

## Практическая работа № 5

**Тема:** «Структура данных дерево»

**Цель работы:** изучить СД «дерево», научиться их программно реализовывать и использовать.

Двоичное дерево поиска (англ. binary search tree, BST) – это двоичное дерево, для которого выполняются следующие дополнительные условия (свойства дерева поиска):

- Оба поддерева – левое и правое – являются двоичными деревьями поиска.
- У всех узлов левого поддерева произвольного узла X значения ключей данных меньше либо равны, нежели значение ключа данных самого узла X.
- У всех узлов правого поддерева произвольного узла X значения ключей данных больше либо равны, нежели значение ключа данных самого узла X.

Определим класс бинарного дерева поиска, он инициализируется тремя значениями: корень, левый потомок и правый потомок (Листинг 1). Так как данная реализация рекурсивна, каждый его узел является поддеревом главного дерева.

Листинг 1. Инициализация класса бинарного дерева поиска.

```
class MyBinarySearchTree:
```

```
def __init__(self, data):
```

```
    self.root = data
```

```
    self.left = None
```

```
    self.right = None
```

Реализуем публичный метод для вставки элемента в бинарное дерево (Листинг 2). Диаграмма деятельности для данного метода представлена на рисунке 1.

					<i>AuСД.09.03.02.240000 ПР</i>							
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>	<i>Тема: «Структура данных дерево»</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>	<i>Холмурзаев Э.А</i>									<i>2</i>		
<i>Провер.</i>	<i>Береза А.Н.</i>							<i>ИСОиП (филиал) ДГТУ в г.Шахты ИСТ-Тб21</i>				
<i>Реценз</i>												
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Утверд.</i>												

Листинг 2. Публичный метод вставки элемента.

```
def insert(self, data):
    if data <= self.root and self.left:
        self.left.insert(data)
    elif data <= self.root:
        self.left = MyBinarySearchTree(data)
    elif data > self.root and self.right:
        self.right.insert(data)
    else:
        self.right = MyBinarySearchTree(data)
```

