

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ

Лабораторний практикум
для студентів спеціальності
121 «Інженерія Програмного забезпечення»

Київ 2018

УДК 004.421 (076.5)
ББК з973.20-018.2я7
А 456

Автори:

Л. М. Іванова – кандидат технічних наук, доцент - модуль 1
та модуль 2(спільно з Вєчерковська А.С.)

А.С.Вєчерковська – асистент, магістр математики – модуль 1
та модуль 2 (спільно Іванова Л.М.)

Рецензенти:

к. ф-м. н., доц. Радішевський М. Ф.

*Затверджено медично-редакційною радою Національного
авіаційного університету (протокол № від . .2018 р.)*

A456 Алгоритми та структури даних
лабораторний практикум / уклад. Л. М. Іванова,
А.С. Вєчерковська – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-
друк», 2018. – 60 с.

Містить завдання, методичні вказівки та варіанти для вико-
нання лабораторних робіт. Складено відповідно до програми дис-
ципліни «Алгоритми та структури даних».

Для студентів спеціальності 6.050103 «Інженерія програмно-
го забезпечення».

Вступ

Метою лабораторного практикуму з дисципліни «Алгоритми та структури даних» є формування системи загальнонаукових, інструментальних і професіональних компетенцій, які є основою розв'язання задач, пов'язаних з використанням структур даних, застосуванням алгоритмів оброблення масивів даних, реалізацією алгоритмів розпізнавання об'єктів, розв'язанням ігрових задач.

Лабораторні роботи структуровані за модульним принципом. До складу модуля 1 «Структури даних та алгоритми їх оброблення» входять шість лабораторних робіт, призначених для дослідження реалізації лінійних структур даних (списки) з векторним і зв'язним розміщенням у пам'яті, нелінійних структур даних (бінарне дерево, хеш-таблиця), алгоритмів сортування і пошуку та методів аналізу ефективності алгоритмів. Модуль 2 «Обчислювальні алгоритми» складається з трьох лабораторних робіт, призначених для дослідження реалізації числових алгоритмів (для обчислення значення інтеграла, коренів алгебричних рівнянь і числового інтегрування диференціальних рівнянь), алгоритмів ідентифікації (для пошуку текстових образів і скінченних автоматів для їх розпізнавання) та комбінаторних алгоритмів.

Для створення програм, що реалізують завдання лабораторних робіт, має використовуватися об'єктно-орієнтована мова програмування Java та одне із сучасних інтегрованих середовищ розроблення Eclipse [9], IntelliJ IDEA [10]. Для дослідження алгоритмів їхню реалізацію слід виконувати самостійно, а не використовувати стандартну реалізацію Framework Collections Java.

Кожну лабораторну роботу студент виконує особисто під керівництвом викладача згідно з варіантом завдання. Номер варіанта для виконання лабораторних робіт надає викладач.

Лабораторні роботи розраховані на три рівні складності для студентів з різним рівнем підготовки. Опис кожної лабораторної роботи містить завдання для виконання роботи з урахуванням рівня складності, рекомендації щодо програмної реалізації завдання, контрольні запитання та посилання на відповідну літературу. У додатках наведено індивідуальні варіанти завдань трьох рівнів складності: перший рівень – мінімальної складності, а третій – максимальної. Якщо студентом виконано тільки завдання першого рівня

складності, то він може претендувати на мінімальну оцінку. Для підвищення оцінки студент повинен виконати ще й завдання другого рівня складності. А для отримання максимальної оцінки за виконання лабораторної роботи необхідно виконати завдання всіх рівнів складності.

Виконанню кожної лабораторної роботи повинна передувати самостійна підготовка студента за конспектом лекцій і джерелами, наведеними у списку літератури.

Після виконання роботи студент повинен продемонструвати і пояснити викладачу, який проводить заняття, результати роботи програми, оформити електронний звіт та відповісти на контрольні запитання.

МОДУЛЬ 1

СТРУКТУРИ ДАНИХ ТА АЛГОРИТМИ ЇХ ОБРОБЛЕННЯ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ СТРУКТУР ДАНИХ

Мета – дослідити лінійні структури даних залежно від способу розміщення їх елементів у пам'яті та набути практичних навичок зі створення й оброблення лінійних структур даних.

Завдання першого рівня

Описати структуру даних (дод. 1, табл. Д1.1, «Тип структури даних») з векторним способом розміщення елементів у пам'яті. Тип елементів структури даних обирати згідно з варіантом завдання (дод. 1, табл. Д1.1, «Тип елементів»);

Необхідно:

- створити екземпляр структури даних;
- уставити елементи в структуру даних і вивести її вміст;
- видалити декілька елементів зі структури даних і вивести її

вміст.

Завдання другого рівня

Описати структуру даних (дод. 1, табл. Д1.2, «Тип структури даних») зі зв'язаним способом розміщення елементів у пам'яті. Тип елементів структури даних обирати згідно з варіантом завдання (дод. 1, табл. Д1.2, «Тип елементів»);

Необхідно:

- створити екземпляр структури даних;
- уставити елементи в структуру даних і вивести її вміст;
- видалити декілька елементів зі структури даних і вивести її

вміст.

Завдання третього рівня

Описати структури даних (дод. 1, табл. Д1.3, «Перша структура даних», «Друга структура даних») з відповідним розміщенням елементів в пам'яті;

Необхідно:

- створити екземпляри першої та другої структур даних;

- уставити елементи до першої структури даних і вивести її вміст;
- сформувати другу структуру даних згідно із завданням (дод. 1, табл. Д1.3, «Завдання»);
- вивести вміст обох структур даних.

Методичні рекомендації

Структура даних з векторним способом розміщення елементів у пам'яті описується як клас, який містить одновимірний масив і кількість елементів у структурі даних. У цей клас необхідно помістити додаткову змінну, таку як вершина стека, хвіст черги або списку, яка дозволяє обробити структуру даних. Порядок додавання та видалення елементів з масиву має відповідати правилам роботи із заданою у варіанті структурою даних (дод. 1, табл. Д1.1).

У класі обов'язково повинні міститися два методи, які виконують спеціальні перевірки. Перший метод (*boolean isFull()*) перевіряє наповненість структури даних (чи дорівнює довжина масиву кількості елементів у структурі даних) та викликається з операції вставки для запобігання додаванню елемента в цілком заповнену структуру даних. Другий метод (*boolean isEmpty()*) перевіряє порожність структури даних (чи дорівнює нулю кількість елементів у структурі даних) та викликається з операції видалення для запобігання отриманню елемента з порожньої структури даних.

Метод, що реалізує операцію вставлення у структуру даних, повинен повертати логічне значення, яке показує успішність цієї операції. Метод, що реалізує операцію видалення зі структури даних, повинен повертати елемент, який видаляється, або генерувати виняткову ситуацію, якщо такого елемента немає. Якщо видаляється елемент не з хвоста черги або списку, необхідно передбачити зсув ліворуч на одну позицію всіх елементів, розміщених праворуч від елемента, що видаляється.

Структура даних зі зв'язним способом розміщення елементів у пам'яті описується як клас, який містить посилання на елемент або елементи, за допомогою яких обробляється структура даних. Такими елементами є вершина стека, голова та хвіст черги або перший елемент списку. Не слід у структурі даних зберігати надлишкові дані, такі як кількість елементів структури даних. Тип елементів структури даних описується як клас, який містить дані та поси-

лання на сусідній елемент або елементи залежно від типу структури даних у варіанті завдання (дод. 1, табл. Д1.2).

У класі обов'язково повинен міститися спеціальний метод (*boolean isEmpty()*), який перевіряє порожність структури даних (чи дорівнює значенню *null* посилання на елемент, за допомогою якого обробляється структура даних) та викликається з операції видалення для запобігання отриманню елемента з порожньої структури даних.

Контрольні запитання

1. Що таке структура даних? За якими критеріями можна класифікувати структури даних?
2. Як реалізується структура даних «Стек» у разі векторного способу розміщення елементів у пам'яті?
3. Як реалізується структура даних «Черга» у разі векторного способу розміщення елементів у пам'яті?
4. Як реалізується структура даних «Стек» у разі зв'язного способу розміщення елементів у пам'яті?
5. Як реалізована структура даних «Черга» у разі зв'язного способу розміщення елементів у пам'яті?

Література: [1–3, 11].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.2 ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ДАНИХ «ХЕШ-ТАБЛИЦЯ»

Мета – дослідити структуру даних «хеш-таблиця», методи хешування та способи вирішення колізій, а також набути практичних навичок застосування хеш-таблиці.

Завдання першого рівня

Описати:

- елемент хеш-таблиці, який являє собою геометричну фігуру відповідно до варіанта (дод. 2, табл. Д2.1, «Клас»);
- хеш-таблицю з відкритою адресацією, яка використовує метод хешування (дод. 2, табл. Д2.1, «Метод хешування») для заданого ключа (дод. 2, табл. Д2.1, «Ключ»);

Необхідно:

- створити екземпляр хеш-таблиці заданого розміру;
- уставити елементи в хеш-таблицю в такий спосіб, щоб вона не мала колізій;
- вивести вміст хеш-таблиці.

Завдання другого рівня

Змінити опис хеш-таблиці із завдання першого рівня так, щоб у разі виникнення колізії вона вирішувалася методом згідно з варіантом завдання (дод. 2, табл. Д2.2);

Необхідно:

- створити екземпляр хеш-таблиці заданого розміру;
- уставити елементи в хеш-таблицю з урахуванням колізії;
- вивести вміст хеш-таблиці.

Завдання третього рівня

Змінити опис хеш-таблиці із завдання другого рівня так, щоб видалялися елементи згідно із заданим критерієм (дод. 2, табл. Д2.3);

Необхідно:

- створити екземпляр хеш-таблиці заданого розміру;
- уставити елементи в хеш-таблицю з урахуванням колізії та вивести вміст хеш-таблиці;
- видалити елементи за заданим критерієм і вивести вміст хеш-таблиці.

Методичні рекомендації

Елемент хеш-таблиці та сама хеш-таблиця описуються як класи. Клас, який являє собою хеш-таблицю, містить одновимірний масив та розмір хеш-таблиці, який задається користувачем введенням з клавіатури.

Для створення нового елемента хеш-таблиці координати геометричної фігури слід задавати з використанням програмного генератора випадкових чисел (метод *public static double random()* класу *java.lang.Math* або методи класу *java.util.Random*) та перевіряти на правильність фігуру з такими координатами.

Метод класу хеш-таблиці, що реалізовує операцію вставлення, для визначення позиції нового елемента хеш-таблиці (масиву),

викликає спеціальний метод. Цей метод визначає ключ нового елемента та обчислює його позицію в масиві за заданим методом хешування.

