

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з НІПР
Сергій СЛОБОДЯН

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
*PROGRAM OF THE DISCIPLINE***

**ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ
*THEORY OF ALGORITHMS***

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова викладання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни "Теорія алгоритмів" є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань F "Інформаційні технології" спеціальності F3 "Комп'ютерні науки" освітньої програми "Комп'ютерні науки".

" 09 " квітня 20 25 року. – 28 с.

Розробник:

Михелєв І.Л., доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій, кандидат технічних наук, доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Теорія алгоритмів" узгоджено з гарантом освітньої програми "Комп'ютерні науки".

Гарант освітньої програми
кандидат технічних наук,
доцент кафедри ІУСТ



Анатолій ГАЙДА

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Теорія алгоритмів" розглянуто на засіданні кафедри інформаційних управляючих систем та технологій

Протокол № 4 від " 24 " квітня 20 25 року.

Завідувач кафедри



Ігор МИХЕЛЄВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Теорія алгоритмів" розглянуто Методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проектами

Протокол № 4 від " 24 " квітня 20 25 року.

Голова



Тетяна ФАРІОНОВА

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Теорія алгоритмів" погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

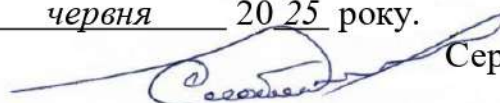


Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни "Теорія алгоритмів" затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 6 від " 25 " червня 20 25 року.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

© Михелєв І.Л., 2025 рік

© НУК, 2025 рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Опис навчальної дисципліни	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	7
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисципліни.....	9
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	21
7. Форми поточного та підсумкового контролю	22
8. Критерії оцінювання результатів навчання	25
9. Засоби навчання	26
10. Рекомендовані джерела інформації.....	26
ЗМІНИ ТА ДОПОВНЕННЯ	28

ВСТУП

Анотація

Підготовка з дисципліни "Теорія алгоритмів" є невід'ємною складовою формування відповідних загальних компетентностей та важливою передумовою академічної та професійної мобільності студентів спеціальності ФЗ "Комп'ютерні науки".

Теорія алгоритмів становить концептуальний фундамент комплексу комп'ютерних наук (*Computer Science*). Вона досліджує загальні властивості алгоритмів, формальні моделі обчислень, межі обчислюваності та алгоритмічну складність. Глибоке розуміння цього інструментарію є обов'язковою умовою для переходу від емпіричного програмування до науково обґрунтованого проектування високопродуктивних систем.

Дисципліна присвячена вивченню апарату теорії алгоритмів, який забезпечує вирішення трьох ключових завдань: формалізацію прикладних проблем у вигляді математичних моделей, аналіз принципової обчислюваності задач на комп'ютерній техніці, а також критеріальну оцінку часової та просторової складності алгоритмів для вибору найбільш раціонального розв'язку.

Курс безпосередньо впливає на формування матеріальної та інструментальної складових професійного світогляду в ІТ-галузі. Освоєння дисципліни створює теоретичний фундамент для набуття студентами подальших компетентностей з теорії програмування, алгоритмічних мов та архітектури обчислювальних систем.

Ключові слова: абстрактний алфавіт, алфавітні оператори, рекурсивні функції, теза Черча, нормальні алгоритми Маркова, машина Поста, машина Тьюрінга, операторні алгоритмічні системи, обчислюваність, алгоритмічна нерозв'язність, класи складності, формальні алгоритмічні моделі.

Abstract

Training in the discipline "Theory of Algorithms" is an integral component of developing relevant general competencies and serves as an essential prerequisite for the academic and professional mobility of students majoring in F3 "Computer Science".

The theory of algorithms constitutes the conceptual foundation of the broader field of Computer Science. It explores the general properties of algorithms, formal models of computation, limits of computability, and algorithmic complexity. A profound understanding of these tools is a mandatory prerequisite for transitioning from empirical programming to the scientifically grounded design of high-performance systems.

The discipline focuses on the mathematical apparatus of algorithmic theory, which addresses three key objectives: the formalization of applied problems into mathematical models, the analysis of the fundamental computability of problems on computing hardware, and the criteria-based assessment of time and space complexity to select the most efficient solution.

The course exerts a direct influence on shaping both the material and instrumental components of the professional worldview within the IT industry. Mastering this discipline establishes the theoretical foundation for students to acquire further competencies in programming theory, algorithmic languages, and computer systems architecture.

