

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Математичного моделювання та штучного інтелекту (№ 304)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК


(підпис)

Дмитро ЧУМАЧЕНКО
(ініціали та прізвище)

« 21 » 08 2025 р.

**СІЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Теорія автоматів та формальних мов

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інтелектуальні системи та технології»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус уведено в дію з **01.09.2025**

Харків 2025 рік

Розробник: Халтурін В.О., доц. каф. 304, к. ф.-м. н., доц.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри № 304
математичного моделювання та штучного інтелекту

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 21 » серпня 2025 р.

В. о. завідувача кафедри к.ф.-м.н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Олексій КАРТАШОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Здобувач першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти за ОП «Інтелектуальні системи та технології»


(підпис)

Катерина ПИЛИПЕНКО
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: *Халтурін Володимир олександрович*

Посада: *доцент каф. 304*

Науковий ступінь: *к. ф.-м. н.*

Вчене звання: *доцент*

Перелік дисциплін, які викладає:

Методи програмування та комп'ютерні методи обчислень, Теорія програмування, Теорія автоматів і формальних мов

Напрями наукових досліджень:

Математичне моделювання наслідків впливу техногенних аварій, пов'язаних з викидом небезпечних газів у атмосферу, на навколишнє середовище

Контактна інформація:

v.khalturin@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	шостий (весна)
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	4 кредитів ЄКТС / 120 годин, 64 аудиторних, з яких: лекції – 32 практичні – 32; СРЗ – 56;
Види навчальної діяльності	Лекції, та лабораторні роботи, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік / іспит
Пререквізити	«Програмування та алгоритмічні мови», «Основи програмування (мова C++)», «Організація та обробка електронної інформації»,

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета ознайомлення учнів з теорією формальних мов, а також з основними принципами, методами і алгоритмами синтаксичного аналізу формальних мов (в т.ч. мов програмування).

Завдання: засвоїти основні визначення, теоретичні твердження і теореми, а також їх обґрунтування в області кінцевих автоматів, формальних мов і грамастик, теоретичну класифікацію формальних мов і грамастик; оволодіти навичками вирішення практичних завдань, методами алгоритмізації, побудови формальних грамастик і мов, методами аналізу синтаксичних конструкцій, базовими розуміннями моделювання дискретних систем. Зокрема, вміннями синтезу найпростіших детермінованих автоматів для вирішення завдань розпізнавання і аналізу інформації; навичками побудови формальних моделей.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- знати та розуміти предметну область і професійну діяльність.
- до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні компетентності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.
- використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем, а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань, використання моделей алгоритмічних обчислень, оцінювання їх ефективності та складності для адекватного моделювання предметних областей.

–організувати роботу з аналізу та проектуванню складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення.

–розробляти експериментальні та спостережувані дослідження і аналізувати дані, отримані в них.

Програмні результати навчання (ПРН):

– вміти використовувати стандартні схеми та методи для розв’язання обчислювальних, комбінаторних та логічних задач, що сформульовані природною мовою, застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації об’єктів, множин, відношень, графів, груп, кілець, решіток, булевих функцій, тощо.

– володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів, та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів, процедур і операцій.

– вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.

– знати і вміти застосовувати на практиці системи управління базами даних і знань та інформаційні системи.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Кінцеві автомати та автоматні граматики.

Тема 1. Формальні мови та граматики.

Стисла анотація: Основні терміни та визначення. Приклади мов. Породжуючі граматики (граматики Н. Хомського). Дерево виводу. Завдання розбору. Різновиди алгоритмів розбору. Еквівалентність і однозначність Граматик. Ієрархія граматик Н. Хомського

Теми лекцій і лабораторних занять: «Основні терміни та визначення. Приклади мов», «Дерево виводу. Завдання розбору. Різновиди алгоритмів розбору», «Еквівалентність і однозначність Граматик. Ієрархія граматик Н. Хомського»

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 2. Автоматні граматики та мови.

Стисла анотація: Граф автоматної граматики. Кінцеві автомати. Перетворення недетермінованого кінцевого автомата в детермінований кінцевий автомат. Таблиця переходів детермінованого кінцевого автомата. Дерево розбору в автоматної граматики. Приклад автоматного мови. Синтаксичні діаграми автоматного мови. Регулярні вирази і регулярні множини.

