <li>- частково рекурсивні функції.</li> </ul> </li> <li>2. Підготовка доповідей та презентацій з даної теми.</li> </ol> <p>Лабораторне заняття.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задачі на рекурсивні та рекурентні обчислення.</li> <li>2. Обчислення за допомогою нормальних алгоритмів Маркова.</li> <li>3. Звіт та захист роботи.</li> </ol>	<p>2</p> <p>8</p> <p>4</p>
<p><b>Знати:</b> принципи сортування, основні алгоритми сортування масивів даних</p>	<p><b>Лекція 9. Алгоритми сортування та їх аналіз</b> План лекції.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Алгоритм сортування вибором та сортування вставками.</li> <li>2. Сортування методом бульбашки та сортування злиттям, зовнішнє багатофазне сортування злиттям.</li> <li>3. Сортування Шелла.</li> <li>4. Кореневе та пірамідальне сортування.</li> <li>5. Швидке сортування.</li> </ol> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1, 2, 3,5 Додатковий: 7,8 Інтернет-ресурси: 12</p>	<p>2</p>

<b>Вміти:</b> застосувати схеми сортування в конкретних ситуаціях	<p style="text-align: center;">Самостійна робота студентів.  Вивчення матеріалу лекції, підготовка до  практичного заняття.</p> <p>1. Опрацювати наступні питання:  - кореневе сортування.  - пірамідальне сортування.  - зовнішнє багатофазне сортування злиттям.</p> <p>2. Підготовка доповідей та презентацій з даної  теми.</p>	8
	<p style="text-align: center;">Лабораторне заняття.</p> <p>1. Сортування методом бульбашки.  2. Сортування вибором.  3. Сортування злиттям.</p>	4
<b>Знати:</b> основні алгоритми пошуку елемента в масиві даних	<p style="text-align: center;"><b>Лекція 10. Алгоритми пошуку та їх аналіз</b>  План лекції.</p> <p>1. Послідовний пошук в неупорядкованому  масиві.  2. Пошук мінімального елемента в  неупорядкованому масиві.  3. Алгоритм бінарного пошуку в  упорядкованому масиві.</p> <p>Список рекомендованих джерел:  Основний: 1, 2,3  Додатковий: 8,9  Інтернет-ресурси: 11,12</p>	2
	<p style="text-align: center;">Самостійна робота студентів.  Вивчення матеріалу лекції, підготовка до  практичного заняття.</p> <p>1. Опрацювати наступні питання:  - ефективний алгоритм пошуку в  неупорядкованому масиві максимального та  мінімального елементів одночасно.  - реалізація алгоритму бінарного пошуку.  - пошук в множині даних.</p> <p>2. Підготовка доповідей та презентацій з даної  теми.</p>	8
	<p style="text-align: center;">Лабораторне заняття.</p> <p>1. Пошук перебором у неупорядкованому масиві.  2. Пошук мінімального елемента.  3. Бінарний пошук.</p>	4
<b>Вміти:</b> для конкретної задачі визначити та застосувати необхідний алгоритм		

<p><b>Знати:</b> структуру даних для представлення графів, правила обходу графа, обчислення найкоротшого маршруту</p> <p><b>Вміти:</b> розв'язувати задачі пошуку оптимального шляху в графі</p>	<p><b>Лекція 11. Алгоритми на графах та евристичні алгоритми</b> План лекції.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структури даних для представлення графів, бінарні дерева пошуку.</li> <li>2. Алгоритм визначення компонент двозв'язності.</li> <li>3. Алгоритми обходу в глибину і по рівнях, алгоритм Дейкстри пошуку найкоротшого шляху, маршрутні алгоритми.</li> <li>4. Геометрична модель задачі про лабіринт.</li> <li>5. Задача комівояжера, алгоритми складання розкладів.</li> </ol> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 3,4 Додатковий: 7,8 Інтернет-ресурси: 14</p> <hr/> <p>Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опрацювати наступні питання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- алгоритми Дейкстра-Пріми та Крускала.</li> <li>- алгоритм визначення компонент двозв'язності.</li> <li>- задача комівояжера.</li> </ul> </li> <li>2. Підготовка доповідей та презентацій з даної теми.</li> </ol> <hr/> <p>Лабораторне заняття.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Складання алгоритмів на графах для вирішення практичних задач.</li> <li>2. Використання алгоритмів обходу дерев при вирішенні практичних задач.</li> <li>3. Складання генетичних алгоритмів для вирішення практичних задач.</li> </ol>	<p>2</p> <hr/> <p>8</p> <hr/> <p>6</p>
	<p><b>Лекція 12. Алгоритми комп'ютерної графіки</b> План лекції.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рівні алгоритмів машинної графіки.</li> <li>2. Алгоритми побудови ліній, окружностей, еліпсів.</li> <li>3. Алгоритми заповнення суцільних областей.</li> </ol>	<p>2</p>