Keywords: abstract alphabet, alphabetic operators, recursive functions, Church's thesis, Markov normal algorithms, Post's machine, Turing machine, operator algorithmic systems, computability, algorithmic undecidability, complexity classes, formal algorithmic models.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань: F Інформаційні технології Спеціальність: F3 Комп'ютерні науки	Обов'язкова компонента ОП	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
		Семестр	
		3-й, 4-й	3-й, 4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету:	Освітня програма: "Комп'ютерні науки"	Лекції	
		30 (по 15 у кожному семестрі)	6 (по 3 у кожному семестрі)
Практичні заняття			
–		–	
Загальна кількість годин – 180		Лабораторні заняття	
	30 (по 15 у кожному семестрі)	14 (по 7 у кожному семестрі)	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2; самостійної роботи студента – 4	Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		120 (по 60 у кожному семестрі)	100 (по 50 у кожному семестрі)
		Вид контролю	
		Залік у 3-у семестрі Екзамен у 4-семестрі	
		Форма контролю	
		Комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни "Теорія алгоритмів" (ОКЗ13) є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми "Комп'ютерні науки" таких компетентностей:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.

СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й 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.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Пререквізити для вивчення навчальної дисципліни "Теорія алгоритмів" базуються на компетентностях, сформованих під час засвоєння попереднього матеріалу. З курсу "Вища математика" необхідне знання поняття функції, теорії множин, а також апарату рекурентних і рекурсивних функцій. Дисципліна "Вступ до спеціальності" має забезпечити розуміння загальної концепції інформації, позиційних систем числення, зокрема двійкової, інтуїтивного поняття алгоритму та базових засобів його формалізованого опису. З курсу "Дискретна математика" вимагається володіння інструментарієм теорії графів, функціональних відношень та математичної логіки. Ефективне опанування абстрактних моделей також передбачає попереднє вивчення дисципліни "Алгоритмізація та програмування" в обсязі знань про фундаментальні структури даних і базові керуючі конструкції мов програмування високого рівня.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни "Теорія алгоритмів" повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів:

ПР2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній

діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проєктування та реалізації об'єктів інформатизації.

ПР5. Проєктувати, 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. Програма навчальної дисципліни

ТРЕТІЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 1.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Інтуїтивне уявлення про алгоритм. Основні поняття та визначення абстрактної теорії алгоритмів. Поняття функціональної (аналітичної) алгоритмічної системи на прикладі рекурсивних функцій.

Поїнт I. Поняття алгоритму в його історичному розвитку. Інтуїтивне уявлення про алгоритм. Сучасне поняття алгоритму.

Тема 1 (проблемно-орієнтована).

Виникнення поняття алгоритм. Етапи історичного розвитку поняття алгоритм. Методологічне і математичне значення алгоритму. Виникнення теорії алгоритмів. Сучасний стан теорії алгоритмів. Области застосування теорія алгоритмів.

Тема 2.

Основні вимоги, що пред'являються до алгоритмів. Властивості алгоритмів. Засоби представлення алгоритмів. Мовний та блок-схемний засоби запису алгоритмів. Структурна методологія складання алгоритмів та теорема о структуризації (Бьома – Джаконіні) як фундамент цієї методології.

Література: [3] с. 10–35; [5] Глава 1; [6] с. 5–28; [7] с. 5–38.

Поїнт II. Основні поняття абстрактної теорії алгоритмів.

Тема 3.

Базові поняття теорії алгоритмів: абстрактний алфавіт; слово; довжина слова; алфавітний оператор; однозначні та багатозначні алфавітні оператори; область визначення алфавітного оператора. Їх математичне обґрунтування.

Тема 4.

Алфавітні оператори, які кодують та здійснюють посимвольне відображення. Поняття декодування: принцип взаємної однозначності вхідного відображення та коду; нормальне кодування. Спряженні алфавітні оператори, їх граф-схеми.

Тема 5.

Способи завдання алфавітного оператора. Алгоритм як алфавітний оператор разом із правилами, які визначають його дію. Рівні та еквівалентні алгоритми. Детермінованість, масовість та результативність алгоритму. Поняття алгоритмічної системи, види алгоритмічних систем.

Література: [1] с. 30–55; [2, ч.1], с. 5–35; [5] Глава 2; [6] с. 29–55; [7] с. 39–58.

Поїнт III. Аналітичні алгоритмічні системи.

Тема 6.

Рекурсія та рекурсивні функції. Поняття обчислювальної функції.

Область визначення рекурсивної функції. Усюди визначена і часткова функції. Тезиси Черча та Кліні. Базові елементарні рекурсивні функції: тотожно рівні нулю; тотожні; безпосереднього слідування.

Тема 7.

Операція суперпозиції. Операція примітивної рекурсії. Доведення примітивної рекурсивності простих арифметичних функцій: додавання; множення; зведення в ступінь тощо. Значення поняття частково рекурсивної функції. Операція найменшого кореня (мінімізації).

Література: [1] с. 56–85; [3] с. 36–65; [5] Глава 3; [6] с. 56–84.

ЧЕТВЕРТИЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 2.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Комбінаторні (або підстановочні), автоматичні (або абстрактні машинні) та операторні алгоритмічні системи. Масові алгоритмічні проблемами, що не мають розв'язку.

Поїнт IV. Комбінаторні алгоритмічні системи. Нормальні алгоритми Маркова.

Тема 8.