Теми лекцій і лабораторних занять: «Граф автоматної граматики. Кінцеві автомати. Перетворення недетермінованого кінцевого автомата в детермінований кінцевий автомат», «Таблиця переходів детермінованого кінцевого автомата. Програмна реалізація автоматного розпізнавача», «Дерево розбору в автоматної граматики. Приклад автоматного мови. Синтаксичні діаграми автоматного мови», «Регулярні вирази і регулярні множини. Еквівалентність регулярних виразів і автоматних граматик», «Для чого потрібні регулярні вирази. Регулярні вирази як мова. Розширена нотація для регулярних виразів»

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Контекстно вільні граматики та мови.

Тема 3. Контекстно-вільні граматики та мови.

Стисла анотація: Однозначність КВ-граматики. Алгоритми розпізнавання КВ-мов. Розпізнавальний автомат для КВ-мов. Самовкладення в КВ-граматиках. Синтаксичні діаграми КВ-мов. Визначення мови за допомогою синтаксичних діаграм. Синтаксичний аналіз КВ-мов методом рекурсивного спуску. Вимога детермінованого розпізнавання. LL-граматики. Права та ліва рекурсія. Синтаксичний аналіз арифметичних висловлювань. Включення дій в синтаксис. Обробка помилок при трансляції. Табличний LL (1) -аналізатор. Рекурсивний спуск і табличний аналізатор.

Теми лекцій і лабораторних занять: «Однозначність КВ-граматики. Алгоритми розпізнавання КВ-мов. Розпізнавальний автомат для КВ-мов. Самовкладення в КВ-граматиках», «Синтаксичні діаграми КВ-мов. Визначення мови за допомогою синтаксичних діаграм. Синтаксичний аналіз КВ-мов методом рекурсивного спуску», «Вимога детермінованого розпізнавання. LL-граматики. Права та ліва рекурсія. Синтаксичний аналіз арифметичних висловлювань», «Включення дій в синтаксис. Обробка помилок при трансляції. Табличний LL (1) -аналізатор. Рекурсивний спуск і табличний аналізатор.»

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 4. Трансляція виразів.

Стисла анотація: Польська запис. Алгоритм обчислення виразів в зворотній польській записи. Переклад виразів в зворотний польський запис. Інтерпретація виразів. Семантичне дерево виразу.

Теми лекцій і лабораторних занять: «Польська запис», «Алгоритм обчислення виразів в зворотній польській записи», «Переклад виразів в зворотний польський запис», «Інтерпретація виразів. Семантичне дерево виразу»

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Модульний контроль

5. Індивідуальні завдання

Виконання контрольної роботи на тему «Побудова лексичного розпізнавача поняття згідно з заданим варіантом».

Побудувати граматику, яка породжує усі можливі ланцюжки, присутні даному поняттю. Побудувати синтаксичну діаграму для цієї граматики та створити програму, яка або приймає заданий ланцюжок, або вказує на місце, де порушується структура лексеми.

6. Методи навчання

1. Пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) метод: та метод проблемного виконання (лекція).
2. Репродуктивний (лабораторні роботи).
3. Частково-пошуковий (евристичний) та дослідницький: (самостійна робота).
4. Дисципліна «Теорія автоматів та формальних мов» передбачає лекційні (в т. ч. з використанням мультимедійного обладнання) і лабораторні заняття під керівництвом викладача та самостійну роботу студента за підручниками і матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники і мережеві ресурси), що забезпечує закріплення теоретичних знань, сприяє набуттю практичних навичок і розвитку самостійного наукового мислення. Передбачено регулярні індивідуальні консультації.

7. Методи контролю

Визначення рівня засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточних (захист лабораторних робіт,

поточні контрольні роботи з теоретичного матеріалу) і підсумкових контролів (захист змістовного модуля, залік, екзамен).

У завдання поточного контролю входить систематична перевірка розуміння й засвоєння студентом програмного матеріалу, виконання лабораторних робіт, уміння самостійно опрацьовувати тексти програм розрахунку, написання звітів, здатності усно або письмово представляти певний матеріал дослідження.

Перед підсумковим контролем ставиться завдання перевірки глибини засвоєння студентом програмного матеріалу дисципліни, логіки й взаємозв'язки між її окремими розділами, здатності творчо використати набуті знання, уміння сформулювати своє відношення до проблеми, що впливає зі змісту навчальної дисципліни.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	3	0...30
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних	0...10	4	0...40
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Виконання і захист РР	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (*іспит і залік*) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до *іспиту та заліку*. Під час складання семестрового *іспиту та заліку* здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для *іспиту або заліку* складається з одного теоретичного і двох практичних питань. В першому питанні студент повинен продемонструвати теоретичні знання. У другому питанні – показати навички будування скінченого автомату на основі граматики. У третьому питанні показати навички перекладу арифметичних виразів з інфіксної форми в зворотну польку запис. Максимальна кількість балів за кожне запитання та їх сума показані в табл. 8.2.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання відповідей на запитання білету

