МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МО ЭВМ

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №1

по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»

Тема: Реализация и исследования развернутого связного списка

Студент гр. 3344		Тукалкин. В.А.
Преподаватель		Иванов Д.В.

Санкт-Петербург

2024

Цель работы

Создание структуры данных, которая называется развёрнутым связным списком.

Задание

Развёрнутый связный список — список, каждый физический элемент которого содержит несколько логических элементов (обычно в виде массива, что позволяет ускорить доступ к отдельным элементам).

Данная структура позволяет значительно уменьшить расход памяти и увеличить производительность по сравнению с обычным списком. Особенно большая экономия памяти достигается при малом размере логических элементов и большом их количестве.

У данной структуры необходимо реализовать основные операции: поиск, удаление, вставка, а также функцию вывода всего списка в консоль через пробел. В качестве элементов для заполнения используются целые числа. Функция вычисления размера node находится в следующем блоке заданий. Реализацию поиска и удаления делать на свое усмотрение. Данные операции будут проверяться на защите.

Для проверки работоспособности структуры необходимо реализовать функцию (не метод класса) check, принимающую на вход два массива: массив arr_1 для заполнения структуры, массив arr_2 для поиска и удаления, а также необязательный параметр n_array (описан выше). Функция должна сначала заполнять развернутый связный список данным arr_1, затем искать элементы arr_2 и удалять их. После каждой операции по обновлению списка необходимо осуществлять полный его вывод в консоль.

Помимо реализации описанного класса Вам необходимо провести исследование его работы: сравнить время (дополнительные исследуемые параметры, такие как память и на то, что Вам хватит фантазии - будут плюсом) у реализованной структуры, массива (для Python используйте list, для Cpp - стандартный массив) и односвязного списка (код реализации массива и односвязного списка загружать не нужно!).

Чтобы провести исследование необходимо проверить основные операции на маленьком (около 10), среднем (10000) и большом (100000) наборах данных для всех трёх случаев операции (в начало, в середину, в конец).

По итогам исследования в отчёте необходимо предоставить таблицу с результатами замеров, а также их графическое представление (на одном графике необходимо изобразить одну операцию в одном случае для трёх структур, т.е. суммарно должно получиться 9 графиков).

Выполнение работы

1) Реализация методов класса Node:

- __init__ – O(n) – метод для создания узла

2) Реализация методов класса UnrolledLinkedList:

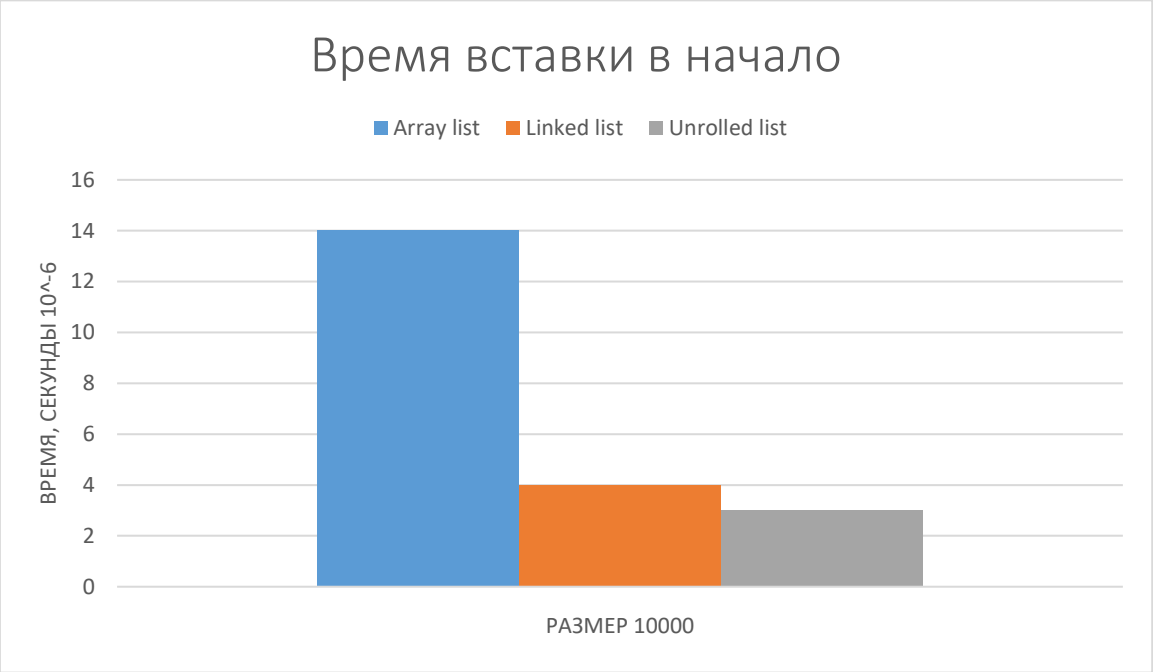
- __init__ – O(n) – инициализирует данные, для работы со списком
- __str__ – O(n) – метод для преобразования данных в строку
- __iter__ – O(n) – возвращает итератор
- find – O(n) – находит элементы в списке
- balanced – O(n) – пересоздаёт список для корректного распределения элементов
- pushback – O(n) – добавляет элементы в конец списка
- insert – O(n) – добавляет элементы по индексу
- pushstart – O(1) – добавляет элементы в начало списка
- remove – O(n) – удаляет элементы из списка

