

**Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка
Відокремлений структурний підрозділ
«Педагогічний фаховий коледж
Львівського національного університету імені Івана Франка»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. директора Коледжу

_____ О.І.Сурмач

“__” _____ 2021 р.

**СИЛАБУС З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ»**

галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
освітньо-професійна програма	Обслуговування програмних систем і комплексів
форма навчання	денна

Силабус курсу «Теорія алгоритмів»

2021-2022 навчального року

Назва курсу	«Теорія алгоритмів»
Адреса викладання курсу	Природниче відділення ВСП «ПФК ЛНУ» вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів, 79016, Україна
Циклова комісія за якою закріплена дисципліна	професійно-орієнтовних дисциплін спеціальності Комп'ютерні науки та математично-природничої підготовки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 Інформаційні технології, 122 Комп'ютерні науки
Викладач курсу	Лисецька Олександра Юріївна
Контактна інформація викладачів	oleksandra.lysetska AT lnu.edu.ua
Консультації з курсу відбуваються	У день викладання курсу відповідно до розкладу (Ген. Тарнавського 107). Також проводяться онлайн консультації на платформах Microsoft Teams або Zoom. Для погодження деталей онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	
Інформація про курс	При проходженні даної дисципліни, студенти познайомляться з поняттям «алгоритм», класичними алгоритмами та структурами даних, підходами до побудови та аналізу алгоритмів, підходами до автоматизації проектування алгоритмів. На лабораторних заняттях опанують етапи розв'язання алгоритмічних задач. В курсі передбачений контроль якості отриманих знань у вигляді модульних контрольних робіт.
Коротка анотація курсу	Навчальна дисципліна читається для студентів II-го курсу, спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» впродовж четвертого семестру в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі курсу	<p>Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей: аналізувати проблеми алгоритмізації при створенні комп'ютеризованих систем управління та автоматики; виконувати розроблення, аналіз, обґрунтування, оцінювання та реалізацію алгоритмів.</p> <p>Для досягнення мети визначаються такі цілі:</p> <ul style="list-style-type: none">– розширення знань про ролі та місця алгоритмів та структур даних в задачах проектування і реалізації комп'ютеризованих систем управління та автоматики;– оволодіння вміннями розробляти та оцінювати алгоритми, використовувати структури даних для розроблення алгоритмів;– засвоєння відомостей про методики оцінювання складності алгоритмів, а також про основні методи уточнення алгоритмів і схеми встановлення

	<p>невирішуваності масових проблем;</p> <ul style="list-style-type: none"> - набуття навичок будувати машини Тюрінга для елементарних функцій та рекурсивні схеми для елементарних функцій; - дослідження методики встановлення NP-повноти масових проблем та основ автоматизації виробництва алгоритмів.
Література для вивчення дисципліни	<p>Базова</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Кнут Д. Искусство программирования, том 1. Основные алгоритмы — 3-е изд. — М.: «Вильямс», 2006. — 720 С. . — ISBN 0-201-89683-4 2. Ильиных А.П. Теория алгоритмов. Учебное пособие. – Екатеринбург, 2006. - 149 с. 3. Марков А.А., Нагорный Н.М. Теория алгоритмов. – М.: Наука, 1984. -432 с. <p>Допоміжна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции. – М.: Наука, 1986. 2. Кормен Томас Х., Лейзерсон Чарльз И., Ривест Рональд Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2006. — 1296 С. . — ISBN 0-07-013151-1 <p>Інтернет ресурси</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рыжова Н.И., Голанова А.В., Швецкий М.В., Луценко А.Ю. Теория алгоритмов (электронный учебник) // http://ric.uni-altai.ru/Fundamental/teor-alg/
Тривалість курсу	90 год.
Обсяг курсу	50 години аудиторних занять: 24 год - лекційних занять, 24 год - лабораторних занять, 2 год - залікове заняття та 40 години самостійної роботи
Програмні компетентності	<p>Інтегральна компетентність: Здатність вирішувати типові спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері прикладної математики або у процесі навчання, що вимагає застосування положень і методів дискретної математики та математичного аналізу. Нести відповідальність за результати своєї діяльності. Здійснювати контроль інших осіб у визначених ситуаціях.</p> <p>Загальні компетентності: Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). Здатність працювати в команді. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>Спеціальні компетентності: Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування</p>

	теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування. 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.
Результати навчання	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. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати їх ефективність та складність.
Ключові слова	Алгоритм, автомат, машина Тюрінга, машина Поста, рекурсія, складність алгоритму, трудомісткість алгоритму, функція трудомісткості
Формат курсу	Очний. Проведення лекцій і лабораторних робіт
Теми	Подано у таблиці
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру.
Пререквізити	Вміти користуватися комп'ютером на рівні користувача, вміти писати код однією з розповсюджених мов програмування (C/C++, Java, C#, Python).
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції, презентації, інтерактивні вправи, практичні вправи, творчі індивідуальні, групові та підгрупові завдання, дискусія. Робота в системах Moodle, Zoom, побудова електронного навчання як простору прояву пізнавальних ініціатив, Wordwall - інструменти для створення навчальних матеріалів, Google Forms – інструмент для тестового контролю, проведення опитування.
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер, проектор. Наявність інтернет-зв'язку .
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Поточний контроль знань студентів здійснюється під час проведення лабораторних занять. Протягом семестру здійснюється контроль знань у вигляді 2 модульних контрольних робіт. Семестр закінчується здачею заліку з навчальної дисципліни. Під час семестрового контролю враховуються результати задачі лабораторних та модульних контрольних робіт і усного заліку. Оцінювання знань студента здійснюється за 100 бальною шкалою.
Питання до заліку	Теоретичні питання: 1. Основні поняття теорії алгоритмів. 2. Вимоги до алгоритмів. 3. Історичний огляд, цілі та завдання теорії алгоритмів.

4. Практичне застосування теорії алгоритмів.
5. Формалізація поняття алгоритму.
6. Словесна та графічна форма зображення алгоритму. Блок-схеми.
7. Лінійні алгоритми.
8. Алгоритми розгалуження.
9. Алгоритми з циклом.
10. Машина Поста
11. Машина Тюрінга
12. Порівняльні оцінки алгоритмів.
13. Псевдокод. Система позначень в аналізі алгоритмів.
14. Класифікація алгоритмів по виду функції трудомісткості.
15. Елементарні операції в мові запису алгоритмів.
16. Перехід до часових оцінок.
17. Теоретична межа трудомісткості завдання.
18. Проблема $P=NP$. Клас NP . Приклади NP -повних задач.
19. Формулювання задачі про суму.
20. Асимптотична оцінка задачі про суму.
21. Аналіз алгоритму точного розв'язання задачі про суму.
22. Алгоритми пошуку.
23. Рекурсивні функції.
24. Рекурсивні процедури.
25. Аналіз трудомісткості рекурсивних алгоритмів методом підрахунку вершин дерева рекурсії.
26. Рекурсивна реалізація алгоритмів.
27. Аналіз трудомісткості алгоритму обчислення факторіала.
28. Методи розв'язку рекурсивних співвідношень.
29. Рекурсивні алгоритми.
30. Основна теорема про рекурентні співвідношення.
31. Алгоритм сортування злиттям.
32. Злиття відсортованих частин. Merge.
33. Аналіз трудомісткості алгоритму сортування злиттям.
34. Алгоритм піднесення числа до цілого степеня.
35. Алгоритм Евкліда і його аналіз.
36. Мала теорема Ферма.
37. Теорема Ейлера-Ферма.
38. Криптосистема RSA.
39. Криптостійкість RSA.
40. Складність алгоритмів факторизації.

Практичні завдання

Завдання 1. Визначити площу трапеції по заданих введених значеннях її основ (a та b) і висоти (h).

Завдання 2. Визначити середнє арифметичне двох чисел, якщо a додатне і частку $\left(\frac{a}{b}\right)$, в протилежному випадку.

Завдання 3. Скласти алгоритм знаходження суми цілих чисел в діапазоні від 1 до 10.

