

Анотація навчальної дисципліни вільного вибору здобувача вищої освіти

| | |
|------------------------------------|--|
| Дисципліна: | «Теорія складності обчислень» |
| Викладач: | Сяський Володимир Андрійович, к.т.н., доцент |
| E-mail: | syasky_v@ukr.net |
| Кількість кредитів: | 3 |
| Мова викладання: | українська |
| Вид контролю: | залік |
| Місце у структурно-логічній схемі: | вивчається у 4 семестрі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки |

Вступ

З чого слід починати, коли виникає необхідність зрозуміти *складні системи*, створені людиною? Відповідь на це питання Герберт Саймон (1969) пропонує у своєму визначенні *артефактів*, тобто створених людиною предметів і систем: «*Артефакт* можна розуміти як *точку взаємодії* – як зараз говорять, «інтерфейс», – внутрішнього світу, матеріалу і пристрою самого артефакту, і зовнішнього, навколишнього середовища, у якому відбувається його діяльність». Таким чином, місце, де треба шукати відповідь, – це точка взаємодії внутрішнього і зовнішнього, точка, де поставлені перед системою цілі зіштовхуються з властивими їй внутрішніми обмеженнями.

В обчислювальних системах особливо важливими елементами є такі точки взаємодії або «інтерфейси», де програми взаємодіють з фізичним об'єктом – обчислювальною машиною. Тут фізичні обмеження, що накладаються на простір (пам'ять), час і можливості процесора, повинні бути так узгоджені з кінцевою метою програми, щоб можна було обчислити деяку конкретну функцію або вирішити деяку конкретну задачу. Щоб вивчати програми й обчислювальні машини у їхній взаємодії, потрібно мати відповідні моделі алгоритмічних обчислень. Окремі із таких моделей використовуються ще й для встановлення складності функцій та складності обчислень.

«Теорія складності обчислень» як одна із математичних дисциплін вивчає математичні основи програмування. Вона орієнтована на теоретичне програмування, розробку загальної теорії машинних обчислень, обчислюваних функцій, розв'язання проблеми алгоритмічної вирішуваності.

Предмет «Теорія складності обчислень» належить до вибіркових дисциплін циклу професійної підготовки бакалаврів спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

Передумови для вивчення дисципліни: Математичний аналіз, Лінійна алгебра та аналітична геометрія, Дискретний аналіз, Математична логіка та теорія алгоритмів, Програмування, Теорія програмування, Чисельні методи. Вивчення цих дисциплін разом із Теорією складності обчислень дасть цілісне уявлення про визначальні принципи виконання обчислень на ЕОМ, мови програмування, конструювання трансляторів, компіляцію, розробку алгоритмів, аналіз їх ефективності та оптимізацію, виконання програм.

Мета та завдання дисципліни

Мета вивчення дисципліни «Теорія складності обчислень» – знайомство з тією частиною загальної теорії програмування, яка займається дослідженням математичних основ програмування, загальної теорії машинних обчислень, можливостей обчислювальних машин, аналізом складності обчислень, встановленням оцінок складності алгоритмів та розв'язанням проблеми алгоритмічної вирішуваності обчислювальних задач.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Теорія складності обчислень» є: знання і розуміння основних моделей алгоритмічних обчислень; формування здатності й вміння проводити обчислення функцій за такими моделями; відпрацювання методів аналізу часової та ємнісної складності обчислень на основі різних моделей алгоритмічних обчислень, встановлення алгоритмічної вирішувальності обчислювальних задач.

Очікувані результати навчання

У результаті освоєння повного курсу навчальної дисципліни «Теорія складності обчислень» у здобувачів вищої освіти формуються глибокі, міцні і системні знання, які передбачають вільне володіння понятійним апаратом, розуміння основних задач предмету, його мети та завдання. Студенти повинні

знати:

- основні моделі обчислень та міри складності обчислень;
- визначальні властивості послідовністих машин Тюрінга, машин довільного доступу (МДД), нормальних алгоритмів Маркова, частково-рекурсивних функцій та обчислюваних ними функцій;
- характеристики складності обчислень; класи складності обчислень та їхній взаємозв'язок; оцінки часової складності обчислень на машинах Тюрінга;
- будову та принципи функціонування універсальних обчислювальних машин;

вміти:

- використовувати різні моделі обчислень для доведення обчислюваності алгоритмів та функцій;
- складати програми для реалізації обчислень на машинах Тюрінга, машинах довільного доступу, частково-рекурсивними функціями, нормальними алгоритмами Маркова;
- проводити аналіз складності для різних моделей обчислень;
- здійснювати оцінки часової та ємнісної складності алгоритмічних обчислень.

Програма навчальної дисципліни

Наука про обчислення як наука про штучне. Моделі обчислень. Міри складності. Обчислювальні нерівності. Комбінаційна складність функцій. Булеві функції і нормальні форми. Обчислення і комбінаційні машини. Нижні оцінки комбінаційної складності. Комбінаційна складність і довжина формул. Методи одержання оцінок довжини формул. Асимптотичні оцінки. Синхронна комбінаційна складність.

Модель алгоритмічних обчислень у вигляді машини Тюрінга. Будова та принцип функціонування. Функції, обчислювані за Тюрінгом. Способи композиції машин Тюрінга: суперпозиція, з'єднання, розгалуження та циклічні повторення машин Тюрінга.

Модель алгоритмічних обчислень у вигляді машини довільного доступу. Будова та принцип функціонування. Алгоритмічна обчислюваність на МДД функцій та предикатів. Способи композиції програм МДД.

Модель алгоритмічних обчислень у вигляді частково-рекурсивних функцій. Базисні функцій і базисні операції для рекурсивних функцій. Частково-рекурсивні, загально-рекурсивні та примітивно-рекурсивні функції. Теза Черча.

Еквівалентність різних моделей алгоритмічних обчислень. Обчислюваність на МДД частково-рекурсивних функцій. Часткова рекурсивність обчислюваних на МДД функцій. Обчислення за Тюрінгом частково-рекурсивних функцій. Арифметизація машин Тюрінга. Часткова рекурсивність функцій, обчислюваних за Тюрінгом.

Нормальні алгоритми Маркова. Словарні функції, обчислювані за Марковим.

Нумерації наборів чисел. Канторівська нумерація фіксованих наборів чисел. Нумерації довільних наборів чисел.

Нумерації слів у скінчених та зчислених алфавітах.

Нумерація алгоритмічних моделей обчислень. Нумерація машин Тюрінга. Нумерація машин довільного доступу. Нумерація частково-рекурсивних функцій. Нумерація нормальних алгоритмів.

Алгоритмічно невіршувані проблеми. Проблеми самозастосовуваності та зупинки машин Тюрінга. Проблема встановлення нетривіальних властивостей частково-рекурсивних функцій.

Характеристики складності обчислень. Часова та емнісна складність. Нижні оцінки часової складності обчислень на машинах Тюрінга.

Поліноміальна складність обчислень. Класи складності P і NP та зв'язок між ними. Теорема Кука. Основні NP повні задачі.

Універсальні обчислювальні машини. Будова універсальних обчислювальних машин. Співвідношення між пам'яттю і часом. Обмеження на характеристики обчислювальних машин.