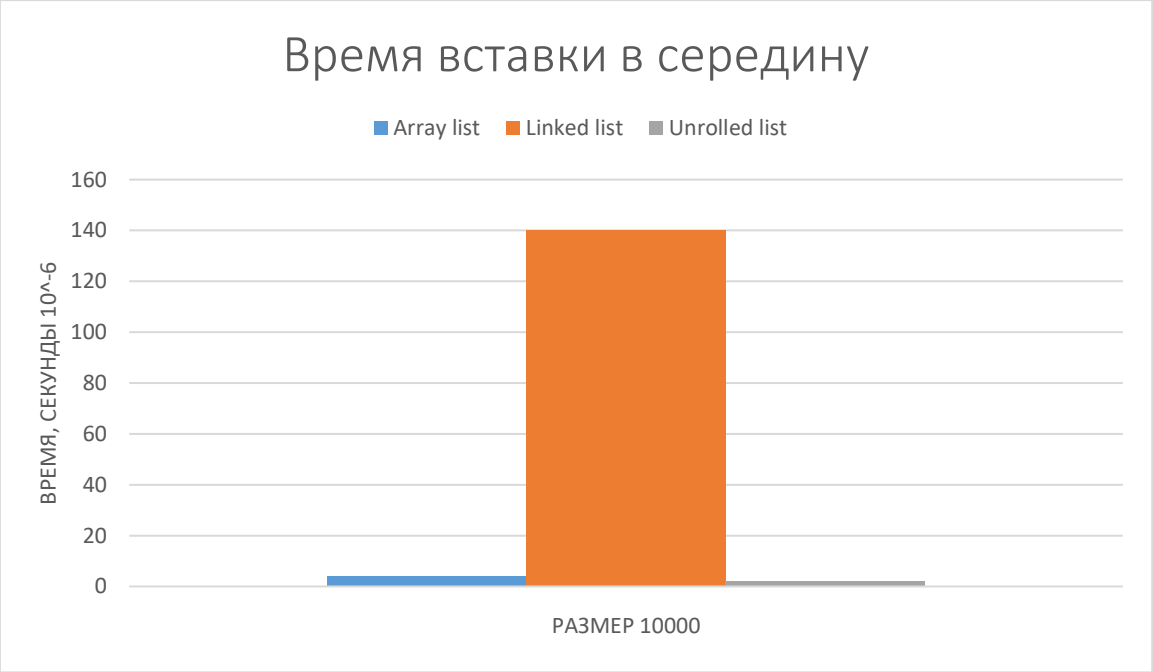
3) Была создана функция для расчёта оптимальной длины массива для списка.