Завдання 4. Лінійний алгоритм, виконаний із попередніх завдань, переробити на циклічний із заданою кількістю циклів.

Завдання 5. Знайти суму значень змінної P , вважаючи,

що її початкове значення дорівнює нулю, тобто $P = 0$. В кожному циклі змінна збільшується на 2, тобто $P := P + 2$. Кількість циклів рівна шести. В результаті даного алгоритму значення змінної має дорівнювати $P = 12$.

Завдання 6. Нехай задано початкові значення змінних:

$$x := 1;$$

$$y := 5.$$

А також задано такий цикл:

while $y > x$ *do*:

$y := y - x$

Визначити кількість циклів і значення змінних x , y після виходу з циклу.

Завдання 7. Скласти алгоритм розв'язку задачі за допомогою алгоритмічної мови псевдокоду і за допомогою блок-схем, використовуючи конструкцію лінійного алгоритму.

1. Обчислити площу поверхні та об'єм зрізаного конуса за формулами:

$$S = \pi (R + r)l + \pi R^2 + \pi r^2;$$

$$V = \frac{1}{3} \pi (R^2 + r^2 + Rr)h.$$

2. Обчислити координати центру маси трьох матеріальних точок з масами m_1, m_2, m_3 і координатами (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) за формулами:

$$x_c = \frac{(m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3)}{(m_1 + m_2 + m_3)};$$

$$y_c = \frac{(m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3)}{(m_1 + m_2 + m_3)}.$$

3. Обчислити площу трикутника зі сторонами a, b, c за формулою Герона:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)},$$

де p – півпериметр, який обчислюється за формулою $\frac{a+b+c}{2}$.

Завдання 8. Нехай $A = \{0,1\}$. На першій стрічці двострічкової машини Поста задане слово. Скопіювати це слово у зворотному порядку на другу стрічку.

Завдання 9. Нехай $A = \{0,1\}$. Два двійкові числа записані на першій та другій стрічках трьохстрічкової машини Поста, відповідно. Вважаючи, що обидва слова записані нормально (вони завжди існують і, за винятком числа 0, починаються з одиниці). Визначити суму цих двох чисел і записати результат на третю стрічку.

Завдання 10. $A = \{a,b\}$. У вхідному слові замінити всі символи a на b .

Завдання 11. $A = \{01\}$. Вкінці вхідного слова записати 1.

Якщо слово порожнє, то вивести повідомлення про помилку (відмітивши цей стан Ω).

Завдання 12. $A = \{0,1,2\}$. У вхідному слові замінити всі комбінації «012» на зірочки «*».

Завдання 13. Обчислити об'єм V і площу бічної поверхні циліндра S за введеними значеннями радіуса основи R і висоти циліндра H .

$$V = \pi R^2 H;$$

$$S = 2\pi R H.$$

Завдання 14. Обчислити об'єм V і площу бічної поверхні конуса S за введеними значеннями радіуса основи r , висоти h і твірної l :

$$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h;$$

$$S = \pi r l.$$

Завдання 15. Скласти програму для розв'язку квадратного рівняння $ax^2 + bx + c = 0$.

Завдання 16. Визначити максимальне парне число із двох введених.

Завдання 17. Визначити, чи можна із відрізків довжиною x , y та z побудувати трикутник.

Завдання 18. Ввести два числа a та b . Більше число замінити потрійним добутком, менше – півсумою.

Завдання 19. Якщо серед трьох чисел a , b , c є хоча б одне парне, то знайти максимальне число, інакше – мінімальне.

Завдання 20. Визначити, у якому квадранті знаходиться точка з координатами (x, y) і вивести номер квадранта на екран.

Завдання 21. Знайти суму чисел, кратних 3, в діапазоні від 0 до 50.

Завдання 22. Знайти суму перших десяти чисел, кратних п'яти.

Завдання 23. Знайти добуток парних чисел в діапазоні від 2 до 30.

Завдання 24. Вводяться додатні числа. Зупинити ввід, коли сума введених чисел буде більшою, ніж 100.