Метод, що реалізовує операцію вставлення, повинен повертати логічне значення, яке показує успішність цієї операції. Для завдання першого рівня значення *false* повертається у разі, якщо позиція зайнята і новий елемент у хеш-таблицю додаватися не буде. Для завдання другого рівня значення *false* повертається у разі, якщо колізія не вирішується (тільки для хеш-таблиць з відкритою адресацією).

Метод класу хеш-таблиці, який реалізовує операцію виведення, виводить хеш-таблицю, розміщуючи на окремому рядку номер позиції таблиці, ключ елемента та сам елемент. Якщо елемента в позиції немає, то поряд з номером позиції має виводитися відповідне повідомлення. Для хеш-таблиці з роздільним зв'язуванням в окремому рядку слід виводити всі елементи, що зберігаються в одній позиції.

Для наочності роботи програми потрібно форматувати дані, що виводяться (метод *public format (String format, Object ... args)* класу *java.util.Formatter* або метод *System.out.printf(String format, Object ... args)*).

Контрольні запитання

1. Як визначається структура даних «множина». Що таке хеш-таблиця? За якими критеріями можна класифікувати хеш-таблиці?
2. Для чого призначено хешування? Які є методи хешування?
3. За яких умов у хеш-таблиці виникають колізії? Якими способами їх вирішують?
4. Які вимоги висуваються до хеш-функцій?
5. Що означає коефіцієнт заповнення хеш-таблиці та яку роль він відіграє?
6. Які особливості реалізації хеш-таблиць з роздільним зв'язуванням, їх переваги і недоліки?
7. Які особливості реалізації хеш-таблиць з відкритою адресацією, їх переваги і недоліки?

Література: [1, 2, 11].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.3

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ СТРУКТУР ДАНИХ

Мета – дослідити нелінійні структури та набути практичних навичок створення й оброблення бінарних дерев.

Завдання першого рівня

Виконати такі дії:

- описати студента згідно з варіантом завдання (дод. 3, табл. ДЗ.1, «Поля класу «Студент»»);
- описати бінарне дерево;
- створити екземпляр бінарного дерева;
- додати елементи до дерева;
- вивести вміст дерева у табличному вигляді згідно з заданим способом обходу дерева (дод. 3, табл. ДЗ.1, «Обхід дерева»).

Завдання другого рівня

Виконати такі дії:

- додати до опису бінарного дерева метод, який шукає у дереві вузол за визначеним у варіанті завдання критерієм пошуку (дод. 3, табл. ДЗ.2);
- створити екземпляр бінарного дерева;
- додати елементи до дерева;
- вивести вміст дерева у табличному вигляді згідно з заданим способом обходу дерева (дод. 3, табл. ДЗ.1, «Обхід дерева»);
- знайти та вивести вузли дерева за визначеним критерієм пошуку.

Завдання третього рівня

Виконати такі дії:

- додати до опису бінарного дерева метод, який видаляє з дерева вузли, що відповідають визначеному у варіанті завдання критерію пошуку (дод. 3, табл. ДЗ.2);
- створити екземпляр бінарного дерева;
- додати елементи до дерева;
- вивести вміст дерева у табличному вигляді згідно з заданим способом обходу дерева (дод. 3, табл. ДЗ.1, «Обхід дерева»);

- знайти та видалити вузли дерева за визначеним критерієм пошуку;
- вивести вміст дерева в табличному вигляді.

Методичні рекомендації

Під час створення бінарного дерева слід описувати окремі класи для вузла дерева та самого дерева. Клас, що являє собою вузол дерева, має містити дані та посилання на лівий та правий вузли дерева. Клас, що реалізовує структуру - дерево, містить посилання на корінь дерева.

У разі додавання вузлів у дерево порівнюються ключі, які зберігаються в цих вузлах. Рекомендується за ключ узяти номер студентського квитка, і описати його змінною беззнакового цілого типу. Оскільки ключ вважається унікальним значенням, не слід додавати в дерево елементи з однаковими ключами.

Для відстеження правильності оброблення дерева необхідно виводити вміст дерева після виконання кожної з операцій оброблення. Для виведення застосувати рекурсивний обхід, а дерево виводити в табличному вигляді, розміщуючи кожен вузол на окремому рядку.

Для пошуку вузла дерева (завдання другого рівня) критерій пошуку вводять набором з клавіатури. Метод, що реалізує пошук, повинний повертати всі вузли дерева, які задовольняють заданому критерію. Результат пошуку виводять в табличному вигляді, розміщуючи кожен вузол на окремому рядку. Якщо результат пошуку неуспішний, то надавати відповідне повідомлення.

Для демонстрації операції видалення вузлів (завдання третього рівня) дерево потрібно побудувати так, щоб вузли, що задовольняють критерій видалення, були розміщені з урахуванням різних варіантів розміщення вузлів у дереві (вузол не має дочірніх вузлів; має тільки один дочірній вузол; має два дочірні вузли; вузли, що видаляються, є батьківським і дочірнім).

Контрольні запитання

1. Як визначається структура даних «дерево»? Які є види дерев?
2. Якими способами виконується обхід бінарного дерева?
3. Як видаляються вузли дерева залежно від їх розташування?
4. Що таке рекурсивна функція? Які особливості її реалізації?

5. У чому полягає особливість рекурсивної реалізації операцій структури даних?
6. Який принцип покладено в основу динамічного програмування? Які є види динамічного програмування? Які задачі вирішуються за допомогою динамічного програмування?
7. Які задачі розв'язуються за допомогою висхідного динамічного програмування?
8. Які задачі вирішуються за допомогою низхідного динамічного програмування?

Література: [1–3, 11].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.4

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ СОРТУВАННЯ

Мета – дослідити алгоритми сортування та набути практичних навичок із сортування лінійних структур даних.

Завдання першого рівня

Виконати такі дії:

- описати студента згідно з варіантом завдання (дод. 4, табл. Д4.1, «Поля класу «Студент»»);
- описати метод, який сортує одновимірний масив студентів за заданим алгоритмом у заданій послідовності сортування згідно з варіантом завдання (дод. 4, табл. Д4.1, «Алгоритм сортування», «Порядок сортування»);
- створити та ініціювати екземпляр лінійної структури даних (одновимірний масив студентів);
- вивести вміст одновимірного масиву перед сортуванням;
- сортувати одновимірний масив;
- вивести вміст одновимірного масиву після сортування.

Завдання другого рівня

Виконати такі дії:

- змінити структуру даних, алгоритм та/або послідовність сортування згідно з варіантом завдання (дод. 4, табл. Д4.2);
- створити та ініціювати екземпляр структури даних;
- вивести вміст структури даних до сортування;

- сортувати структуру даних;
- вивести вміст структури даних після сортування.

Завдання третього рівня

Виконати такі дії:

- описати метод, який сортує одновимірний масив студентів за заданим алгоритмом у заданій послідовності сортування згідно з варіантом завдання (дод. 4, табл. Д4.3);
- вивести вміст структури даних до сортування;
- сортувати структуру даних;
- вивести вміст структури даних після сортування.

Методичні рекомендації

Для відстеження правильності сортування структури даних слід виводити кожний елемент на окремому рядку, що починається з поля, за яким виконувалося сортування.

Виконуючи завдання другого рівня, якщо послідовність сортування визначається подвійним критерієм, спочатку необхідно відсортувати структуру даних за першим критерієм, а потім ті елементи, які мають однакове значення першого критерію, відсортувати за другим критерієм.

В алгоритмі сортування «порозрядний» рекомендується використовувати алгоритми, реалізований під час виконання завдання першого рівня.

Контрольні запитання

1. Як визначається поняття «алгоритм»? Які його властивості?
2. Які є види алгоритмів та як підтверджується правильність алгоритму?
3. Що розуміють під сортуванням? Які є властивості у сортування? Класифікація алгоритмів сортування?
4. У чому полягає сутність алгоритмів групи елементарного сортування (вибірка, вставка, бульбашка, двоспрямована бульбашка)?
5. У чому полягає сутність алгоритмів групи «швидкого» сортування? Чим вони відрізняються?
6. Як визначається структура даних «черга за пріоритетом»? Які особливості її реалізації?

7. У чому полягає сутність алгоритму сортування Шелла? Як обирається крок сортування та формуються його послідовності?
 8. У чому полягає сутність алгоритмів групи елементарного сортування (за індексами, розподіленого підрахунку)?
 9. У чому полягає сутність алгоритму кишенькового сортування. Які є способи реалізації?
 10. У чому полягає сутність групи алгоритмів порозрядного сортування? Які є їх різновиди?
 11. У чому полягає сутність алгоритмів групи сортування злиттям? Чим вони відрізняються?
 12. Які є способи підтримки коректної структури «черги за пріоритетом»? Як вони реалізуються?
 13. У чому полягає сутність алгоритмів пірамідального сортування? Чим вони відрізняються?
- Література:** [1, 2, 5, 11].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.5

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ

Мета – дослідити алгоритми пошуку та набути практичних навичок з пошуку елементів у лінійних та нелінійних структурах даних.

Завдання першого рівня

Виконати такі дії:

- описати студента згідно з варіантом завдання (дод. 5, табл. Д5.1, «Поля класу «Студент»»);
- описати метод, який виконує пошук в одновимірному масиві студентів за заданим алгоритмом згідно з варіантом завдання (дод. 5, табл. Д5.1, «Алгоритм пошуку»);
- створити та ініціювати екземпляр лінійної структури даних (одновимірний масив студентів розміром не меншим ніж 20 елементів) з урахуванням правила формування (дод. 5, табл. Д5.1, «Правило формування структури даних»);
- вивести вміст одновимірного масиву;
- виконати завдання (дод. 5, табл. Д5.1, «Завдання»);

– вивести вміст одновимірного масиву в разі його зміни або результати виконання завдання.

Завдання другого рівня

Виконати такі дії:

– описати структуру даних BST-дерева. Тип вузлів BST-дерева обирати згідно з варіантом завдання (дод. 5, табл. Д5.1, «Поля класу «Студент»»);

– увести в опис BST-дерева такі методи: додавання вузла, що використовує поле-ключ згідно з варіантом завдання (дод. 5, табл. Д5.2, «Поле-ключ»); реалізації операцій «ротація-вліво» і «ротація-вправо»; пошуку за заданим ключем;

– створити та ініціювати екземпляр BST-дерева;

– знайти та вивести вузол за заданим ключем.

Завдання третього рівня

Виконати такі дії:

– змінити метод додавання нового вузла у BST-дерево, застосовуючи метод балансування згідно з варіантом завдання (дод. 5, табл. Д5.3);

– створити та ініціювати екземпляр BST-дерева;

– знайти та вивести вузол за заданим ключем.