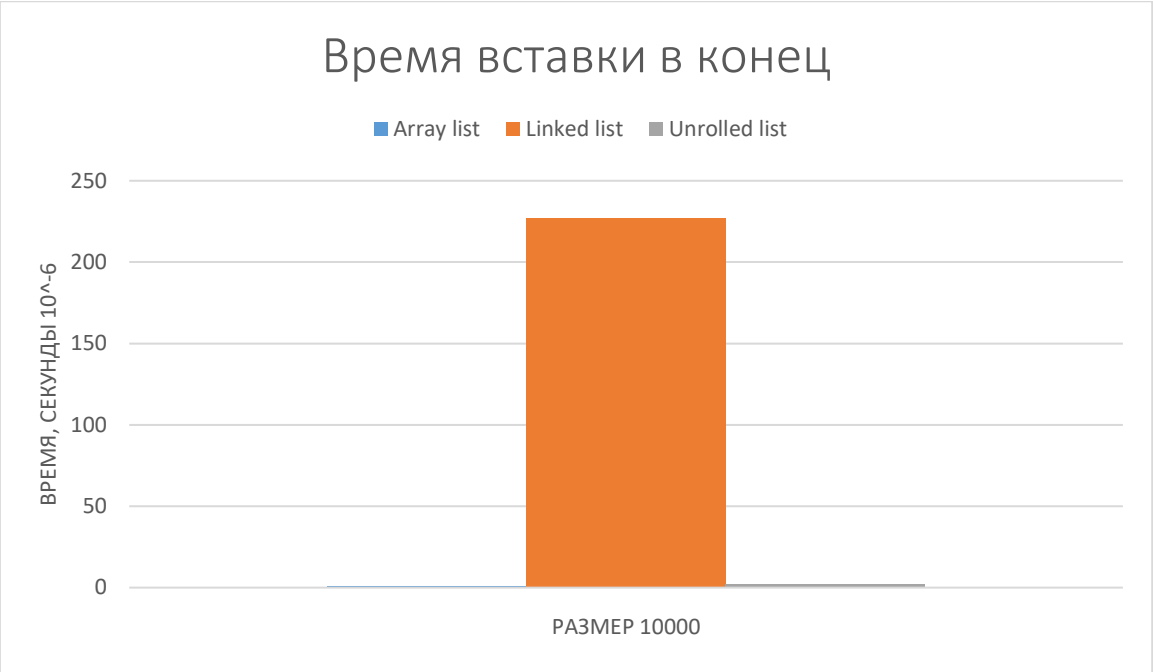
4) Написаны функции для тестирования всего вышеперечисленного.

