

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету

  
С.І. Гоменюк  
(підпис) (ініціали та прізвище)  
«09» 2022

АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра

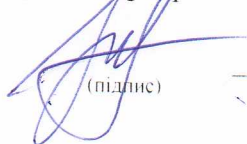
очної (денної) форми здобуття освіти  
спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення  
освітньої програми Програмна інженерія

Укладач Гребенюк Сергій Миколайович, д.т.н., професор, завідувач кафедри фундаментальної та прикладної математики.

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри програмної інженерії

Протокол № 1 від 01.09.2022 р.

Завідувач кафедри

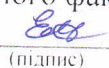
  
(підпис)

А.О. Лісняк  
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою  
математичного факультету

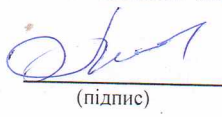
Протокол № 1 від 01.09.2022 р.

Голова науково-методичної ради  
математичного факультету

  
(підпис)

О.С. Пшенична  
(ініціали, прізвище)

Погоджено  
з навчально-методичним відділом

  
(підпис) О.В. Пшенична  
(ініціали, прізвище)

2022 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

| 1                                                                    | 2                                                                             | 3                                                  |                                            |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Галузь знань, спеціальність, освітня програма<br>рівень вищої освіти | Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі | Характеристика навчальної дисципліни               |                                            |
|                                                                      |                                                                               | очна (денна) форма здобуття освіти                 | заочна (дистанційна) форма здобуття освіти |
| Галузь знань<br>12 – «Інформаційні технології»                       | Кількість кредитів – 4                                                        | Обов'язкова                                        |                                            |
|                                                                      |                                                                               | Цикл професійної підготовки освітньої програми     |                                            |
| Спеціальність:<br>121 – «Інженерія програмного забезпечення»         | Загальна кількість годин – 120                                                | Семестр:                                           |                                            |
|                                                                      |                                                                               | 3 -й                                               | -                                          |
| Освітньо-професійна програма<br>«Програмна інженерія»                | Змістових модулів – 6                                                         | Лекції                                             |                                            |
|                                                                      |                                                                               | 14 год.                                            | -                                          |
|                                                                      |                                                                               | Лабораторні                                        |                                            |
| Рівень вищої освіти:<br>бакалаврський                                | Кількість поточних контрольних заходів – 20                                   | 28 год.                                            | -                                          |
|                                                                      |                                                                               | Самостійна робота                                  |                                            |
|                                                                      |                                                                               | 78 год.                                            | -                                          |
|                                                                      |                                                                               | Вид підсумкового семестрового контролю:<br>екзамен |                                            |

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Алгоритми та структури даних» є надання студентам систематичних знань про сучасні та ефективні структури даних та алгоритми комп'ютерного оброблення інформації, а також методи їх дослідження та аналізу.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Алгоритми та структури даних» є:

- ознайомлення з базовими поняттями теорії алгоритмів;
- засвоєння основних підходів до розробки алгоритмів: метод грубої сили, метод декомпозиції, метод перетворення, жадібні алгоритми;
- вироблення навичок проведення асимптотичного, математичного та емпіричного аналізу алгоритмів;
- оволодіння основними алгоритмами розв'язання задач пошуку та сортування даних, алгоритмами на графах, обчислювальних алгоритмів;
- набуття практичних навичок роботи з базовими структурами даних та абстрактними типами даних.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

| Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Методи і контрольні заходи                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>ІК.</b> Здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання або практичні проблеми інженерії програмного забезпечення, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням теорій та методів інформаційних технологій.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>Методи:</b><br/>лекція-візуалізація, майстер-класи, пояснення, дискусія, ілюстрація, робота з літературою, дослідницький метод, відповіді на запитання, лабораторні роботи, відеоконференції, відеозаписи лекцій.</p> <p><b>Контрольні заходи:</b><br/>захист лабораторної роботи, опитування, тестування, оцінювання звіту.</p> |
| <p><b>КС 11.</b> Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p><b>Методи:</b><br/>лекція-візуалізація, майстер-класи, пояснення, дискусія, ілюстрація, робота з літературою, дослідницький метод, відповіді на запитання, лабораторні роботи, відеоконференції, відеозаписи лекцій.</p> <p><b>Контрольні заходи:</b><br/>захист лабораторної роботи, опитування, тестування, оцінювання звіту.</p> |
| <p><b>КЗ 1.</b> Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>КС 3.</b> Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>КС 7.</b> Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>КС 8.</b> Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>КС 14.</b> Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>ПР 1.</b> Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.</p> <p><b>ПР 7.</b> Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.</p> <p><b>ПР 13.</b> Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.</p> | <p><b>Методи:</b><br/>лекція-візуалізація, майстер-класи, пояснення, дискусія, ілюстрація, робота з літературою, дослідницький метод, відповіді на запитання, лабораторні роботи, відеоконференції, відеозаписи лекцій.</p> <p><b>Контрольні заходи:</b><br/>захист лабораторної роботи, опитування, тестування, оцінювання звіту.</p> |

**Всі, зазначені вище методи навчання і контрольні заходи, спрямованні на набуття інтегральної компетентності:** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в області інформаційних систем та технологій, або в процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування теорій та методів інформаційних технологій.(ІК).