Методичні рекомендації

Виконуючи завдання першого рівня, потрібно передбачити додатковий метод сортування одновимірного масиву в разі використання бінарного або інтерполяційного алгоритмів пошуку. Алгоритм сортування обирається довільно.

При виконанні завдання першого рівня правило формування структури даних застосовується при додаванні нового елемента під час ініціювання одновимірного масиву. Упорядкованість потребує застосування послідовного пошуку для визначення місця розташування елемента в масиві.

Метод пошуку повертає посилання на об'єкт, що відповідає критерію пошуку, або значення *null* у разі неуспішного пошуку. Якщо в завданні необхідно знайти кількість елементів, що відповідають критерію пошуку, то метод пошуку повертає від'ємне значення.

Під час виконання завдання другого рівня новий елемент у BST-дерево вставляється в корінь дерева, для чого необхідно застосовувати операції ротації.

Під час виконання завдання другого та третього рівнів для виведення вмісту BST-дерева обирається обхід у ширину. Виводити вміст BST-дерева слід після кожного додавання нового вузла.

Контрольні запитання

1. Як визначається поняття «пошук»? За якими критеріями класифікуються алгоритми пошуку?
2. У чому полягає сутність послідовного, бінарного та інтерполяційного пошуку?
3. Як визначається BST-дерево? Як організовано пошук на основі BST-дерев?
4. Для чого призначені операції «ротація-вліво» і «ротація-вправо»? Як вони виконуються?
5. Для чого призначене балансування BST-дерева? Чим різняться методи балансування?
6. Як визначається RB-дерево (червоно-чорне) та для чого призначено? Як реалізувати RB-дерево?
7. У чому полягає сутність алгоритмів порозрядного пошуку? Приклади реалізації.
8. Для чого призначені багатощляхові DST- та TST-дерева? Приклади реалізації формування таких дерев.

Література: [1-3, 5, 11].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.6 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ АЛГОРИТМІВ

Мета – дослідження методів аналізу ефективності алгоритмів та набуття практичних навичок з емпіричного дослідження швидкодії алгоритмів залежно від обсягу та структурованості вхідних даних.

Завдання першого рівня

Виконати такі дії:

- реалізувати заданий алгоритм (дод. 6, табл. Д6.1, «Алгоритм») для заданого набору даних (дод. 6, табл. Д6.1, «Структура даних»);
- визначити час виконання алгоритму для наборів даних розміром N , N^2 , N^3 , де $N = 100$;
- побудувати графік залежностей часу виконання алгоритму від кількості елементів набору даних.

Завдання другого рівня

Виконати такі дії:

- реалізувати два алгоритми для одного набору (дод. 6, табл. Д6.2, варіанти 1–5, 7–11, 13, 15–17, 19, 20) або один алгоритм для двох наборів даних (дод. 6, табл. Д6.2, варіанти 6, 12, 14, 16, 18);
- отримати час виконання алгоритмів для наборів даних розміром N , N^2 , N^3 , де $N = 100$;
- побудувати графіки залежностей часу виконання від кількості елементів набору даних для двох реалізацій алгоритму (дод. 6, табл. Д6.2, варіанти 1–5, 7–11, 13, 15–17, 19, 20) або двох наборів даних (дод. 6, табл. Д6.2, варіанти 6, 12, 14, 16, 18).

Завдання третього рівня

Виконати такі дії:

- визначити, послідовність розташування елементів у наборах даних дає найменший та найбільший час виконання реалізованих алгоритмів;
- сформувати набори даних розміром 10000 елементів, які розташовані у послідовності, що відповідає найменшому, найбільшому та середньому часу виконання;
- визначити час виконання алгоритмів для сформованих наборів даних;
- побудувати графіки залежностей часу виконання від послідовності розташування елементів набору даних.

Методичні рекомендації

Набори даних різного обсягу, необхідні для виконання завдання, слід формувати за допомогою програмного генератора випадкових чисел (метод *public static double random()* класу *java.lang.Math* або методами класу *java.util.Random*).

Потрібно звернути увагу, що під час дослідження двох алгоритмів на одній структурі даних набір початкових даних має бути однаковим.

Час виконання алгоритму обчислюють замірами поточного часу перед початком роботи алгоритму та після її закінчення (метод *public static long nanoTime()* класу *java.lang.System*).

Значення часу виконання алгоритмів, що застосовуватиметься для побудови графіків залежностей, обчислюється як усереднене значення виконання алгоритму в наносекундах. Графіки залежностей будуються з використанням програмного застосування Microsoft Excel. Для того щоб порівняти час виконання алгоритмів у завданні другого та третього рівнів, графіки залежностей слід розмістити в одній координатній площині.

Контрольні запитання

1. Для чого необхідно аналізувати алгоритми? Які методи застосовуються для аналізу алгоритмів?
2. У чому полягає сутність емпіричного аналізу алгоритмів? Які умови його застосування?
3. У чому полягає сутність математичного аналізу? Коли його застосовують?
4. Що розуміють під «рост-функцією»? Які є типи «рост-функцій»?
5. Що означає « θ -нотація», « O -нотація» та « Ω -нотація»? Як можна їх зобразити графічно?
6. Як застосовується математичний аналіз для оцінювання ефективності алгоритмів?

Література: [1–3, 11].

МОДУЛЬ 2

ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ АЛГОРИТМИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2.1 ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

Мета – дослідження числових методів розв’язання математичних залежностей та набуття практичних навичок реалізації цих методів для обчислення значення інтеграла, коренів алгебричних рівнянь і числового інтегрування диференціальних рівнянь.

Завдання першого рівня

Виконати такі дії:

– обчислити значення інтеграла для заданої інтегральної функції, інтервалу та кроку згідно з варіантом завдання (дод. 7, табл. Д7.1), використовуючи методи трапецій, прямокутників та Сімпсона.

Завдання другого рівня

Виконати такі дії:

– знайти корені алгебричного рівняння $y(x)=0$ згідно з варіантом завдання (дод. 7, табл. Д7.2) на певному інтервалі, використовуючи методи половинчастого ділення, дотичних та хорд.

Завдання третього рівня

Виконати такі дії:

– розв’язати диференціальне рівняння 1-го порядку методом згідно з варіантом завдання (дод. 7, табл. Д7.3) з обов’язковим завданням початкових умов.

Методичні рекомендації

Початкові дані для виконання завдання першого рівня (інтервал та крок), другого рівня (інтервал) і третього рівня (початкові умови, кінцеве значення аргументу, крок) необхідно вводити з клавіатури.

Для демонстрації результатів виконання завдання другого рівня слід обирати інтервали, що містять один корінь, декілька коренів або не містять жодного кореня.

Результат виконання завдання третього рівня потрібно вивести у вигляді таблиці, де перший стовбчик – значення аргумента (x), а друга – значення функції (y).

Контрольні запитання

1. Яке призначення числових методів? Як класифікують числові методи?
2. У чому полягає сутність наближеного обчислення інтеграла за методом трапецій? Як можна графічно пояснити цей метод?
3. Як обчислюється інтеграл за методом прямокутників? Як можна графічно пояснити цей метод?
4. Як обчислюється інтеграл за методом параболи (Сімпсона)? Як можна графічно пояснити цей метод?
5. Як обчислюються корені алгебричного рівняння за методом половинчастого ділення? Як можна графічно пояснити цей метод?
6. Як обчислюються корені алгебричного рівняння за методом дотичних? Як можна графічно пояснити цей метод?
7. Як обчислюються корені алгебричного рівняння за методом хорд? Як можна графічно пояснити цей метод?
8. Як знайти наближений розв'язок диференціального рівняння n -порядку за методом Ейлера? Як можна графічно пояснити цей метод?
9. Як знайти наближений розв'язок рішення диференціального рівняння 1-го порядку за методом Рунге – Кутта 2-го порядку? Як можна графічно пояснити цей метод?
10. Як знайти наближений розв'язок диференціального рівняння 1-го порядку методом Рунге – Кутта 3-го порядку? Як можна графічно пояснити цей метод?
11. Як знайти наближений розв'язок диференціального рівняння 1-го порядку методом Рунге– Кутта 4-го порядку? Як можна графічно пояснити цей метод?

Література: [4].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2.2

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

Мета – дослідження методів і способів розпізнавання текстових образів та набуття практичних навичок використання регулярних виразів для пошуку текстових образів і скінченних автоматів для їх розпізнавання.

Завдання першого рівня

Виконати такі дії:

- створити текстовий файл, у якому кожен рядок містить одне слово;
- описати регулярний вираз для пошуку слів, синтаксичну будову яких задано варіантом (дод. 8, табл. Д8.1);
- знайти у файлі слова, які відповідають регулярному виразу.

Завдання другого рівня

Виконати такі дії:

- побудувати у вигляді графу скінченний автомат, який розпізнає текстовий образ, заданий регулярним виразом (дод. 8, табл. Д8.2);
- описати синтаксичний аналізатор на основі скінченного автомата, реалізованого за допомогою оператора **switch**;
- увести рядок з клавіатури (текстовий образ);
- визначити його правильність за допомогою синтаксичного аналізатора.

Завдання третього рівня

Виконати такі дії:

- створити текстовий файл, у якому слова в рядках відокремлюються символами згідно з варіантом завдання (дод. 8, табл. Д8.3);
- побудувати у вигляді таблиці переходів скінченний автомат, який розпізнає текстовий образ, заданий регулярним виразом (дод. 8, табл. Д8.2);
- описати скінченний автомат на основі таблиці переходів;
- описати синтаксичний аналізатор на основі скінченного автомата, реалізованого за допомогою оператора **for**;

- прочитати з файлу текст та поділити його на слова за допомогою регулярного виразу;
- визначити правильність слів за допомогою синтаксичного аналізатора.

Методичні рекомендації

Текстовий файл з вихідними даними створюється стандартними засобами операційної системи (наприклад, *Notepad*). Для читання вмісту текстового файлу слід використовувати буферизоване символьне потокове введення (метод *public String readLine() throws IOException* класу *java.io.BufferedReader*).

Граф скінченного автомату (завдання другого рівня) і таблицю переходів (завдання третього рівня) необхідно подати у звіті до лабораторної роботи. Набір станів скінченного автомата необхідно реалізувати за допомогою перелічуваного типу даних (клас *java.lang.Enum*). Таблицю переходів слід реалізувати як колекцію (пакет *java.util*) функцій переходу.