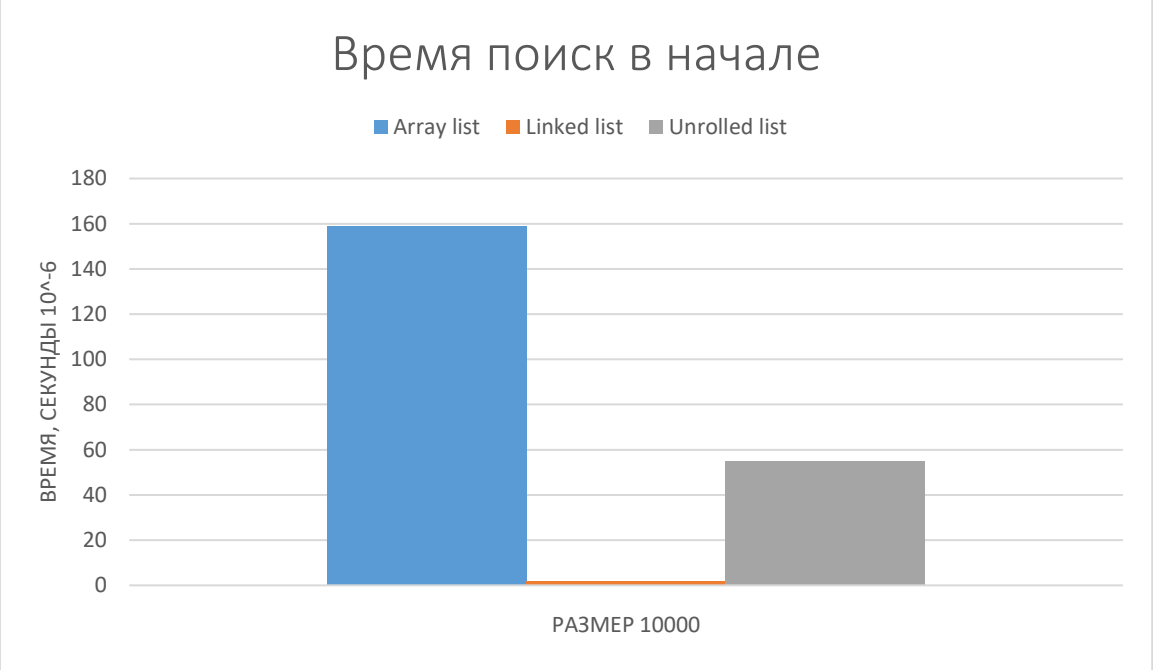
Тестирование программы

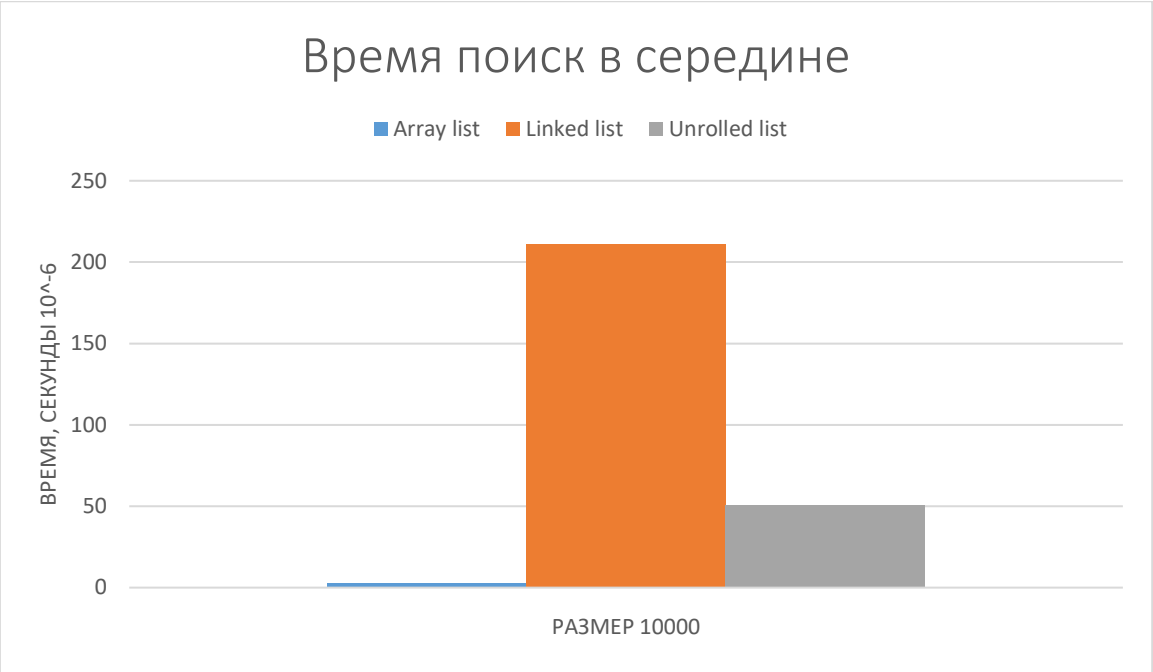
Тесты для проверки корректности работы реализованного развернутого связного списка находятся в файле tests.py. Каждый тест покрывает основные операции, такие как вставка, удаление, поиск, а также корректную работу балансировки и других функций.

