



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Математична логіка, теорія алгоритмів та структури даних

Шифр та назва спеціальності
113 - Прикладна математика

Інститут
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної
фізики та математики

Освітня програма
Комп'ютерне та математичне моделювання

Кафедра
Комп'ютерне моделювання процесів та систем
(162)

Рівень освіти
Бакалавр

Тип дисципліни
Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр
3

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Татарінова Оксана Андріївна
(відповідальний лектор)

oksana.tatarinova@khpi.edu.ua

кандидат технічних наук, доцент

Спеціаліст з математичного та комп'ютерного моделювання нелінійних процесів. Автор понад 60 наукових статей і доповідей на конференціях, співавтор авторських свідоцтв, монографій, навчальних посібників

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)



Вязовиченко Юлія Андріївна
(асистент з практичних робіт)

yuliia.viazovychenko@khpi.edu.ua

кандидат технічних наук, доцент

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Математична логіка, теорія алгоритмів та структури даних є обов'язковою дисципліною в навчальній програмі прикладної математики, яка охоплює основи формального мовлення, алгоритмічних процедур та організації даних. Вона забезпечує фундаментальне розуміння математичних механізмів та стратегій, які лежать в основі комп'ютерного програмування та обчислювального аналізу.

У рамках курсу студенти поглиблено вивчають основи математичної логіки, що включає вивчення висловлювань, предикатів, логічних операцій та доведень. Важливим аспектом курсу є теорія алгоритмів, де розглядаються методи проектування, аналізу та оптимізації алгоритмічних процедур. Студенти досліджують класичні алгоритми, алгоритми пошуку та сортування, а також сучасні підходи до алгоритмічних задач.

Окрема увага приділяється структурам даних – від простих масивів та списків до складніших конструкцій, таких як дерева, графи та хеш-таблиці.

Мета та цілі дисципліни

Мета курсу "Математична логіка, теорія алгоритмів та структури даних" полягає у наданні студентам глибоких знань та практичних навичок у застосуванні математичної логіки та методології аналізу інформації, а також у вивченні алгоритмічних та структурних підходів, що є критично важливими для проектування, розробки та оцінки ефективності алгоритмів в прикладній математиці.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК06. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ФК04. Здатність розробляти алгоритми та структури даних, програмні засоби та програмну документацію.

Результати навчання

РН04. Виконувати математичний опис, аналіз та синтез дискретних об'єктів та систем, використовуючи поняття й методи дискретної математики та теорії алгоритмів.

РН05. Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних та інтегральних рівнянь, розв'язанням крайових задач, пошуком оптимальних рішень.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для вивчення дисципліни необхідні знання та навички, набуті в рамках курсу "Лінійна алгебра" для розуміння математичних структур та методів, які застосовуються в алгоритмах та структурах даних. Також важливим є розуміння концепцій з Дискретної математики, особливо в контексті логічних структур і алгоритмічних принципів.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій, де використовуються демонстраційно-ілюстративний підхід, аналіз конкретних прикладів, систематизація та узагальнення теоретичних концепцій, а також ведення дискусій на основі критичного мислення. На практичних заняттях використовуються частково-пошуковий метод та метод дискусій, акцентується увага на застосуванні практичних задач з предмету в галузі прикладної математики. В рамках виконання індивідуального завдання активно застосовується метод групової роботи та метод взаємного навчання (peer-to-peer learning).

Навчальні матеріали доступні студентам на Microsoft OneDrive.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Числення висловлювань

Предмет, ціль, задачі та зміст курсу.

Алфавіт логіки висловлювань. Формули логіки висловлювань. Поняття логічно загальнозначущої формули (тавтології), тотожно хибної, виконуваної, спростовуваної формул. Рівносильність формул логіки висловлювань. Двоїсті формули. Проблема розв'язності в логіці висловлювань. Різні методи доведення істинності формул. Логічне слідування. Метод резолюцій. Формальні теорії. Алфавіт і формули числення висловлювань. Аксиоми, теореми та правила виведення числення висловлювань. Метатеорема дедукції. Повнота, розв'язність, несуперечливість, незалежність системи аксіом та правил виведення числення висловлювань.

2. Числення предикатів

Поняття предиката. Операції над предикатами. Квантори. Сигнатура мови. Терми. Проблеми вирішення в логіці предикатів. Логічне слідування в логіці предикатів. Зведення формул до скулемівської стандартної форми. Уніфікація диз'юнктив. Універсальний уніфікатор. Метод резолюцій.

Мова першого порядку. Терми і формули. Логічні та спеціальні аксиоми. Правила виведення.

Приклади математичних теорій. Доведення в теорії першого порядку. Теорема дедукції.

Теорема про несуперечність числення предикатів першого порядку. Інтерпретації. Виконуваність та істинність. Моделі. Ізоморфізм моделей і категоричність. Повнота числення предикатів першого порядку

Тема 3. Теорія алгоритмів

Основні поняття, вимоги до алгоритмів. Історичний огляд. Завдання теорії алгоритмів. Практичне застосування результатів теорії алгоритмів. Формалізація поняття алгоритму.

Теза Черча, теза Тюрінга, теза Маркова.

Аналіз алгоритмів. Порівняльні оцінки алгоритмів. Система позначень в аналізі алгоритмів.

Класифікація алгоритмів за видом функції трудомісткості. Асимптотичний аналіз функцій.

Трудомісткість алгоритмів та їх часові оцінки. Елементарні операції в мові запису алгоритмів.

Приклади аналізу простих алгоритмів. Перехід до часових оцінок. Приклад поопераційного часового аналізу.