**Міждисциплінарні зв'язки.** Основою для курсу «Алгоритми та структури даних» є знання отримані під час вивчення курсів «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Дискретні структури», «Основи програмування», «Математичний аналіз». Знання отримані після опанування даного курсу можуть бути використані при вивченні курсів «Основи програмної інженерії», «Бази даних» та безпосередньо при розв'язанні складних спеціалізованих задач та практичних проблем у певній галузі професійної діяльності або навчанні.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### ***Змістовий модуль 1. Поняття алгоритму.***

Інтуїтивні поняття алгоритму та його властивості. Математичні визначення алгоритму. Приклади алгоритму визначення найбільший спільний дільник (НСД). Схема розв'язання задач на ЕОМ. Важливі типи задач.

#### ***Змістовий модуль 2. Основи аналізу алгоритмів.***

Поняття про ефективність алгоритмів. Асимптотичні співвідношення. Функція росту. Обчислення часу виконання програм. Виклик процедур. Програми з операторами безумовного переходу. Математичний аналіз не рекурсивних алгоритмів. Математичний аналіз рекурсивних алгоритмів. Емпіричний аналіз алгоритмів. Доведення нижніх границь. Дерева прийняття рішень. P, NP та NP-повні задачі. Числові алгоритми.

#### ***Змістовий модуль 3. Абстрактні типи даних.***

Основні поняття, типи даних, структури даних. Визначення абстрактного типу даних. Вказівники та курсори. Абстрактний тип даних список. Варіанти реалізації списків. Абстрактний тип даних стек. Абстрактний тип даних черга. Абстрактний тип даних множина. Абстрактний тип даних словник. Абстрактний тип даних дерево. Абстрактний тип даних піраміда.

#### ***Змістовий модуль 4. Метод грубої сили.***

Сортування вибором та обмінне сортування. Послідовний пошук. Пошук підстрок. Пошук пари найближчих точок. Обчислення опуклої оболонки. Задача комівояжера. Задача про рюкзак. Задача про призначення.

#### ***Змістовий модуль 5. Метод декомпозиції.***

Сортування злиттям. Швидке сортування. Бінарний пошук. Обхід бінарного дерева. Множення великих цілих чисел. Алгоритм Штрассена множення матриць. Задача про пару найближчих точок та обчислення опуклої оболонки.

#### ***Змістовий модуль 6. Метод перетворення.***

Сортування заздалегідь. Збалансовані дерева пошуку. AVL-дерева. 2-3- дерева. Піраміди та пірамідальне сортування. Обчислення мінімального спільного кратного. Підрахунок шляхів у графі.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Змістовий модуль                         | Усього годин | Аудиторні (контактні) години |           |                       |           |                          |           | Самостійна робота, год |           | Система накопичення балів |                           |              |
|------------------------------------------|--------------|------------------------------|-----------|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------|------------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|--------------|
|                                          |              | Усього годин                 |           | Лекційні заняття, год |           | Лабораторні заняття, год |           |                        |           | Теор. зав-ня, к-ть балів  | Практ. зав-ня, к-ть балів | Усього балів |
|                                          |              |                              |           | о/д ф.                | з/дист ф. | о/д ф.                   | з/дист ф. | о/д ф.                 | з/дист ф. |                           |                           |              |
| 1                                        | 2            | 3                            |           | 4                     | 5         | 6                        | 7         | 8                      | 9         | 10                        | 11                        | 12           |
|                                          |              | о/дф.                        | з/дист ф. |                       |           |                          |           |                        |           |                           |                           |              |
| 1                                        | 15           | 6                            |           | 2                     |           | 4                        |           | 9                      |           | 3                         | 3                         | 6            |
| 2                                        | 15           | 6                            |           | 2                     |           | 4                        |           | 9                      |           | 3                         | 3                         | 6            |
| 3                                        | 15           | 6                            |           | 2                     |           | 4                        |           | 9                      |           | 3                         | 3                         | 6            |
| 4                                        | 15           | 6                            |           | 2                     |           | 4                        |           | 9                      |           | 3                         | 3                         | 6            |
| 5                                        | 15           | 6                            |           | 2                     |           | 4                        |           | 9                      |           | 6                         | 6                         | 12           |
| 6                                        | 15           | 12                           |           | 4                     |           | 8                        |           | 3                      |           | 12                        | 12                        | 24           |
| Усього за змістові модулі                | 90           | 70                           |           | 14                    |           | 28                       |           | 48                     |           | 30                        | 30                        | 60           |
| Підсумковий семестровий контроль екзамен | 30           |                              |           |                       |           |                          |           | 30                     |           | 22                        | 18                        | 40           |
| Загалом                                  | 120          |                              |           |                       |           |                          |           |                        |           | 100                       |                           |              |