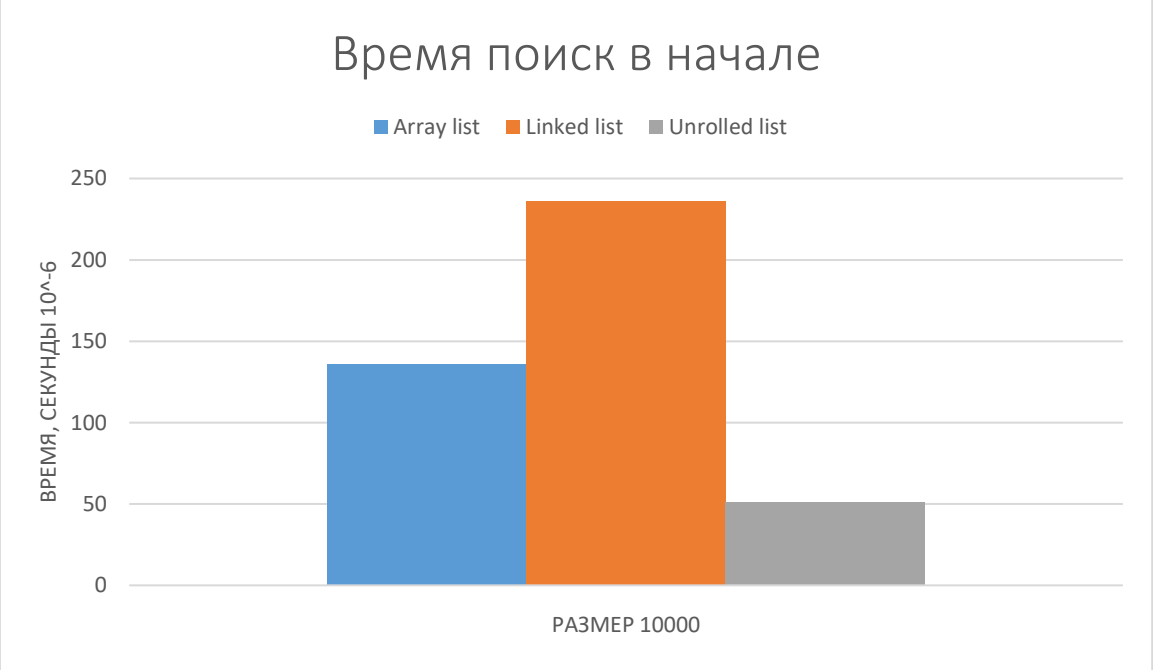


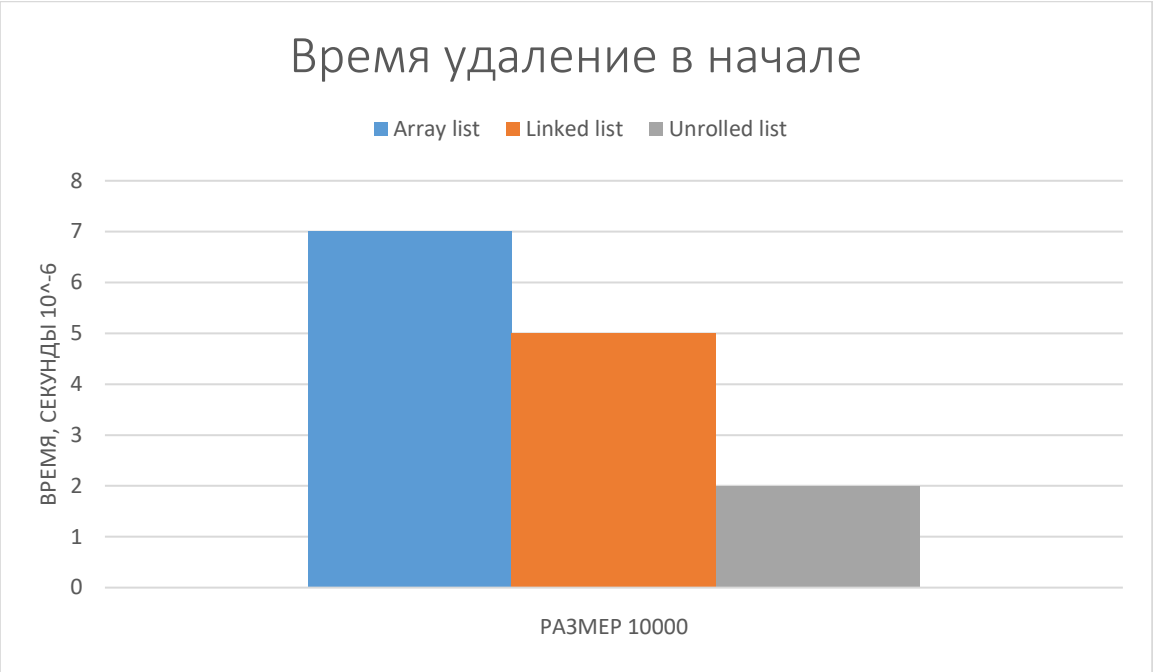



Время вставки в конец
Array list
Linked list
Unrolled list
250
200
150
100
50
0
ВРЕМЯ, СЕКУНДЫ 10^-6
РАЗМЕР 10000

