

Робоча програма дисципліни «Теорія автоматів і формальних МОВ»

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 123 · КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

БАКАЛАВР

90

Годин

Загальний обсяг дисципліни

3

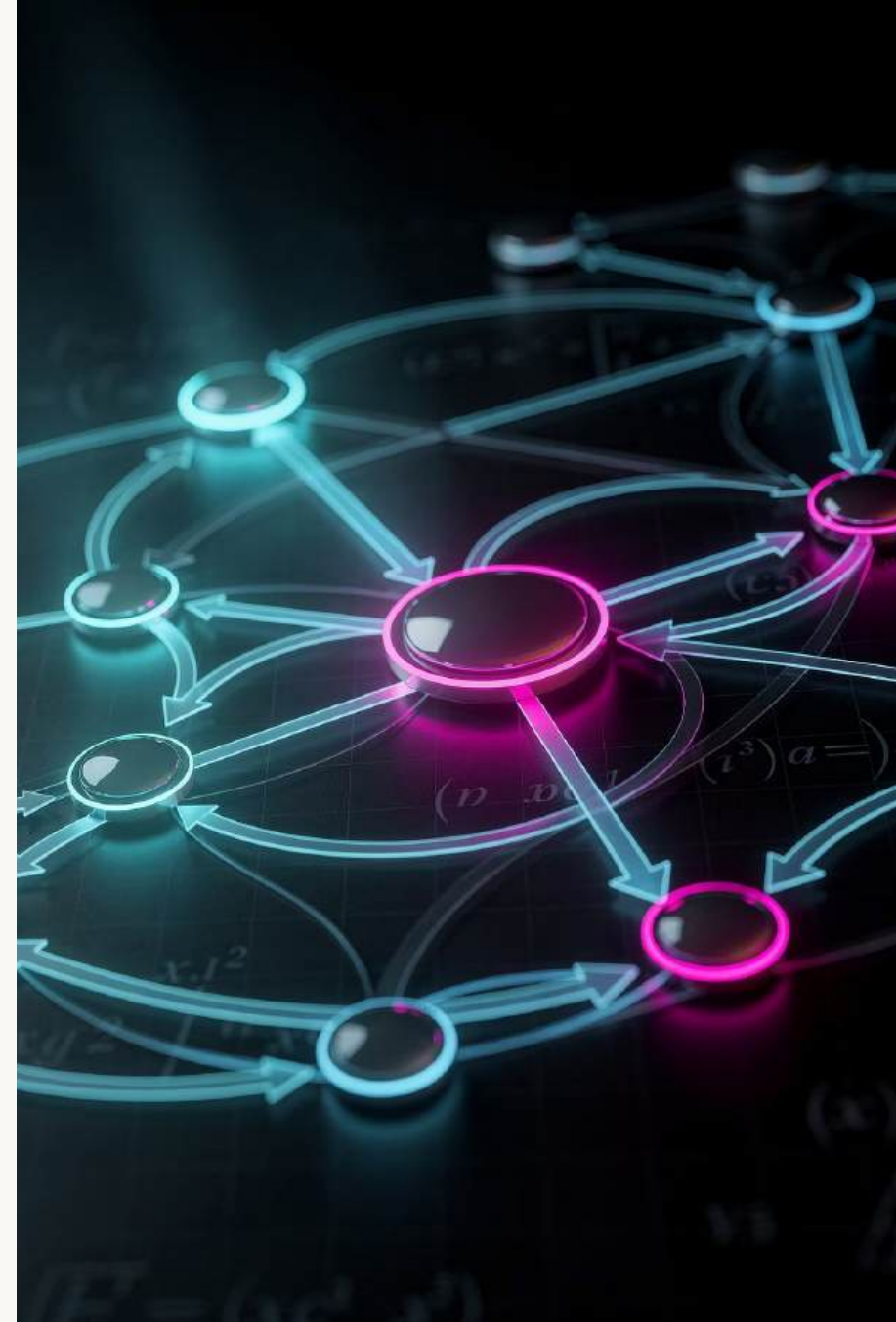
Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

3

Модулі

Змістовних блоки курсу



Загальна інформація про дисципліну

Ідентифікація

Назва: Теорія автоматів і формальних мов

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Ступінь: Бакалавр

Обсяг: 90 годин / 3 кредити ЄКТС

Модулів: 3 змістовних блоки

Лекції: 15 год. | **Лабораторні:** 15 год.

Практичні: 15 год. | **СРС:** 45 год.

Призначення дисципліни

Дисципліна «Теорія автоматів і формальних мов» формує у студентів фундаментальні знання про математичні моделі обчислень, формальні граматики, скінченні автомати та їх застосування в комп'ютерних науках. Курс охоплює теорію регулярних, контекстно-вільних і контекстно-залежних мов, ієрархію Хомського, автоматні моделі та алгоритми синтаксичного аналізу.