#### 5. Темі лекційних занять

| № змістового модуля | Назва теми                                                                               | Кількість годин |           |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|
|                     |                                                                                          | о/д ф.          | з/дист ф. |
| 1                   | Поняття алгоритму, його властивості.                                                     | 2               |           |
| 2                   | Основи аналізу алгоритмів. Емпіричний аналіз алгоритмів. Математичний аналіз алгоритмів. | 2               |           |
| 3                   | Структури даних. Абстрактні типи даних.                                                  | 2               |           |
| 4                   | Метод грубої сили проектування алгоритмів.                                               | 2               |           |
| 5                   | Метод декомпозиції проектування алгоритмів.                                              | 2               |           |
| 6                   | Метод перетворення проектування алгоритмів.                                              | 2               |           |
| 6                   | Евристичні та жадібні алгоритми.                                                         | 2               |           |
|                     | <b>Всього</b>                                                                            | <b>14</b>       |           |

## 6. Теми лабораторних занять

| № змістового модуля | Назва теми                                                                                        | Кількість годин |           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|
|                     |                                                                                                   | о/д ф.          | з/дист ф. |
| 1                   | <i>Лабораторна робота № 1.</i> Алгоритми обчислення найбільшого спільного дільника.               | 4               |           |
| 2                   | <i>Лабораторна робота № 2.</i> Розробка та аналіз рекурсивних алгоритмів.                         | 4               |           |
| 3                   | <i>Лабораторна робота № 3.</i> Програмна реалізація абстрактних типів даних: список, стек, черга. | 4               |           |
| 4                   | <i>Лабораторна робота № 4.</i> Послідовний пошук.                                                 | 4               |           |
| 5                   | <i>Лабораторна робота № 5.</i> Бінарний пошук.                                                    | 2               |           |
| 5                   | <i>Лабораторна робота № 6.</i> Сортування злиттям.                                                | 2               |           |
| 6                   | <i>Лабораторна робота № 7.</i> Сортування вставкою.                                               | 2               |           |
| 6                   | <i>Лабораторна робота № 8.</i> Попереднє сортування.                                              | 2               |           |
| 6                   | <i>Лабораторна робота № 9.</i> Пірамідальне сортування.                                           | 2               |           |
| 6                   | <i>Лабораторна робота № 10.</i> Швидке сортування.                                                | 2               |           |
|                     | <b>Всього</b>                                                                                     | <b>28</b>       |           |

## 7. Самостійна робота

| № змістового модуля | Назва теми                                                                               | Кількість годин |           |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|
|                     |                                                                                          | о/д ф.          | з/дист ф. |
| 1                   | Поняття алгоритму, його властивості.                                                     | 9               |           |
| 2                   | Основи аналізу алгоритмів. Емпіричний аналіз алгоритмів. Математичний аналіз алгоритмів. | 9               |           |
| 3                   | Структури даних. Абстрактні типи даних.                                                  | 9               |           |
| 4                   | Метод грубої сили проектування алгоритмів.                                               | 9               |           |
| 5                   | Метод декомпозиції проектування алгоритмів.                                              | 9               |           |
| 6                   | Метод перетворення проектування алгоритмів. Евристичні та жадібні алгоритми.             | 3               |           |
|                     | <b>Всього</b>                                                                            | <b>48</b>       |           |