Контрольні запитання

1. Що таке регулярний вираз? Для реалізації яких завдань застосовуються регулярні вирази?
2. За якими правилами формуються регулярні вирази?
3. Як організована робота з регулярними виразами в мові програмування Java?
4. Що таке скінченний автомат? Де його застосовують?
5. Якими способами можна подати скінченний автомат?
6. Як застосовується скінченний автомат для регулярної мови?
7. Якими способами можна реалізувати скінченний автомат?
8. Як можна класифікувати автомат?

Література: [7, 13].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2.3 ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНАТОРНИХ АЛГОРИТМІВ

Мета – дослідження основних комбінаторних принципів, типів комбінаторних задач (розміщення, перестановка, комбінація) та

дослідження застосування комбінаторних алгоритмів для їхнього розв'язання.

Завдання першого рівня

Виконати такі дії:

- визначити тип вибірки комбінаторної задачі згідно з варіантом завдання (дод. 9, табл. Д9.1);
- розв'язати задачу для заданих вхідних даних (дод. 9, табл. Д9.1, «Дано»).

Завдання другого рівня

Виконати такі дії:

- визначити тип вибірки комбінаторної задачі згідно з варіантом завдання (дод. 9, табл. Д9.2);
- розв'язати задачу для заданих вхідних даних (дод. 9, табл. 9.2, «Дано»).

Завдання третього рівня

Виконати такі дії:

- записати у файл повний перелік перестановок, розміщень або комбінацій, отриманих під час розв'язання задачі завдання першого рівня.

Методичні рекомендації

Для виконання завдання першого та другого рівнів вхідні дані потрібно увести набором на клавіатурі.

У завданнях усіх рівнів використовуються комбінаторні задачі з трьома типами вибірок: розміщення, перестановки та комбінації. Необхідно звернути увагу на те, що задачі першого рівня – це вибірки без повторень, а другого рівня – з повтореннями.

Контрольні запитання

1. Що таке комбінаторика? Які існують загальні правила комбінаторики?
2. Як розв'язуються комбінаторні задачі на розміщення?
3. Які розв'язуються комбінаторні задачі на перестановку?
4. Які розв'язуються комбінаторні задачі на комбінацію?
5. Як використовується рекурсія для комбінаторних задач?

Література: [6, 8].

ДОДАТКИ

Додаток 1. Варіанти завдань до лабораторної роботи 1.1

Таблиця Д1.1

Варіанти завдання першого рівня

Варіант	Тип структури даних	Тип елементів	Варіант	Тип структури даних	Тип елементів
1	Стек	Рядковий (цілі числа)	11	Стек	Цілий
2	Черга	Цілий	12	Черга	Цілий
3	Список	Рядковий (цілі додатні числа)	13	Черга	Дійсний
4	Стек	Дійсний	14	Черга	Дійсний
5	Список	Цілий	15	Список	Цілий
6	Черга	Цілий	16	Стек	Цілий
7	Список	Цілий	17	Список	Рядковий (цілі додатні числа у шістнадцятковій системі числення)
8	Черга	Рядковий	18	Черга	Цілий беззнаковий
9	Список	Цілий	19	Стек	Дійсний
10	Стек	Рядковий (цілі додатні числа у вісімковій системі числення)	20	Черга	Цілий

Варіанти завдання другого рівня

Варіант	Тип структури даних	Тип елементів
1	Двоспрямований список	Цілий
2	Односпрямований список	Цілий
3	Стек	Цілий
4	Черга	Рядковий (цілі додатні числа у вісімковій системі числення)
5	Двоспрямований список	Рядковий (цілі числа)
6	Двоспрямований список	Рядковий (цілі числа)
7	Стек	Рядковий (цілі додатні числа у вісімковій системі числення)
8	Стек	Перелічуваний (жіночі імена на парних позиціях, чоловічі – на непарних)
9	Двоспрямований список	Рядковий (цілі додатні числа)
10	Односпрямований список	Цілий
11	Двоспрямований список	Рядковий (цілі додатні числа у шістнадцятковій системі числення)
12	Односпрямований список	Рядковий (цілі додатні числа у двійковій системі числення)
13	Стек	Рядковий (цілі додатні числа у двійковій системі числення)
14	Двоспрямований список	Рядковий (цифрові символи)
15	Черга	Рядковий (цілі числа у шістнадцятковій системі числення)
16	Односпрямований список	Рядковий (цілі додатні числа)
17	Стек	Цілий
18	Двоспрямований список	Цілий
19	Односпрямований список	Рядковий (цілі числа у діапазоні від -10 до 10)
20	Односпрямований список	Цілий

Варіанти завдання третього рівня

Варіант	Перша структура даних	Завдання	Друга структура даних
1	Стек (табл. Д1.1)	Перемістити елементи стеку до списку у такий спосіб: парні елементи додаються до початку списку, а непарні – у кінець.	Список (табл. Д1.2)
2	Список (табл. Д1.2)	Перемістити зі списку додатні елементи у чергу так: кожен елемент черги обчислюється як сума попереднього елемента черги та щойно видаленого елемента списку.	Черга (табл. Д1.1)
3	Список (табл. Д1.1)	Перемістити зі списку елементи, які представляють непарні цілі числа більше за 50, у стек.	Стек (табл. Д1.2)
4	Черга (табл. Д1.2)	Перемістити всі елементи черги у стек так, щоб елементи черги, перетворені в десяткову систему числення і більші за 200, – зменшувалися вдвічі, а менші – подвоювалися.	Стек (табл. Д1.1)
5	Список (табл. Д1.1)	Видалити зі списку парні числа та вставити їх у другий список у відсортваному за зростанням.	Список (табл. Д1.2)
6	Список (табл. Д1.2)	Перемістити зі списку парні числа у чергу.	Черга (табл. Д1.1)
7	Список (табл. Д1.1)	Видалити зі списку від'ємні елементи, а решту перетворити у вісімкову систему та перемістити у стек.	Стек (табл. Д1.2)
8	Стек (табл. Д1.2)	Перемістити елементи стеку – жіночі імена до першої черги, а чоловічі імена – до другої черги.	Черга (табл. Д1.1)
9	Список (табл. Д1.1)	Видалити зі списку парні додатні числа та вставити їх у список у відсортваному за спаданням.	Список (табл. Д1.2)
10	Список (табл. Д1.2)	Видалити зі списку від'ємні елементи, інвертувати їх, перетворити у вісімкову систему числення та перемістити у стек.	Стек (табл. Д1.1)

Продовження дод. 1
Продовження табл. Д1.3

Варіант	Перша структура даних	Завдання	Друга структура даних
11	Стек (табл. Д1.1)	Перемістити додатні елементи стеку, перетворені у шістнадцяткову систему числення, до початку списку, а від'ємні елементи - інвертувати, перетворивши в шістнадцяткову систему числення і перемістити в кінець списку.	Список (табл. Д1.2)
12	Список (табл. Д1.2)	Видалити зі списку парні елементи, а решту елементів скопіювати в чергу в десятковій системі числення.	Черга (табл. Д1.1)
13	Черга (табл. Д1.1)	Перемісти до стеку додатні заокруглені елементи черги, перетворені у двійкову систему числення, а від'ємні елементи - видалити.	Стек (табл. Д1.2)
14	Список (табл. Д1.2)	Видалити зі списку елементи, які містять непарну кількість символів, а решту елементів використати для формування черги так, щоб елемент черги обчислювався як середнє арифметичне цифр елемента списку.	Черга (табл. Д1.1)
15	Список (табл. Д1.1)	Видалити зі списку парні елементи, а решту скопіювати в чергу у шістнадцятковій системі числення.	Черга (табл. Д1.2)
16	Список (табл. Д1.2)	Перемістити зі списку в стек елементи, які є простими числами.	Стек (табл. Д1.1)
17	Список (табл. Д1.1)	Перетворити елементи списку в десяткову систему числення та обчислити кожен елемент стеку як суму поточного, попереднього та наступного елементів списку.	Стек (табл. Д1.2)
18	Список (табл. Д1.2)	Видалити зі списку від'ємні елементи, а решту елементів використати для обчислення елементів черги, які є сумою цифр елемента списку.	Черга (табл. Д1.1)
19	Список (табл. Д1.2)	Перетворити в цілий тип елементи списку і використати їх як степінь, у яку необхідно піднести число 10, щоб отримати значення елементів стеку.	Стек (табл. Д1.1)

Продовження дод. 1
Закінчення табл. Д1.3

Варіант	Перша структура даних	Завдання	Друга структура даних
20	Черга (табл. Д1.1)	Перемістити елементи черги у список, уставляючи їх так, щоб однако-ві числа розташовувалися в списку один за одним, а перший елемент такої послідовності містив їх кількість.	Список (табл. Д1.2)

Додаток 2. Варіанти завдань до лабораторної роботи 1.2

Таблиця Д2.1

Варіанти завдання першого рівня

Варіант	Клас	Метод хешування	Ключ
1	Трикутник: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Ділення	Периметр
2	Вектор: координати кінця вектора, конструктор, методи обчислення полярних координат, виведення об'єкта	Множення	Кут з віссю OX
3	Прямокутник: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Ділення	Периметр
4	Відрізок: координати початку і кінця, конструктор, методи обчислення довжини і кута з віссю OX , виведення об'єкта	Множення	Довжина
5	Квадрат: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Ділення	Периметр

Продовження дод. 2
Продовження табл. Д2.1

Варіант	Клас	Метод хешування	Ключ
6	Трапеція: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Множення	Площа
7	Ромб: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Ділення	Периметр
8	Коло: координати центра і радіус, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Множення	Площа
9	Паралелограм: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Ділення	Периметр
10	Трикутник: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Множення	Площа
11	Трапеція: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Ділення	Периметр
12	Квадрат: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Множення	Площа
13	Вектор: полярні координати, конструктор, методи обчислення координат кінця вектора, виведення об'єкта	Ділення	Координата X
14	Рядок: буквені символи, конструктор, методи сортування, обчислення довжини, виведення об'єкта	Множення	Довжина
15	Коло: координати центру і радіус, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Ділення	Периметр
16	Прямокутник: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметру, виведення об'єкта	Множення	Площа

Продовження дод. 2
Закінчення табл. Д2.1

Варіант	Клас	Метод хешування	Ключ
17	Відрізок: координати початку і кінця, конструктор, методи обчислення довжини і кута з віссю OX , виведення об'єкта	Ділення	Кут з віссю OX
18	Ромб: координати вершин, конструктор, методи обчислення площини, периметра, виведення об'єкта	Множення	Площа
19	Вектор: координати кінця вектора, конструктор, методи обчислення полярних координат, виведення об'єкта	Ділення	Кут з віссю OY
20	Рядок: символи, конструктор, методи обчислення кількості цифр і обчислення довжини, виведення об'єкта	Множення	Довжина