Дисципліна є обов'язковою для підготовки бакалаврів зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» та забезпечує формування фахових компетентностей, необхідних для розробки трансляторів, компіляторів і систем обробки мов.

Загальні компетентності

Математичне мислення

Здатність до абстрактного математичного мислення: оперування формальними визначеннями, доведення теорем, побудова математичних моделей обчислювальних процесів і аналіз їх властивостей.

Алгоритмічне мислення

Здатність розробляти та аналізувати алгоритми перетворення автоматів і граматик, визначати їх коректність і складність, застосовувати алгоритмічні підходи до вирішення практичних задач.

Комунікація та документування

Здатність до чіткої письмової та усної комунікації: описувати формальні моделі, аргументовано представляти результати аналізу, оформлювати лабораторні звіти та аналітичні матеріали.

Самоорганізація

Уміння самостійно вивчати теоретичний матеріал, планувати виконання лабораторних і практичних завдань у визначені строки, систематично опрацьовувати наукову літературу з теорії обчислень.

Студент повинен вміти: аналізувати формальні моделі та мови; будувати та перетворювати автомати і граматики; застосовувати теоретичні знання при розробці програмного забезпечення; планувати власну діяльність і дотримуватися дедлайнів; коректно оформлювати результати роботи.

Фахові компетентності

Теорія формальних мов

Знання ієрархії Хомського, класів формальних мов (регулярних, контекстно-вільних, контекстно-залежних, рекурсивно перелічуваних), їх властивостей та взаємозв'язків. Розуміння понять алфавіту, рядка, граматики та породженої мови.

Скінченні автомати

Здатність будувати, аналізувати та мінімізувати детерміновані та недетерміновані скінченні автомати. Знання зв'язку між регулярними мовами, регулярними виразами та скінченними автоматами. Вміння застосовувати лему про накачування.

Магазинні автомати та КВМ

Знання моделей магазинних (стекових) автоматів та їх зв'язку з контекстно-вільними мовами. Вміння будувати КВМ-граматики, виконувати низхідний і висхідний синтаксичний аналіз (LL та LR-граматики).

Машини Тьюринга та розрішність

Розуміння моделі машини Тьюринга як універсальної моделі обчислення. Знання понять розрішних і нерозрішних задач, теореми про зупинку. Орієнтування в практичних застосуваннях теорії автоматів у розробці компіляторів.

Результати навчання

01

Пояснення базових понять

Пояснювати сутність ключових понять: алфавіт, мова, граматика, автомат, детермінізм, регулярний вираз, ієрархія Хомського, розрішність, складність. Розрізняти класи формальних мов та їх властивості.

03

Синтаксичний аналіз

Розробляти контекстно-вільні граматики; застосовувати методи низхідного та висхідного синтаксичного аналізу (LL(1), LR(k)); будувати таблиці синтаксичного аналізу та дерева розбору.

02

Побудова та перетворення автоматів

Будувати детерміновані та недетерміновані скінченні автомати за описом мови; виконувати перетворення НСА $\rightarrow$ ДСА, мінімізацію ДСА; будувати регулярні вирази та відповідні автомати.

04

Практичне застосування

Застосовувати теорію автоматів і формальних мов при розробці лексичних та синтаксичних аналізаторів; орієнтуватися в науковій літературі; використовувати відповідні програмні інструменти (ANTLR, flex/bison).

Формальні мови та скінченні автомати

- 1 — Тема 1.1
Вступ до теорії формальних мов. Алфавіти, рядки, мови. Ієрархія Хомського.
- 2 — Тема 1.2
Регулярні мови та регулярні вирази. Скінченні автомати: детерміновані та недетерміновані.
- 3 — Тема 1.3
Перетворення та мінімізація скінченних автоматів. Лема про накачування для регулярних мов.
- 4 — Тема 1.4
Замкненість регулярних мов. Властивості та розрішні задачі для регулярних мов.

Вступ до теорії формальних мов

Лекційний матеріал (2 год.)

Лекція 1: Предмет і задачі теорії автоматів і формальних мов. Основні поняття: алфавіт, символ, рядок, конкатенація, довжина рядка, порожній рядок. Операції над мовами: об'єднання, конкатенація, замикання Кліні. Поняття граматики (N, T, P, S). Вивід рядка в граматиці. Класифікація граматик (ієрархія Хомського): типи 0, 1, 2, 3.

Лекція 2: Детальний розгляд ієрархії Хомського. Регулярні граматики (тип 3). Приклади мов кожного класу. Зв'язок між класами мов. Практичні застосування теорії формальних мов у розробці компіляторів, верифікації програм, обробці тексту.