Алгоритмічні системи, які засновані на поняттях елементарний оператор і елементарний розпізнавач. Узагальнені нормальні алгоритми. Нормальні алгоритми Маркова. Граф-схеми відповідних алгоритмів.

Тема 9.

Принцип нормалізації. Композиції алгоритмів: суперпозиція; об'єднання; розгалуження; ітерація. Універсальні нормальні алгоритми, теорема Маркова про універсальний нормальний алгоритм.

Література: [1] с. 129–160; [2, ч.1] с. 45–60; [5] Глава 4.

Поїнт V. Абстрактні машинні алгоритми.

Тема 10.

Конструкція машини Поста. Поняття стана машини. Програма для машини Поста. Три варіанти роботи машини: результативна зупинка; безрезультативна зупинка; нескінченна робота. Запис чисел на стрічці машини Поста.

Тема 11.

Обчислення на машині Поста: задача додавання одиниці до числа в різноманітних випадках. Оптимізація програм для машини Поста методом поглинання. Обчислення на машині Поста: задача додавання двох чисел для різних початкових станів машини. Зв'язок понять алгоритм та машина Поста. Пропозиція Поста.

Література: [1] с. 105–128; [2, ч.2] с. 5–32; [5] Глава 5; [6] с. 70–78.

Тема 12.

Конструкція машини Тьюрінга. Внутрішній та зовнішній алфавіти, конфігурація машини. Запис алгоритму, що виконує машина. Таблиця відповідності. Модифікації машини Тьюрінга: багатострічкова та універсальна машини.

Тема 13.

Композиції машин Тьюрінга. Операція множення та операція ітерації для машини Тьюрінга. Зв'язок автоматичних алгоритмічних систем.

Література: [1] с. 86–104; [2, ч.2] с. 33–68; [5] Глава 6; [6] с. 79–95; [7] с. 73–98.

Поїнт VI. Операторні алгоритмічні системи.

Тема 14.

Основні положення операторних алгоритмічних систем. Правила запису алгоритмів Ван Хао. Операторні алгоритми Ляпунова. Складання алгоритмів обчислення простих математичних виразів у алгоритмічній системі Ляпунова.

Література: [1] с. 161–180; [2, ч.2] с. 69–92; [5] Глава 7.

Поїнт VII. Зв'язок між алгоритмічними системами. Масові алгоритмічні проблемами, що не мають розв'язку

Тема 15 (проблемно-орієнтована).

Зв'язок між алгоритмічними системами. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми.

