

# Отчёт к лабораторной работе 2

## Основные структуры данных

**Дата:** 2025-10-09

**Семестр:** 3 курс 5 семестр

**Группа:** ПИЖ-б-о-23-2(1)

**Дисциплина:** Анализ сложности алгоритмов

**Студент:** Торубаров Максим Евгеньевич

### Цель работы

Изучить понятие и особенности базовых абстрактных типов данных (стек, очередь, дек, связный список) и их реализаций в Python. Научиться выбирать оптимальную структуру данных для решения конкретной задачи, основываясь на анализе теоретической и практической сложности операций. Получить навыки измерения производительности и применения структур данных для решения практических задач.

### Практическая часть

#### Выполненные задачи

- Задача 1: Реализовать класс LinkedList (связный список) для демонстрации принципов его работы.
- Задача 2: Используя встроенные типы данных (list, collections.deque), проанализировать эффективность операций, имитирующих поведение стека, очереди и дека.
- Задача 3: Провести сравнительный анализ производительности операций для разных структур данных (list vs LinkedList для вставки, list vs deque для очереди).
- Задача 4: Решить 2-3 практические задачи, выбрав оптимальную структуру данных.

#### Листинг кода

```
#linked_list.py
class Node:
    """Класс узла для связного списка.

    Attributes:
        value: Значение, хранящееся в узле.
        next: Ссылка на следующий узел в списке.
    """

    def __init__(self, value):
        self.value = value
```

```
self.next = None
```

```
class LinkedList:
```

```
    """Реализация односвязного списка.
```

```
    Attributes:
```

```
        head: Первый элемент списка.
```

```
        tail: Последний элемент списка.
```

```
    """
```

```
def __init__(self):
```

```
    self.head = None
```

```
    self.tail = None
```

```
def is_empty(self) -> bool:
```

```
    """Проверяет, пуст ли список.
```

```
    Returns:
```

```
        bool: True, если список пуст, иначе False.
```

```
    """
```

```
    return self.head is None
```

```
def insert_at_start(self, value):
```

```
    """Добавляет новый узел в начало списка.
```

```
    Args:
```

```
        value: Значение для нового узла.
```

```
    """
```

```
    new_node = Node(value)
```

```
    if self.is_empty():
```

```
        self.head = new_node # O(1)
```

```
        self.tail = new_node # O(1)
```

```
    else:
```

```
        new_node.next = self.head # O(1)
```

```
        self.head = new_node # O(1)
```

```
    # Общая сложность: O(1)
```

```
def insert_at_end(self, value):
```

```
    """Добавляет новый узел в конец списка.
```

```
    Args:
```

```
        value: Значение для нового узла.
```

```
    """
```

```
    new_node = Node(value)
```

```
    if self.is_empty():
```

```
        self.head = new_node # O(1)
```

```
        self.tail = new_node # O(1)
```

```
    else:
```

```
        self.tail.next = new_node # O(n)
```

```

        self.tail = new_node # 0(1)
# Общая сложность: 0(n)

def delete_from_start(self):
    """Удаляет первый элемент списка.

    Returns:
        any: Значение удалённого элемента или None, если список пуст.
    """
    if self.is_empty():
        return None # 0(1)
    else:
        deleted_value = self.head.value # 0(1)
        self.head = self.head.next # 0(1)
        return deleted_value
# Общая сложность: 0(1)

def traversal(self):
    """Проходит по всем элементам списка и выводит их значения."""
    if self.is_empty():
        print("Список пуст")
        return

    current_node = self.head # 0(1)
    while current_node: # 0(n)
        print(current_node.value) # 0(1)
        current_node = current_node.next # 0(1)
# Общая сложность: 0(n)

```

```

#perfomance_analysis.py
from .linked_list import LinkedList
import timeit
import random
import collections
import matplotlib.pyplot as plt

# Функция для добавления элементов в начало списка
def list_prepend(list, size):
    for i in range(size): # 0(n)
        list.insert(0, random.randint(0, 1000)) # 0(n)
# Общая сложность: 0(n^2)

def linked_list_prepend(linked_list, size):
    for i in range(size): # 0(n)
        linked_list.insert_at_start(random.randint(0, 1000)) # 0(1)
# Общая сложность: 0(n)

def comparision(sizes):
# Характеристики ПК

```

```

pc_info = """
Характеристики ПК для тестирования:
- Процессор: Intel Core i3-1220P @ 1.5GHz
- Оперативная память: 8 GB DDR4
- ОС: Windows 11
- Python: 3.12.10
"""
print(pc_info)

list = []
linked_list = LinkedList()
times_list_insert = []
times_linked_list_insert = []
times_list_pop = []
times_deque_pop = []

print(
    """Замеры времени выполнения для list и
    linked_list (добавление N элементов в начало):"""
)
print(
    "{:>10} {:>19} {:>30}".format(
        "N", "Время (мкс) - list", "Время (мкс) - linked_list"
    )
)

# Замеры времени выполнения при сравнении list и linked_list
for size in sizes:
    time_1 = timeit.timeit(
        lambda: list_prepend(list, size), number=10) * 1000 / 10
    times_list_insert.append(time_1)
    time_2 = (
        timeit.timeit(
            lambda: linked_list_prepend(linked_list, size), number=10)
        * 1000
        / 10
    )
    times_linked_list_insert.append(time_2)
    print(f"{size:>10} {time_1:>19.4f} {time_2:>30.4f}")

print(
    """Замеры времени выполнения для list и deque
    (удаление из начала N количества элементов):"""
)
print("{:>19} {:>30}".format("Время (мкс) - list", "Время (мкс) - deque"))

deque = collections.deque()
# Замеры времени выполнения при сравнении list и deque
for size in sizes:
    list = []
    for i in range(size): # Заполнение списка
        deque.appendleft(random.randint(0, size))