## 8. Види і зміст поточних контрольних заходів

| № змістового модуля                  | Вид поточного контрольного заходу                              | Зміст поточного контрольного заходу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Критерії оцінювання                                                | Усього балів |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1                                    | 2                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4                                                                  | 5            |
| 1                                    | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 1</i> | Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Дайте визначення поняття алгоритму і його основних властивостей.</li> <li>- Які Ви знаєте етапи розв'язання задачі на ЕОМ?</li> <li>- Які основні типи задач вивчаються в курсі «Алгоритми та структури даних»?</li> <li>- Який із двох реалізованих алгоритмів знаходження НСД є найбільш ефективним та чому?</li> </ul>                                                                                                                                                                    | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 1 ***</i> | <b>3</b>     |
|                                      | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 1</i>       | Завдання: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізувати алгоритм Евкліда.</li> <li>2. Реалізувати алгоритм послідовного перебору.</li> <li>3. Протестувати обидва алгоритми для різних вхідних даних.</li> <li>4. Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– вибір алгоритму для обчислення НСД;</li> <li>– виводити запрошення на введення чисел <math>m</math> і <math>n</math>;</li> <li>– виводити значення НСД.</li> </ul> </li> </ol> Вимоги до виконання та оформлення * | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 1 ***</i>       | <b>3</b>     |
| <b>Усього за ЗМ 1 контр. заходів</b> | <b>2</b>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                    | <b>6</b>     |
| 2                                    | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 2</i> | Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Які два основних види ефективності алгоритмів ви знаєте?</li> <li>- Дайте визначення асимптотичних позначень <math>O</math>, <math>\Theta</math>, <math>\Omega</math>.</li> <li>- Які Ви знаєте основні класи ефективності алгоритмів?</li> <li>- Які Ви знаєте два основних підходи в аналізі алгоритмів? У чому переваги й недоліки кожного з них?</li> </ul>                                                                                                                              | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 2 ***</i> | <b>3</b>     |

| 1                                    | 2                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4                                                                  | 5        |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------|
|                                      |                                                                | - Поясніть поняття ефективності алгоритму для найгіршого, найкращого й середнього випадків.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                    |          |
|                                      | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 2</i>       | <p>Завдання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізувати рекурсивний алгоритм розв'язання задачі про ханойські вежі.</li> <li>2. Провести математичний аналіз рекурсивного алгоритму.</li> <li>3. Провести емпіричний аналіз рекурсивного алгоритму. Результати обчислювальних експериментів звести в таблицю. Побудувати точковий графік залежності часу роботи алгоритму від кількості дисків <math>n</math>.</li> <li>4. Порівняти оцінки часу роботи алгоритму, отримані теоретично та експериментально.</li> <li>5. Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виводити запрошення на введення кількості дисків <math>n</math>;</li> <li>– виводити послідовність дій по переміщенню дисків (наприклад: «Перемістити диск із кілочка №1 на кілочок № 2»);</li> <li>– виводити службову інформацію про параметри роботи алгоритму (час роботи, кількість ітерацій тощо).</li> </ul> </li> </ol> <p>Вимоги до виконання та оформлення *</p> | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 2 ***</i>       | <b>3</b> |
| <b>Усього за ЗМ 2 контр. заходів</b> | <b>2</b>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                    | <b>6</b> |
| <b>3</b>                             | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 3</i> | <p>Питання для підготовки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Що таке абстрактний тип даних? Які АТД Ви знаєте?</li> <li>- Які операції характерні для АТД список?</li> <li>- Навести приклади використання списків у програмуванні при вирішенні практичних завдань.</li> <li>- Які існують підходи до реалізації списків? Оцініть їхню ефективність.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 3 ***</i> | <b>3</b> |



| 1                                    | 2                                                        | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4                                                                  | 5        |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------|
|                                      |                                                          | - Умова закінчення ітераційного процесу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                    |          |
|                                      | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 3</i> | <p>Завдання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізувати АДТ лінійний список та провести обчислювальні експерименти з основними операціями над списком. Для цього: <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Реалізувати структуру даних для зберігання елементів списку.</li> <li>1.2 Реалізувати основні операції роботи зі списком.</li> <li>1.3 Провести математичний аналіз операцій роботи зі списком. За необхідності, провести емпіричний аналіз для підтвердження результатів математичного аналізу.</li> <li>1.4 Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виводити запит на введення кількості елементів списку <math>n</math>;</li> <li>– виводити послідовність операцій роботи зі списком з можливістю вибору користувачем необхідної операції.</li> </ul> </li> <li>1.5 Зробити висновок про ефективність реалізації списку за допомогою статичних структур даних.</li> </ol> </li> <li>2. Реалізувати АДТ стек. Визначити, чи є введена строка паліндромом. Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виводити запит на введення строки;</li> <li>– виводити результат (наприклад, «404» – паліндром).</li> </ul> </li> </ol> <p>Вимоги до виконання та оформлення *</p> | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 3 ***</i>       | <b>3</b> |
| <b>Усього за ЗМ 3 контр. заходів</b> | <b>2</b>                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                    | <b>6</b> |
| 4                                    | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної</i>    | <p>Питання для підготовки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Що таке метод розробки (проектування) алгоритмів?</li> <li>- У чому полягає особливість методу грубої сили?</li> <li>- Сформулюйте задачу пошуку в загальному виді.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 4 ***</i> | <b>3</b> |

