

## Практическая работа №4

**Тема.** Нелинейные структуры данных. Бинарное дерево.

**Цель.** Получение умений и навыков разработки и реализаций операций над структурой данных бинарное дерево.

**Задание.**

1. Разработать программу в соответствии с требованиями варианта. Выполнить реализацию средствами ООП.

**Для вариантов с 1 по 7**

Вид дерева: идеально сбалансированное из  $n$  узлов (не AVL).

1. Реализовать операции общие для вариантов с 1 по 7
  - a. Создать идеально сбалансированное бинарное дерево из  $n$  узлов. Структура узла дерева включает: информационная часть узла, указатель на левое и указатель на правое поддереву. Информационная часть узла определена вариантом.
  - b. Отобразить дерево на экране, повернув его против часовой стрелки.
2. Реализовать операции варианта.
3. Разработать программу, демонстрирующую выполнение всех операций.
4. Составить отчет, отобразив в нем описание выполнения всех этапов разработки, тестирования и код всей программы со скриншотами результатов тестирования.

**Для вариантов с 8 по 15**

Вид дерева: дерево выражения.

1. Реализовать операции общие для вариантов с 8 по 15
  - a. Создать дерево выражений в соответствии с вводимым выражением. Структура узла дерева включает: информационная часть узла – символического типа: знак операции  $+$ ,  $-$ ,  $*$  или цифра; указатель на левое и указатель на правое поддереву. В дереве выражения операнды выражений находятся в листьях дерева.
  - b. Исходное выражение имеет формат:  
 $\langle \text{формула} \rangle ::= \text{цифра} | \langle \text{формула} \rangle \langle \text{знак операции} \rangle \langle \text{формула} \rangle$   
Примеры:  $5$ ;  $1+2$ ;  $1+2+3*4-5/6$ .  
Отобразить дерево на экране, повернув его против часовой стрелки.
2. Реализовать операции варианта.
3. Разработать программу, демонстрирующую выполнение всех операций.
4. Составить отчет, отобразив в нем описание выполнения всех этапов разработки, тестирования и код всей программы со скриншотами результатов тестирования.

## Для вариантов с 16 по 20

Вид дерева: бинарное дерево поиска (БДП).

1. Реализовать операции общие для вариантов с 16 по 20
  - a. Создать бинарное дерево поиска (информационная часть узла определена вариантом). Для этого реализовать операцию вставки нового значения в БДП и использовать ее при создании дерева.
  - b. Отобразить дерево на экране, повернув его против часовой стрелки.
2. Реализовать операции варианта.
3. Разработать программу, демонстрирующую выполнение всех операций.
4. Составить отчет, отобразив в нем описание выполнения всех этапов разработки, тестирования и код всей программы со скриншотами результатов тестирования.

Таблица 1. Варианты заданий

Вариант	Значение информационной части	Операции варианта
1	Целое число	Определить высоту дерева Определить длину пути дерева (количество ребер), используя алгоритм прямого обхода Вычисляет среднее арифметическое всех чисел в дереве.
2	Целое число	Определить количество листьев с положительными значениями Определить, сколько узлов дерева содержат заданное число. Увеличить значения узлов вдвое, обходя дерево алгоритмом в ширину.
3	Символьное значение	Вернуть самый левый узел дерева Определить длину пути (количество ребер) от корня до ближайшего узла с заданным значением Найти максимальное значение среди значений листьев дерева.
4	Целое число	Определить, в каком поддереве исходного дерева больше четных чисел. Создать копию исходного двоичного дерева.

5	Вещественное число	Вычислить среднее арифметическое чисел левого поддерева, а также и правого, по отдельности. Удалить двоичное дерево
6	Целое число	Используя рекурсивный алгоритм определить количество уровней в дереве. Вернуть узел с максимальным значением, обходя дерево в ширину. Определить максимальное и минимальное значения.
7	Символьное значение	Определить уровень, на котором находится заданное значение. Определить количество цифр в левом поддереве исходного дерева. Вывести дерево располагая элементы вертикально.
8	Символьное значение	Вывод дерева выражений по ширине. Вернуть самый левый лист дерева. Вычислить значение выражения
9	Символьное значение	Проверить, является ли дерево деревом выражений. Вывести дерево, отобразить его формулу. Определить, содержит ли дерево операцию *
10	Символьное значение	Определить функцию упрощения дерева – выражения, заменяя в нем все поддеревья, соответствующие формулам: $(f+0)$ , $(0+f)$ , $(f-0)$ , $(f*1)$ , $(1*f)$ на поддеревья, соответствующие формуле $f$ . А поддеревья вида $(f*0)$ и $(0*f)$ заменить на вершину с 0. Отобразить дерево, используя алгоритм обхода в ширину.
11	Символьное значение	Построить дерево выражения по префиксной форме арифметического выражения, в котором операнды одно буквенные идентификаторы и знаки арифметических операций. Вывести построенное дерево прямым обходом в глубину.