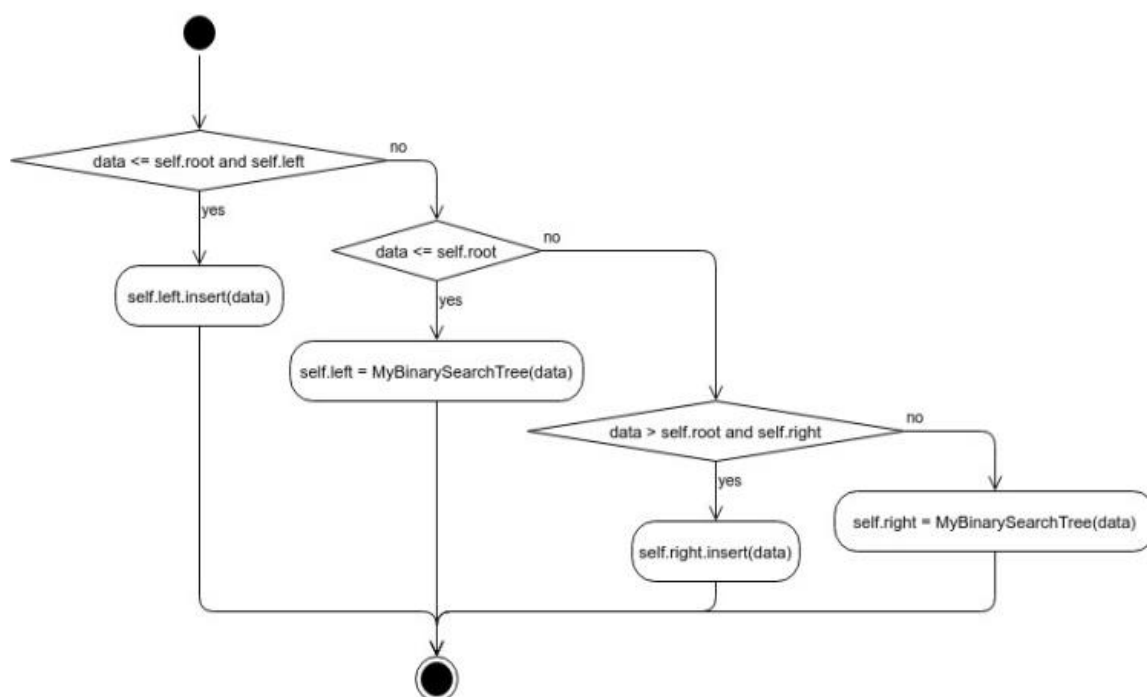


Рисунок 1. Диаграмма деятельности метода для вставки элемента в бинарное дерево.

Реализуем публичный метод для поиска элемента в бинарном дереве (Листинг 2). Диаграмма деятельности для данного метода представлена на рисунке 2.

Листинг 2. Публичный метод поиска элемента.

```
def search(self, value):
    if value < self.root and self.left:
        return self.left.search(value)
```

```

elif value > self.root and self.right:
    return self.right.search(value)
return value == self.root

```

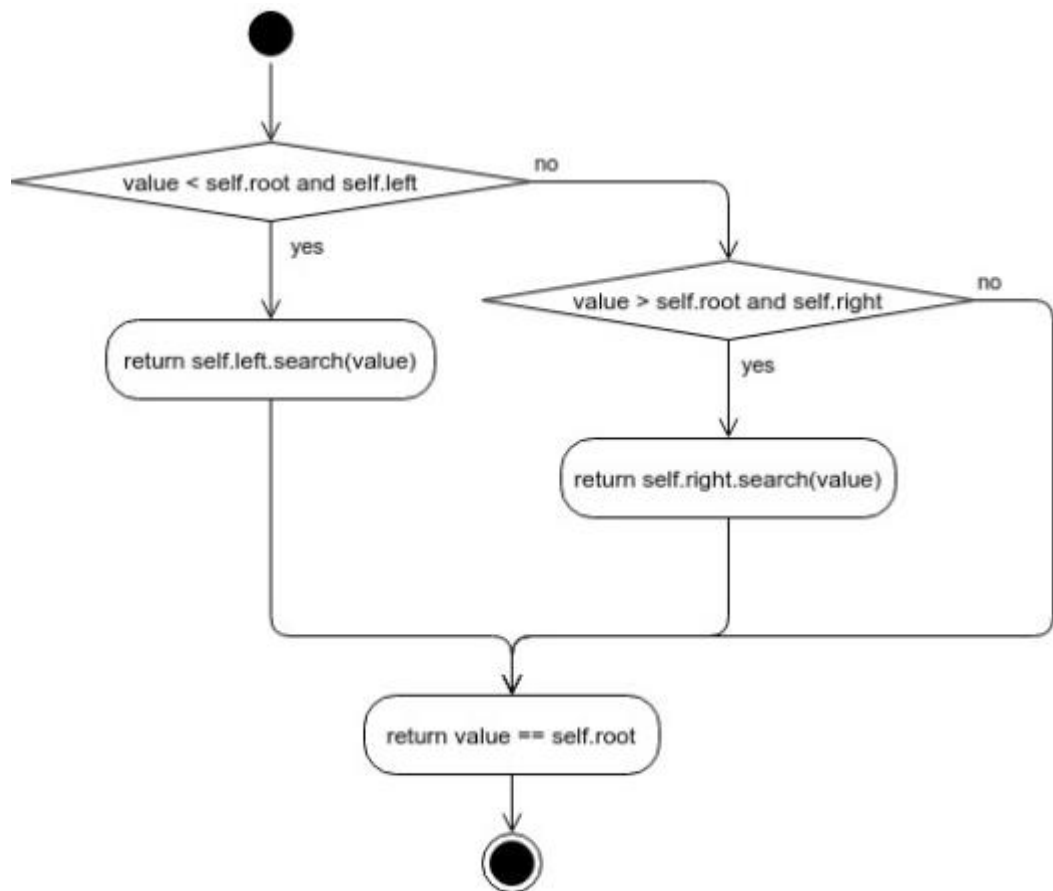


Рисунок 2. Диаграмма деятельности метода для поиска элемента в бинарном дереве.