| 1                                    | 2                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                                                                  | 5        |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------|
|                                      | <i>роботи 4</i>                                                | - Назвіть задачі, для яких ефективні алгоритми можуть бути розроблені методом грубої сили.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                    |          |
|                                      | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 4</i>       | Завдання:<br>1. Реалізувати алгоритм $S$ .<br>2. Реалізувати алгоритм $Q$ .<br>3. Реалізації алгоритмів виконують пошук першого входження аргументу пошуку в послідовності випадкових чисел заданого об'єму.<br>4. Провести математичний аналіз алгоритмів $S$ і $Q$ .<br>5. Провести емпіричний аналіз алгоритмів. Зрівняти ефективності алгоритмів на вхідних даних різної структури.<br>6. Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу:<br>– виводити запрошення на введення об'єму випадкової послідовності й аргументу пошуку;<br>– виводити позицію шуканого елемента в списку;<br>- передбачити можливість виводу елемента випадкової послідовності по його позиції для перевірки результатів пошуку.<br>Вимоги до виконання та оформлення * | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 4</i> ***       | <b>3</b> |
| <b>Усього за ЗМ 4 контр. заходів</b> | <b>2</b>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                    | <b>6</b> |
| 5                                    | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 5</i> | Питання для підготовки:<br>- Що таке метод розробки (проектування) алгоритмів?<br>- У чому полягає особливість методу декомпозиції?<br>- Особливості математичного аналізу алгоритмів, розроблених методом декомпозиції.<br>- Назвіть задачі, для яких ефективні алгоритми можуть бути розроблені методом декомпозиції.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 5</i> *** | <b>3</b> |
|                                      | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної</i>                | Завдання:<br>1. Реалізувати алгоритм $B$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 5</i> ***       | <b>3</b> |

| 1 | 2                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4                                                                  | 5        |
|---|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------|
|   | <i>роботи 5</i>                                                | 2. Провести математичний аналіз алгоритму <i>B</i> .<br>3. Провести емпіричний аналіз алгоритму <i>B</i> .<br>4. Для тих самих вхідних даних виконати пошук за алгоритмом <i>B</i> та за алгоритмом <i>Q</i> (швидкий послідовний пошук). Провести емпіричний порівняльний аналіз двох алгоритмів.<br>5. Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виводити запрошення на введення об'єму випадкової послідовності й аргументу пошуку;</li> <li>– виводити позицію шуканого елемента в списку;</li> </ul> - передбачити можливість виводу елемента випадкової послідовності по його позиції для перевірки результатів пошуку.<br>Вимоги до виконання та оформлення * |                                                                    |          |
|   | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 6</i> | Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Що таке метод розробки (проектування) алгоритмів?</li> <li>- У чому полягає особливість методу декомпозиції?</li> <li>- Оцінка часу роботи алгоритму сортування злиттям для найгіршого, найкращого й середнього випадків.</li> </ul> Недоліки методу сортування злиттям.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 6 ***</i> | <b>3</b> |
|   | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 6</i>       | Завдання: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізувати алгоритм <i>MergeSort</i>.</li> <li>2. Провести математичний аналіз алгоритму.</li> <li>3. Провести емпіричний аналіз алгоритму.</li> <li>4. Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– виводити запрошення на введення об'єму випадкової послідовності;</li> <li>– виводити генеровану випадковим чином послідовність у файл;</li> <li>– виводити відсортовану послідовність у файл із тим же ім'ям, але іншим розширенням.</li> </ul> </li> </ol> Вимоги до виконання та оформлення *                                                                                                 | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 6 ***</i>       | <b>3</b> |

| 1                             | 2                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                                                  | 5  |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| Усього за ЗМ 5 контр. заходів | 4                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                    | 12 |
| 6                             | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 7</i> | Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Що таке метод розробки (проектування) алгоритмів?</li> <li>- У чому полягає особливість методу зменшення розміру задачі?</li> <li>- Оцінка часу роботи алгоритму сортування вставками для найгіршого, найкращого й середнього випадків.</li> <li>- Недоліки методу сортування вставками.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 7 ***</i> | 3  |
|                               | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 7</i>       | Завдання: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізувати алгоритм <i>InsertionSort</i>.</li> <li>2. Провести математичний аналіз алгоритму.</li> <li>3. Провести емпіричний аналіз алгоритму.</li> <li>4. Провести порівняльний аналіз алгоритму сортування вставками й алгоритму сортування злиттям.</li> <li>5. Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виводити запрошення на введення об'єму випадкової послідовності;</li> <li>– виводити генеровану випадковим чином послідовність у файл;</li> <li>– виводити відсортовану послідовність у файл із тим же ім'ям, але іншим розширенням.</li> </ul> </li> </ol> Вимоги до виконання та оформлення * | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 7 ***</i>       | 3  |
|                               | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 8</i> | Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Що таке метод розробки (проектування) алгоритмів?</li> <li>- У чому полягає особливість методу перетворення?</li> <li>- Приклади задач, які ефективно вирішуються методом перетворення.</li> <li>- Недоліки методу перетворення.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 8 ***</i> | 3  |