Ключові питання лекцій

- Основні математичні об'єкти теорії формальних мов
- Операції над рядками та мовами
- Поняття граматики та вивід рядка
- Ієрархія Хомського та класи мов
- Практичне значення теорії для комп'ютерної інженерії

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Запис рядків і операцій над ними: конкатенація, степінь рядка, реверс. Побудова мов за описом.

Завдання 2. Побудова граматик для заданих мов. Перевірка приналежності рядка до мови через вивід у граматиці.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Лабораторна робота (2 год.)

Лаб. 1: Програмна реалізація операцій над рядками та мовами. Розробка процедур: перевірка порожності, конкатенація, генерація рядків мови за граматиною.

Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Марченко О. І., Марченко О. О. «Теорія формальних мов та синтаксичного аналізу» — КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023
- Підготовка конспекту: ієрархія Хомського з прикладами мов кожного типу
- Розв'язання задач: побудова граматик для заданих мов



Очікуваний результат: студент вміє оперувати базовими поняттями теорії формальних мов, будувати граматики та виконувати вивід рядків.

Регулярні мови та скінченні автомати

1

Регулярні вирази

Синтаксис і семантика регулярних виразів. Побудова мов за виразами. Операції: об'єднання, конкатенація, зірка Кліні.

2

ДСА

Детермінований скінченний автомат $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$. Таблиця та граф переходів. Аналіз і синтез ДСА.

3

НСА

Недетермінований скінченний автомат. ϵ -переходи. Еквівалентність НСА та ДСА. Алгоритм побудови підмножин.

4

Зв'язок

Теорема Кліні: регулярні вирази $\leftrightarrow$ ДСА $\leftrightarrow$ регулярні граматики. Взаємні перетворення.

Лекційний матеріал (2 год.)

Регулярні вирази: визначення, операції, приклади. Детермінований скінченний автомат (ДСА): формальне визначення, таблиця та граф переходів, аналіз і синтез. Недетермінований скінченний автомат (НСА), ϵ -НСА. Алгоритм побудови підмножин (НСА $\rightarrow$ ДСА). Теорема Кліні та її наслідки.

Практика (2 год.) та СРС (8 год.)

Практика: Побудова ДСА для заданих регулярних мов; перетворення НСА $\rightarrow$ ДСА методом підмножин; побудова регулярних виразів за автоматом.

Лаб. 2 (2 год.): Реалізація алгоритму побудови підмножин (НСА $\rightarrow$ ДСА). Програмне подання автомата у вигляді таблиці переходів.

СРС: Опрацювання: Гавриленко С. Ю. «Формальні мови, граматики та автомати» — Харків: НТУ «ХПІ», 2022; розв'язання задач на перетворення автоматів.

Мінімізація автоматів та властивості регулярних мов

Тема 1.3 — Перетворення та мінімізація ДСА (Лекція 5, 2 год.)

Еквівалентні автомати. Алгоритм мінімізації ДСА (алгоритм Хопкрофта): побудова класів еквівалентних станів, видалення недсяжних станів. Перетворення регулярного виразу в НСА (алгоритм Томпсона). Перетворення ДСА в регулярний вираз (метод рівнянь Ардена). Практичне значення мінімізації.

Практика (2 год.): Мінімізація ДСА методом еквівалентних станів; побудова мінімального ДСА для заданої мови; порівняльний аналіз алгоритмів перетворення.

Лаб. 3 (2 год.): Програмна реалізація алгоритму мінімізації ДСА. Перевірка на тестових прикладах.

СРС (8 год.): Опрацювання: Марченко О. І., Марченко О. О. «Теорія формальних мов та синтаксичного аналізу» — КПІ, 2023; підготовка до лабораторного захисту.

Тема 1.4 — Замкненість і властивості регулярних мов (Лекція 6, 1 год.)

Замкненість регулярних мов щодо операцій: об'єднання, перетин, доповнення, конкатенація, зірка Кліні. Лема про накачування (pumping lemma) для регулярних мов: формулювання, доведення, застосування для доведення нерегулярності мов. Розрішні задачі для регулярних мов: перевірка порожності, скінченності, еквівалентності двох автоматів.

Практика (1 год.): Застосування леми про накачування для доведення нерегулярності мов; розв'язання задач на замкненість регулярних мов щодо різних операцій.

СРС (5 год.): Опрацювання: Спекторський І. Я., Статкевич В. М. «Формальні мови та автомати» — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024 (перевид.); підготовка реферату «Регулярні мови та їх застосування в лексичному аналізі».

Контекстно-вільні мови та магазинні автомати

Тема 2.1

Контекстно-вільні граматики (КВГ). Дерева виводу. Нормальні форми Хомського та Грейбах.