Таблиця Д2.2

Варіанти завдання другого рівня

Варіант	Метод вирішення колізій
1, 5, 9, 13, 16, 20	Роздільне зв'язування
2, 6, 10, 17	Відкрита адресація – лінійне зондування
3, 7, 11, 15, 19	Відкрита адресація – подвійне хешування
4, 8, 12, 14, 18	Відкрита адресація – квадратичне зондування

Варіанти завдання третього рівня

Варіант	Критерій видалення елементів	Варіант	Критерій видалення елементів
1	Елементи зі значенням площі, меншої від заданої	11	Елементи зі значенням площі, меншої від заданої
2	Елементи зі значенням довжини, більшої від заданої	12	Елементи зі значенням периметра, більшого від заданого
3	Елементи зі значенням площі, меншої від заданої	13	Елементи зі значенням координати Y меншої від заданої
4	Елементи зі значенням кута, більшого від заданого	14	Елементи зі значенням довжини, меншої від заданої
5	Елементи зі значенням площі, меншої від заданої	15	Елементи зі значенням площі, меншої від заданої
6	Елементи зі значенням периметра в заданому діапазоні	16	Елементи зі значенням периметра, більшого від заданого
7	Елементи зі значенням площі, більшої від заданої	17	Елементи зі значенням довжини, більшої від заданої
8	Елементи зі значенням периметра, більшого від заданого	18	Елементи зі значенням периметру, меншої від заданої
9	Елементи зі значенням площі, меншої від заданої	19	Елементи зі значенням довжини, меншої від заданої
10	Елементи зі значенням периметра, більшого від заданого	20	Елементи з кількістю цифр, меншої від заданої

Додаток 3. Варіанти завдань до лабораторної роботи 1.3

Таблиця ДЗ.1

Варіанти завдання першого рівня

Варіант	Поля класу «Студент»	Обхід дерева
1	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, місто прибуття	Паралельний
2	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, дата народження	Послідовний
3	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, служба в армії	У ширину
4	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, стаття, місце проживання	Паралельний
5	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, хобі – спорт	Послідовний
6	Прізвище, курс, студентський квиток, середній бал, громадянство	У ширину
7	Прізвище, студентський квиток, середній бал, участь у конференціях	Паралельний
8	Прізвище, ім'я, зріст, маса, студентський квиток	Послідовний
9	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, стаття, місце проживання	У ширину
10	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, дата народження	Паралельний
11	Прізвище, курс, студентський квиток, середній бал, громадянство	Послідовний
12	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, стаття, місце проживання	У ширину
13	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, стипендія	Паралельний
14	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, стаття, середній бал	Послідовний
15	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, стаття, середній бал	У ширину
16	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, стаття, дата народження	Паралельний
17	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, стаття, сімейний статус	Послідовний
18	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, участь у конференціях, сертифікати IT-академії	У ширину
19	Прізвище, ім'я, курс, група, студентський квиток, іноземна мова	Паралельний
20	Прізвище, ім'я, курс, студентський квиток, середній бал, місце проживання	Послідовний

Продовження дод. 3

Таблиця Д3.2

Варіанти завдання другого рівня

Варіант	Критерій пошуку
1	Студенти 1-го курсу, які прибули з інших міст
2	Студенти 3-го курсу, які народилися влітку
3	Студенти 5-го курсу, які служили в армії
4	Студентки 1-го курсу, які проживають у гуртожитку
5	Студенти 2-го курсу, які займаються спортом
6	Студенти 3-го курсу, які вчаться на «відмінно» та проживають в Україні
7	Студенти, які вчаться на «відмінно» та беруть участь у конференціях
8	Студенти з ідеальною масою тіла ($P_{\text{іст}} - 110 = M_{\text{аса}}$)
9	Студентки 5-го курсу, які постійно проживають у Києві
10	Студенти 2-го курсу, які народилися взимку
11	Іноземні студенти 1-го курсу, які вчаться на «відмінно»
12	Студенти-чоловіки 3-го курсу, які проживають у гуртожитку
13	Студенти 4-го курсу, які не отримують стипендії
14	Студентки 5-го курсу, які вчаться на «відмінно»
15	Студенти-чоловіки 2-го курсу, які вчаться на «добре» і «відмінно»
16	Студенти-чоловіки 1-го курсу, які досягли повноліття
17	Заміжні студентки 5-го курсу
18	Студенти 5-го та 6-го курсів, які беруть участь у конференціях та мають сертифікати
19	Студенти 2-го курсу, які вивчають англійську мову
20	Студенти 3-го курсу, які вчаться на «добре» та проживають у гуртожитку

Додаток 4. Варіанти до лабораторної роботи 1.4

Таблиця Д4.1

Варіанти завдання першого рівня

Варіант	Поля класу «Студент»	Алгоритм сортування	Порядок сортування
1	Прізвище, ім'я, група, середній бал, кількість пропущених занять за семестр	Шелла (за Шеллом)	За зростанням кількості пропущених занять
2	Прізвище, ім'я, форма навчання (бюджетна/контрактна)	Вибіркою	За прізвищем за алфавітом
3	Прізвище, ім'я, група, факультет	Вставкою	За зростанням номера групи
4	Прізвище, ім'я, назва дисципліни, кількість виконаних лабораторних робіт	Розподіленого підрахунку	За спаданням кількості виконаних лабораторних робіт
5	Прізвище, ім'я, номер студентського квитка, група	Бульбашки	За зростанням номера групи
6	Прізвище, ім'я, група, місце проживання – місто та область	Вибіркою	За назвою області за алфавітом
7	Прізвище, ім'я, середній бал, стаття	Вставкою	За зростанням середнього бала
8	Прізвище, день, місяць і рік народження	Розподіленого підрахунку	За місяцем народження
9	Прізвище, ім'я, середній бал, група	Двоспрямований бульбашковий	За спаданням середнього бала
10	Прізвище, кількість усіх занять, кількість пропущених занять	Вставкою	За зростанням співвідношення пропущених і занять за планом
11	Прізвище, ім'я, група, стаття	Вибіркою	За ім'ям за алфавітом
12	Прізвище, ім'я, група, номер студентського квитка	Шелла (за Кнутом)	За зростанням номера групи

Продовження дод. 4

Таблиця Д4.1

Варіант	Поля класу «Студент»	Алгоритм сортування	Порядок сортування
13	Прізвище, ім'я, код міста (тризначне число), номер домашнього телефону	Розподіленого підрахунку	За кодом міста
14	Прізвище, ім'я, група, номер залікової книжки	Вставкою	За зростанням номера залікової книжки
15	Прізвище, ім'я, номер кімнати в гуртожитку	Двоспрямований бульбашковий	За зростанням номера кімнати
16	Прізвище, ім'я, дата народження	Вибіркою	За зростанням віку
17	Прізвище, ім'я, маса тіла, зріст	Шелла (за Шеллом)	За зростанням маси тіла
18	Прізвище, ім'я, факультатив, бал	Бульбашки	За спаданням бала навчання
19	Прізвище, ім'я, ідентифікаційний код, місце проживання	Двоспрямований бульбашковий	За спаданням ідентифікаційного коду
20	Прізвище, ім'я, група, кількість заборгованостей	Розподіленого підрахунку	За спаданням кількості заборгованостей

Варіанти завдання другого рівня

Варіант	Структура даних	Алгоритм сортування	Порядок сортування
1	Односпрямований список	Бульбашки	За спаданням середнього бала та зростанням кількості пропущених занять
2	Двоспрямований список	Вибіркою	За прізвищем за алфавітом
3	Одновимірний масив	За індексами	За зростанням номера групи, а в кожній групі за прізвищем за алфавітом
4	Одновимірний масив	Порозрядний	За спаданням кількості виконаних лабораторних робіт
5	Одновимірний масив	За індексами	За зростанням номера групи, а в групі за номером студентського квитка
6	Одновимірний масив	За індексами	За областю та містом області за алфавітом
7	Двоспрямований список	Вставкою	За зростанням середнього бала
8	Односпрямований список	Розподіленого підрахунку	За місяцем народження
9	Двоспрямований список	Двоспрямований бульбашковий	За спаданням середнього бала
10	Двоспрямований список	Вставкою	За зростанням співвідношення пропущених і занять за планом
11	Односпрямований список	Вибіркою	За ім'ям за алфавітом
12	Одновимірний масив	Шелла (за Шеллом)	За зростанням номера групи, у кожній групі за зростанням номера студентського квитка
13	Одновимірний масив	Порозрядний	За кодом міста

Закінчення табл. Д4.2

Варіант	Структура даних	Алгоритм сортування	Порядок сортування
14	Двовимірний масив: рядок – студенти однієї групи	Вставкою	За зростанням номера залікової книжки у кожній групі
15	Одновимірний масив	Двоспрямований бульбашковий	За зростанням номера кімнати, і за ім'ям за алфавітом в межах однієї кімнати
16	Двоспрямований список	Вибіркою	За зростанням віку
17	Одновимірний масив	Шелла (за Кнуттом)	За спаданням зросту тіла і за зростанням маси тіла при однаковому зрості
18	Двовимірний масив: рядок – студенти одного факультиву	За індексами	Стовпчики рядка – за зростанням бала
19	Двоспрямований список	Двоспрямований бульбашковий	За спаданням ідентифікаційного коду
20	Двоспрямований список	Розподіленого підрахунку	За спаданням кількості заборгованостей

Таблиця Д4.3

Варіанти завдання третього рівня

Варіант	Алгоритм сортування	Порядок сортування
1	Низхідного злиття	За зростанням кількості пропущених занять
2	Швидкий базовий	За прізвищем за алфавітом
3	Пірамідальний	За зростанням номера групи
4	Висхідного злиття	За спаданням кількості виконаних лабораторних робіт

Продовження дод. 4
Закінчення табл. Д4.3

Варіант	Алгоритм сортування	Порядок сортування
5	Швидкий з обчисленням медіани з трьох елементів	За зростанням номера групи
6	Низхідного злиття	За назвою області за алфавітом
7	Кишеньковий	За зростанням середнього бала
8	Швидкий з розділенням на три частини	За місяцем народження
9	Пірамідальний	За спаданням середнього бала
10	Кишеньковий	За зростанням співвідношення пропущених і занять за планом
11	Швидкий з двома опорними елементами	За ім'ям за алфавітом
12	Висхідного злиття	За зростанням номера групи
13	Швидкий базовий	За кодом міста
14	Кишеньковий	За зростанням номера залікової книжки
15	Пірамідальний	За зростанням номера кімнати
16	Швидкий з обчисленням медіани з трьох елементів	За зростанням віку
17	Низхідного злиття	За зростанням маси тіла
18	Швидкий з розділенням на три частини	За спаданням бала навчання
19	Висхідного злиття	За спаданням ідентифікаційного коду
20	Швидкий з двома опорними елементами	За спаданням кількості заборгованостей