| 1 | 2                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                                                  | 5        |
|---|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------|
|   | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 8</i>       | <p>Завдання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізувати алгоритм <i>Intersect_bruteforce</i>.</li> <li>2. Реалізувати алгоритм <i>Intersect_conversion</i>.</li> <li>3. Провести математичний аналіз алгоритмів.</li> <li>4. Провести порівняльний емпіричний аналіз алгоритму <i>Intersect_bruteforce</i> і алгоритму <i>Intersect_conversion</i>.</li> <li>5. Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виводити запрошення на введення об'єму та елементів множин <i>A</i> і <i>B</i> (передбачити можливість автоматичної генерації множин випадковим чином та ручного введення з клавіатури);</li> <li>– виводити множину <i>C</i>;</li> <li>– виводити службову інформацію про параметри роботи алгоритмів (час роботи, кількість ітерацій тощо).</li> </ul> </li> </ol> <p>Вимоги до виконання та оформлення *</p> | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 8 ***</i>       | <b>3</b> |
|   | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 9</i> | <p>Питання для підготовки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Що таке пірамідальне сортування?</li> <li>- У чому полягає особливість алгоритму?</li> <li>- Аналіз алгоритму пірамідальним сортуванням (найкращий випадок, найгірший, середній).</li> <li>- Недоліки алгоритму..</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 9 ***</i> | <b>3</b> |
|   | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 9</i>       | <p>Завдання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізувати алгоритм <i>HeapSort</i>.</li> <li>2. Протестувати алгоритм для різного об'єму вхідних даних.</li> <li>3. Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виводити запрошення на введення об'єму випадкової послідовності;</li> <li>– виводити генеровану випадковим чином послідовність у файл;</li> <li>– виводити відсортовану послідовність у файл із тим же ім'ям, але іншим розширенням;</li> </ul> </li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 9 ***</i>       | <b>3</b> |

| 1                                               | 2                                                               | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                                                   | 5         |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
|                                                 |                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– виводити службову інформацію про параметри роботи алгоритму (час роботи, кількість ітерацій тощо).</li> </ul> <p>Вимоги до виконання та оформлення *</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |           |
|                                                 | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 10</i> | <p>Питання для підготовки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Викладіть основну ідею методу швидкого сортування.</li> <li>- Чи можна реалізувати метод <i>QuickSort</i> нерекурсивним чином? Поясніть свою думку.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 10 ***</i> | <b>3</b>  |
|                                                 | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 10</i>       | <p>Завдання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізувати алгоритм <i>QuickSort</i>.</li> <li>2. Провести порівняльний аналіз алгоритмів сортування вставками, алгоритму сортування злиттям, пірамідальне сортування та швидке сортування.</li> <li>3. Реалізувати інтерфейс користувача. Функціональні можливості інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виводити запрошення на введення об'єму випадкової послідовності;</li> <li>– виводити генеровану випадковим чином послідовність у файл;</li> <li>– виводити відсортовану послідовність у файл із тим же ім'ям, але іншим розширенням;</li> <li>– виводити службову інформацію про параметри роботи алгоритму (час роботи, кількість ітерацій тощо).</li> </ul> </li> </ol> <p>Вимоги до виконання та оформлення *</p> | <i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 10 ***</i>       | <b>3</b>  |
| <b>Усього за ЗМ 8 контр. заходів</b>            | <b>8</b>                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     | <b>24</b> |
| <b>Усього за змістові модулі контр. заходів</b> | <b>20</b>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     | <b>60</b> |

\* До кожної лабораторної роботи потрібно скласти **звіт про їх виконання**, який пояснює всі етапи виконання роботи. Звіт складається в електронному вигляді за вимогами, які висуваються до оформлення курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету. і розміщуються на платформі Moodle. Якість оформлення звіту враховується при оцінюванні роботи. Реалізація алгоритму метода, що передбачає застосування програмного коду на мові високого рівня. Файл відповідної реалізації долучається до звіту.

**Захист лабораторної роботи** є обов'язковим і потребує пояснення всіх етапів виконання завдання.

\*\*\* Оцінювання звіту про виконання лабораторної роботи і усного теоретичного опитування при захисті цього завдання здійснюється за формулою

$$s = m \cdot \frac{v}{100}, \quad (1)$$

де  $s$  – підсумковий бал за вид контролю,  $m$  – максимальний бал за вид контролю,  $v$  - відсоток виконання.