Складові білету	Складові оцінки	Сумарна кількість балів
Пункт 1. Теоретичне запитання	Грамматики Хомського, регулярні вирази і скінченні автомати	0...30
Пункт 2. Практичне запитання	На основі заданої граматики побудувати граф скінченного автомату	0..35
Пункт 3. Практичне запитання	Переклад виразів в зворотний польський запис, інтерпретація виразів. Семантичне дерево виразу	0..35
Підсумкова оцінка за іспит/залік		0...100

Таблиця 8.3 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

студент повинен знати:

- основні визначення, теоретичні твердження і теореми, а також їх обґрунтування в області кінцевих автоматів, формальних мов і граматик
- теоретическую класифікацію формальних мов і граматик і її додатки до практичних завдань

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

повинен вміти:

- самостійно вирішувати практичні і дослідницькі завдання із застосуванням математичного апарату в області формальних мов, граматик і теорії автоматів;
- володіти навичками вирішення практичних завдань, методами алгоритмізації, побудови формальних граматик і мов, аналізу синтаксичних конструкцій, базовими розуміннями моделювання дискретних систем.
- Зокрема:

- вміннями синтезу найпростіших детермінованих автоматів для вирішення завдань розпо-знавання і аналізу інформації;
- навичками побудови формальних моделей для аналізу і синтезу вирішення завдань;

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно (90 - 100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Орієнтуватися у підручниках та посібниках.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування лабораторних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати лабораторні заняття регулярно, мають протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила

етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu.ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Кінцеві автомати та формальні граматики [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практи. / В. О. Халтурін, **Ю. О. Скоб**. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харьк. авиац. ин-т», 2022. – 41 с. (https://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Skinchenni_Avtomaty.pdf)
2. Формальные языки и грамматики /Халтурин В.А.,Макаренко В.О.,Скоб Ю.О. – Учеб. пособие по лаб. практикуму . – Харьков: ХАИ, 2012. – 42 с.
3. Скоб Ю.О. Сучасні технології програмування / Ю.О. Скоб. – Навч. посібник до лаб. практикуму. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 100 с.
4. Теорія програмування / Ю.О. Скоб, О.В. Патокіна, В.О. Халтурін. – Навч. посібник до лаб. практикуму. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2005. – 73 с.
5. Основы объектно-ориентированного программирования на языке C# / Ю.А. Скоб, М.Л. Угрюмов, К.П. Коробчинский. – Конспект лекций. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харк. авиац. ин-т», 2011. – 196 с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Теорія цифрових автоматів та формальних мов. Вступний курс : навч. посібник /Гавриленко С. Ю., Клименко А. М., Любченко Н.Ю. та ін. – Харків : НТУ"ХПИ", 2011. – 176 с.
2. Кривий Сергій. Скінченні автомати: теорія, алгоритми, складність: підручник для студентів вищих навчальних закладів / під. заг. ред. Палагіна О. В. Київ–Чернівці: "Букрек", 2020. 428 с.:
3. Скоб Ю.О. Сучасні технології програмування: Навч. посібник до лаб. практикуму. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2011 . – 100 с. (абонемент бібліотеки гол.корп.)

Допоміжна

1. A.V. Aho and J. D. Ullman. The Theory of Parsing, Translation, and Compiling. Vol. 1.Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1972. - 460 p. <https://www.amazon.com/Theory-Parsing-Translation-Compiling/dp/0139145567>
2. A.Pettorossi. Automata theory and formal languages: fundamental notions, theorems, and techniques. Springer, – 2022.

12.Інформаційні ресурси

1. <http://www-db.stanford.edu/~ullman/ialc.html> – Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. Slides and Lecture Notes. (Stanford University)
2. <https://www.pdfdrive.com/the-theory-of-parsing-translation-and-compiling-volume-1-parsing-e157156882.html> - The Theory of Parsing, Translation, and Compiling (Volume 1): Parsing by Alfred V. Aho & Jeffrey D. Ullman. 1973– 562 p.
3. <http://www.unicyb.kiev.ua/Library/PROG/Zmist.htm> – А.Б.Ставровський. Посібник з програмування (факультет кібернетики Київського національного університету)
4. http://uk.wikipedia.org/wiki/Формальні_граматики
5. <http://courses.cs.vt.edu/~cs4114/lectures/> – Formal Languages and Automata Theory Course Lecture notes