Додаток 5. Варіанти до лабораторної роботи 1.5

Таблиця Д5.1

Варіанти завдання першого рівня

Варі- ант	Поля класу «Студент»	Правило формуван- ня структури даних	Алгоритм пошуку	Завдання
1	Прізвище, ім'я, факультет, курс, форма навчання (бю- джетна/контрактна)	Упорядкований за курсом	Послідовний	Підрахувати кількість студентів контрактної форми навчання на третьому курсі
2	Прізвище, ім'я, група, серед- ній бал, вид спорту	Невпорядкований і унікальний за серед- нім балом	Бінарний	Видалити студента із заданим середнім балом, якщо він займа- ється футболом
3	Прізвище, ім'я, день, місяць і рік народження, хобі	Невпорядкований	Послідовний	Видалити студентів, народжених улітку, що захоплюються туриз- мом
4	Прізвище, ім'я, курс, група, місце проживання – місто	Невпорядкований і унікальний за прі- звищем	Бінарний	Видалити студента із заданим прізвищем, якщо він проживає у Донецьку
5	Прізвище, ім'я, по батькові, номер залікової книжки, ознака проходження війсь- кової підготовки (так/ні)	Упорядкований за ознакою проходжен- ня військової підго- товки	Інтерполя- ційний	Знайти, студентів із заданим номером залікової книжки серед тих, хто проходить військову підготовку
6	Прізвище, ім'я, середній бал, курс номер мобільного телефону	Невпорядкований і уніка- льний за середнім балом	Інтерполя- ційний	Визначити номер мобільного телефону студента із заданим середнім балом
7	Прізвище, ім'я, група, стать, середній бал	Упорядкований за номером групи	Послідовний	Підрахувати кількість студенток із середнім балом вище 4,5, які навчаються у заданій групі

Продовження дод. 5
Продовження табл. Д5.1

Варі- ант	Поля класу «Студент»	Правило формуван- ня структури даних	Алгоритм пошуку	Завдання
8	Прізвище, ім'я, група, стать, середній бал	Упорядкований за номером групи	Послідовний	Підрахувати кількість студен- ток із середнім балом вище 4.5, які навчаються у заданій групі
9	Прізвище, курс, факультет, кількість пропущених занять	Невпорядкований і унікальний за кількис- тю пропущених занять	Бінарний	Визначити, на якому факульте- ті і курсі навчається студент, що пропустив 100 годин занять
10	Прізвище, ім'я, група, серед- ній бал, ознака гри на музич- них інструментах (так/ні)	Невпорядкований і унікальний за середнім балом	Інтерполяцій- ний	Видалити студента із заданим середнім балом, якщо він грає на музичних інструментах
11	Прізвище, ім'я, курс, стать, ознака проживання в гурто- житку (так/ні)	Невпорядкований	Послідовний	Видалити студентів-чоловіків 6-го курсу, що проживають у гуртожитку
12	Прізвище, ім'я, група, стать, номер залікової книжки	Упорядкований за статтю	Інтерполяцій- ний	Виявити, чи є студент із зада- ним номером залікової книжки серед студентів-чоловіків
13	Прізвище, ім'я, курс, код міста (тризначне число), ознака наявності домашньо- го телефону (так/ні)	Упорядкований за кодом міста	Послідовний	Видалити студентів першого курсу зі Львова, які не мають домашнього телефону
14	Прізвище, ім'я, курс, кіль- кість академічних заборго- ваностей	Невпорядкований і унікальний за прізви- щем	Бінарний	Видалити студента із заданим прізвищем, якщо він має ака- демічну заборгованість

Продовження дод. 5
Закінчення табл. Д5.1

Варі- ант	Поля класу «Студент»	Правило формуван- ня структури даних	Алгоритм пошуку	Завдання
15	Прізвище, ім'я, стать, номер атестата про середню освіту, середній бал атестату	Невпорядкований	Бінарний	Визначити стать студента із заданим номером атестата, якщо його середній бал вище 9.2
16	Прізвище, стать, номер читацького квитка, кінцева дата дії читацького квитка	Упорядкований за статтю	Інтерполя- ційний	Визначити, чи завершився тер- мін дії читацького квитка із заданим номером, якщо він належить студенту-чоловіку
17	Прізвище, стать, форма навчання (бюджет- на/контрактна), ознака отримання стипендії	Невпорядкований	Послідовний	Визначити кількість студенток бюджетної форми навчання, що отримують стипендію
18	Прізвище, група, факультет, номер полісу медичного страхування	Упорядкований за номером полісу медичного страхування	Бінарний	Визначити факультет і групу, де навчається студент із заданим номером полісу медичного страхування
19	Прізвище, ім'я, ідентифікаційний код, умова навчання (денна/заочна)	Невпорядкований	Інтерполя- ційний	Видалити студента із заданим ідентифікаційним кодом, якщо він навчається заочно
20	Прізвище, курс, стать, ознака участі у KBK (так/ні)	Упорядкований за курсом	Послідовний	Видалити студентів-чоловіків четвертого курсу, що беруть участь у KBK

Продовження дод. 5

Таблиця Д5.2

Варіанти завдання другого рівня

Варіант	Поле-ключ	Варіант	Поле-ключ
1	Прізвище	11	Група
2	Середній бал	12	Код міста
3	День народження	13	Кількість академічних заборгованостей
4	Місце проживання – місто	14	Середній бал атестата
5	Ім'я	15	Номер читацького квитка
6	Оператор мобільного зв'язку	16	Прізвище
7	Середній бал	17	Номер медичного полісу
8	Кількість пропущених занять	18	Ідентифікаційний номер
9	Прізвище	19	Прізвище
10	Ім'я	20	Академічний рейтинг

Таблиця Д5.3

Варіанти завдання третього рівня

Варіант	Метод балансування
1, 4, 6, 9, 15, 16, 19	Рандомізація
3, 5, 8, 10, 12, 18	Амортизація
2, 7, 11, 13, 14, 17, 20	Оптимізація

Додаток 6. Варіанти до лабораторної роботи 1.6

Таблиця Д6.1

Варіанти завдання першого рівня

Варіант	Алгоритм	Структура даних
1	Сортування – швидке базове	Одновимірний масив
2	Сортування – порозрядне двійкове	Одновимірний масив
3	Сортування – низхідне злиття	Одновимірний масив
4	Сортування – Шелла (за Шеллом)	Одновимірний масив
5	Сортування – висхідне злиття	Одновимірний масив
6	Пошук – індексуванням за ключем	Хеш-таблиця з відкритою адресацією (квадратичне зондування)
7	Сортування – розподіленого підрахунку	Одновимірний масив
8	Сортування – пірамідальне базове (з використанням черги за пріоритетом)	Одновимірний масив
9	Сортування – вставкою	Одновимірний масив
10	Сортування – Шелла (за Кнудом)	Одновимірний масив
11	Сортування – бульбашкове оптимізоване	Одновимірний масив
12	Операція вставки елемента до впорядкованого списку	Односпрямований список
13	Сортування – швидке з обчисленням медіани з трьох елементів	Одновимірний масив
14	Пошук – індексуванням за ключем	Хеш-таблиця з відкритою адресацією (лінійне зондування)
15	Сортування – швидке з поділом на три частини	Одновимірний масив
16	Сортування – вибіркою	Односпрямований список
17	Сортування – бульбашкове двоспрямоване	Одновимірний масив

Продовження дод. 6

Закінчення табл. Д6.1

Варіант	Алгоритм	Структура даних
18	Сортування – карманне	Одновимірний масив
19	Злиття – двоколієне	Одновимірний масив
20	Сортування – пірамідальне	Одновимірний масив

Таблиця Д6.2

Варіанти завдання другого рівня

Варіант	Алгоритм	Структура даних
1	Сортування – швидке базове	Одновимірний масив
	Сортування – висхідне злиття	
2	Сортування – порозрядне двійкове	Одновимірний масив
	Сортування – бульбашкове	
3	Сортування – низхідне злиття	Одновимірний масив
	Сортування – бульбашкове	
4	Сортування – Шелла (за Шелом)	Одновимірний масив
	Сортування – Шелла (за Кнудом)	
5	Сортування – висхідне злиття	Одновимірний масив
	Сортування – низхідне злиття	
6	Пошук – індексуванням за ключем	Хеш-таблиця з відкритою адресацією (квадратичне зондування)
		Хеш-таблиця з відкритою адресацією (лінійне зондування)
7	Сортування – розподіленого підрахунку	Одновимірний масив
	Сортування – порозрядне	

Варіант	Алгоритм	Структура даних
8	Сортування – пірамідальне базове (з використанням черги за пріоритетом)	Одновимірний масив
	Сортування – пірамідальне	
9	Пошук – бінарний	Одновимірний масив
	Пошук – інтерполяційний	
10	Сортування – Шелла (за Кнутом)	Одновимірний масив
	Сортування – вставкою	
11	Пошук – лінійний	Одновимірний масив
	Пошук – бінарний	
12	Пошук – лінійний	Односпрямований список
		Одновимірний масив
13	Сортування – швидке з обчисленням медіани з трьох елементів	Одновимірний масив
	Сортування – швидке базове	
14	Пошук – індексуванням за ключем	Хеш-таблиця з відкритою адресацією (лінійне зондування)
		Хеш-таблиця з роздільним зв'язуванням
15	Сортування – швидке з розділенням на три частини	Одновимірний масив
	Сортування – швидке базове	
16	Сортування – вибіркою	Односпрямований список
		Одновимірний масив
17	Сортування – бульбашкове двоспрямоване	Одновимірний масив
	Сортування – бульбашкове	

Продовження дод. 6
Закінчення табл. Д6.2

Варіант	Алгоритм	Структура даних
18	Сортування – карманне	Одновимірний масив впорядкований
		Одновимірний масив неупорядкований
19	Злиття – двоколіjne	Одновимірний масив
	Злиття – обмінне	
20	Сортування – пірамідальне	Одновимірний масив
	Сортування – бульбашкове оптимізоване	