Завдання 25. Необхідно знайти суму чисел, кратних 7, в діапазоні від 0 до 100. Вивести на екран суму чисел і їх кількість.

Завдання 26. Визначити кількість цілих чисел, кратних 3 (від 3 і далі), що дають в сумі число, яке є більшим за 200.

Завдання 27. Визначити порядкові номери нулів у масиві.

Завдання 28. Всі від'ємні елементи масиву замінити нулями. Видати повідомлення про кількість таких замінів.

Завдання 29. Знайти порядковий номер мінімального числа в масиві.

Завдання 30. Знайти значення і координати першого по порядку додатного елемента в масиві.

Завдання 31. Знайти кількість одиниць в масиві.

Завдання 32. Створіть програми, які реалізують рекурсивний та інтервальний алгоритми обчислення n -го числа Фібоначчі. Порівняйте час їх роботи для $n=10, 20, 30, \dots, 90$. Щоб уникнути переповнення, для $n < 100$ використовуйте беззнакове зображення чисел в 8 байт.

Результати порівнянь оформити у вигляді таблиці та графіка.

	<p>Завдання 33. Проаналізуйте обчислювальну та просторову складність алгоритмів множення чисел. На основі аналізу проведіть порівняння алгоритмів.</p> <p>Завдання 34. Розробіть два різні за складністю алгоритми піднесення до цілого невід’ємного степеня $a^n, n \in \mathbb{Z}^+$. Зверніть увагу, що для обчислення a^{15} може знадобитися 6 операцій множення</p> $a^{15} = a(a^7)^2 = a(a(a^3)^2)^2 = a(a(a(a^2))^2)^2$ <p>А для обчислення a^{100} може знадобитися всього 14 операцій множення. Для розроблених алгоритмів визначте обчислювальну складність та проведіть порівняльний аналіз.</p> <p>Завдання 35. За допомогою виразу</p> $\begin{pmatrix} F_n \\ F_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F_{n-1} \\ F_{n-2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^{n-1} \begin{pmatrix} F_1 \\ F_0 \end{pmatrix}$ <p>розробіть алгоритм для обчислення n-го числа Фібоначчі, який працює за $O(\ln n)$ кроків.</p> <p>Завдання 36.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Згенеруйте масив цілих випадкових чисел розміром $N = 1000$. (Для генерації випадкових чисел скористайтесь класом <i>System.Random</i>). 2) Відсортуйте отриманий масив довільним методом сортування. 3) Введіть з клавіатури деяке ціле число. 4) Користуючись методом інтерполяційного пошуку, визначте, позицію введеного числа в масиві, якщо воно в ньому присутнє. <p>Завдання 37. Складіть програму, яка в заданому текстовому файлі шукає всі входження, введеного користувачем слова, формуючи список позицій (від початку файлу) шуканого слова. Метод пошуку – довільний, крім лінійного пошуку підрядка.</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету з метою оцінювання якості курсу буде надано після вивчення курсу.</p>