Тема 2.2

Магазинні (стекові) автомати (МА). Детерміновані та недетерміновані МА. Зв'язок із КВМ.

Тема 2.3

Лема про накачування для КВМ. Замкненість КВМ. Властивості та розрішні задачі для КВМ.

Тема 2.4

Синтаксичний аналіз КВМ: низхідний (LL) та висхідний (LR) аналіз. Форми Бекуса-Наура.

Контекстно-вільні граматики

Лекційний матеріал (2 год.)

Контекстно-вільні граматики (КВГ): визначення, приклади. Дерева виводу (розбору). Неоднозначність граматик: поняття, приклади, наслідки для синтаксичного аналізу. Спрощення КВГ: видалення ϵ -правил, одиничних правил, марних символів. Нормальна форма Хомського (НФХ): перетворення КВГ до НФХ. Нормальна форма Грейбах (НФГ): перетворення та застосування.

Ключові питання

- Відмінність КВГ від регулярних граматик
- Побудова дерева виводу для рядка в КВГ
- Неоднозначність граматик та її усунення
- Алгоритми спрощення КВГ
- Нормальні форми Хомського та Грейбах

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Побудова КВГ для заданих мов (арифметичні вирази, збалансовані дужки, мова $\{a^n b^n\}$). Побудова дерев виводу.

Завдання 2. Перетворення КВГ до нормальної форми Хомського. Видалення ϵ -правил та одиничних правил.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Лабораторна робота (2 год.)

Лаб. 4: Програмна реалізація алгоритму перетворення КВГ до нормальної форми Хомського. Виведення дерева розбору для заданого рядка.

Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Гавриленко С. Ю. «Формальні мови, граматики та автомати» — Харків: НТУ «ХПІ», 2022 — розділ «КВГ»
- Підготовка реферату: «Застосування КВГ у описі синтаксису мов програмування»
- Розв'язання задач: побудова та спрощення КВГ



Очікуваний результат: студент вміє будувати КВГ, виконувати вивід рядків, будувати дерева розбору та приводити граматики до нормальних форм.

Магазинні автомати та КОНТЕКСТНО-ВІЛЬНІ МОВИ

МА — визначення

Магазинний автомат ($Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z_0, F$).
Конфігурація. Кроки обчислення.

Еквівалентність

Теорема: $L(G) = N(M)$. КВГ ↔ НМА.
Алгоритми взаємного перетворення.

НМА та ДМА

Недетерміновані та детерміновані МА.
Відмінності у виразній силі.

Застосування

МА як теоретична основа стекових
структур у трансляторах та
інтерпретаторах.

Лекційний матеріал (2 год.)

Магазинний автомат (МА): формальне визначення, конфігурація, обчислення. Детерміновані та недетерміновані МА. Прийняття мови за порожнім стеком та за фінальним станом. Теорема про еквівалентність КВГ та НМА. Алгоритм побудови НМА за КВГ і навпаки. Детерміновані контекстно-вільні мови (ДКВМ).

Практика (2 год.) та СРС (8 год.)

Практика: Побудова МА для заданих КВМ; трасування виконання МА; перетворення КВГ в НМА.

Лаб. 5 (2 год.): Програмна реалізація МА. Симуляція кроків обчислення. Перевірка рядка на приналежність до КВМ.

СРС: Опрацювання: Марченко О. І., Марченко О. О. «Теорія формальних мов та синтаксичного аналізу» — КПІ, 2023 — розділ «Магазинні автомати»; підготовка до лабораторного захисту.

Властивості KBM та синтаксичний аналіз

Тема 2.3 — Властивості KBM (Лекція 9, 1 год.)

Лема про накачування для контекстно-вільних мов: формулювання та застосування для доведення некомпетентності мов. Замкненість KBM щодо операцій (об'єднання, конкатенація, зірка Кліні) та незамкненість (перетин, доповнення). Розрішні задачі для KBM: перевірка порожності, приналежності рядка (алгоритм СҮК).

Практика (1 год.): Застосування леми про накачування для KBM; розв'язання задач на замкненість; застосування алгоритму СҮК для перевірки приналежності рядка до KBM.

СРС (4 год.): Опрацювання: Гавриленко С. Ю. «Формальні мови, граматики та автомати» — Харків, 2022 — розділ «Властивості KBM»; розв'язання задач.

Тема 2.4 — Синтаксичний аналіз (Лекція 10, 2 год.)

Форми Бекуса-Наура (БНФ та РБНФ) для опису граматики. Низхідний синтаксичний аналіз: рекурсивний спуск. LL(1)-граматики: множини FIRST і FOLLOW, таблиця аналізу. Висхідний синтаксичний аналіз: LR(0), SLR(1). Узагальнений огляд LR(k) та LALR(1) аналізаторів. Практичне застосування: використання генераторів аналізаторів ANTLR, flex/bison.

