

СУЧАСНІ МЕТОДИ КОМП'ЮТЕРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

I семестр 2020-2021 навч. рік, силабус курсу

Освітня програма **Інтелектуальні інформаційні технології**

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Рівень освіти другий (магістр).

Шифр курсу в освітній програмі (<http://kart.edu.ua/licenzuvannya-ua>) – ОКЗ 6

Компетентності	КІ	КЗ 1	КЗ 2	КЗ 5	КС 1	КС11	
Програмні результати	ПР 1						

Лекції та практичні заняття відповідно до розкладу <http://rasp.kart.edu.ua>

Інформаційні ресурси курсу: <http://kart.edu.ua/default/141-testovaya/osvita/%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%82%D0%B8-%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B8/atc/it/2969-shergin-vl-ua>

Команда викладачів:

Лектори: Шергін Вадим Леонідович Контакти: sherginvl@mail.ru
Години прийому та консультацій: 13.00-14.00 вівторок - четвер
Веб-сторінки курсу: Веб сторінка курсу: Додаткові інформаційні матеріали:

Мета:

- ознайомлення студентів з основними базовими поняттями, ідеями і методами подання та обробки дискретної інформації;
- надання положень дискретної математики як інструментарію при обробці інформації з використанням сучасної комп'ютерної техніки;
- навчання студентів використанню формальних методів дискретної математики, пов'язаних з розробкою та експлуатацією інформаційних управляючих систем, систем штучного інтелекту, зокрема, їхнього математичного і програмного забезпечення;
- навчання студентів засобам подання дискретних математичних об'єктів і вирішенню типових задач дискретної математики.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- історію розвитку математичного апарату, орієнтованого на формалізацію дискретних процесів;
- методи та засоби дискретної математики в галузі опису та формалізації дискретних процесів (мову теорії множин, відношень, комбінаторного аналізу, елементи булевої алгебри, алгебри висловлювань, алгебри предикатів, теорії графів, основи кодування інформації, основні положення мов і граматик, основи скінченних автоматів, основи теорії чисел);
- основні положення дискретної математики в сфері побудови сучасних пристроїв і систем для обробки дискретної інформації

вміти:

- аналізувати логічну та алгоритмічну структуру фізичних і технологічних процесів, процесів обробки інформації в природі та суспільстві;
- використовувати апарат дискретної математики для формалізації та математичного опису задач, що виникають у сфері науки та виробництва;
- виконувати аналіз, синтез і перетворення дискретних об'єктів та процесів, використовуючи поняття і закони теорії множин і теорії відношень, реляційної алгебри, теорії комбінаторного аналізу, математичної логіки, теорії чисел;
- використовувати мову графів для опису програмних моделей в інформаційних системах та інформаційних технологіях;
- виконувати синтез та аналіз графових структур та алгоритмів на них;
- вирішувати типові задачі теорії множин і теорії відношень, комбінаторного аналізу, теорії графів, булевої алгебри та математичної логіки.

Чому ви маєте обрати цей курс?

Якщо вас цікавлять комп'ютерні обчислення вам потрібно саме це!

Від здобувачів очікується: базове розуміння програмування, математики, а також обізнаність в методах аналізу різноманітних структур та алгоритмів.

Результатом проходження курсу буде оволодіння такими навичками, як: аналізувати логічну та алгоритмічну структуру фізичних і технологічних процесів, процесів обробки інформації в природі та суспільстві, використовувати апарат дискретної математики для формалізації та математичного опису задач, що виникають у сфері науки та виробництва, виконувати аналіз, синтез і перетворення дискретних об'єктів та процесів, використовуючи поняття і закони теорії множин і теорії відношень, реляційної алгебри, теорії комбінаторного аналізу, математичної логіки, теорії чисел, використовувати мову графів для опису програмних моделей в інформаційних системах та інформаційних технологіях, виконувати синтез та аналіз графових структур та алгоритмів на них.

Огляд курсу

В результаті проходження курсу студент матиме можливість ознайомитися з історією розвитку математичного апарату, орієнтованого на формалізацію дискретних процесів. Також з методами та засобами дискретної математики в галузі опису та формалізації дискретних процесів (мову теорії множин, відношень, комбінаторного аналізу, елементи булевої алгебри, алгебри висловлювань, алгебри предикатів, теорії графів, основи кодування інформації, основні положення мов і граматик, основи скінченних автоматів, основи теорії чисел), основними положеннями дискретної математики в сфері побудови сучасних пристроїв і систем для обробки дискретної інформації.

