

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. декана факультету комп'ютерних
інформаційних технологій
Ігор ЯКИМЕНКО
2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. проректора науково-педагогічної
роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ
2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни "Теорія алгоритмів"

Ступінь вищої освіти - бакалавр

Галузь знань 01 "Освіта/Педагогіка"

Спеціальність 015 "Професійна освіта (Цифрові технології)"

Спеціалізація 015.39 "Цифрові технології"

Освітньо-професійна програма "Професійна освіта (Цифрові технології)"

Кафедра економічної кібернетики та інформатики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практичні (год.)	Індив. робота (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	Самост. робота (год.)	Всього (год.)	Іспит (сем.)
ДФН	I	1	30	30	4	8	48	120	1

Тернопіль – ЗУНУ
2023

31.08.2023
[Signature]

Робочу програму розробив к.т.н., доцент Андрій МУШАК.



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри економічної кібернетики та інформатики, протокол № 1 від "28" серпня 2023 р.

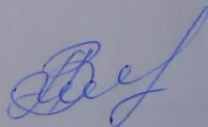
Завідувач кафедри
д.е.н., професор



Леся БУЯК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 015.39
"Професійна освіта. Цифрові технології",
протокол № 1 від "30" 08 _____ р.

Голова групи
забезпечення спеціальності
д.п.н., професор



Лілія РЕБУХА

Гарант ОП



Оксана БАШУЦЬКА

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

"Теорія алгоритмів"

1. Опис дисципліни "Теорія алгоритмів"

Дисципліна – Теорія алгоритмів	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS- 4.0	Галузь знань 01 "Освіта/Педагогіка"	Статус дисципліни: обов'язкова Мова навчання: українська
Кількість залікових модулів - 4	Спеціальність 015 "Професійна освіта (Цифрові технології)" Спеціалізація 015.39 "Цифрові технології"	Рік підготовки 1 Семестр 1
Кількість змістових модулів - 3	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції 30 год Практичні заняття 30 год
Загальна кількість годин - 120		Самостійна робота: 56 год., тому числі тренінг, КПЗ - 8 год. Індивідуальна робота: 4 год.
Тижневих годин 10 год, з них аудиторних - 4 год.		Вид підсумкового контролю – іспит

1. Мета й завдання вивчення дисципліни "Теорія алгоритмів"

2.1. Мета викладання дисципліни

Метою є засвоєння базових знань з основ теорії алгоритмів, включаючи вивчення формальних моделей алгоритмів та алгоритмічно обчислюваних функцій, питань обчислюваності, розв'язності та нерозв'язності масових проблем.

2.2. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни «Теорія алгоритмів»:

- здатність управляти ІТ-проектами, моделювати системи, здійснювати системний аналіз об'єктів інформатизації, приймати рішення
- здатність розробляти проекти зі створення і впровадження інформаційних систем і технологій, відповідної проектної документації, процедур і засобів підтримки управління їх життєвим циклом

- здатність застосовувати CASE-засоби під час проектування та моделювання бізнес-процесів та розробки програмного забезпечення інформаційних систем
- здатність застосовувати базові знання стандартів в області інформаційних технологій під час розробки та впровадження інформаційних систем і технологій
- здатність володіти методами і засобами підтримки командної роботи, планування та ефективної організації праці, безперервного контролю якості результатів роботи, соціальної комунікації
- здатність застосовувати мови програмування, мови опису інформаційних ресурсів, мови специфікацій, інструментальні засоби під час проектування та створення інформаційних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій

2.3. Результати вивчення дисципліни

Знання та вміння, набуті студентами при вивченні дисципліни «Теорія алгоритмів», необхідні їм також при вивченні дисциплін циклу професійної та практичної підготовки, зокрема, дисципліни «Моделювання систем», для аналізу матеріалів практик, виконання випускних кваліфікаційних робіт, в подальшій професійній діяльності тощо.

2.4 Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Теорія алгоритмів» опирається на такі дисципліни математичного циклу, як: «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Математичний аналіз», «Дискретна математика», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Диференціальні рівняння».

3. Програма дисципліни "Теорія алгоритмів"

Змістовий модуль 1. Формальні моделі алгоритмів та обчислюваних функцій

Тема 1. Алгоритми. Формальні моделі алгоритмів

Алгоритми, відносні алгоритми. Алгоритмічно обчислювані функції. Алгоритмічна перелічність, розв'язність. Формальні моделі алгоритмів. МНР-програми; МНР-обчислюваність. Машини Тьюрінга, МТ-обчислюваність. Нормальні алгоритми Маркова, НА-обчислюваність.