Практика (2 год.): Побудова таблиці LL(1)-аналізу; визначення множин FIRST і FOLLOW; побудова дерева розбору методом рекурсивного спуску.

Лаб. 6 (2 год.): Розробка LL(1)-аналізатора для заданої граматики. Реалізація рекурсивного спуску.

СРС (4 год.): Опрацювання: Марченко О. І., Марченко О. О. «Теорія формальних мов та синтаксичного аналізу» — КПІ, 2023 — розділ «LL-аналіз».

Машини Тьюринга, розрішність та застосування

Тема 3.1

Машини Тьюринга (МТ): формальне визначення, обчислення.
Варіанти МТ. Церква-Тьюринга теза.

Тема 3.2

Розрішність і нерозрішність. Теорема про зупинку. Зведення задач. Клас мов RE та R.

Тема 3.3

Ієрархія Хомського: зв'язок усіх класів мов та відповідних автоматних моделей. Підсумок курсу.

Машини Тьюринга

Лекційний матеріал (2 год.)

Машина Тьюринга (МТ): формальне визначення ($Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, B, F$). Стрічка, голівка, стан. Конфігурація та крок обчислення. Прийняття рядка. Варіанти МТ: багатострічкові, недетерміновані, МТ з оракулом. Теза Черча-Тьюринга. Універсальна МТ. Контекстно-залежні мови та лінійно обмежені автомати.

Ключові питання

- Формальне визначення МТ та її обчислення
- Різновиди МТ та їх еквівалентність
- Теза Черча-Тьюринга та її значення
- Місце МТ в ієрархії Хомського
- Зв'язок МТ та граматик типу 0

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Побудова МТ для простих задач: копіювання рядка, перевірка паліндрому, додавання в унарній системі числення.

Завдання 2. Трасування виконання МТ на конкретних вхідних рядках.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Лабораторна робота (2 год.)

Лаб. 7: Програмна реалізація симулятора машини Тьюринга. Тестування на кількох задачах.

Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Гавриленко С. Ю. «Формальні мови, граматики та автомати» — Харків: НТУ «ХПІ», 2022 — розділ «Машини Тьюринга»
- Підготовка реферату: «Варіанти машини Тьюринга та їх обчислювальна еквівалентність»
- Розв'язання задач: побудова МТ для обчислення простих функцій



Очікуваний результат: студент вміє формально визначати машину Тьюринга, трасувати її виконання та будувати МТ для простих обчислювальних задач.

Розрішність, нерозрішність та ієрархія складності

Лекційний матеріал (2 год.)

Розрішні та напіврозрішні мови (класи R та RE). Задача зупинки машини Тьюринга: формулювання та доведення нерозрішності методом діагоналізації. Зведення задач (редукція): поняття, використання для доведення нерозрішності. Теорема Райса. Нерозрішні задачі для KBM. Часова та просторова складність (вступний огляд): класи P, NP, PSPACE.

Ключові питання

- Відмінність між R та RE мовами
- Доведення нерозрішності задачі зупинки
- Метод зведення для нерозрішних задач
- Теорема Райса та її наслідки
- Вступ до теорії складності: P, NP

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Класифікація задач: розрішні чи нерозрішні? Аргументація з використанням зведень.

Завдання 2. Аналіз нерозрішних задач для KBM. Застосування теореми Райса.

Завдання 3. Дискусія: «Межі обчислюваності та їх значення для практичної розробки ПЗ».

Лабораторна робота (2 год.)

Лаб. 8: Програмна реалізація LR(0)-аналізатора або SLR(1)-аналізатора для заданої граматики. Побудова таблиці дій та переходів.

Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Марченко О. І., Марченко О. О. «Теорія формальних мов та синтаксичного аналізу» — КПІ, 2023 — розділ «Розрішність»
- Підготовка аналітичної записки: «Задача зупинки та її наслідки для верифікації програм»
- Підготовка до модульного контролю



Очікуваний результат: студент розуміє межі обчислюваності, вміє застосовувати метод зведення, знає основи теорії складності.

Ієрархія Хомського — підсумковий огляд та застосування

Лекційний матеріал (1 год.)

Узагальнення ієрархії Хомського: тип 3 (регулярні мови / ДСА) → тип 2 (КВМ / МА) → тип 1 (КЗМ / ЛОА) → тип 0 (рекурсивно перелічувані / МТ). Взаємозв'язок класів. Огляд практичних застосувань: лексичний аналіз (регулярні вирази), синтаксичний аналіз (КВГ, LL/LR-аналізатори), семантичний аналіз. Інструменти: ANTLR, flex, bison, re2c.