Для реализации публичного метода удаления элемента необходимо реализовать ещё два приватных метода: `clear_node` для очистки узла и `find_minimum_value` для поиска минимального элемента в поддереве (Листинг 3).

Листинг 3. Приватные методы, необходимые для метода удаления элемента.

```

def __clear_node(self):
    self.root = None
    self.left = None
    self.right = None

```

```

def __find_minimum_value(self):
    if self.left:
        return self.left.__find_minimum_value()
    else:
        return self.root

```

Реализуем публичный метод для удаления элемента в бинарном дереве (Листинг 4). Его логика работы следующая. Если удаляемый узел не имеет потомков, он просто удаляется из дерева. Если удаляемый узел имеет одного потомка (левого или правого), узел удаляется, а на его место ставится единственный потомок. Если удаляемый узел имеет двух потомков, необходимо найти минимальное значение потомков в поддереве, и поставить это значение на место удаляемого узла.

Листинг 4. Публичный метод удаления элемента.

```

def delete_node(self, value, parent):
    if value < self.root and self.left:
        return self.left.delete_node(value, self)
    elif value < self.root:
        return False
    elif value > self.root and self.right:
        return self.right.delete_node(value, self)
    elif value > self.root:
        return False
    else:
        if self.left is None and self.right is None and self == parent.left:
            parent.left = None
            self.__clear_node()
        elif self.left is None and self.right is None and self == parent.right:
            parent.right = None
            self.__clear_node()
        elif self.left and self.right is None and self == parent.left:
            parent.left = self.left
            self.__clear_node()
        elif self.left and self.right is None and self == parent.right:
            parent.right = self.left
            self.__clear_node()

```

```

elif self.left is None and self.right and self == parent.left:
    parent.left = self.right
    self.__clear_node()
elif self.left is None and self.right and self == parent.right:
    parent.right = self.right
    self.__clear_node()
else:
    self.root = self.right.__find_minimum_value()
    self.right.delete_node(self.root, self)
return True

```

Для вывода на экран элементов дерева реализуем методы обходов дерева в глубину (Листинг 5). Реализован префиксный (прямой) обход `pre_order`, инфиксный (симметричный) обход `in_order` и постфиксный (обратный) обход `post_order`.

Листинг 5. Публичные методы для обхода дерева в глубину.

```

def pre_order(self):
    print(self.root, end=" ")
    if self.left:
        self.left.pre_order()
    if self.right:
        self.right.pre_order()
def in_order(self):
    if self.left:
        self.left.in_order()
    print(self.root, end=" ")
    if self.right:
        self.right.in_order()
def post_order(self):
    if self.left:
        self.left.post_order()
    if self.right:
        self.right.post_order()
    print(self.root, end=" ")

```

Для решения задачи вывода упорядоченной по возрастанию последовательности элементов дерева, меньших определенного значения ключа, реализуем приватный метод инфиксного обхода дерева, который заполняет динамический массив элементами дерева (Листинг 6). Выбран

именно инфиксный обход, потому что он возвращает уже отсортированную по возрастанию последовательность элементов. Диаграмма деятельности для данного метода представлена на рисунке 3.