12	Символьное значение	<p>Построить дерево по постфиксной форме арифметического выражения (представлено в строковом формате), в котором операнды однозначные числа и операции – арифметические операции.</p> <p>Вывести построенное дерево, обходя его в обратном порядке.</p>
13	Символьное значение	<p>Образовать префиксную форму выражения, содержащегося в дереве выражения, и записать ее в строку.</p> <p>Вычислить значение выражения по дереву.</p> <p>Вычислить значение выражения по префиксной форме.</p>
14	Символьное значение	<p>Подсчитать количество узлов на заданном уровне.</p> <p>Вычислить значение выражения в левом поддереве.</p> <p>Вывести префиксную форму левого поддерева.</p>
15	Символьное значение	<p>Вычислить значение выражения в левом поддереве.</p> <p>Вычислить значение выражения в правом поддереве.</p> <p>Вернуть корень дерева и вычислить значение выражения, используя значения левого и правого подвыражений.</p>
16	Целое число	<p>1) Определить сумму значений, находящихся в листьях дерева, используя алгоритмом обратного обхода</p> <p>2) Удалить максимальный элемент дерева. Считать, что такой элемент один.</p> <p>3) Вставить новый элемент в дерево</p> <p>4) Определить количество узлов в каждом поддереве.</p>
17	Целое число	<p>1) Определить среднее арифметическое всех узлов дерева, используя алгоритм обхода в «ширину».</p> <p>2) Определить количество узлов в дереве.</p> <p>3) Удалить самый левый лист дерева</p> <p>4) Определить уровень, на котором находится заданное значение.</p>

18	Символьное значение	1) Определить уровень, на котором находится узел с заданным значением. 2) Вставить новый узел в дерево 3) Определить, какое из поддеревьев выше. 4) Удалить дерево.
19	Содержит символьное значение и счетчик (подсчитывает сколько раз в дерево вставлялся символ)	1) Вставить новое значение в дерево с учетом того, что он может вставляться несколько раз (частота появления в тексте). 2) Определить, количество цифр в дереве, используя алгоритм обратного обхода. 3) Удалить узлы, содержащие не цифры. 4) Вывести значения узлов в порядке убывания.
20	Содержит текст и количество в нем цифр.	Условие. Узлы включаются в дерево в соответствии со значением количества цифр в тексте. 1) Определите количество узлов, текст которых содержит более трех цифр. 2) Удалить узел, не содержащий в тексте цифр. 3) Вывести текст, в котором максимальное количество цифр. 4) Создание копии дерева.

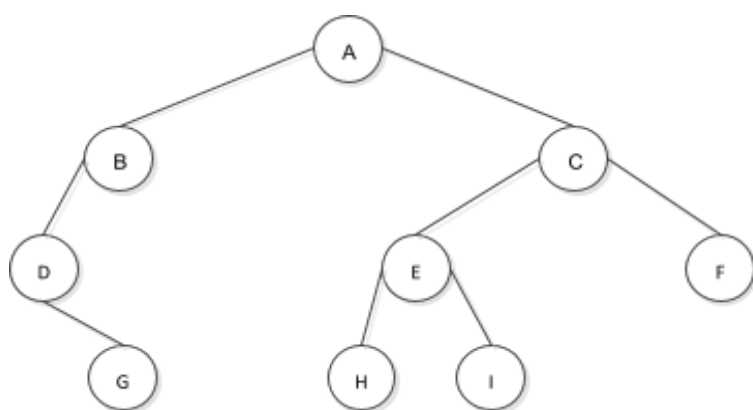
### Контрольные вопросы.