Ключові питання

- Повна ієрархія класів мов та автоматів
- Практичне застосування кожного класу
- Інструменти генерації лексерів і парсерів
- Розробка компіляторів на основі формальних методів

Практика (2 год.) та СРС (7 год.)

Практика: Комплексна задача: від граматики до компілятора — побудова лексичного аналізатора (регулярні вирази → ДСА) та синтаксичного аналізатора (КВГ → LL(1)-парсер) для модельної мови програмування.

Лаб. 9 (1 год.): Підсумкова лабораторна робота: інтеграція лексичного та синтаксичного аналізаторів. Тестування на наборі вхідних програм.

СРС: Опрацювання: Гавриленко С. Ю. «Формальні мови, граматики та автомати» — Харків: НТУ «ХПІ», 2022 — підсумковий розділ; підготовка до підсумкового іспиту; повторення матеріалу всіх модулів.

Розподіл навчального часу — 90 годин

Модуль	Тема	Лекції (год.)	Лабор. (год.)	Практ. (год.)	СРС (год.)
Модуль 1	Тема 1.1 — Вступ до теорії формальних мов	2	2	2	8
	Тема 1.2 — Регулярні мови та скінченні автомати	2	2	2	8
	Тема 1.3 — Мінімізація автоматів	2	2	2	8
	Тема 1.4 — Властивості регулярних мов	1	0	1	5
Модуль 2	Тема 2.1 — Контекстно-вільні граматики	2	2	2	8
	Тема 2.2 — Магазинні автомати	2	2	2	8
	Тема 2.3 — Властивості KBM	1	0	1	4
	Тема 2.4 — Синтаксичний аналіз (LL, LR)	2	2	2	4
Модуль 3	Тема 3.1 — Машини Тьюринга	2	2	2	8
	Тема 3.2 — Розрішність і складність	2	2	2	8
	Тема 3.3 — Ієрархія Хомського та застосування	1	1	2	7
Разом	11 тем / 3 модулі	19	17	20	76



Загальний обсяг: 90 годин = 3 кредити ЄКТС. Лекції — 15 год., лабораторні — 15 год., практичні — 15 год., самостійна робота — 45 год. Розподіл є орієнтовним і може коригуватися відповідно до специфіки навчального процесу.

Структура навчального часу



Коментар до розподілу

Загальний обсяг — **90 годин (3 кредити ЄКТС)** — розподілено між чотирма формами роботи для забезпечення балансу між теорією та практикою.

Лекції — 15 год. (16,7%)

Системне подання ключового теоретичного матеріалу з побудовою формальних визначень, теорем, доведень і прикладів практичного застосування.

Лабораторні — 15 год. (16,7%)

Програмна реалізація автоматів, граматик, аналізаторів. Розробка алгоритмів і написання коду для симуляції теоретичних моделей.

Практичні — 15 год. (16,7%)

Розв'язання задач, побудова автоматів і граматик «вручну», аналіз алгоритмів, дискусії та захист результатів.

Самостійна робота — 45 год. (50%)

Поглиблене вивчення, підготовка завдань, робота з науковою літературою. СРС становить **50% обсягу дисципліни**.

Самостійна робота студентів — Детальний опис



Опрацювання літератури

Поглиблене вивчення теоретичного матеріалу за підручниками з теорії автоматів і формальних мов (Марченко, Гавриленко, Спекторський та ін.), науковими статтями у фахових виданнях. Студент конспектує ключові теореми, визначення та алгоритми.



Індивідуальні завдання

Розв'язання теоретичних задач (побудова та перетворення автоматів і граматик, доведення нерегулярності та неконтекстності мов, доведення розрішності/нерозрішності задач); підготовка рефератів та аналітичних записок.



Підготовка до лабораторних

Опрацювання алгоритмів, що підлягають реалізації; проектування програмних рішень; опрацювання документації до інструментів (ANTLR, flex/bison); підготовка звітів за результатами лабораторних робіт.



Підготовка до контролю

Підготовка до практичних занять (розв'язання задач, повторення теорії); підготовка до тестувань (ключові визначення, теореми, алгоритми); систематизація знань перед модульним та підсумковим контролем.

Форми контролю знань

1

Поточний контроль

Завдання: тестові та розрахункові вправи за темами змістовного модуля. Оцінюються: правильність побудови автоматів і граматик, якість виконання лабораторних робіт, рівень засвоєння алгоритмів. Проводиться після кожної теми у формі тестування (10–15 питань) або усного опитування під час захисту лабораторних.