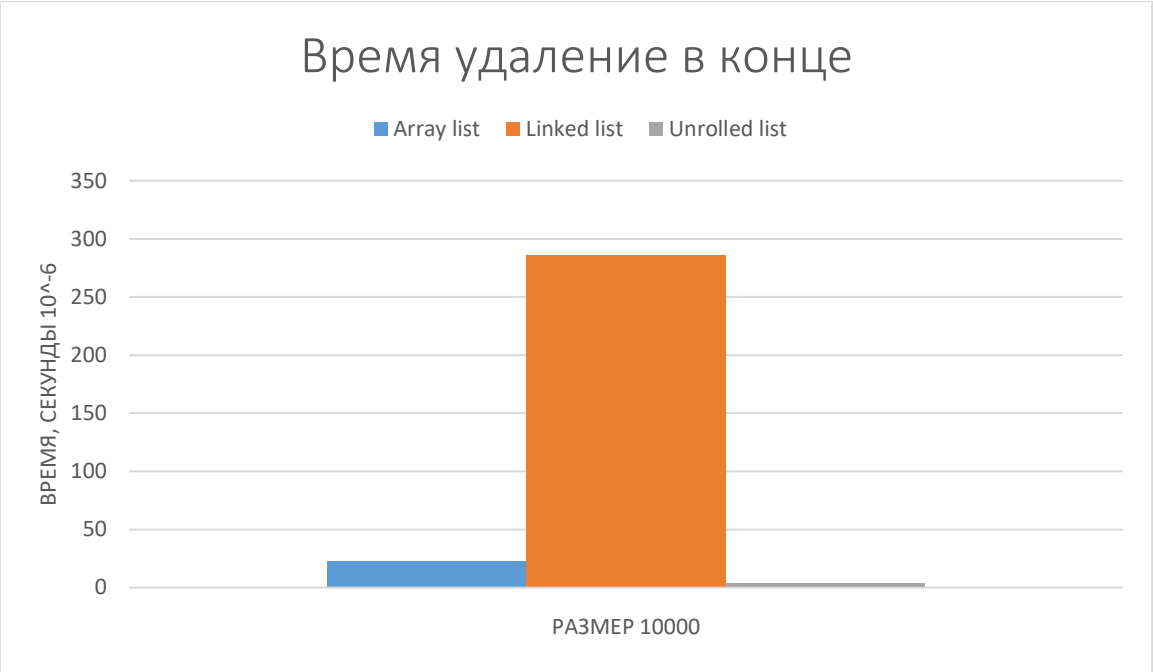

Время поиск в начале
Array list
Linked list
Unrolled list
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
ВРЕМЯ, СЕКУНДЫ 10^-6
РАЗМЕР 10000


Время поиск в середине
Array list
Linked list
Unrolled list
250
200
150
100
50
0
ВРЕМЯ, СЕКУНДЫ 10^-6
РАЗМЕР 10000


Время поиск в начале
Array list
Linked list
Unrolled list
250
200
150
100
50
0
ВРЕМЯ, СЕКУНДЫ 10^-6
РАЗМЕР 10000


Время удаление в начале
Array list
Linked list
Unrolled list
8
7
6
5
4
3
2
1
0
ВРЕМЯ, СЕКУНДЫ 10^-6
РАЗМЕР 10000


Время удаление в середине
Array list
Linked list
Unrolled list
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
ВРЕМЯ, СЕКУНДЫ 10^-6
РАЗМЕР 10000


Время удаление в конце
Array list
Linked list
Unrolled list
350
300
250
200
150
100
50
0
ВРЕМЯ, СЕКУНДЫ 10^-6
РАЗМЕР 10000

