



Факультет інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем

СИЛАБУС (SYLLABUS)

Дисципліна «Теорія алгоритмів/Theory of algorithms»

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Викладач	Демідов Павло Георгійович
Науковий ступінь	Кандидат технічних наук
Вчене звання	Доцент
Посада	Доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем
Адреса кафедри	м. Київ, вул. Кіото 19, каб. Б-507, Б-526
E-mail	compdep@knute.edu.ua
Консультації	Відповідно до графіку індивідуальних консультацій на сайті кафедри

ПОЛІТИКА АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

<https://knute.edu.ua/file/NjY4NQ==/bf27ad9293fa2bb6f9b2c3031d4b6e4a.pdf>

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання не авторських ідей, розробок, тверджень, відомостей і т.п.;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

- академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;
- самоплагіат – оприлюднення (частково або повністю) власних раніше опублікованих наукових результатів як нових наукових результатів;
- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;
- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до академічної відповідальності:

- повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньо-професійної програми;
- відрахування з Університету;
- позбавлення наданих університетом пільг;
- відмова у присудженні відповідного ступеня вищої освіти;

ПОЛІТИКА ЩОДО ВІДВІДУВАННЯ ЗАНЯТЬ

- відвідування занять є обов'язковим;
- Студент, який пропустив практичне заняття, самостійно вивчає матеріал (при виникненні питань може звертатися за консультацією згідно розкладу консультацій викладачів оприлюдненого на сайті кафедри) за наведеними джерелами, виконує завдання і здає його викладачу.
- за об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування та ін.) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із викладачем дисципліни.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни / тип дисципліни	Теорія алгоритмів / вибіркова
Навчальний рік	2021-2022, 2022-2023
Факультет	Факультет інформаційних технологій
Курс	1-2
Семестр	2-4
Освітній ступінь	Молодший бакалавр
Галузь знань	12 «Інформаційні технології»
Спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»
Загальна характеристика	Кількість годин –180 Кількість кредитів – 6 Види занять: лекції, практичні, самостійна робота. Співвідношення аудиторних годин і годин самостійної роботи - 68/112 Мова викладання – українська Форма викладання – очна
Підсумковий контроль	Екзамен
Програмне забезпечення	Microsoft Visual C++, тренажер «Машина Тьюрінга», тренажер «Машина Поста».
Обладнання	Проектор, комп'ютерна техніка із встановленим програмним забезпеченням та доступом до мережі Інтернет.
Необхідні попередні дисципліни	«Вступ до комп'ютерних наук», «Дискретна математика», «Математичний аналіз», «Алгоритмізація і програмування».
Методика вивчення	Методика вивчення дисципліни полягає у набутті студентами знань теоретичного і практично-прикладного характеру під час лекцій, лабораторних занять, самостійної роботи та вивчення першоджерел і навчально-методичної літератури.
Мета і завдання	Метою дисципліни «Теорія алгоритмів» є засвоєння та вивчення загальних властивостей та закономірностей процесів обробки числової та символічної інформації, а також різноманітних формальних моделей їх подання. Завданням вивчення дисципліни є: освоєння основних алгоритмічних моделей обчислювальних процесів, таких, як машини Поста, машини Тьюрінга, нормальні алгоритми Маркова, рекурсивні функції; формування практичних навичок у роботі з засобами та методами побудови алгоритмів; знайомство з основами аналізу та оцінювання складності алгоритмів; освоєння типових алгоритмічних конструкцій, засобів побудови рекурентних та рекурсивних алгоритмів; ознайомлення та вивчення широко використовуваних алгоритмів сортування, пошуку і вибірки інформації, алгоритмів на

	графах, евристичних алгоритмів.
Місце дисципліни в освітньо-професійній програмі	
Загальні компетентності	ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях ЗК 3 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК 6 Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
Фахові компетентності (результати навчання)	СК 3 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 СК 4 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. СК 8 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.
Програмні результати навчання	ПР 1 Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук. ПР 4 Використовувати високорівневі мови програмування, обчислювальні методи і алгоритми для розробки програмних засобів обробки даних. ПР 5 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.

ТЕМАТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Основні поняття теорії алгоритмів.

Предмет теорії алгоритмів. Мета дисципліни. Зв'язок з іншими дисциплінами. Історичний огляд. Цілі і задачі теорії алгоритмів. Формалізація поняття алгоритму. Властивості алгоритмів. Засоби зображення алгоритмів. Мови програмування. Канонічні структури алгоритмів. Повна побудова алгоритму. Головні принципи створення ефективних алгоритмів.

Тема 2. Найбільш відомі формалізації поняття алгоритму.

Машина Тьюрінга.