Практичні заняття курсу передбачають виконання групових проектів з відновлювальної енергетики для потреб електричного транспорту (групи від 3х до 5 осіб) та презентацію власних проектів в кінці курсу. Проект фіналізується короткою роботою. Виконання завдання супроводжується зануренням у суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у студента інформаційну та комунікативну компетентності.

Лекції та практичні заняття

Модуль 1

Змістовий модуль 1. *Введення в дисципліну. Основи теорії множин. Алгебра множин. Відношення та їх властивості. Алгебри (алгебраїчні структури).*

Тема 1. *Мета і задачі дисципліни, її місце в системі підготовки фахівців з комп'ютерних наук. Основні поняття і позначення теорії множин. Інтуїтивне поняття*

множини. Елементи множини. Скінченні та нескінченні множини. Універсальна і порожня множини. Способи задання множин. Потужність множин. Множина і підмножина.

Тема 2. Алгебра множин. Геометрична інтерпретація. Геометрична інтерпретація множин: кола Ейлера та діаграми Венна. Операції на множинах. Загальне визначення алгебри. Поняття алгебри множин. Аксиоми алгебри множин. Принцип двоїстості. Тотожні перетворення формул алгебри множин.

Тема 3. Історія зародження, розвитку і становлення дискретної математики. Внесок вчених у її розвиток.

Тема 4. Відношення та операції над ними. Декартів добуток множин. Поняття відношення. Бінарні та n-арні відношення. Область визначення та область значень відношення. Способи задання відношень. Операції над відношеннями.

Тема 5. Властивості бінарних відношень. Рефлексивність, антирефлексивність, симетричність, антисиметричність, асиметричність, транзитивність, антитранзитивність відношень. Класи бінарних відношень. Відношення еквівалентності. Класи еквівалентності. Відношення порядку. Відношення толерантності.

Тема 6. Функціональні відношення. Області визначення і значень. Функції і відображення. Типи відображень: сюр'єкція, ін'єкція, бієкція.

Тема 7. Елементи реляційної алгебри. Реляційна модель даних. Поняття реляційної алгебри. Операції реляційної алгебри.

Тема 8. Алгебраїчні операції та їх властивості. Унарна, бінарна, n-арна операція. Способи записів операцій. Основні властивості операцій. Операції додавання та множення за модулем.

Тема 9. Поняття алгебраїчної структури. Підструктура. Морфізми (гомоморфізм, ізоморфізм). Найпростіші алгебраїчні структури. Кільця й поля. Гратки.

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Основи комбінаторного аналізу.

Тема 1. Історія розвитку комбінаторики. Класичні задачі комбінаторного аналізу. Сучасні задачі, які вирішуються комбінаторними методами.

Тема 2. Загальні визначення комбінаторики. Моделі типових комбінаторних конфігурацій. Поняття г-вибірки. Загальні правила і задачі комбінаторики. Правила суми і добутку. Перестановки, розміщення, сполучення (без повторень та з повтореннями).

Тема 3. Задачі про розподіл предметів за урнами (урнові схеми вирішення комбінаторних задач). Розподіл однакових об'єктів за урнами. Розподіл неоднакових об'єктів за урнами. Числа Стирлінга. Числа Моргана. Числа Белла. Композиції і розбиття.

Тема 4. Принцип включення і виключення. Теорема та формула включень і виключень.

Тема 5. Властивості сполучень. Біном Ньютона. Біноміальні коефіцієнти. Трикутник Паскаля. Поліноміальна теорема.

Тема 6. Задачі з обмеженнями. Комбінаторика композиції і розбиття. Підходи до вивчення комбінаторних об'єктів і чисел. Поняття про продуктивні функції.

Тема 7. Метод рекурентних співвідношень. Числа Фібоначчі.

Тема 8. Генерація комбінаторних об'єктів.

Тема 9. Булеві функції (основні поняття). Булеві змінні та функції. Область визначення та область значень булевих функцій. Способи задання булевих функцій. Реалізація булевих функцій формулами. Елементарні функції алгебри логіки.

Тема 10. Булева алгебра. Закони і тотожності булевої алгебри. Еквівалентні перетворення формул булевої алгебри. Двоїстість. Двоїсті та самодвоїсті булеві функції. Принцип двоїстості.

Модуль 3

Змістовий модуль 3. Двійкова логіка. Булеві функції та перетворення. Нормальні форми булевих функцій.

Тема 1. Нормальні форми булевих функцій. Основні поняття. Нормальні форми: диз'юнктивна нормальна форма (ДНФ), кон'юнктивна нормальна форма (КНФ). Досконалі

нормальні форми (ДДНФ, ДКНФ). Диз'юнктивні та кон'юнктивні розкладання булевих функцій. Перехід від таблиці булевої функції до формули алгебри логіки і навпаки.