Критерії визначення  $v$  (%):

- 90-100%: контрольний захід здійснено без помилок; це відповідає виявленню студентом всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; засвоєнню ним основної і додаткової літератури; чіткому володінню понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій; виявленню творчих здібностей в розумінні, викладі та використанні навчально-програмного матеріалу;
- 60-89%: контрольний захід здійснено без суттєвих помилок; відповідає виявленню знань основного програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах лекційного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою; вмінню використовувати їх для вирішення типових ситуацій, припускаючи окремих незначних помилок;
- 0-59%: більше 30% контрольний захід здійснено невірно; відповідає виявленню значних прогалин у знаннях основного програмного матеріалу; не досить упевненому володінню окремими поняттями, методиками та інструментами, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

## 9. Підсумковий семестровий контроль

| Форма                | Види підсумкових контрольних заходів        | Зміст підсумкового контрольного заходу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                               | Усього балів |
|----------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1                    | 2                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4                                                                                                                                                                                                 | 5            |
| Підсумковий контроль | Екзамен                                     | Складається з двох теоретичних й одного практичного завдання.<br>Приблизні теоретичні питання містяться в стовпчику 3 розділу 8 даної робочої програми. Практичне завдання є спрощеним варіантом завдань лабораторних та індивідуальних завдань.<br>У разі дистанційної форми навчання екзамен проходить у тестовій формі через платформу Moodle. Разом усі питання охоплюють весь матеріал дисципліни. | Підсумковий контрольний захід проводиться у письмовому виді. Завдання формуються із різних змістових модулів.<br>Максимальна кількість балів за підсумковий контрольний захід становить 20 балів. | <b>20</b>    |
|                      | Практичне завдання – індивідуальне завдання | Індивідуальна робота полягає у розробці програмної реалізації обраного алгоритму. Перелік алгоритмів наводиться у Moodle.<br>Індивідуальна робота оформляється у вигляді звіту, що складає з теоретичної частини й практичної – блок-схема                                                                                                                                                              | Завдання оцінюється максимум у 20 балів.<br>Оцінка за кожне завдання обчислюється за формулою (1)                                                                                                 | <b>20</b>    |

|                                                   |  |                                                                                                                                                             |  |           |
|---------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|
|                                                   |  | алгоритму, лістинг, вихідні коди, скріншот роботи програми.<br>До звіту додається скопійована програма.<br>Вимоги до виконання та оформлення <sup>(3)</sup> |  |           |
| <b>Усього за підсумковий семестровий контроль</b> |  |                                                                                                                                                             |  | <b>40</b> |

<sup>(3)</sup> До індивідуального завдання потрібно скласти **звіт про виконання**, який пояснює всі етапи виконання роботи. Звіт складається в електронному вигляді за вимогами, які висуваються до оформлення курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету. і розміщуються на платформі Moodle. Якість оформлення звіту враховується при оцінюванні роботи. Звіт повинен містити програмний код для кожного завдання. Файли з програмними кодами долучається до звіту.

**Захист кожного завдання** є обов'язковим і потребує пояснення всіх етапів розв'язання завдання.

Індивідуальне завдання здається не пізніше передостаннього тижня навчального семестру, протягом якого вивчається дисципліна. Розв'язки повинні містити усі необхідні обґрунтування з посиланням на відповідні формули, теореми та властивості. У разі незарахування індивідуального завдання студент може його доопрацювати до останнього навчального тижня. Захист індивідуальних завдань проводиться на заліковому тижні.



## 10. Рекомендована література

### Основна:

1. Васильєв О. Алгоритми. Київ: Видавництво «Ліра-К», 2022. 424 с.
2. Ковалюк Т.В. Алгоритмізація та програмування. Львів: «Магнолія 2006», 2013. 400 с.
3. Кормен Т.Г. Алгоритми доступно / пер. з англ. К. Яценка. Київ: К.І.С., 2021. 194 с.
4. Крєневич А.П. Алгоритми і структури даних. Київ: ВПЦ «Київський Університет», 2021. 200 с.
5. Матвієнко М.П. Теорія алгоритмів. Київ: Видавництво «Ліра-К», 2017. 340 с.
6. Матвієнко М.П., Шаповалов С.П. Математична логіка та теорія алгоритмів. Київ: Видавництво «Ліра-К», 2017. 212 с.
7. Ришковець Ю.В., Висоцька В.А. Алгоритмізація та програмування. Частина І. Львів: Видавництво «Новий світ-2000», 2018. 337 с.
8. Ришковець Ю.В., Висоцька В.А. Алгоритмізація та програмування. Частина ІІ. Львів: Видавництво «Новий світ-2000», 2018. 316 с.
9. Шаховська Н.Б., Голощук Р.О. Алгоритми та структури даних. Львів: «Магнолія 2006», 2020. 216 с.
10. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C. Introduction to Algorithms. The MIT Press, third edition, 2009. 1292 p.
11. Levitin A. Introduction the Design & Analysis of Algorithms. Pearson, third edition, 2012. 565 p.