```

```

        list.append(random.randint(0, size))

time_1 = timeit.timeit(lambda: list.pop(0), number=1) * 1000
times_list_pop.append(time_1)
time_2 = timeit.timeit(lambda: deque.popleft(), number=1) * 1000
times_deque_pop.append(time_2)

print(f"{size:>10} {time_1:>19.4f} {time_2:>30.4f}")

# График сравнения list и linked_list
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(sizes, times_list_insert, "bo-", label="list")
plt.plot(sizes, times_linked_list_insert, "ro-", label="linked_list")
plt.xlabel("Количество элементов (N)")
plt.ylabel("Время выполнения (мкс)")
plt.title(
    """Зависимость времени выполнения от количества элементов
    \n(Сравнение list и linked_list)"""
)
plt.grid(True, which="both", linestyle="--", linewidth=0.5)
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.savefig(
    "time_complexity_plot_linked.png", dpi=300, bbox_inches="tight")
plt.show()

# График сравнения list и deque
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(sizes, times_list_insert, "bo-", label="list")
plt.plot(sizes, times_linked_list_insert, "ro-", label="deque")
plt.xlabel("Количество элементов (N)")
plt.ylabel("Время выполнения (мкс)")
plt.title(
    """Зависимость времени выполнения от количества элементов
    \n(Сравнение list и deque)"""
)
plt.grid(True, which="both", linestyle="--", linewidth=0.5)
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.savefig("time_complexity_plot_deque.png", dpi=300, bbox_inches="tight")
plt.show()

```

```
# task_solutions.py
from collections import deque

# Задача 1
def is_balanced_brackets(s):
    stack = []
    brackets_map = {")": "(", "}": "{", "]": "["}

    for char in s: # Обход строки
        if char in brackets_map.values():
            stack.append(char) # Добавление открывающей скобки в стек
        elif char in brackets_map:
            # Проверка соответствия закрывающей скобки
            if not stack or stack[-1] != brackets_map[char]:
                return False
            stack.pop() # Удаление соответствующей открывающей скобки

    return len(stack) == 0

# Задача 2
def printer(arr):
    queue = deque()

    for el in arr:
        queue.append(el)

    # Обход очереди
    for i in range(len(queue)):
        print(f"Обработка файла: {queue.popleft()}")
        print(f"Очередь: {queue}")

# Задача 3
def is_palindrome(s):
    dq = deque(s)

    while len(dq) > 1:
        # Сравнение крайних элементов и удаление
        if dq.popleft() != dq.pop():
            return False
    return True
```

```
# main.py
import modules.perfomance_analysis as pa
import modules.task_solutions as ts

if __name__ == "__main__":
    # Анализ производительности
    sizes = [100, 1000, 10000, 50000]
    pa.comparision(sizes)

    # Скобки
    print(ts.is_balanced_brackets("{[()]}" ))
    print("")

    # Принтер
    orders = {"Документ 1", "Документ 2", "Документ 3"}
    ts.printer(orders)
    print()

    # Палиндром
    print(ts.is_palindrome("12332"))
```

## Результаты анализа



## Результаты выполнения задач



## Контрольные вопросы

### 1. Отличие динамического массива (list) от связного списка по сложности операций

- **Динамический массив (list в Python)** хранит элементы в **непрерывной области памяти**.
  - Вставка в начало требует **сдвига всех элементов**, поэтому имеет сложность **O(n)**.
  - Доступ по индексу выполняется за **O(1)**, так как элемент можно найти по адресу.
- **Связный список** хранит элементы в **узлах**, связанных ссылками.
  - Вставка в начало — просто изменение одной ссылки, сложность **O(1)**.
  - Доступ по индексу требует последовательного обхода, сложность **O(n)**.

## 2. Принцип работы стека и очереди с примерами

- **Стек (LIFO — Last In, First Out):** последний добавленный элемент извлекается первым.

**Примеры использования:**

1. Реализация механизма *undo/redo* в редакторах.
2. Обход дерева в глубину (DFS).

- **Очередь (FIFO — First In, First Out):** первый добавленный элемент извлекается первым.

**Примеры использования:**

1. Планирование задач в операционной системе.
  2. Обработка запросов в принтере или веб-сервере.
- 

## 3. Почему `list.pop(0)` — $O(n)$ , а `deque.popleft()` — $O(1)$

- В `list` элементы хранятся подряд в памяти. При удалении первого элемента все остальные **сдвигаются на одну позицию**, что требует  $O(n)$  времени.
  - В `deque` элементы хранятся в **двухсторонней очереди**, где есть ссылки на начало и конец. Удаление первого элемента лишь изменяет ссылку, без сдвига, поэтому выполняется за  $O(1)$ .
- 

## 4. Какая структура данных подходит для системы "отмены действий" (undo)

Наилучший выбор — **стек (LIFO)**.

Каждое новое действие помещается на вершину стека. При выполнении "Отмены" извлекается последнее действие, которое было выполнено последним — это идеально соответствует принципу LIFO.

Для функции *повтора* (*redo*) можно использовать второй стек.

---

## 5. Почему вставка в начало списка медленнее, чем в связный список

- У **списка (`list`)** вставка в начало требует **сдвига всех элементов вправо**, что даёт сложность  $O(n)$ .
- У **связного списка** вставка в начало — это просто добавление нового узла и изменение одной ссылки ( $O(1)$ ).

Поэтому при вставке 1000 элементов в начало список тратит значительно больше времени, чем связный список, что и подтверждает теоретическую асимптотику.