Листинг 6. Приватный метод инфиксного обхода дерева.

```
def __in_order(self, array):  
    if self.left:  
        self.left.__in_order(array)  
    array.append(self.root)  
    if self.right:  
        self.right.__in_order(array)
```

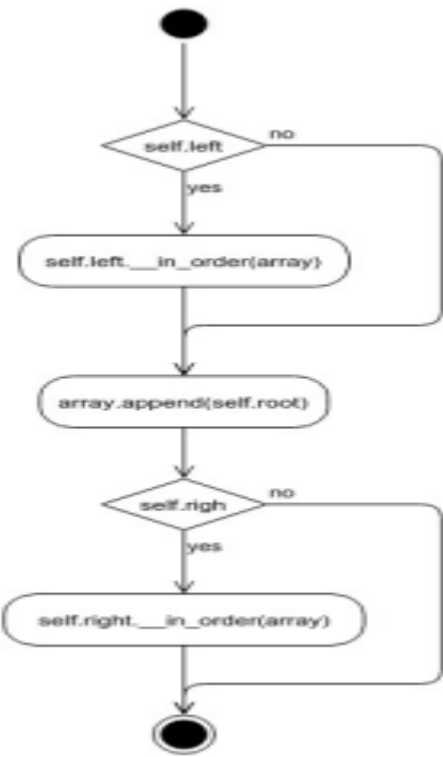


Рисунок 3. Диаграмма деятельности приватного метода для инфиксного обхода дерева.

Реализуем публичный метод, для вывода упорядоченной последовательности элементов дерева, меньших заданного значения ключа (Листинг 7). Диаграмма деятельности для данного метода представлена на рисунке 4.

Листинг 7. Метод вывод последовательности элементов дерева.

```
def sequence_less_key(self, key):
```

```

keys = []
out = []
self.__in_order(keys)
i = 0
while keys[i] < key:
    out.append(keys[i])
    i += 1
print(out)

```

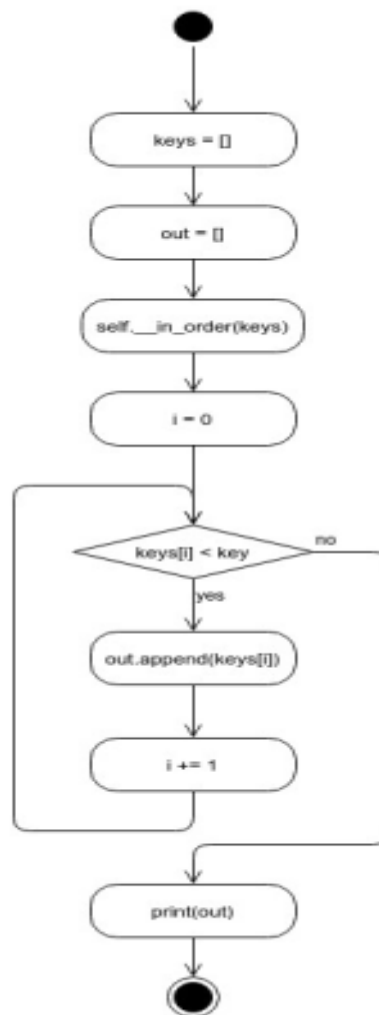


Рисунок 4. Диаграмма деятельности метода для вывода упорядоченной последовательности элементов дерева

Исходный код программы для выполнения задания представлен на листинге 8.

Листинг 8. Исходный код программы.

```

from Binary_search_tree.binary_search_tree import MyBinarySearchTree

```

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

*AuCD.09.03.02.240000*

Лист

8

```

import random as rd
tree = MyBinarySearchTree(rd.randint(5, 50))
for i in range(20):
    tree.insert(rd.randint(5, 50))
print('Pre-order traversal:', end=' ')
tree.pre_order()
print('\nIn-order traversal:', end=' ')
tree.in_order()
print('\nPost-order traversal:', end=' ')
tree.post_order()
key = rd.randint(5, 50)
print('\nSequence less', key, ':', end=' ')
tree.sequence_less_key(key)

```

**Вывод:** в ходе выполнения данной практической работы была изучена структура данных «дерево» и её программная реализация и использование.

					<i>AuCD.09.03.02.240000</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9