1. Что определяет степень дерева?
2. Какова степень сильноветвящегося дерева?
3. Что определяет путь в дереве?
4. Как рассчитать длину пути в дереве?
5. Какова степень бинарного дерева?
6. Может ли дерево быть пустым?
7. Дайте определение бинарного дерева?
8. Дайте определение алгоритму обхода.
9. Приведите рекуррентную зависимость для вычисления высоты дерева.
10. Изобразите бинарное дерево, корень которого имеет индекс 6, и которое представлено в памяти таблицей вида

Индекс	<i>key</i>	<i>left</i>	<i>right</i>
1	12	7	3

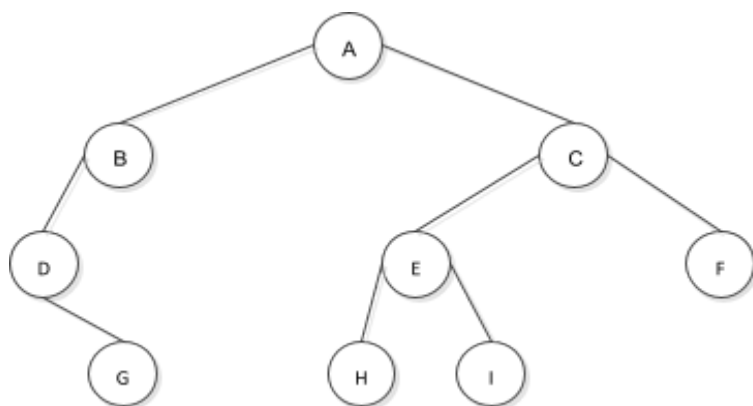
2	15	8	NULL
3	4	10	NULL
4	10	5	9
5	2	NULL	NULL
6	18	1	4
7	7	NULL	NULL
8	14	6	2
9	21	NULL	NULL
10	5	NULL	NULL

11. Укажите путь обхода дерева по алгоритму: прямой; обратный; симметричный



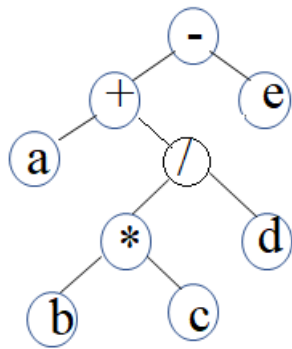
12. Какая структура используется в алгоритме обхода дерева методом в «ширину»?

13. Выведите путь при обходе дерева в «ширину». Продемонстрируйте использование структуры при обходе дерева.

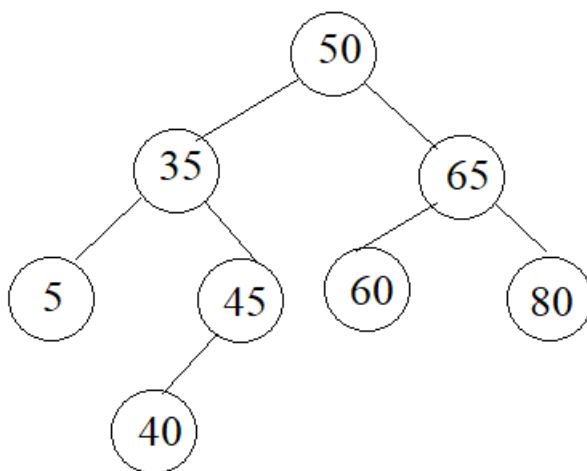


14. Какая структура используется в не рекурсивном обходе дерева методом в «глубину»?

15. Выполните прямой, симметричный, обратный методы обхода дерева выражений.



16. Для каждого заданного арифметического выражения постройте бинарное дерево выражений:
- a  $a + b - c * d + e$
  - b  $/ a - b * c d$
  - c  $a b c d / - *$
  - d  $* - / + a b c d e$
17. В каком порядке будет проходиться бинарное дерево, если алгоритм обхода в ширину будет запоминать узлы не в очереди, а в стеке?
18. Постройте бинарное дерево поиска, которое в результате симметричного обхода дало бы следующую последовательность узлов?
19. 40 45 46 50 65 70 75
20. Приведенная ниже последовательность получена путем прямого обхода бинарного дерева поиска. Постройте это дерево.
21. 50 45 35 15 40 46 65 75 70
22. Дано следующее бинарное дерево поиска



Покажите дерево:

- a после включения узлов 1 48 75 100

- b после удаления узлов 5, 35
- c после удаления узла 45
- d после удаления узла 50
- e после удаления узлов 5, 35
- f после удаления узла 65 и вставки его снова
- g после удаления узлов 5, 35