Література: [5] Глава 8; [6] с. 85–104; [7] с. 98–112.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма навчання						Заочна форма навчання					
	Σ	у тому числі					Σ	у тому числі				
		лекції	практичні	лабораторні	індивідуальні	самостійна робота		лекції	практичні	лабораторні	індивідуальні	самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
МОДУЛЬ 1 (третій семестр)												
Змістовий модуль 1. Інтуїтивне уявлення про алгоритм. Основні поняття та визначення абстрактної теорії алгоритмів. Поняття функціональної (аналітичної) алгоритмічної системи на прикладі рекурсивних функцій												
Тема 1 (проблемно-орієнтована). Виникнення поняття алгоритм. Етапи історичного розвитку поняття алгоритм. Методологічне і математичне значення алгоритму. Виникнення теорії алгоритмів. Сучасний стан теорії алгоритмів. Області застосування теорія алгоритмів.	9	2	–	2	–	5	8,25	0,25	–	1	–	7
Тема 2. Основні вимоги, що пред'являються до алгоритмів. Властивості алгоритмів. Засоби представлення алгоритмів. Мовний та блок-схемний засоби запису алгоритмів. Структурна методологія складання алгоритмів та теорема о структуризації (Бьома – Джакопіні) як фундамент цієї методології.	9	2	–	2	–	5	8,25	0,25	–	1	–	7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 3. Базові поняття теорії алгоритмів: абстрактний алфавіт; слово; довжина слова; алфавітний оператор; однозначні та багатозначні алфавітні оператори; область визначення алфавітного оператора. Їх математичне обґрунтування.	14	2	–	2	–	10	8,5	0,5	–	1	–	7
Тема 4. Алфавітні оператори, які кодують та здійснюють посимвольне відображення. Поняття декодування: принцип взаємної однозначності вхідного відображення та коду; нормальне кодування. Спряженні алфавітні оператори, їх граф-схеми.	14	2	–	2	–	10	8,5	0,5	–	1	–	7
Тема 5. Способи завдання алфавітного оператора. Алгоритм як алфавітний оператор разом із правилами, які визначають його дію. Рівні та еквівалентні алгоритми. Детермінованість, масовість та результативність алгоритму. Поняття алгоритмічної системи, види алгоритмічних систем.	14	2	–	2	–	10	8,5	0,5	–	1	–	7
Тема 6. Рекурсія та рекурсивні функції. Поняття обчислювальної функції. Область визначення рекурсивної функції. Усюди визначена і часткова функції. Тезиси Черча та Кліні. Базові елементарні рекурсивні функції: тотожно рівні нулю; тотожні; безпосереднього слідування.	14	2	–	2	–	10	8,5	0,5	–	1	–	7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 7. Операція суперпозиції. Операція примітивної рекурсії. Доведення примітивної рекурсивності простих арифметичних функцій: додавання; множення; зведення в ступінь тощо. Значення поняття частково рекурсивної функції. Операція найменшого кореня (мінімізації).	16	3	–	3	–	10	9,5	0,5	–	1	–	8
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 1 (III семестр):	90	15	–	15	–	60	60	3	–	7		50
МОДУЛЬ 2 (четвертий семестр) Змістовий модуль 2. Комбінаторні (або підстановочні), автоматичні (або абстрактні машинні) та операторні алгоритмічні системи. Масові алгоритмічні проблемами, що не мають розв'язку												
Тема 8. Алгоритмічні системи, які засновані на поняттях елементарний оператор і елементарний розпізнавач. Узагальнені нормальні алгоритми. Нормальні алгоритми Маркова. Граф-схеми відповідних алгоритмів.	12	2	–	2	–	8		0,25	–	1	–	6
Тема 9. Принцип нормалізації. Композиції алгоритмів: суперпозиція; об'єднання; розгалуження; ітерація. Універсальні нормальні алгоритми, теорема Маркова про універсальний нормальний алгоритм.	12	2	–	2	–	8		0,25	–	1	–	6
Тема 10. Конструкція машини Поста. Поняття стана машини. Програма для машини Поста. Три варіанта роботи машини: результативна зупинка; безрезультативна зупинка; нескінченна робота. Запис чисел на стрічці машині Поста.	12	2	–	2	–	8		0,25	–	1	–	6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 11. Обчислення на машині Поста: задача додавання одиниці до числа в різноманітних випадках. Оптимізація програм для машини Поста методом поглинання. Обчислення на машині Поста: задача додавання двох чисел для різних початкових станів машини. Зв'язок понять алгоритм та машина Поста. Пропозиція Поста.	12	2	–	2	–	8		0,5	–	1	–	6
Тема 12. Конструкція машини Тьюрінга. Внутрішній та зовнішній алфавіти, конфігурація машини. Запис алгоритму, що виконує машина. Таблиця відповідності. Модифікації машини Тьюрінга: багатострічкова та універсальна машини.	12	2	–	2	–	8		0,25	–	1	–	6
Тема 13. Композиції машин Тьюрінга. Операція множення та операція ітерації для машини Тьюрінга. Зв'язок автоматичних алгоритмічних систем.	12	2	–	2	–	8		0,5	–	1	–	6
Тема 14. Основні положення операторних алгоритмічних систем. Правила запису алгоритмів Ван Хао. Операторні алгоритми Ляпунова. Складання алгоритмів обчислення простих математичних виразів у алгоритмічній системі Ляпунова.	12	2	–	2	–	8		0,5	–	0,5	–	6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 15 (проблемно-орієнтована). Зв'язок між алгоритмічними системами. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми.	6	1	–	1	–	4		0,5	–	0,5	–	8
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 2 (IV семестр):	90	15	–	15	–	60		3	–	7	–	50
РАЗОМ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ:	180	30	–	30	–	120		6	–	14	–	100

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
ТРЕТІЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 1.			
Змістовий модуль 1. Інтуїтивне уявлення про алгоритм. Основні поняття та визначення абстрактної теорії алгоритмів. Поняття функціональної (аналітичної) алгоритмічної системи на прикладі рекурсивних функцій.			
1	Лабораторна робота № 1 "Мовний та блок-схемний засоби запису обчислювальних та логічних алгоритмів".	4	2
2	Лабораторна робота № 2 "Кодування та декодування слів в абстрактних алфавітах".	2	1
3	Лабораторна робота № 3 "Представлення алгоритму у вигляді однозначних та багатозначних алфавітних операторів".	2	1
4	Лабораторна робота № 4 "Граф-схемне представлення спряженого алфавітного оператора в стандартному бінарному алфавіті".	2	1
5	Лабораторна робота № 5 "Алгоритм побудови найпростіших арифметичних функцій з використанням операції примітивної рекурсії".	5	2
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 1 (ІІІ семестр):		15	7
ЧЕТВЕРТИЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 2.			
Змістовий модуль 2. Комбінаторні (або підстановочні), автоматичні (або абстрактні машинні) та операторні алгоритмічні системи. Масові алгоритмічні проблемами, що не мають розв'язку.			
6	Лабораторна робота № 6 "Побудова нормальних алгоритмів Маркова та їх граф-схем".	2	1
7	Лабораторна робота № 7 "Побудова композицій нормальних алгоритмів".	2	1
8	Лабораторна робота № 8 "Складання програми для машини Поста".	4	2
9	Лабораторна робота № 9 "Складання програми для машини Тьюрінга".	4	2
10	Лабораторна робота № 10 "Складання алгоритмів обчислення простих математичних виразів у операторних алгоритмічних системах".	3	1
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 2 (ІV семестр):		15	7
РАЗОМ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ:		30	14

Самостійна робота

Одним з основних чинників забезпечення успішного засвоєння матеріалів навчальної дисципліни "Теорія алгоритмів" є самостійна робота студентів.