Схема курсу

Тиждень	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
Змістовий модуль I. Загальні відомості про алгоритми. Вступ до аналізу алгоритмів			
1.	Тема 1. Вступ в теорію алгоритмів. Основні поняття теорії алгоритмів. Вимоги до алгоритмів. Історичний огляд, цілі та завдання теорії алгоритмів. Практичне застосування теорії алгоритмів. Формалізація поняття алгоритму. Словесна та графічна форма зображення алгоритму. Блок-схеми.	Лекція – 2 год, лабораторна робота – 2 год, самостійна робота – 2 год	03.03.22
2.	Тема 2. Машина Поста. Основні поняття та операції. Фінітний 1-процес. Спосіб задання проблеми та формулювання 1. Принцип роботи машини Поста. Двох та трьохстрічкова машини Поста.	Лекція – 2 год, лабораторна робота – 2 год, самостійна робота – 2 год.	10.03.22
3.	Тема 3. Машина Тюрінга та проблеми, які не розв'язуються алгоритмічно. Машина Тюрінга. Принцип роботи машини Тюрінга як алгоритму. Проблеми, які не розв'язуються алгоритмічно. Машина Маркова.	Лекція – 2 год, лабораторна робота – 2 год, самостійна робота – 4 год	17.03.22
4.	Тема 4. Вступ до аналізу алгоритмів. Порівняльні оцінки алгоритмів. Псевдокод. Система позначень в аналізі алгоритмів. Класифікація алгоритмів по виду функції трудомісткості. Асимптотичний аналіз функцій. Лінійні алгоритми. Алгоритми розгалуження. Алгоритми з циклом.	Лекція – 2 год, лабораторна робота – 2 год, самостійна робота – 2 год	24.03.22
5.	Тема 5. Трудомісткість алгоритмів та їх часові оцінки Елементарні операції в мові запису алгоритмів. Приклади аналізу простих алгоритмів. Перехід до часових оцінок. Приклад поопераційного часового аналізу.	Лекція – 2 год, самостійна робота – 4 год	31.03.22
6.	Тема 6. Теорії складності обчислень і класи складності задач Теоретична межа трудомісткості завдання. Проблема $P=NP$. Клас NPC. Приклади NP-повних задач.	Лекція – 2 год, самостійна робота – 3 год	07.04.22
7.	Тема 7. Приклад повного аналізу алгоритму розв'язку задачі про суму Формулювання задачі і асимптотична оцінка. Алгоритм точного розв'язання задачі. Аналіз алгоритму точного розв'язання задачі про суму.	Лекція – 2 год, самостійна робота – 2 год	14.04.22
8.	Модульна контрольна робота 1.	Лабораторна	31.03.22

		робота – 2 год,	
Змістовий модуль II. Алгоритми пошуку. Рекурсивні алгоритми			
9.	Тема 8. Алгоритми пошуку Алгоритми пошуку у невідсортованому масиві. Алгоритми пошуку в одновимірному масиві. Алгоритми пошуку та сортування у двовимірному масиві. Робота з векторами та матрицями.	Лабораторна робота – 6 год, самостійна робота – 6 год	07.04.22 14.04.22 21.04.22
10.	Тема 9. Рекурсивні функції і алгоритми Рекурсивні функції. Рекурсивні процедури. Аналіз трудомісткості рекурсивних алгоритмів методом підрахунку вершин дерева рекурсії. Рекурсивна реалізація алгоритмів. Аналіз трудомісткості алгоритму обчислення факторіала. Розробка рекурсивних алгоритмів.	Лекція – 2 год, лабораторна робота – 2 год, самостійна робота – 4 год	21.04.22 28.04.22
11.	Тема 10. Рекурсивні алгоритми та методи їх аналізу Логарифмічні тотожності. Методи розв'язку рекурсивних співвідношень. Рекурсивні алгоритми. Основна теорема про рекурентні співвідношення.	Лекція – 2 год	28.04.22
12.	Тема 11. Прямий аналіз рекурсивного дерева викликів Алгоритм сортування злиттям. Злиття відсортованих частин. Merge. Підрахунок вершин в дереві рекурсивних викликів. Аналіз трудомісткості алгоритму сортування злиттям.	Лекція – 2 год, лабораторна робота – 2 год, самостійна робота – 2 год	05.05.22
13.	Тема 12. Теорія та алгоритми модулярної арифметики Алгоритм піднесення числа до цілого степеня. Основні відомості з теорії простих чисел. Функція Ейлера. Алгоритм Евкліда і його аналіз. Аналіз алгоритмів пошуку.	Лекція – 2 год Лабораторна робота – 2 год, самостійна робота – 3 год	12.05.22
14.	Тема 13. Криптосистема RSA і теорія алгоритмів Основні поняття з теорії груп та теорії напівгруп. Мультиплікативна група лишків за модулем n . Степені елементів в Z_n^* і пошук великих простих чисел. Мала теорема Ферма. Теорема Ейлера-Ферма. Криптосистема RSA. Криптостійкість RSA і складність алгоритмів факторизації.	Лекція – 2 год, Самостійна робота – 6 год	19.05.22
15.	Модульна контрольна робота 2.	Лабораторна робота – 2 год	19.05.22