Додаток 7. Варіанти завдань до лабораторної роботи 2.1

Таблиця Д7.1

Варіанти завдання першого рівня

Варіант	Інтеграл та крок інтегрування	Варіант	Інтеграл та крок інтегрування
1	$\int_0^2 \sqrt{1+x^2} + \sin(x) dx, h = 0,5$	11	$\int_3^8 \frac{\sin(x)}{\sqrt{x^2+1}} dx, h = 1,0$
2	$\int_3^8 \sin(e^{\frac{x}{3}} + x) dx, h = 0,5$	12	$\int_3^8 \sqrt{\frac{1}{\sqrt{x^2+9}}} dx, h = 1,0$
3	$\int_0^3 \cos(e^{\frac{x}{3}} + x) dx, h = 0,5$	13	$\int_1^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - \frac{1}{4} \sin^2 x} dx, h = 0,2$

Продовження дод. 7
Закінчення табл. Д 7.1

Варіант	Інтеграл та крок інтегрування	Варіант	Інтеграл та крок інтегрування
4	$\int_1^2 0,5e^{\sqrt{1+2x}} dx, h = 0,2$	14	$\int_{-1}^1 \frac{x^2 \arcsin(x)}{\sqrt{1+x^2}} dx, h = 0,2$
5	$\int_2^5 \sin(\sqrt{1+x^2+x}) dx, h = 0,2$	15	$\int_1^3 x^3 \sqrt{x^2-1} dx, h = 0,25$
6	$\int_1^2 \frac{e^x}{\sqrt{1+x^2+x}} dx, h = 0,2$	16	$\int_0^1 \frac{\ln(1+x^2) dx}{1+x^2}, h = 0,2$
7	$\int_0^2 x\sqrt{2x+1} dx, h = 1,0$	17	$\int_0^1 e^{x^3} dx, h = 0,2$
8	$\int_0^{10} \sqrt{6x+5} dx, h = 0,2$	18	$\int_0^2 \sqrt{1+x^5} dx, h = 0,25$
9	$\int_3^5 \frac{x}{3(2+3x)^3} dx, h = 0,2$	19	$\int_1^4 \frac{1+\sqrt{x}}{x^2} dx, h = 0,5$
10	$\int_3^8 \frac{\sqrt{x^2+9}}{e^{0,1x}} dx, h = 1,0$	20	$\int_0^1 \frac{x^3}{x^8+1} dx, h = 0,1$

Продовження дод. 7

Таблиця Д7.2

Варіанти завдання другого рівня

Варіант	Функція $y(x)$	№ варіанта	Функція $y(x)$
1	$x^2 - 2x + \ln x$	11	$x^3 - 2x^2 - 6x - 1$
2	$x^2 - 2\ln(x+1)$	12	$x^4 - ax - b$
3	$x^3 - 2x$	13	$3 - x^3 + \sin\left(\frac{\pi x}{2}\right)$
4	$x^4 + 6x^2 - 12x - 8$	14	$x^3 + 2x - 11$
5	$2^x + 2x^2 - 3$	15	$x^2 - 1 - \cos(1.2x)$
6	$xe^{2x} - 4$	16	$(x - 0.5)^2 - \sin(\pi x)$
7	$x^5 + 5x + 1$	17	$x^3 - 2\cos(\pi x)$
8	$(x - 2)^2 - x$	18	$(x - 1)^2 - 0.5e^x$
9	$2xe^x - 5$	19	$x^5 + 18x^3 - 34$
10	$2x - 3\sin(2x) - 1$	20	$tg(1.2x) - 2 + 3x$

Таблиця Д7.3

Варіанти завдання третього рівня

Варіант	Диференціальне рівняння	Метод	Варіант	Диференціальне рівняння	Метод
1	$\frac{dy(x)}{dx} = e^x - 1$	Рунге-Кутта 2-го порядку	11	$\frac{dy(x)}{dx} = 2x - y$	Ейлера

Продовження дод. 7
Закінчення табл. Д7.3

Варіант	Диференціальне рівняння	Метод	Варіант	Диференціальне рівняння	Метод
2	$\frac{dy(x)}{dx} = x^2$	Рунге–Кутта 4-го порядку	12	$\frac{dy(x)}{dx} = e^{-x} - 2x$	Рунге–Кутта 3-го порядку
3	$\frac{dy(x)}{dx} = e^x - y$	Ейлера	13	$\frac{dy(x)}{dx} = 3x - 2y + 5$	Рунге–Кутта 2-го порядку
4	$\frac{dy(x)}{dx} = \sin(x) - y$	Рунге–Кутта 3-го порядку	14	$\frac{dy(x)}{dx} = 4x - 2y$	Рунге–Кутта 4-го порядку
5	$\frac{dy(x)}{dx} = \frac{1}{2x - y^2}$	Рунге–Кутта 2-го порядку	15	$\frac{dy(x)}{dx} = \cos(x - y)$	Ейлера
6	$\frac{dy(x)}{dx} = \frac{1 - 2x}{y^2}$	Рунге–Кутта 4-го порядку	16	$\frac{dy(x)}{dx} = e^{2x} - 1$	Рунге–Кутта 3-го порядку
7	$\frac{dy(x)}{dx} = e^{-x} - 2y$	Ейлера	17	$\frac{dy(x)}{dx} = \cos(x) - y$	Рунге–Кутта 2-го порядку
8	$\frac{dy(x)}{dx} = \frac{y^2 - y}{x}$	Рунге–Кутта 3-го порядку	18	$\frac{dy(x)}{dx} = \frac{1 - x^2}{xy}$	Ейлера
9	$\frac{dy(x)}{dx} = \frac{e^x - y}{x}$	Рунге–Кутта 2-го порядку	19	$\frac{dy(x)}{dx} = \frac{-2y}{y^2 - 6x}$	Рунге–Кутта 4-го порядку
10	$\frac{dy(x)}{dx} = \frac{1 + y}{tg(x)}$	Рунге–Кутта 4-го порядку	20	$\frac{dy(x)}{dx} = \frac{y \ln(y)}{\sin(x)}$	Рунге–Кутта 3-го порядку

Додаток 8. Варіанти завдань до лабораторної роботи 2.2

Таблиця Д8.1

Варіанти завдання першого рівня

Варіант	Синтаксична будова слова
1	Слово складається з двох частин, кожна з яких містить послідовність із символів «0÷9», що починаються із символу «+» і розділяються символами «\$%».
2	Слово обов'язково починається символом «%», потім обов'язково йде послідовність із символів «0÷9», за якою обов'язково слідує символ «##» або «#%», потім може йти послідовність із символів «A÷Z». Закінчується слово обов'язковим символом «%».
3	Слово обов'язково починається символом «+» або «-», потім обов'язково йде послідовність із символів «5÷9», за якою може йти послідовність із символів «5÷9» або «A÷G». Закінчується слово обов'язковим символом «-».
4	Слово обов'язково починається символом «<», потім обов'язково йде символ «+» або «-», за якими слідує послідовність із символів «0÷5» або «P÷Z», наприкінці розміщується символ «>».
5	Слово обов'язково починається символом «+», потім обов'язково йде послідовність із символів «0÷9», за якою слідує послідовність із символів «0÷9» або «A÷Z».
6	Слово складається з двох частин, кожна з яких містить послідовності із символів «0÷9». Частини слова розділяються символами «*E».
7	Слово обов'язково починається символом «{», потім можуть йти послідовності із символів «0÷9» або «A÷Z», закінчується слово символом «}».
8	Слово обов'язково починається з двох символів «/», потім може йти послідовність із символів «a÷z», закінчується слово послідовністю із символів «F÷K».
9	Слово складається з двох частин, що розподілені символом «@». Кожна частина обов'язково починається символом «#», а далі може йти послідовність із символів «0÷9» або «A÷F».
10	Слово обов'язково починається з послідовності символів «A÷Z», потім може йти символ «_», а далі послідовність із символів «A÷Z» або «0÷9».

Варіант	Синтаксична будова слова
11	Слово обов'язково починається символом «#», потім може йти послідовність із символів «0÷9», а далі обов'язково слідує символи або «%», або «*», або послідовність із символів «A÷Z». Закінчується слово символом «#».
12	Слово обов'язково починається символом «_», далі обов'язково йде символ «+» або «-», потім послідовність із символів «A÷K».
13	Слово складається з двох частин, що розподілені символом «*», кожна частина містить послідовність із символів «A÷Z», яка обов'язково починається та закінчується символом «^».
14	Слово обов'язково починається символом «(», далі може йти послідовність із символів «A÷Z», які розділені комою, закінчується слово символом «)».
15	Слово починається символом «[», далі йде символ «+» або символ «-», за якими слідує послідовність із символів «0÷9» або «A÷Z», наприкінці розміщується символ «]».
16	Слово починається символом «{» або «(», потім може йти послідовність із символів «0÷9» або «A÷Z». Закінчуватися слово може одним або декількома символами «}».
17	Слово починається символом «%», далі йде послідовність із символів «0÷9», потім символи «~» або «~%», за якими послідовність із символів «A÷Z». Слово може закінчуватися символом «%».
18	Слово починається символом «(», далі може йти послідовність із символів «5÷9», потім символ «%» або «*», а далі послідовність із символів «A÷Z». Закінчується слово символом «)».
19	Слово починається символом «0», закінчується символом «1». Слово складається з двох частин, які містять послідовності символів «0÷9», які поділені символом «!».
20	Слово починається символом «+», потім обов'язково йде послідовність із символів «0÷9», а далі послідовність із символів «A÷K» або «^» та «&».