Література [1,2,5]

Тема 2. Системи Поста. Формальні граматики

Системи Поста, їх різновиди. Обчислюваність за Постом. Формальні граматики, їх класифікація.

Література [2,5,11,14]

Тема 3. Частково рекурсивні функції. Квазіарні ЧРФ, n-арні ЧРФ. Примітивні програмні алгебри. Примітивна мова програмування SIPL

Квазіарні ЧРФ, алгебри квазіарних ЧРФ. Частково рекурсивні, рекурсивні, примітивно рекурсивні функції; алгебри n-арних ЧРФ та ПРФ. Операції підсумовування, мультиплікації, обмеженої мінімізації. Операції розгалуження, циклу; примітивні програмні алгебри. Примітивна мова програмування SIPL, основні конструкції мови. Приклади SIPL-програм.

Література [1,2,3,5]

Змістовий модуль 2. Теза Чорча. Нумерації, універсальні функції

Тема 4. Кодування, нумерації. Канторові нумерації. Універсальні класи алгоритмів. Теза Чорча

Кодування. Нумерації, ефективні нумерації. Канторові нумерації. Кодування та нумерації МНР-програм, МТ, ОТ. Функція Гьоделя. Елімінація примітивної рекурсії. Еквівалентність формальних моделей алгоритмів. Універсальні класи алгоритмів. Теза Чорча, її значення.

Література [11]

Тема 5. Нумерації ЧРФ. Теорема про параметризацію (s-m-n-теорема)

Універсальні функції. Теореми Кліні про рекурсію

Нумерації n-арних ЧРФ та ПРФ. Обчислювані нумерації, Гьодельові нумерації. Теорема про параметризацію (s-m-n-теорема). Універсальні функції, їх зв'язок з нумераціями. Теореми про універсальні функції. Універсальні ЧРФ, МТ, МНР-програма, SIPL-програма. Теореми Кліні про рекурсію (псевдонерухому точку) для індексних РФ. Наслідки.

Література [10,13,14]

Змістовий модуль 3. Розв'язність та нерозв'язність. Звідності

Тема 6. Рекурсивні та рекурсивно перелічні множини. Рекурсивні та частково рекурсивні предикати

Рекурсивно перелічні, рекурсивні та примітивно рекурсивні множини, їх властивості. Теорема Поста. Еквівалентні визначення РПМ. Нумерації РПМ. Частково рекурсивні, рекурсивні предикати, їх властивості. Нормальна форма Кліні. Теорема про графік.

Література [5]

Тема 7. Нерозв'язність, часткова розв'язність. Теореми Райса, Райса-Шапіро

Алгоритмічна нерозв'язність проблем зупинки та самозастосовності. Наслідки. Замкненість РМ та РПМ відносно теоретико-множинних операцій. Замкненість РП та ЧРП відносно логічних операцій. Індексні множини. Теорема Райса, її значення. Канонічна нумерація скінченних множин. Теорема Райса-Шапіро. Використання теорем Райса та Райса-Шапіро.

Література [3,6,10,11]

Тема 8. Звідності. m-звідність. Продуктивні та креативні множини

Звідності. m-звідність, її властивості; m-степені. Продуктивні та креативні множини; достатні умови продуктивності індексних множин. m-повнота і креативність, теорема Майхілла.

Література [5,9]

Тема 9. Відносна обчислюваність. T-звідність

Відносна обчислюваність. МНРО-обчислювані функції, □-ЧРФ. Теза Тьюрінга. Релятивізація теорем. T-звідність, її властивості; T-степені. T-повні множини. Операція скачка.

Література [10]

Змістовий модуль 4. Арифметичність. Ефективні оператори. Складність обчислень

Тема 10. Арифметичність; теорема Тарського. Арифметична ієрархія

Арифметика. Арифметичність ЧРФ і РПМ. Теорема Тарського, її значення. Арифметична ієрархія. Алгоритм Тарського-Куратовського.