2

Проміжний контроль

Контрольна робота або тест за матеріалом змістовного модуля: теоретичні питання, побудова та перетворення автоматів і граматик, аналіз властивостей мов. Оцінюються: повнота, правильність і аргументованість рішень. Проводиться після завершення кожного змістовного модуля.

3

Підсумковий контроль

Іспит відповідно до навчального плану. Форма проведення — письмові задачі та тестові питання. Підсумкова оцінка враховує результати поточного, проміжного та підсумкового контролю: **100-бальна система** з переведенням у національну шкалу та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

Методи викладання

Викладання дисципліни «Теорія автоматів і формальних мов» поєднує класичні академічні та інтерактивні методи, що забезпечує формування як міцної теоретичної бази, так і практичних навичок розробки алгоритмів і програмних систем, необхідних для майбутньої інженерної діяльності.



Лекції

Системне подання теоретичного матеріалу з використанням формальних визначень, теорем, доведень, схем автоматів і граматик, прикладів практичного застосування.



Розв'язання задач

Побудова та перетворення автоматів, доведення властивостей мов, побудова таблиць синтаксичного аналізу. Формування навичок точного математичного мислення.



Лабораторні роботи

Програмна реалізація теоретичних моделей: симулятори автоматів, алгоритми перетворення, синтаксичні аналізатори. Розвиток інженерних навичок.



Дискусії та аналіз

Обговорення меж обчислюваності, порівняння класів мов, аналіз застосувань у реальних системах. Розвиток критичного мислення та аргументації.



Самостійне дослідження

Підготовка аналітичних записок і рефератів з теорії обчислень; дослідження застосувань формальних методів у розробці сучасних компіляторів і верифікаторів.



Робота з інструментами

Практичне застосування генераторів лексерів і парсерів (ANTLR, flex/bison, re2c). Знайомство з реальними інструментами розробки трансляторів.



Усі методи спрямовані на формування компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Рекомендована література — Підручники та посібники

1. Марченко О. І., Марченко О. О.

Теорія формальних мов та синтаксичного аналізу: лабораторний практикум і розрахунково-графічна робота : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. — 122 с.

2. Гавриленко С. Ю.

Формальні мови, граматики та автомати : навч. посібник для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». — Харків : НТУ «ХПІ», 2022. — 133 с.

3. Спекторський І. Я., Статкевич В. М.

Формальні мови та автомати : навч. посіб. — 2-ге вид., перероб. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. — 167 с.

4. Дудар З. В., Кирій В. В., Шубін І. Ю.

Теорія формальних мов та синтаксичний аналіз : навч. посіб. — Харків : ХНУРЕ, 2023. — 165 с.

5. Марченко О. І., Марченко О. О.

Алгоритми та структури даних : підручник для здобувачів ступеня бакалавра зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». — Київ : Просвіта, 2024. — 380 с. *Рекомендується для розуміння алгоритмічної бази курсу.*

6. Гавриленко С. Ю., Клименко А. М., Любченко Н. Ю.

Теорія цифрових автоматів та формальних мов. Вступний курс : навч. посіб. — Харків : НТУ «ХПІ», 2022. — 176 с. *Рекомендується для тем 1.1–1.4 (скінченні автомати).*

7. Захарія Л. М., Заяць М. М.

Формальні мови та граматики : навч. посіб. — 2-ге вид., оновл. — Львів : Львівська політехніка, 2023. — 148 с. *Рекомендується для модуля 2 (КВГ, синтаксичний аналіз).*

8. Гаврилків В. М.

Формальні мови та алгоритмічні моделі : навч. посіб. — Тернопіль : ТНТУ, 2023. — 142 с. *Рекомендується для модуля 3 (машини Тьюринга, розрішність).*

Додаткова література та наукові статті

9. Гавриленко С. Ю., Носков В. І.

Логіка дискретних автоматів : навч. посіб. — 2-ге вид., перероб. — Харків : НТУ «ХПІ», 2022. — 129 с. *Рекомендується для тем 1.2–1.3 (скінченні автомати, мінімізація).*

11. Матвієнко М. П.

Комп'ютерна логіка : підручник. — 3-тє вид., перероб. та доп. — Київ : Ліра-К, 2023. — 340 с. *Рекомендується для формування математичної бази курсу.*

10. Сопронюк Т. М.

Елементи теорії формальних мов : навч. посіб. — 3-тє вид., доповн. — Чернівці : ЧНУ ім. Ю. Федьковича, 2022. — 180 с. *Рекомендується для тем 2.1–2.2 (КВГ, магазинні автомати).*

12. Шубін І. Ю. та ін.

