



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Математична логіка, теорія алгоритмів та структури даних

Шифр та назва спеціальності
122 – Комп'ютерні науки

Інститут
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної
фізики та математики

Освітня програма
Комп'ютерні науки. Моделювання,
проекування та комп'ютерна графіка

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](#)



Андрєєв Юрій Михайлович
(асистент з лабораторних робіт)

yurii.andriyev@khpi.edu.ua

доктор технічних наук, професор

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)



Вязовиченко Юлія Андріївна
(асистент з практичних та лабораторних робіт)

yuliya.viazovychenko@khpi.edu.ua

кандидат технічних наук, доцент

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)



Савченко Микола Володимирович
(асистент з практичних та лабораторних робіт)

mykola.savchenko@khp.edu.ua

кандидат фізико-математичних 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 комп'ютерних наук, 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 у комп'ютерних науках.

Формат занять

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

Компетентності

ЗК1: Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2: Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК8: Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК9: Здатність працювати в команді.

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

СК4: Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

СК8: Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

Результати навчання

ПР1: Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук

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 проектування та реалізації об'єктів інформатизації

ПР5: Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., лабораторні роботи - 16 год., самостійна робота – 100 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.

Навички програмування, здобуті на курсах "Алгоритмізація та програмування" та "Об'єктно-орієнтоване програмування та проектування" є критичними для розробки, реалізації та аналізу алгоритмів і структур даних.

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 та лабораторних роботах використовуються частково-пошуковий метод та метод дискусій, акцентується увага на застосуванні практичних задач з предмету в галузі комп'ютерних наук. В рамках виконання індивідуального завдання активно застосовується метод групової роботи та метод взаємного навчання (peer-to-peer learning).

Для виконання лабораторних робіт рекомендується використовувати мову програмування C++ та безкоштовне інтегроване середовище розробки (IDE) Code:: Blocks.

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 аксіоми. 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.

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

Лабораторна робота 1.

Знаходження мінімального остовного дерева за допомогою алгоритму Краскала.

Лабораторна робота 2.

Знаходження мінімального остовного дерева за допомогою алгоритму Прима.

Лабораторна робота 3.

Знаходження найкоротшого шляху за допомогою алгоритму Дейкстри.

Лабораторна робота 4.

Асимптотична оцінка складності алгоритму.

Лабораторна робота 5.

Абстрактні структури даних: однозв'язний лінійний список, стек і черга.

Лабораторна робота 6.

Алгоритми сортування.

Лабораторна робота 7.

Дослідження алгоритмів пошуку.

Лабораторна робота 8.

Бінарні дерева пошуку.

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 логіки: 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 лабораторних 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

28.08.2023

Завідувач кафедри
Дмитро БРЕСЛАВСЬКИЙ

28.08.2023

Гарант ОП
Оксана ТАТАРІНОВА