Література [3,11]

Тема 11. Ефективні оператори на функціях та множинах. Теореми Кліні про нерухому точку

Функціональні та множинні оператори. Монотонні, неперервні оператори. Оператори переліку. Частково рекурсивні, рекурсивні, загальнорекурсивні оператори. Теорема Майхілла-Шепердсона. Теореми Кліні про нерухому точку для ОП і РО. Зв'язок теорем про НТ із теоремами про рекурсію для індексних РФ. Метод НТ та семантика мов програмування.

Література [7,14]

Тема 12. Складність обчислень

Обчислюваність за лінійний і за поліноміальний час. P-повні та NP-повні проблеми. Класи P та NP. Міри обчислювальної складності. Теорема про прискорення. Елементарні функції.

Література [9,16]

4. Структура залікового кредиту дисципліни "Теорія алгоритмів"

	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1 – Методи лінійної та нелінійної алгебри						
Тема 1. Алгоритми. Формальні моделі алгоритмів	2	2	5			П О Т О Ч Н Е

Тема 2. Системи Поста. Формальні граматики	2	2	5		1	
Тема 3. Частково рекурсивні функції. Квазіарні ЧРФ, n-арні ЧРФ. Примітивні програмні алгебри. Примітивна мова програмування SIPL	2	2	5		1	
Змістовий модуль 2 – Теза Чорча. Нумерації, універсальні функції						
Тема 4. Кодування, нумерації. Канторові нумерації. Універсальні класи алгоритмів. Теза Чорча	4	4	5		1	Поточне опитування
Тема 5. Нумерації ЧРФ. Теорема про параметризацію (s-m-n-теорема) Універсальні функції. Теореми Кліні про рекурсію	2	2	5		1	
Змістовий модуль 3 – Розв'язність та нерозв'язність. Звідності						
Тема 6. Рекурсивні та рекурсивно перелічні множини. Рекурсивні та частково рекурсивні предикати	2	2	5	1		Поточне опитування
Тема 7. Нерозв'язність, часткова розв'язність. Теореми Райса, Райса-Шапіро	4	4	5	1	1	
Тема 8. Звідності. m-звідність. Продуктивні та креативні множини	2	2	5	1	1	
Тема 9. Відносна обчислюваність. T-звідність	4	4	4	1		
Змістовий модуль 4 – Арифметичність. Ефективні оператори. Складність обчислень						
Тема 10. Арифметичність; теорема Гарського. Арифметична ієрархія	2	2	4		1	Поточне опитування
Тема 11. Ефективні оператори на функціях та множинах. Теореми Кліні про нерухому точку	2	2	4		1	
Тема 12. Складність обчислень	2	2	4			
РКР						2
Разом	30	30	56	4	8	

5. Тематика практичних занять

Практичне заняття 1.

Способи запису алгоритмів – 4 год.

1. Алгоритм Гауса з вибором головного елемента для розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь і обчислення визначників.
2. Знаходження обернених матриць

Практичне заняття 2.

Тестування алгоритмів – 4 год.

1. Ітераційні методи розв'язування лінійних алгебраїчних рівнянь.
2. Метод простих ітерацій і метод Зейделя.

Практичне заняття 3.

Базові алгоритмічні конструкції – 4 год.

1. Нелінійні алгебраїчні та трансцендентні рівняння і методи їх розв'язування.
2. Метод половинного ділення, метод хорд,
3. Метод дотичних, метод Ньютона

Практичне заняття 4.

Рекурсивні та ітераційні алгоритми – 2 год.

1. Методи розв'язування систем нелінійних алгебраїчних та трансцендентних рівнянь.
2. Розв'язування систем нелінійних рівнянь: простої ітерації Зейделя, Ньютона-Рафсона.

Практичне заняття 5.

Алгоритми роботи з масивами – 4 год.

1. Інтерполяційний поліном Лагранжа
2. Скінченні та розділенні різниці, інтерполяційний поліном Ньютона.
3. Інтерполяція сплайнами.

Практичне заняття 6.

Оцінка складності алгоритмів – 2 год.

1. Обчислювальні методи знаходження визначених інтегралів.
2. Квадратурні формули прямокутників, трапецій та Сімпсона.
3. Оцінка похибок наближених методів.

Практичне заняття 7.

Розробка програм для машини Тюринга – 4 год.

1. Наближені методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. Початкові і крайові задачі.
2. Методи Ейлера та Адамса для розв'язування диференціальних рівнянь.
3. Метод Рунге-Кутти.
4. Жорсткі диференціальні рівняння, Метод Гіра.