Перші відомі алгоритми. Алгоритм Евкліда. Перебір дільників. Решето Ератосфена – алгоритм визначення простих чисел та інше. Машина Тьюрінга і визначення алгоритму з її представленням. Опис машини Тьюрінга. Робота машини Тьюрінга. Способи задання машини Тьюрінга. Композиція машин Тьюрінга. Різновиди машин Тьюрінга.

Тема 3. Машини з необмеженими регістрами. Машина Поста.

Модель машини з необмеженими регістрами. Приклади машин. Оператори композиції, примітивної рекурсії та необмеженого пошуку. Визначення машини Поста, визначення алгоритму з її представленням. Склад машини Посту. Стан машини Посту. Приклад роботи машини Посту. Модель $\mathcal{P}$. Порівняння машини Тьюрінга та машини Поста.

Тема 4. Нормальні алгоритми Маркова.

Поняття нормального алгоритму Маркова. Алфавіт. Слово. Підслова та входження. Конкатенація слів. Дедуктивний ланцюжок. Обмежені та необмежені проблеми слів. Маркові

підстановки та їх використання. Визначення нормального алгоритму. Приклад нормального алгоритму. Робота нормального алгоритму. Принцип нормалізації Маркова.

Тема 5. Основні алгоритмічні конструкції.

Способи представлення алгоритмів. Блоки, за допомогою яких будується схема алгоритму. Операторна схема представлення алгоритму. Приклади побудови схем алгоритмів.

Тема 6. Основи аналізу алгоритмів. Аналіз трудомісткості алгоритмів.

Поняття аналізу алгоритмів. Підходи до аналізу алгоритмів. Оцінка алгоритму. Розуміння складності алгоритму. Часові та ємкісні оцінки складності алгоритму, пов'язаних з використанням для їх завдання машин Тьюрінга.

Тема 7. Основи аналізу алгоритмів. Класи складності.

Поліноміальні та NP-повні алгоритми. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Особливості використання алгоритмів на практиці. Тимчасова складність. Класи P та EXP. Класи NP. Співвідношення між класами P, EXP та NP. Альтернативний підхід до визначення класу NP. Що якщо $P = NP$? Зведення по Карпу та поняття NP-повноти. Теорема Кука – Левіна. Приклади NP-повних задач. Співвідношення задач вирішення та задач пошуку. Доповнення мов із NP. Класи EXP та NEXP. Просторова складність. Огляд інших розділів теорії складності.

Тема 8. Рекурентні та рекурсивні алгоритми.

Рекурентні співвідношення. Глибина рекурсії. Рекурентні алгоритми. Правила побудови рекурентних алгоритмів. Реалізація рекурентних алгоритмів. Обчислення рекурентних послідовностей. Рекурсивні визначення. Рекурсивні процедури та функції. Складна рекурсія. Реалізація рекурсивних підпрограм. Рекурсія і ітерація. Доцільність використання рекурсивних алгоритмів. Рекурсивні функції. Примітивно рекурсивні функції. Загальнорекурсивні функції. Частково рекурсивні функції. Функція Акермана.

Тема 9. Алгоритми сортування та їх аналіз.

Алгоритм сортування вибором, сортування вставками (аналіз найгіршого та середнього випадку), Сортування методом бульбашки (аналіз найгіршого та найкращого випадку) та сортування злиттям, зовнішнє багатofазне сортування злиттям (за числом порівнянь при побудові відрізків, за числом порівнянь при злитті відрізків, за числом операцій читання блоків). Сортування Шелла (аналіз алгоритму, вплив кроку на ефективність). Кореневе сортування та пірамідаліне сортування (аналіз найгіршого та середнього випадку). Швидке сортування (аналіз найгіршого та середнього випадку).

Тема 10. Алгоритми пошуку та їх аналіз.

Послідовний пошук в неупорядкованому масиві. Алгоритм пошуку мінімального елемента в неупорядкованому масиві. Ефективний алгоритм пошуку в неупорядкованому масиві максимального та мінімального елементів одночасно. Алгоритм бінарного пошуку в упорядкованому масиві.

Тема 11. Алгоритми на графах та евристичні алгоритми.

Основні поняття теорії графів. Структури даних для представлення графів, бінарні дерева пошуку. Алгоритм визначення компонент двозв'язності. Алгоритми обходу в глибину і по рівнях, алгоритм Дейкстри пошуку найкоротшого шляху, маршрутні алгоритми. Геометрична модель задачі про лабіринт. Задача комівояжера, алгоритми складання розкладів.

Тема 12. Алгоритми комп'ютерної графіки.