Тема 2. Мінімізація булевих функцій. Основні поняття. Критерії мінімізації. Основні методи мінімізації булевих функцій. Метод мінімізуючих карт (діаграми Карно-Вейча).

Тема 3. Алгебра Жегалкіна. Структура і тотожності алгебри Жегалкіна. Поліном Жегалкіна та правило його побудови. Лінійні булеві функції.

Тема 4. Функціональна повнота наборів булевих функцій. Типи булевих функцій. Замкнені класи булевих функцій. Поняття повноти набору булевих функцій. Теорема Поста про функціональну повноту набору булевих функцій.

Тема 5. Логічні схеми. Синтез комбінаційних схем. Перемикальні ланцюги; двох- і багатоступінчасті комбінаційні схеми.

Тема 6. Багатозначна логіка. Основні поняття і функції k -значної логіки.

Тема 7. Висловлення. Алгебра висловлень. Висловлення (основні поняття). Логічні зв'язки і формули логіки висловлень. Побудова складних формул. Алгебра логіки і логіка висловлень. Інтерпретація формул логіки висловлень. Правильні міркування. Логічна еквівалентність і логічний наслідок.

Тема 8. Обчислення висловлень. Аксиоми та повнота обчислення логіки висловлень. Висновки в обчисленні висловлень. Дедуктивні висновки у логіці висловлень. Несуперечність, незалежність. Різні аксіоматизації обчислення висловлень.

Тема 9. Предикати. Алгебра предикатів. Основні поняття логіки предикатів. Операції логіки предикатів. Кванторні операції. Формули та їх інтерпретація у логіці предикатів. Закони і тотожності логіки предикатів. Випереджені нормальні форми.

Тема 10. Обчислення предикатів. Логічний висновок у логіці предикатів.

Тема 11. Алфавітне кодування. Кодування з мінімальною надлишковістю. Алгоритм Фано. Алгоритм Хаффмена. Завадостійке кодування. Стиснення даних. Криптографія.

Модуль 4

Змістовий модуль 4. Основні поняття теорії графів.

Тема 1. Зародження теорії графів як математичної дисципліни. Типові задачі теорії графів.

Тема 2. Походження графів. Визначення графів.

Різновиди графів. Неорієнтовані та орієнтовані графи. Основні терміни для неорієнтованих та орієнтованих графів. Способи задання графів. Геометрична реалізація графів. Матриця суміжності. Матриця інцидентій. Число вершин і ребер графа.

Тема 3. Операції над графами.

Операції вилучення ребер та вершин. Операція введення ребра, операція введення вершини у ребро. Операція об'єднання графів. Операції додавання і множення графів.

Тема 4. Ізоморфізм графів. Плоскі та планарні графи.

Підграфи. Алгебраїчний критерій ізоморфізму графів. Зв'язок з відношеннями. Ізоморфізм як відношення еквівалентності. Гомеоморфні графи. Теорема Понтрягіна-Куратовського. Теорема Жордана. Жорданова крива. Побудова плоского зображення графа.

Тема 5. Зв'язність графів. Ейлерові та гамільтонові графи.

Поняття зв'язності графів, компонента зв'язності, n -зв'язний граф. Властивості зв'язних графів. Метричні характеристики зв'язних графів. Ейлерові та гамільтонові графи. Теорема Ейлера. Алгоритм знаходження ейлерова цикла (теорема Флері). Ознаки існування гамільтонових циклів, шляхів і контурів.

Тема 6. Цикломатика графів.

Цикломатичне число та його властивості. Цикломатична матриця. Базис циклів. Алгоритм побудови базису циклів.

Тема 7. Задача комівояжера.

Приклади практичних задач, що зводяться до задачі комівояжера.

Тема 8. Дерева.

Визначення дерева, властивості дерев, ліс. Перелічення графів і дерев. Остови графа. Орієнтовані й бінарні дерева. Правила обходу бінарних дерев. Еквівалентні бінарні дерева.

Тема 9. Розфарбування графів.

Фарбування вершин та ребер. Хроматичне число, теорема про біхроматичний граф. Хроматичний клас. Теорема Брукса. Гіпотеза чотирьох фарб. Теорема про п'ять фарб. Прикладні задачі, що зв'язані з розфарбуванням графів.

Тема 10. Двудольні та k-дольні графи.

Тема 11. Транспортні мережі та течії. Їх властивості. Найкоротші відстані та шляхи у мережах.

Алгоритм визначення відстані між вершинами на графі з одиничними довжинами ребер. Алгоритм Дейкстри (Форда) визначення відстані між вершинами на графі з довільними довжинами ребер.