5. Розв'язування диференціальних рівнянь в часткових похідних методом сіток.
6. Метод скінчених елементів для рівнянь в часткових похідних.

Практичне заняття 8.

Розробка програм для машин Поста - 2 год.

1. Одновимірна оптимізація.
2. Методи Фібоначі, золотого перетину, дихотомії.
3. Оптимізація багатовимірних функцій.
4. Методи градієнтного і координатного спуску.
5. Математичне програмування.
6. Чисельні методи розв'язання задач нелінійного програмування.

Практичне заняття 9.

Розробка нормальних алгоритмів Маркова – 4 год.

1. Стандартні математичні пакети Mathlab, Mathcad , Mathematica, Maple, Linpack, Derive.
2. Розв'язання типових задач в середовищі пакетів.

6. Тематика самостійної роботи студентів

1. Обчислюваність за Постом.
2. Теорема про обмежену мінімізацію
3. Теза Чорча.
4. Теорема Кліні про псевдонерухому точку для індексних РФ
5. Теорема Поста.
6. Теорема Райса.
7. Нерозв'язність проблем зупинки та самозастосовності.
8. Властивості Т-звідності.
9. Теорема Тарського
10. Теорема Кліні про нерухому точку для РО

7. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Індивідуальні завдання з дисципліни «Теорія алгоритмів» виконується самостійно кожним студентом. КППЗ охоплює усі основні теми дисципліни «Теорія алгоритмів». Метою виконання КППЗ є формування навичок розроблення вимог для інформаційної системи. КППЗ оформлюється о відповідності з встановленими вимогами. Кожен з пунктів КППЗ оцінюється за 100-бальною шкалою, а також визначається підсумкова оцінка (як середня арифметична з проміжних оцінок). Виконання КППЗ з одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту з технологій проектування інформаційних систем.

8. Організація і проведення тренінгу

Тематика: Послугування системами програмування для реалізації на практиці вивчених алгоритмів

Порядок проведення:

- Написання програм у вибраному середовищі програмування.
- Тестування та аналіз отриманих результатів роботи програм.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Теорія алгоритмів» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- стандартизовані тести;
- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- оцінювання результатів КППЗ;
- ректорська контрольна робота;
- іспит.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Теорія алгоритмів» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Заліковий модуль 4 (іспит)	Разом
20 %	20 %	20 %	40 %	100%
1. Опитування під час заняття (6 тем по 5 балів – макс. 30 балів). 2. Письмова робота – макс. 70 балів	1. Опитування під час заняття (6 тем по 5 балів – макс. 30 балів). 2. Письмова робота – макс. 70 балів	1. Написання та захист КППЗ – макс. 80 балів. 2. Виконання завдань під час тренінгу – макс. 20 балів	Тестові завдання (20 тестів по 2 бали – макс. 40 балів). Завдання 1 – макс. 30 балів. Завдання 2 – макс. 30 балів	

Шкала оцінювання:

За шкалою Університет	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D(задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких

передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Середовища програмування Turbo Pascal, Embarcadero Delphi, пакет для математиків MathCad	1-12
2.	Мультимедійний проектор	1-12
3.	Проекційний екран	1-12
4.	Комунікаційне програмне забезпечення - браузер	1-12

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Бородкіна І.Л., Бородкін Г.О. Теорія алгоритмів: Навчальний посібник. – Київ : Центр учбової літератури, 2018. - 184 с.
2. Бородкіна І. Л. Бородкін Г. О. Теорія алгоритмів: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (Частина 2. Алгоритми сортування та пошуку). – К.: НУБіП України, 2019. – 49 с.
3. Теорія алгоритмів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://cybportal.univ.kiev.ua/wiki/>.
4. Алгоритми та структури даних. Відео-лекції у вільному доступі. <http://www.lektorium.tv/course/?id=22823> (дата звернення: 08.04.2020).
5. Розвиток теорії алгоритмів. <http://wiki.kspu.kr.ua>. (дата звернення: 08.04.2020).
6. Список алгоритмів та структур даних на C++. http://sites.google.com/site/indy256/algo_cpp. (дата звернення: 08.04.2020).
7. Теорія алгоритмів. Сайт Олексія Молчановського. <http://oim.asu.kpi.ua/courses/theory-of-algorithms/>(дата звернення: 08.04.2020).