<b>Знати:</b> класифікацію алгоритмів комп'ютерної графіки, підходи до побудови ліній, методи роботи з тривимірною графікою	4. Видалення невидимих ліній та поверхонь. Відсікання нелицьових граней. Список рекомендованих джерел: Основний: 2,3,4,5 Додатковий: 8,9 Інтернет-ресурси: 14	
	Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття. 1. Опрацювати наступні питання: - алгоритм Брезенхема - метод Z-буфера та алгоритм впорядкування - принципи отримання полутонових зображень. 2. Підготовка доповідей та презентацій з даної теми.	8
<b>Вміти:</b> створити прості графічні алгоритми, будувати прості фрактали	Лабораторне заняття. 1. Математичне представлення графічних зображень. 2. Етапи складання алгоритму створення графічних зображень. 3. Реалізація алгоритму створення графічних зображень.	4
	<b>Разом</b>	<b>180/6</b>
	<b>Підсумковий контроль - екзамен</b>	

\* Всі заняття проводяться в інтерактивному режимі навчання.

### **3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ**

#### Основний

1. Крєневич А.П. Алгоритми і структури даних. Підручник / А.П. Крєневич – К.: ВПЦ "Київський Університет", 2021. – 200 с.
2. Матвієнко М. П. Теорія алгоритмів. Навчальний посібник / М. П. Матвієнко — К.: Видавництво Ліра-К, 2017. — 340 с.
3. Троцько В. В. Теорія алгоритмів: Навчально - методичний посібник / В. В. Троцько – Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2023 – 126 с.
4. Стусь О.В. Математична логіка та теорія алгоритмів. Навч. посіб. / О.В. Стусь - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 150 с.
5. Темнікова О.Л. Теорія алгоритмів. Алгоритмічні схеми. Практикум. Навчальний посібник / О.Л. Темнікова – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. –43 с

#### Додатковий

6. *Клакович Л.М. Теорія алгоритмів. Навчальний посібник / Л.М. Клакович, С.М. Левицька, О.В. Костів - Л. Вид. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2008. 140 с.*
7. *Лісовик Л.П., Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. Навчальний посібник / Л.П. Лісовик - К.: ВПЦ Київський університет, 2003. 163с.*
8. Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. Приклади й задачі: Навчальний посібник / С.С. Шкільняк - К.: ВПЦ Київський університет, 2012. - 151 с.
9. Kleene S.C. Mathematical logic. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1967. 480p.
10. Reingold E.M. , Nievergelt J., Deo N. Combinatorial algorithms. Theory and Practice. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1977. 476 p.

#### Інтернет-ресурси

11. Бінарний пошук. Алгоритм бінарного пошуку. Знайомство з алгоритмами та структурами даних. <https://www.youtube.com/watch?v=LsA39bCE09E> .
12. Машина Тюрінга. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Машина\\_Тюрінга](https://uk.wikipedia.org/wiki/Машина_Тюрінга).
13. Машина Поста. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Машина\\_Поста](https://uk.wikipedia.org/wiki/Машина_Поста).
14. Швидке сортування. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Швидке\\_сортування](https://uk.wikipedia.org/wiki/Швидке_сортування)

\* Курсивом виділені джерела, що є у бібліотеці ДТЕУ