Тема 12. Алгоритми Флойда і Данцига пошуку найкоротших шляхів між всіма парами вершин графа.

Тема 13. Течії у мережах.

Задача про максимальну течію у мережі. Розріз мережі. Теорема про максимальну течію та мінімальний розріз. Алгоритм Форда-Фалкерсона.

Тема 14. Задачі формалізації мов і перекладу. Задання мов за допомогою граматик. Типи граматик.

Змістовий модуль 9. Елементи теорії скінченних автоматів.

Тема 15. Основні поняття. Універсальна машина Тюрінга. Детерміновані та не детерміновані скінченні автомати Регулярна алгебра. Автомати Мура та Мілі.

Змістовий модуль 10. Основи теорії чисел.

Тема 16. Пошук НОД. Прості числа. Порівняння, властивості порівнянь. Повна система виліків. Функція Ейлера. Функція Мьобіуса. Цепні дроби дійсних чисел. Модифікований алгоритм Евкліда. Цепні дроби іраціональних чисел. Найкращі наближення.

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми
1	ЛР-1 Генерація комбінаторних об'єктів
2	ЛР-2 Булеві функції. побудова таблиць значень булевих функцій
3	ЛР-3 Побудова матриць суміжності та інцидентів графів
4	ЛР-4 Найкоротші шляхи. алгоритм дейкстри
5	ЛР-5 Реалізація алгоритму форда-фалкерсона для мереж

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Логічні схеми. <i>Синтез комбінаційних схем. Перемикальні ланцюги; двох- і багатоступінчасті комбінаційні схеми</i>
2	Елементи теорії скінченних автоматів. <i>Основні поняття. Універсальна машина Тюрінга. Детерміновані та не детерміновані скінченні автомати Регулярна алгебра. Автомати Мура та Мілі.</i>
3	Основи теорії чисел. <i>Пошук НОД. Прості числа. Порівняння, властивості порівнянь. Повна система виліків. Функція Ейлера. Функція Мьобіуса. Цепні дроби дійсних чисел. Модифікований алгоритм Евкліда. Цепні дроби іраціональних чисел. Найкращі наближення.</i>

Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Завдання на самостійну роботу:

- Студентам пропонується обрати один з 8 варіантів тем для створення власного проекту впродовж семестру. За вчасне та вірне виконання завдання нараховується **20 балів до поточного модульного контролю**. За вчасне та частково вірне виконання – від 15 до 25 балів. За невиконане завдання бали не нараховуються. Необхідний обсяг виконання завдання складає 50% на перший модульний контроль і 100% на другий модульний контроль. Пербіг поточного виконання завдання та питання для обговорення надсилаються на e-mail викладача або перевіряються ним особисто.
- Студенти мають прорецензувати одну роботу іншого студента або групи впродовж семестру на онлайн форумі або очно та висловити свої критичні зауваження.

Відвідування лекцій:

Бали за цю складову нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. За відвідування кожної лекції нараховується 1 бал. **Максимальна сума становить 15 балів.**

Ступінь залученості:

Мета участі в курсі – залучити вас до дискусії, розширити можливості навчання для себе та своїх однолітків та дати вам ще один спосіб перевірити свої погляди на питання застосування сучасних відновлювальних джерел для електропостачання залізничного транспорту. Участь буде оцінюватися на основі кількості та вірності ваших відповідей. Питання, хоча й заохочуються, однак не оцінюються в цьому блоці. Ми намагаємося надати всім студентам рівні та справедливі можливості для підвищення власною залученості. **Максимальна сума становить 10 балів.**

Практичні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями (до 3 балів), ступенем залученості (до 7 балів) та стислою презентацією виконаного завдання (до 5 балів). Ступінь залученості визначається участю у роботі дискусійного клубу з питань енергетичної незалежності та безпеки залізниці і держави в цілому. **Максимальна сума становить 15 балів.**

Модульне тестування:

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (20 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

Залік:

- Студент отримує залік за результатами модульного 1-го та 2-го контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає заліковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на заліку, відповівши на питання викладача.

Команда викладачів:

Шергін Вадим Леонідович – лектор з комп'ютерних обчислень в УкрДУЗТ. Отримав ступінь к.т.н. за спеціальністю системи та процеси керування у ХНУРЕ у 1998 році. Напрямки наукової діяльності: інтелектуальний аналіз даних, фрактали, теорія графів та мереж.

Лученцов Євген Олександрович – асистент лектора з комп'ютерних обчислень в УкрДУЗТ. Отримав ступінь магістра за спеціальністю геоінформаційні системи та технології у НАУ «ХАІ» ім. М.Є. Жуковського у 2017 році.