Продовження дод. 8

Таблиця Д8.2

Варіанти завдання другого рівня

Варіант	Регулярний вираз	Варіант	Регулярний вираз
1	$\backslash+[0-9]+\backslash+ \% \backslash+[0-9]+$	11	$\backslash d+(\% \backslash *([A-Z])+)\#$
2	$\backslash d+\#(\# \&)[A-Z]* \%$	12	$\backslash(+ -)[A-K]+\backslash d\{1,3\}$
3	$(\backslash+ -)[5-9]+([0-4]*[AG]*)-$	13	$\backslash^{\wedge}[A-Z]+\backslash^{\wedge} \% \backslash^{\wedge}[^AZ^{\wedge}d]+\backslash^{\wedge}$
4	$<(\backslash+ -)([0-5]+)([P-Z])+>$	14	$\backslash((([A-Z]^*, \backslash s)^*[A-Z]^*\backslash)$
5	$+ \backslash d+[A-Z]^*$	15	$\backslash \$([A-F]+\backslash d)^*[\backslash d]+$
6	$(\backslash d+E)+\backslash d$	16	$(\backslash d+\backslash !)+\backslash d+(e!n!d)^*$
7	$\backslash \{(\backslash d+ [A-Z]+\backslash)\}$	17	$([\backslash^{\wedge}A-Z])+(\% \backslash *([AZ])+)\#$
8	$\backslash [a-z]^*[F-K]+$	18	$[A-Z]^*_{-} ?([A-Z]+\backslash d+)$
9	$\#(\backslash d* [a-f]^*)@(\backslash d* [a-f]^*)$	19	$(\backslash+ -)[0-4]+([5-9]*[al]^*)-$
10	$[A-Z]+_{-} ?([A-Z]+\backslash d+)$	20	$\backslash \backslash d+(\% \backslash \sim ([a-t])+)\#$

Таблиця Д8.3

Варіанти завдання третього рівня

Варіант	Роздільник	Варіант	Роздільник
1	« »», «\$», «#»	11	« »», «:»
2	«@», «~»	12	«#!», «?!», «*!»
3	«!?', «?!»	13	«{», «}», «!»
4	«(», «)»	14	«@», «#», «~»
5	« »», «:»	15	« »», «,», «.»
6	«%», «+», «_»	16	«:», «;», «-»
7	Слово починається з символу «!», закінчується – «&»	17	«*», «%»

Продовження дод. 8
Закінчення табл. Д8.3

Варіант	Роздільник	Варіант	Роздільник
8	«+-», «-+»	18	«[», «]», « »
9	« »», «;», «.»	19	«!», «!!», «!!!»
10	«\$», «@»	20	«<», «>»

Додаток 9. Варіанти завдань до лабораторної роботи 2.3

Таблиця Д9.1

Варіанти завдання першого рівня

Варіант	Дано	Обчислити
1	Група студентів, розміщених в одній аудиторії – 20 осіб	Скільки способами можна розмістити студентів, якщо командир групи займає першу парту?
2	Група студентів – 20 осіб	Скільки різних за складом підгруп з 12 осіб можна сформувати?
3	Кількість команд на олімпіаді з програмування – 10	Скільки може бути варіантів переможців (перше, друге, третє місце), якщо суттєвим є їх порядок?
4	Дисципліни, що викладаються у семестрі – 9	Скільки варіантів розкладу можна скласти на один день, якщо в день викладають три різні дисципліни?
5	Доповіді студентів у програмі конференції – 10	Скільки способами можна поставити доповіді в порядок денний, якщо дві доповіді мають бути поряд?
6	Кількість учасників олімпіади з програмування – 15	Скільки різних за складом команд з трьох студентів можна сформувати?
7	Спортивний гурток – 11 учасників	Скільки є можливих варіантів складу команди з чотирьох спортсменів для участі в естафеті, де важливим є послідовність учасників?

Варіант	Дано	Обчислити
8	Куратори груп першого курсу – 7	Скількима способами можна призначити кураторів для груп першого курсу, якщо куратор групи англомовного проекту обирається з двох викладачів?
9	Питання на модульну контрольну роботу – 15	Скільки різних білетів можна сформувати, якщо один білет містить два питання?
10	Група студентів – 20	Скільки є можливих варіантів складу органу самоврядування – командир групи, заступник командира та профорг?
11	Кількість кімнат у студентському гуртожитку з одним вільним місцем – 14	Скількима способами можна розмістити першокурсників на вільні місця в гуртожитку?
12	Група студентів – 18 осіб	Скількима способами можна розподілити студентів у п'яти спортивних секціях?
13	Кількість книг з програмування – 12	Скількима способами можна розмістити книги на полиці, якщо три книги одного автора мають бути поряд?
14	Факультатив – 6 дисциплін	Скільки варіантів з двох факультативних дисциплін може обрати студент?
15	Групи студентів – 7	Скількима способами можна розподілити групи студентів за видами робіт з благоустрою території університету, якщо третя група завжди саджає квіти?
16	Викладачі – 14 осіб	Скільки можна сформувати екзаменаційних комісій у складі трьох викладачів?
17	Студенти, що проживають у гуртожитку на одному поверсі – 16	Скількима способами можна скласти графік чергування на один день, якщо кожен день чергує 3 студенти?
18	Студенти, що виконують дипломне проєктування, – 20 осіб	Скількима способами можна розподілити студентів між п'ятьма керівниками дипломних проєктів?

Продовження дод. 9
Закінчення табл. Д9.1

19	Викладачі – 11 осіб	Скільки є можливих варіантів складу державної екзаменаційної комісії – голова, заступник голови, секретар та два члени комісії?
20	Студенти – 15 осіб	Скількома способами можна розподілити студентів між п'ятнадцятьма базами практики, якщо три з них обирають студентів з найвищим рейтингом навчання?

Таблиця Д9.2

Варіанти завдання другого рівня

Варіант	Дано	Визначити кількість
1	Букви латинського алфавіту (k – p) та цифри	різних паролів довжиною вісім позицій, що можна сформувати із заданого набору даних, якщо пароль починається з букви
2	$A[] = \{8, 4, 9, 2, 4, 8, 1, 8, 2, 5, 8, 1, 1\}$	різних масивів, що можна сформувати, переставляючи значення даного масиву
3	Букви латинського алфавіту (a – k)	способів, за якими можна обрати букви для формування слова довжиною 10 літер
4	Цифри – 1, 2, 3; Кількість кожної цифри на одиницю більше за її значення	дев'ятизначних чисел, що можна сформувати з даного набору цифр
5	Парні цифри вісімкової системи числення	тризначних чисел, що формуються з даного набору цифр, якщо цифри можуть повторюватися
6	Голосні букви латинського алфавіту	паролів довжиною вісім букв, що формуються з даного набору букв, якщо букви можуть повторюватися

Варіант	Дано	Визначити кількість
7	Цифри двійкової системи числення; кількість цифр однакова	чисел розміром один байт
8	Букви латинського алфавіту ($a - k$)	способів, за якими можна обрати букви для слова довжиною 10 літер
9	Цифри шістнадцяткової системи числення ($a - f$)	двобайтних чисел, що отримуються з даного набору цифр, якщо цифри можуть повторюватися
10	Непарні цифри вісімкової системи числення; кількість найбільшої та найменшої цифр – 3, решта – 1	восьмизначних чисел, що можна сформувати з дано- го набору цифр
11	Цифри десяткової системи числення; букви латинського алфавіту ($f - p$)	різних шифрів, що складаються з двох букв та трьох цифр, якщо букви та цифри можуть повторюватися
12	Цифри шістнадцяткової системи числення	шестизначних чисел, що формуються з даного набо- ру цифр, якщо цифри можуть повторюватися
13	Непарні цифри десяткової системи числення	способів, за якими можна обрати цифри для форму- вання одновимірного масиву розмірністю 15
14	Прості числа до 10	восьмизначних номерів, що формуються з даного набору цифр, якщо цифри можуть повторюватися
15	Букви латинського алфавіту (a, b, c) та цифри (1 – 5)	шифрів – серія (дві букви) та номер (три цифри), що формуються з заданого набору даних
16	Цифри двійкової системи числення	додатних парних одnobайтних чисел, що отримую- ються з даного набору цифр, якщо цифри можуть повторюватися
17	Слово – «програмування»	різних слів, що формуються з букв даного слова

Продовження дод. 9
Закінчення табл. Д9.2

Варіант	Дано	Визначити кількість
18	Букви латинського алфавіту (k, p, s, w, z)	чотиризначних серій, що формуються з даного набору букв, якщо букви можуть повторюватися
19	$A_{5 \times 5} = \begin{Bmatrix} 6 & 1 & 2 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 & 0 & 1 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 3 & 5 & 5 & 3 & 3 \end{Bmatrix}$	різних матриць, що можна сформувати, переставляючи елементи головної діагоналі
20	Цифри вісімкової системи числення	способів, за якими можна обрати цифри для формування одновимірного масиву розмірністю 12

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Кормен Т., Лейзерон Ч., Ривест Р., Штайн К.* Алгоритмы: построение и анализ, 2-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1296 с.
2. *Лафоре Р.* Структуры данных и алгоритмы в Java , 2-е изд. – СПб.: Питер, 2013. – 704 с.: ил.
3. *Кнут Д.* Искусство программирования. – Т.1. Основные алгоритмы, 3-е изд. / Д. Кнут. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2010. – 720 с.
4. *Кнут Д.* Искусство программирования. – Т.2. Получисленные алгоритмы, 3-е изд. / Д. Кнут. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2010. – 832 с.
5. *Кнут Д.* Искусство программирования. – Т.3. Сортировка и поиск, 3-е изд. / Д. Кнут. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2010. – 824 с.
6. *Липский В.* Комбинаторика для программистов / В. Липский. – М. : Мир, 1988. – 200 с.
7. *Мозговой М. В.* Классика программирования: алгоритмы, языки, автоматы, компиляторы. Практический подход / М. В. Мозговой. – СПб. : Наука и техника, 2006. – 320 с.
8. *Окулов С.М.* Программирование в алгоритмах / С. М. Окулов. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 341 с.
9. Офіційний сайт Eclipse Project [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eclipse.org/>
10. Офіційний сайт IntelliJ IDEA [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.jetbrains.com/idea/>
11. *Седжвик Р., Уэйн К.* Алгоритмы на Java, 4 изд-е. – К.: ООО «И.Д. Вильямс», 2013. – 848 с.
12. *Фридл Дж.* Регулярные выражения. – СПб.: Символ-Плюс, 2008. – 608 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Модуль 1. СТРУКТУРИ ДАНИХ ТА АЛГОРИТМИ ЇХ ОБРОБКИ	5
Лабораторна робота 1.1. Дослідження лінійних структур даних	5
Лабораторна робота 1.2. Дослідження структури даних «Хеш-таблиця»	7
Лабораторна робота 1.3. Дослідження нелінійних структур даних	10
Лабораторна робота 1.4. Дослідження алгоритмів сортування	12
Лабораторна робота 1.5. Дослідження алгоритмів пошуку	14
Лабораторна робота 1.6. Дослідження методів аналізу алгоритмів	16
Модуль 2. ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ АЛГОРИТМИ	18
Лабораторна робота 2.1. Дослідження математичних алгоритмів	18
Лабораторна робота 2.2. Дослідження алгоритмів ідентифікації	20
Лабораторна робота 2.3. Дослідження комбінаторних алгоритмів	22
ДОДАТКИ	24
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	57

Навчально-методичне видання

АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ

Лабораторний практикум
для студентів спеціальності
121 «Інженерія програмного забезпечення»

Укладачі: ІВАНОВА Любов Миколаївна
ВСЧЕРКОВСЬКА Анастасія Сергіївна

Коректор ...
Технічний редактор ...

Підп. до друку ... Формат 60х84/16. Папір ...
Офс. Друк. Ум. Друк. Арк. ... Обл.-вид. арк.
Тираж 100 пр. Замовлення № ...

Видавництво НАУ
03058. Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1

Свідцтво про внесення до Державного реєстру ДК №