Основними видами самостійної роботи є:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Вивчення рекомендованої літератури.
3. Вивчення термінів і основних понять з тем навчальної дисципліни.
4. Підготовка до лабораторних занять і оформлення звітів з виконання кожної лабораторної роботи.
5. Підготовка до модульного контролю з навчальної дисципліни.
6. Підготовка до підсумкового контролю з навчальної дисципліни.

Розподіл годин самостійної роботи за темами навчальної дисципліни

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	2	3	4
ТРЕТІЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 1. Змістовий модуль 1. Інтуїтивне уявлення про алгоритм. Основні поняття та визначення абстрактної теорії алгоритмів. Поняття функціональної (аналітичної) алгоритмічної системи на прикладі рекурсивних функцій.			
1	Тема 1 (проблемно-орієнтована). Виникнення поняття алгоритм. Етапи історичного розвитку поняття алгоритм. Методологічне і математичне значення алгоритму. Виникнення теорії алгоритмів. Сучасний стан теорії алгоритмів. Області застосування теорія алгоритмів.	5	7
2	Тема 2. Основні вимоги, що пред'являються до алгоритмів. Властивості алгоритмів. Засоби представлення алгоритмів. Мовний та блок-схемний засоби запису алгоритмів. Структурна методологія складання алгоритмів та теорема о структуризації (Бьома – Джакопіні) як фундамент цієї методології.	5	7
3	Тема 3. Базові поняття теорії алгоритмів: абстрактний алфавіт; слово; довжина слова; алфавітний оператор; однозначні та багатозначні алфавітні оператори; область визначення алфавітного оператора. Їх математичне обґрунтування.	10	7

1	2	3	4
4	Тема 4. Алфавітні операторі, які кодують та здійснюють посимвольне відображення. Поняття декодування: принцип взаємної однозначності вхідного відображення та коду; нормальне кодування. Спряженні алфавітні оператори, їх граф-схеми.	10	7
5	Тема 5. Способи завдання алфавітного оператора. Алгоритм як алфавітний оператор разом із правилами, які визначають його дію. Рівні та еквівалентні алгоритми. Детермінованість, масовість та результативність алгоритму. Поняття алгоритмічної системи, види алгоритмічних систем.	10	7
6	Тема 6. Рекурсія та рекурсивні функції. Поняття обчислювальної функції. Область визначення рекурсивної функції. Усюди визначена і часткова функції. Тезиси Черча та Кліні. Базові елементарні рекурсивні функції: тотожно рівні нулю; тотожні; безпосереднього слідування.	10	7
7	Тема 7. Операція суперпозиції. Операція примітивної рекурсії. Доведення примітивної рекурсивності простих арифметичних функцій: додавання; множення; зведення в ступінь тощо. Значення поняття частково рекурсивної функції. Операція найменшого кореня (мінімізації).	10	8
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 1 (III семестр):		60	50
ЧЕТВЕРТИЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 2. Змістовий модуль 2. Комбінаторні (або підстановочні), автоматичні (або абстрактні машинні) та операторні алгоритмічні системи. Масові алгоритмічні проблемами, що не мають розв'язку.			
8	Тема 8. Алгоритмічні системи, які засновані на поняттях елементарний оператор і елементарний розпізнавач. Узагальнені нормальні алгоритми. Нормальні алгоритми Маркова. Граф-схеми відповідних алгоритмів.	8	6
9	Тема 9. Принцип нормалізації. Композиції алгоритмів: суперпозиція; об'єднання; розгалуження; ітерація. Універсальні нормальні алгоритми, теорема Маркова про універсальний нормальний алгоритм.	8	6

1	2	3	4
10	Тема 10. Конструкція машини Поста. Поняття стана машини. Програма для машини Поста. Три варіанта роботи машини: результативна зупинка; безрезультативна зупинка; нескінченна робота. Запис чисел на стрічці машині Поста.	8	6
11	Тема 11. Обчислення на машині Поста: задача додавання одиниці до числа в різноманітних випадках. Оптимізація програм для машини Поста методом поглинання. Обчислення на машині Поста: задача додавання двох чисел для різних початкових станів машини. Зв'язок понять алгоритм та машина Поста. Пропозиція Поста.	8	6
12	Тема 12. Конструкція машини Тьюрінга. Внутрішній та зовнішній алфавіти, конфігурація машини. Запис алгоритму, що виконує машина. Таблиця відповідності. Модифікації машини Тьюрінга: багатострічкова та універсальна машини.	8	6
13	Тема 13. Композиції машин Тьюрінга. Операція множення та операція ітерації для машини Тьюрінга. Зв'язок автоматичних алгоритмічних систем.	8	6
14	Тема 14. Основні положення операторних алгоритмічних систем. Правила запису алгоритмів Ван Хао. Операторні алгоритми Ляпунова. Складання алгоритмів обчислення простих математичних виразів у алгоритмічній системі Ляпунова.	8	6
15	Тема 15 (проблемно-орієнтована). Зв'язок між алгоритмічними системами. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми.	4	8
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 2 (IV семестр):		60	50
РАЗОМ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ:		120	100