Формальні моделі та їх застосування в інженерії програмного забезпечення : навч. посіб. — Харків : ХНУРЕ, 2022. — 165 с. *Рекомендується для модуля 3 та практичних застосувань.*

Нормативно-правова база

- Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556–VII
Визначає засади функціонування системи вищої освіти, стандарти підготовки бакалаврів. zakon.rada.gov.ua
- Стандарт вищої освіти України — Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія», Ступінь «Бакалавр»
Затверджений МОН України. Визначає перелік компетентностей та результатів навчання для бакалаврів. mon.gov.ua
- Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145–VIII
Визначає засади освітньої діяльності в Україні. zakon.rada.gov.ua
- Положення про організацію освітнього процесу у закладах вищої освіти
Регламентує форми контролю, розподіл навчальних годин, проведення іспитів та заліків. mon.gov.ua
- Положення про кредитну систему ЄКТС
Визначає обсяг навчального навантаження у кредитах ЄКТС (1 кредит = 30 год.). mon.gov.ua

Офіційні ресурси та фахові видання

Електронний архів КПІ ім. Ігоря Сікорського

ela.kpi.ua — відкрита електронна бібліотека з навчальними посібниками, зокрема з теорії формальних мов та автоматів.

Репозитарій НТУ «ХПІ»

repository.kpi.kharkov.ua — навчально-методичні матеріали, посібники з теорії автоматів, формальних мов і граматик.

Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського

nbuv.gov.ua — електронні ресурси, наукові статті та монографії з теорії обчислень і комп'ютерної інженерії.

Міністерство освіти і науки України

mon.gov.ua — освітні стандарти, навчальні програми, методичні матеріали для спеціальності 123.

Журнал «Комп'ютерна інженерія та комп'ютерні технології»

Фахове видання з питань теорії та практики комп'ютерної інженерії, зокрема формальних методів розробки ПЗ.

ANTLR (Another Tool for Language Recognition)

www.antlr.org — генератор парсерів на основі LL(*)-граматик. Широко використовується для побудови трансляторів.

Верховна Рада України (законодавство)

zakon.rada.gov.ua — нормативно-правова база у сфері освіти та наукової діяльності.

FLAP (Formal Languages and Automata Package)

Освітнє програмне забезпечення для візуалізації та симуляції скінченних автоматів, граматик і машин Тьюринга. Використовується на практичних заняттях.

Зв'язок дисципліни зі спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

Чому «Теорія автоматів» для інженерів?

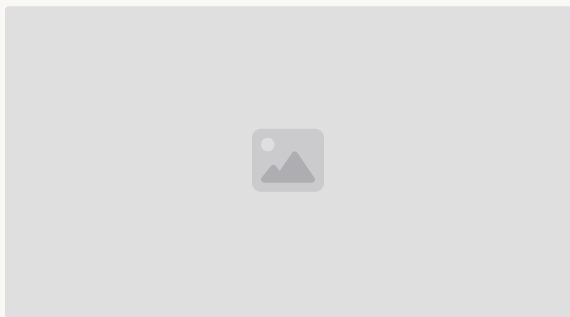
Дисципліна «Теорія автоматів і формальних мов» є фундаментальною складовою підготовки бакалаврів зі спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія». Формальні методи, вивчені в курсі, лежать в основі розробки компіляторів, інтерпретаторів, лексичних і синтаксичних аналізаторів, систем верифікації програм та протоколів.

Сучасний інженер-програміст, що працює у сфері системного ПЗ, розробки мов програмування, вбудованих систем або верифікації, безпосередньо використовує знання теорії автоматів у щоденній практиці.

Практичне значення для майбутньої кар'єри

- Розробка лексичних аналізаторів на основі регулярних виразів та скінченних автоматів
- Створення синтаксичних аналізаторів (парсерів) із використанням КВГ та LL/LR-методів
- Використання генераторів парсерів (ANTLR, flex, bison) у реальних проектах
- Верифікація та формальне доведення коректності алгоритмів і протоколів
- Розуміння меж обчислюваності для коректного проектування систем
- Застосування формальних методів у розробці вбудованих і безпечних систем

Ключові компетентності курсу — Підсумок



Курс охоплює всі рівні ієрархії Хомського — від регулярних мов і скінченних автоматів до машин Тьюринга та меж обчислюваності — і формує у студентів цілісне розуміння математичних основ комп'ютерних наук та їх практичних застосувань у розробці трансляторів і верифікаторів.

Бажаємо успіхів у вивченні Теорії автоматів і формальних мов!

90

Годин

Загальний обсяг дисципліни

3

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

11

Тем

У 3 змістовних модулях

8

Джерел

Рекомендованої літератури 2022–2024 рр.

«Будь-яка проблема в комп'ютерних науках може бути вирішена шляхом додавання ще одного рівня абстракції.» — Девід Вілер

Спеціальність 123 · Комп'ютерна інженерія · Бакалавр · 3 кредити ЄКТС