Рівні алгоритмів машинної графіки. Побудова ліній, окружностей, еліпсів. Алгоритм Брезенхема. Алгоритми заповнення суцільних областей. Видалення невидимих ліній та поверхонь. Відсікання не неліцевих граней. Метод Z-буфера. Алгоритм впорядкування. Метод порядкового сканування. Принципи отримання полутонових зображень.

Перелік навчальних робіт студентів та оцінки їх у балах з дисципліни «Теорія алгоритмів»

Види робіт	К-сть балів
------------	-------------

Практичне заняття №1. Тема: «Побудова алгоритмів у вигляді графічної блок-схеми і операторної схеми та відповідних програм на мові C++ на прикладі обчислення поліномів різного ступеню та розв'язання задачі факторизації цілих чисел.	5
Практичне заняття №2. Тема: «Вивчення інтерфейсу та функціональних можливостей тренажера «Машина Тьюрінга» та розробка, налагодження і виконання програм в його середовищі».	5
Практичне заняття №3. Тема: «Вивчення інтерфейсу та функціональних можливостей тренажера «Машина Поста» та розробка, налагодження і виконання програм в його середовищі».	5
Практичне заняття №4. Тема: «Нормальні алгорифми Маркова. Визначення нормальних схем алгоритмів для заданих функцій».	5
Практичне заняття №5. Тема: «Частково рекурсивні функції. Визначити для заданих функцій їх примітивну рекурсивність за допомогою відповідних базових функцій та операторів».	5
Практичне заняття №6. Тема: «Машина з необмеженими регістрами (МНР). Розробка програм в середовищі МНР обчислення заданих функцій по схемі примітивної рекурсії».	5
Практичне заняття №6. Тема: «Асимптотична оцінка складності алгоритму. Визначення асимптотичної: точної, верхньої та нижньої границі складності заданих алгоритмів. Класи складності задач: P,NP та NP-повні».	5
Практичне заняття №7. Тема: «Розробка програми на мові C++ бінарного пошуку елемента з заданим значенням в упорядкованому масиві (можливо побудова рекурсивної програми).	5
Практичне заняття №8. Тема: «Алгоритми сортування елементів масиву: включенням, вибором та обміном».	5
Практичне заняття №9. Тема: «Розробка рекурсивних програм на мові C++ алгоритмів сортування елементів масиву: швидкого сортування Гоара та сортування злиттям Джон фон Неймана».	5
Практичне заняття №10. Тема: «Розв'язання задач на графах. Розробка програми на мові C++ реалізації алгоритму Дейкстри - знаходження найкоротшого шляху від однієї вершини графу до всіх інших».	5
Практичне заняття №11. Тема: «Розв'язання задач на графах. Розробка програми на мові C++ реалізації алгоритму Прима - побудови мінімального кістякового дерева зваженого зв'язного неорієнтованого графа».	5
Практичне заняття №12. Тема: «Розробка рекурсивної програми на мові C++ обчислення функції Акермана (необхідність збільшення розміру стека C++)».	5
Модульний контроль	20
Виконання індивідуального завдання (СР)	20
Разом: Аудиторна робота	80
Самостійна робота (СР)	20
Всього:	100

КОНТРОЛЬ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

При вивченні дисципліни використовуються наступні форми контролю знань студентів: поточний; модульний; підсумковий.

Поточний контроль передбачає перевірку теоретичних питань, самостійної роботи, практичних робіт та усне опитування по кожній практичній роботі. По даному виду контролю оцінювання знань здійснюється у відповідності до бального розподілу наведеного в попередній таблиці.

Модульний контроль передбачає виконання модульної контрольної роботи. Всі завдання оцінюються в 20 балів. Перше завдання (теоретичне) – 7 бали, друге завдання (теоретичне) – 7 балів, третє завдання (практичне) – 6 балів.

Формою підсумкового контролю є екзамен. Екзаменаційна оцінка (100 балів) є результатом виконання двох теоретичних питань ($2 \times 35 \text{ балів} = 70 \text{ балів}$) та практичного завдання (30 балів).

Результуюча оцінка з дисципліни визначається як середня від балів набраних протягом семестру та отриманих на іспиті.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. Клакович Л.М., Левицька С.М., Костів О.В. Теорія алгоритмів. Навчальний посібник. Л.: Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2008. 140 с.
2. Копча-Горячкіна Г.Е. Методичний посібник до курсу «Теорія алгоритмів та математичні основи представлення знань». Ужгород: Закарпатський державний університет, 2005. 36с.
3. Лісовик Л.П., Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. Навчальний посібник. К.: ВПЦ Київський університет, 2003. 163 с.
4. Стусь О.В. Математична логіка та теорія алгоритмів: Лекції [Електронний ресурс] : навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 150 с.
5. Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. Приклади й задачі: Навчальний посібник. К.: ВПЦ Київський університет, 2012. 151 с.