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Основними методами навчання, які найкращім чином дозволяють досягти навчальної мети та забезпечують засвоєння змісту навчальної дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний, коли знання не просто повідомляють, а пояснюють, обґрунтовують, коментують. Робиться все, щоб було менше механічного запам'ятовування, а більше розуміння сутності. Метод навчання пов'язаний з використанням засобів наочності та репродуктивним характером засвоєння знань.

2. Проблемний, основа якого полягає в утворенні у навчальному процесі пошукових ситуацій. Проблемний метод навчання розвиває активність, самостійність, творчі здібності.

Як наочний матеріал застосовуються мультимедійні слайди, лекційні демонстрації та приклади виконання завдань лабораторних робіт.

Для зручної та ефективної організації навчального процесу, кожен навчальний рік створюється Google Classroom, де розміщуються завдання для виконання лабораторних робіт та комплекс навчально-методичного забезпечення з навчальної дисципліни. Доступ до Google Classroom надається на першому лабораторному занятті за університетською електронною поштою.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання лабораторних завдань, проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Основи інформаційних технологій та програмування" є:

- звіти з виконання лабораторних робіт;
- поточна модульна контрольна робота у письмовій формі;
- підсумковий модульний контроль (екзамен) у письмовій формі.

На першому занятті семестру викладач зобов'язаний поінформувати студентів про графік і форми контролю, методи та критерії оцінювання згідно з робочою програмою навчальної дисципліни.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу "Теорія алгоритмів" включає в себе оцінки з поточного контролю (за звіти з виконання лабораторних робіт та письмову модульну контрольну роботу) та підсумкового контролю (заключного письмового екзамену).

ТРЕТІЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 1.

Поточний контроль здійснюється на кожному лабораторному занятті за результатами виконання відповідних лабораторних робіт. Він передбачає перевірку правильності оформлення матеріалів, оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти з конкретної теми та захист результатів дослідження. У третьому семестрі заплановано виконання п'яти лабораторних робіт; максимальна оцінка за кожен успішно захищену роботу становить **12 балів**.

Питома вага письмової модульної контрольної роботи в загальній системі оцінювання успішності здобувача вищої освіти у третьому семестрі становить **40 балів**. Умовою допуску до написання модульної контрольної роботи є повне виконання та успішний захист усіх запланованих лабораторних робіт.

Підсумковою формою контролю у третьому семестрі є залік. Максимальна підсумкова оцінка за семестр становить **100 балів**, що розраховується як сума балів за поточний контроль та модульну контрольну роботу за формулою: $5 \cdot 12 + 40 = 100$ балів.

ЧЕТВЕРТИЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 2.

Поточний контроль здійснюється на кожному лабораторному занятті за результатами виконання відповідних лабораторних робіт. Він передбачає перевірку правильності оформлення матеріалів, оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти з конкретної теми та захист результатів дослідження. У четвертому семестрі заплановано виконання п'яти лабораторних робіт; максимальна оцінка за кожен успішно захищену роботу становить **12 балів**.

Питома вага письмової модульної контрольної роботи в загальній системі оцінювання успішності здобувача вищої освіти у четвертому семестрі становить **40 балів**. Умовою допуску до написання модульної контрольної роботи є повне виконання та успішний захист усіх запланованих лабораторних робіт.

Підсумковою формою контролю у четвертому семестрі є екзамен. Семестрову оцінку може бути виставлено автоматично як суму балів, отриманих за поточний контроль та модульну контрольну роботу, що розраховується за формулою: $5 \cdot 12 + 40 = 100$ балів.

Якщо здобувач вищої освіти не задоволений оцінкою, отриманою за

результатами поточного та модульного контролю, він має право складати екзамен за весь курс з метою підвищення підсумкового балу. У такому разі попередні бали анулюються, а підсумкова оцінка визначається виключно за результатами екзаменаційної роботи, максимальна вартість якої становить **100 балів**.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторні роботи