Теорії складності обчислень і класи складності задач. Теоретична межа трудомісткості завдання.

Класи складності задач. Проблема $P = NP$. Клас NPC (NP-повні задачі). Приклади NP-повних задач.

Задача сортування. Сортування вибіркою. Сортування простою вибіркою. Бульбашкове сортування.

Сортування Шелла. Сортування включенням. Сортування простим включенням.

Турнірне сортування. Сортування впорядкованим бінарним деревом. Сортування розподілом.

Швидке сортування Хоара. Сортування злиттям. Порівняння алгоритмів сортування за асимптотичною складністю.

Послідовний лінійний пошук. Бінарний пошук. Метод інтерполяції. Алгоритми пошуку послідовностей. Алгоритм Кнута, Моріса, Пратта. Алгоритм Боуєра та Мура.

Тема 4. Структури даних

Поняття структури даних. Представлення даних в комп'ютерних системах. Класифікація структур.

Операції над структурами. Структурність даних і технологія програмування.

Елементарні типи даних. Дані числових типів (цілочисельний, дійсний). Символьний та логічний типи даних. Дані типу покажчик. Лінійні структури даних: масив, рядок, структури, множини, таблиці. Лінійні списки: однонаправлені, двонаправлені, циклічні. Розріджені матриці. Стек. Черга. Дек. Операції над даними.

Таблиці з прямою адресацією. Хеш-таблиці. Уникнення колізій за допомогою ланцюжків (відкрите хешування). Хеш-функції. Відкрита адресація (закрите хешування).

Бінарні дерева. Впорядковані бінарні дерева. Побудова дерева. Обхід дерева. Пошук у дереві.

Сортування за допомогою дерева. Способи представлення бінарних дерев: використання масивів, нелінійних розгалужених списків.

Застосування бінарних дерев до пошуку. Ідеально збалансовані бінарні дерева. AVL-дерева.

Вставка та вилучення вершин у AVL-деревах. Дерева оптимального пошуку. Червоно-чорні дерева.

Дерева оптимального пошуку. Червоно-чорні дерева.

Дерева оптимального пошуку. Червоно-чорні дерева.

Дерева оптимального пошуку. Червоно-чорні дерева.

Дерева оптимального пошуку. Червоно-чорні дерева.

Дерева оптимального пошуку. Червоно-чорні дерева.

Дерева оптимального пошуку. Червоно-чорні дерева.

Теми практичних занять

Тема 1. Числення висловлювань.

Алгебра висловлювань.
Логіка висловлювань.
Числення висловлювань.
Правила виведення.

Тема 2. Числення предикатів.

Алгебра предикатів.
Логіка предикатів.
Числення предикатів.
Метод резолюцій

Тема 3. Теорія алгоритмів та структури даних.

Примітивно-рекурсивні функції.
Побудова програм машини Тюрінга.
Нормальні алгоритми.
Аналіз часової складності простих алгоритмів і алгоритмів сортування та їх порівняльна ефективність.
Аналіз алгоритмів пошуку з врахуванням різних умов вхідних даних

Теми лабораторних робіт

Не передбачено навчальним планом

Самостійна робота

Виконання індивідуального завдання призначено для закріплення знань, умінь та навичок, отриманих студентами в ході освоєння лекційного матеріалу курсу, на практичних заняттях і лабораторних роботах. Виконується групою студентів з 3 осіб. Структура завдання має три частини, згідно з якими розподіляються ролі в групі – математичну (математик), алгоритмічну (алгоритміст) та програмну (програміст). Для зарахування завдання відбувається публічний захист.

Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях:

1. Логіки вищих порядків.
2. Нетрадиційні логіки.
3. Алгоритм впорядкування вставками зі сторожовим елементом.
4. Алгоритм впорядкування методом підрахунку.
5. Порозрядний алгоритм впорядкування.
6. Робота з мультисписками.
7. Словники як структура даних.
8. Фундаментальні алгоритми на графах і деревах. Впорядкування масивів бінарним деревом. Задачі обробки графів. Методи та алгоритми обходу графів: DSF-метод, BFS-метод. Визначення характеристик алгоритмів обходу графів, їх аналіз.

Література та навчальні матеріали

1. Матвієнко М.П. Математична логіка та теорія алгоритмів. Навчальний посібник. / М.П. Матвієнко, С.П. Шаповалов. – К.: Видавництво Ліра-К, 2021. – 212 с.
2. Зубенко В.В. Основи математичної логіка: навчальний посібник. / В.В. Зубенко, С.С. Шкільняк. – К.: НУБіП України, 2020.– 102 с.
3. Крєневич А.П. Алгоритми і структури даних. Підручник. – К.: ВПЦ "Київський Університет", 2021. – 200 с.
4. Шаховська Н.Б. Алгоритми та структури даних. / Н.Б. Шаховська, Р.О. Голощук. - 2021. - 216 с.
5. Математична логіка, теорія алгоритмів та структури даних [Електронний ресурс] : методичні вказівки для студентів спеціальності 122 "Комп'ютерні науки" / уклад.: А. О. Татарінова, Ю. М. Андрєєв ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2023. – 104 с.- <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/66909>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Семестровий контроль проводиться в усній формі за екзаменаційними білетами. Результати поточного контролю враховуються як допоміжна інформація для виставлення оцінки з даної дисципліни. Студент вважається допущеним до семестрового екзамену за умови захисту усіх практичних робіт та індивідуального завдання. Екзамен є обов'язковим.

Бали нараховуються наступним чином:

- екзамен – 100% семестрової оцінки

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Дмитро БРЕСЛАВСЬКИЙ

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Геннадій ЛЬВОВ