### Додаткова:

1. Глибовець М.М., Гулаєва Н.М. Еволюційні алгоритми. Київ: НаУКМА, 2013. 826 с.
2. Stephens R. Essential Algorithms: A Practical Approach to Computer Algorithms Using Python and C#. Wiley, 2nd edition, 2019. 800 p.
3. Agarwal B., Baka B. Hands-On Data Structures and Algorithms with Python: Write complex and powerful code using the latest features of Python 3.7. Ingram short title, 2nd edition, 2018. 398 p.

### Наукові публікації автора курсу за тематикою дисципліни за 2019-2022 рр.

1. Гоменюк С.І., Мильцев О.М., Лісняк А.О., Кудін О.В., Гребенюк С.М. Системне програмування: розробка багатопотокових програм в операційній системі Linux: навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності “Інженерія програмного забезпечення” освітньо-професійної програми “Програмна інженерія”. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2022. 120 с.
2. Choporov S., Homeniuk S., Grebenyuk S., Kudin O. Construction of a method for the triangulation of functionally-represented inhomogeneous domains. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Mathematics and Cybernetics – Applied Aspects. 2019. № 4(100). P. 21–27.
3. Комп’ютерна програма «Шаблонно об’єктно-орієнтована бібліотека класів, що реалізують побудову локальних матриць жорсткості, маси та демпфування скінченного елемента ‘FE’» («FE»): Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 100689. А. О. Лісняк, С. М. Гребенюк, О. Г. Спиця, О. В. Кудін, О. М. Олійник. Дата реєстрації 18.11.2020.
4. Гребенюк С.М., Левчук С.А. Чисельні методи в інформатиці: методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» освітньо-професійної програми «Програмна інженерія». Запоріжжя: ЗНУ, 2020. 66 с.
5. Данильченко А.О., Гребенюк С.М. Застосування сингулярного розкладу матриць для стиснення зображень Актуальні проблеми математики та інформатики: збірник тез доповідей

Дванадцятій Всеукраїнській, дев'ятнадцятій регіональній науковій конференції молодих дослідників (Запоріжжя, 29–30 квітня 2021). Запоріжжя: ЗНУ. 2021. С. 79–80.

### Інформаційні ресурси

1. Гребенюк С. М., Кудін О. В., Лісняк А. О., Столярова А. В. Алгоритми та структури даних : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» освітньо-професійної програми «Програмна інженерія». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2022. 128 с. URL: [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/1026630/mod\\_resource/content/1/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA\\_%D0%90%D0%A1%D0%94.pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/1026630/mod_resource/content/1/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%90%D0%A1%D0%94.pdf)
2. Стусь О.В. Математична логіка та теорія алгоритмів: Лекції [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 124 «Системний аналіз». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 150 с. URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/21581/1/%D0%9C%D0%B0%D1%82\\_%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%BA%D0%B0\\_%D0%A2\\_%D0%B0%D0%BB%D0%B3\\_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97\\_%D0%86%D0%9F%D0%A1%D0%90.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/21581/1/%D0%9C%D0%B0%D1%82_%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%BA%D0%B0_%D0%A2_%D0%B0%D0%BB%D0%B3_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97_%D0%86%D0%9F%D0%A1%D0%90.pdf)
3. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C. Introduction to Algorithms. The MIT Press, third edition, 2009. 1292 p. URL: [https://sd.blackball.lv/library/Introduction to Algorithms Third Edition \(2009\).pdf](https://sd.blackball.lv/library/Introduction%20to%20Algorithms%20Third%20Edition%20(2009).pdf)
4. Levitin A. Introduction the Design & Analysis of Algorithms. Pearson, third edition, 2012. 565 p. [https://doc.lagout.org/science/0\\_Computer%20Science/2\\_Algorithms/Introduction%20to%20the%20Design%20and%20Analysis%20of%20Algorithms%20%283rd%20ed.%29%20%5BLevitin%202011-10-09%5D.pdf](https://doc.lagout.org/science/0_Computer%20Science/2_Algorithms/Introduction%20to%20the%20Design%20and%20Analysis%20of%20Algorithms%20%283rd%20ed.%29%20%5BLevitin%202011-10-09%5D.pdf)
5. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ [Внутрішній ресурс]. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=5774>
6. Бібліотека TWIRPX. Електронні ресурси з інформатики та обчислювальної техніки. URL: [https://www.twirpx.com/files/#files\\_informatics](https://www.twirpx.com/files/#files_informatics)
7. Бібліотека TWIRPX. Електронні ресурси з математики. URL: [https://www.twirpx.com/files/#files\\_mathematics](https://www.twirpx.com/files/#files_mathematics)
8. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
9. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>