Бали	Критерії оцінювання
12	Лабораторна робота виконана без критичних помилок у встановлений термін. Робота виконана самостійно, чітко сформульовані математична та алгоритмічна постановка відповідних задач. Проведено аналіз достовірності отриманих результатів. Студент може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт з виконання лабораторної роботи цілком відповідає встановленим вимогам.
10	Лабораторна робота виконана без критичних помилок з порушенням встановленого терміну. Робота виконана самостійно, але з консультаціями викладача щодо виконання деяких задач. Сформульовані математична та алгоритмічна постановка відповідних задач. Проведено аналіз достовірності отриманих результатів. Студент може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт з виконання лабораторної роботи, в цілому, відповідає встановленим вимогам.
6	Лабораторна робота виконана з порушенням встановленого терміну. Робота виконана за допомогою консультацій викладача щодо виконання всіх задач. Математична та алгоритмічна постановки відповідних задач не в повній мірі коректні та раціональні. Аналіз достовірності отриманих результатів має тривіальний або формальний характер. Студент невпевнено (з невеликою кількістю помилок) розв'язує аналогічні задачі. Звіт з виконання лабораторної роботи, в цілому, відповідає встановленим вимогам, але містить неточності та невелику кількість помилок.
3	Лабораторна робота виконана з порушенням встановленого терміну. Робота виконана за допомогою зовнішніх консультацій та консультацій викладача щодо виконання всіх задач. Математична та алгоритмічна постановки відповідних задач не в повній мірі коректні та раціональні. Аналіз достовірності отриманих результатів має тривіальний або формальний характер. Студент невпевнено (з суттєвою кількістю помилок) розв'язує аналогічні задачі. Звіт з виконання роботи не в повній мірі відповідає встановленим вимогам та містить неточності та суттєву кількість помилок.

1	Лабораторна робота виконана з порушенням встановленого терміну та за допомогою зовнішніх консультацій щодо виконання всіх задач. Математична та алгоритмічна постановки відповідних задач некоректні та нераціональні. Аналіз достовірності отриманих результатів некоректний або відсутній. Студент не може розв'язувати аналогічні задачі. Звіт з виконання роботи не відповідає встановленим вимогам та містить неточності та суттєву кількість помилок.
0	Робота не виконувалась.
<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 60 балів (5 лабораторних робіт по 12 балів).</i>	

Модульна контрольна робота

Контрольні заходи по змістовному модулю навчального курсу проводяться в письмовій формі у відповідному (третьому або четвертому) семестрі за розкладом кафедри ІУСТ.

Допуск до складання модульної контрольної роботи здійснюється за результатами виконання 5 лабораторних робіт. Модульна контрольна робота містить 5 практичних задач за виконання яких студент може отримати максимальну оцінку – **40 балів**. На розв'язання задач модульної контрольної роботи відводиться 2 академічних години.

ТРЕТІЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 1.					
ЧЕТВЕРТИЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 2.					
№ задачі	1	2	3	4	5
Бали	5	5	10	10	10
Сума	40				
Повна відповідь оцінюється як 100 % від балу відповідної задачі. Неповна відповідь оцінюється як 80 % від балу відповідної задачі. Часткова відповідь оцінюється як 50 % від балу відповідної задачі. Спроба надати відповідь оцінюється як 10 % від балу відповідної задачі. Відсутність відповіді оцінюється у 0 балів.					

Підсумкова атестація

Семестровий екзамен з навчальної дисципліни проводиться в письмовій формі під час екзаменаційної сесії четвертого семестру відповідно до затвердженого офіційного розкладу Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

Екзаменаційний білет містить 5 практичних завдань, що охоплюють матеріал модульних контрольних робіт третього та четвертого семестрів.

Правильне розв'язання кожного завдання оцінюється у відповідності до наступної таблиці; максимальна підсумкова оцінка за екзаменаційну роботу становить **100 балів**. На виконання екзаменаційної роботи відводиться 2 академічні години (90 хвилин).

Повторне складання екзамену (ліквідація академічної заборгованості) здійснюється в терміни, визначені графіком освітнього процесу, наприкінці поточного семестру.

№ задачі	1	2	3	4	5
Бали	15	15	20	25	25
Сума		100			
Повна відповідь оцінюється як 100 % від балу відповідної задачі. Неповна відповідь оцінюється як 80 % від балу відповідної задачі. Часткова відповідь оцінюється як 50 % від балу відповідної задачі. Спроба надати відповідь оцінюється як 10 % від балу відповідної задачі. Відсутність відповіді оцінюється у 0 балів.					

8. Критерії оцінювання результатів навчання

ЗМ	Тема ЗМ	Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
		Від роботи	Кількість балів	Від роботи	Кількість балів
ТРЕТІЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 1.					
1	1–2	Лабораторна № 1	12	Лабораторна № 1	12
	3–4	Лабораторна № 2	12	Лабораторна № 2	12
	3–4	Лабораторна № 3	12	Лабораторна № 3	12
	4–5	Лабораторна № 4	12	Лабораторна № 4	12
	6–7	Лабораторна № 5	12	Лабораторна № 5	12
	ПМК	МКР	40	МКР	40
Сума		Σ=	100	Σ=	100
ЧЕТВЕРТИЙ СЕМЕСТР: МОДУЛЬ 2.					
2	8	Лабораторна № 6	12	Лабораторна № 1	12
	8–9	Лабораторна № 7	12	Лабораторна № 2	12
	10–11	Лабораторна № 8	12	Лабораторна № 3	12
	12–13	Лабораторна № 9	12	Лабораторна № 4	12
	14	Лабораторна № 10	12	Лабораторна № 5	12
	ПМК	МКР	40	МКР	40
Сума		Σ=	100	Σ=	100
Додатково (у разі, якщо студента не задовольняє результат поточної атестації)					
Підсумковий контроль		Екзамен	100	Екзамен	100
Сума		Σ=	100	Σ=	100

9. Засоби навчання

Лекційні заняття відбуваються у поточній аудиторії з можливістю використання мультимедійного проектору.

Лабораторні заняття проводяться в комп'ютерному класі з персональними комп'ютерами, підключеними до мережі Internet.

Дистанційні заняття (проводяться в умовах повномасштабної агресії або карантину) відбуваються за допомогою безкоштовного сервісу для дистанційного навчання Google Classroom; платформ для проведення відеозустрічей Google Meet, Zoom; інформаційно-комунікаційних засобів Viber, Telegram, Discord тощо.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. **Бородкіна І. Л., Бородкін Г. О.** Теорія алгоритмів : посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Центр учбової літератури, 2019. 184 с.
2. **Караванова Т. П.** Теорія алгоритмів : навч. посіб. : у 2 ч. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022–2024.
3. **Клакович Л. М., Левицька С. М., Костів О. В.** Теорія алгоритмів : навч. посіб. 2-ге вид., доповн. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2015. 161 с.
4. **Кормен Т., Лейзерсон Ч., Рівест Р., Стайн К.** Вступ до алгоритмів : пер. з англ. Київ : К.І.С., 2019. 1288 с.
5. **Михелєв І. Л.** Основи теорії алгоритмів : навч. посібник [Електронний ресурс]. Миколаїв : НУК, 2025.
6. **Прийма С. М.** Теорія алгоритмів : навч. посіб. Мелітополь : ФОП Однорог Т. В., 2018. 116 с.
7. **Троцько В. В.** Теорія алгоритмів : навчально-методичний посібник. Київ : Університет економіки та права «КРОК», 2023. 126 с.

Допоміжна література

8. **Матвієнко М. П.** Математична логіка та теорія алгоритмів : підручник. 2-ге вид., переробл. та доповн. Київ : Ліра-К, 2021. 344 с.
9. **Шаров С. В.** Теорія алгоритмів : навчальний посібник. Мелітополь : ФОП Однорог Т. В., 2019. 142 с.
10. **Шкільняк С. С.** Комп'ютерна логіка та теорія алгоритмів : навч. посіб. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2020. 231 с.
11. **Rich E.** *Automata, Computability and Complexity: Theory and Applications*. New York : Pearson Education, 2019. 1120 p.
12. **Sipser M.** *Introduction to the Theory of Computation*. 4th ed. Boston : Cengage Learning, 2024. 512 p.

13. Uzgalis R. *Introduction to the Theory of Algorithms*. London : World Scientific Publishing, 2017. 280 p.

Інформаційні ресурси в Internet

1. Темнікова О. Л. (КПІ ім. Ігоря Сікорського): ela.kpi.ua/items/0441e812-3b87-46c2-942a-bd9341cc682d
2. Троцько В. В. (Університет «КРОК»): library.krok.edu.ua/media/library/category/navchalni-posibniki/trotsko_0003.pdf
3. Прийма С. М. (ТДАТУ): elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/9754/1/ta_priyma_20181.pdf
4. Яворський Б. І. (ТНТУ ім. Івана Пулюя): https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/2741/5/Lecture-Yavorsky B-Theory of algorithms_2000.pdf

Інтерактивні навчальні засоби

1. Симулятор Мащини Тюрінга (Turing Machine Simulator): <https://turingmachine.io> – сучасний інтерактивний вебсимулятор з анімованою стрічкою, графічним редактором станів та можливістю покрокового виконання програм.
2. Мульти-стрічковий симулятор Мащини Тюрінга: <https://turingmachinesimulator.com> – симулятор, який підтримує роботу як з класичними однострічковими, так і з багатострічковими машинами Тюрінга. Містить готові приклади алгоритмів (паліндроми, переведення систем числення).
3. Середовище JFLAP (Java Formal Languages and Automata Package): jflap.org – головний світовий освітній інструмент для графічного моделювання та аналізу машин Тюрінга, кінцевих автоматів і формальних граматик.
4. Табличний симулятор Мащини Тюрінга: <https://morphett.info/turing/turing.html> – лаконічний та зручний симулятор, що працює за класичною системою команд та дозволяє завантажувати або зберігати таблиці переходів у текстовому форматі.
5. Платформа візуалізації алгоритмів VisuAlgo: <https://visualgo.net> – інтерактивна освітня система, яка покроково візуалізує роботу базових алгоритмів, їхні властивості, детермінованість та масовість.

ЗМІНИ ТА ДОПОВНЕННЯ