Выводы

Была создана структура данных, которая позволяет хранить большое количество информации, тратя меньшее количество памяти.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: main.py

```
from modules.ULL import UnrolledLinkedList


def check(arr_1, arr_2):
    unroll_list = UnrolledLinkedList(arr_1)
    print(unroll_list)
    print('-' * 20)
    for i in arr_2:
        unroll_list.remove(i)
        print(unroll_list)
        print('-' * 20)
    unroll_list.balanced()
    print(unroll_list)


check([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], [1, 6, 4, 9])

#print(UnrolledLinkedList(input('Enter your numbers separated by a space:').split()))

a=UnrolledLinkedList([1,2,3,4,5,6,7,8,9,10])
a.remove(2)
print(a)
```

Название файла: calculating.py

```
def calculate_optimal_node_size(num):
    return (num * 4 + 63) // 64 + 1
```

Название файла: Node.py

```
class Node:
    def __init__(self, val=None):
        self.val = val
        self.next = None
```

Название файла: ULL.py

```
from modules.Node import Node
from modules.calculating import calculate_optimal_node_size


class UnrolledLinkedList:
    def __init__(self, values=[]):
        self.head = None
        if values:
            length = calculate_optimal_node_size(len(values))
            self.head = Node(values[:length])
            current = self.head
```

```
                for i in range(1, (len(values) + length - 1) //
length):
                    current.next = Node(values[i * length:(i + 1) *
length])
                    current = current.next

        def __str__(self):
            if not self.head:
                return 'empty list'
            output = ''
            for num, item in enumerate(self):
                nodes = ' '.join(str(x) for x in item)
                output += f'Node {num}: {nodes}\n'
            return output

        def __iter__(self):
            current = self.head
            while current:
                yield current.val
                current = current.next

        def find(self, val):
            if isinstance(val, list):
                message = ''
                for i in val:
                    flag = 0
                    for j in self:
                        if i in j:
                            flag = 1
                    if flag == 1:
                        message += f'{i} in list\n'
                    else:
                        message += f'{i} not in list\n'
                return message
            if isinstance(val, int):
                for i in self:
                    if val in i:
                        return True
            return False

        def balanced(self):
            newList = []
            while self.head:
                newList.extend(self.head.val)
                self.head = self.head.next
            new = UnrolledLinkedList(newList)
            self.head = new.head

        def pushback(self, val):
            if isinstance(val, int):
                val = [val]
            newNode = Node([int(x) for x in val])
            current = self.head
            while current.next:
                current = current.next
            newNode.next = current.next
            current.next = newNode
```

```
    def insert(self, val, index):
        counter = 0
        current = self.head
        while current:
            counter += len(current.val)
            if counter >= index:
                current.val.insert(index, val)
                return
            current = current.next

    def pushstart(self, val):
        if isinstance(val, int):
            val = [val]
        newNode = Node(val)
        newNode.next = self.head
        self.head = newNode

    def remove(self, val):
        if isinstance(val, int):
            for i in self:
                if val in i:
                    i.pop(i.index(val))
                    return self
            return f'{val} not in list'
        if isinstance(val, list):
            for i in val:
                for j in self:
                    if i in j:
                        j.pop(j.index(i))
                        if len(j) == 0:
                            self.head = self.head.next
            return self
```

Название файла: tests.py

```
from modules.Node import Node
from modules.calculating import calculate_optimal_node_size
from modules.ULL import UnrolledLinkedList


def create_list():
    return UnrolledLinkedList([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10])


def test_calculate_optimal_node_size():
    # Проверка расчёта длины узла
    assert calculate_optimal_node_size(10) == 2


def test_Node():
    # Проверка создания узла
    a = Node(1)
    a.next = Node(2)
    assert a.next.val == 2
```

```
    def test_initialization_1():
        # Проверка пустого списка
        empty_list = UnrolledLinkedList()
        assert str(empty_list) == "empty list"


    def test_initialization_2():
        # Проверка создания списка с значениями
        unrolled_list = create_list()
        expected_output = 'Node 0: 1 2\nNode 1: 3 4\nNode 2: 5 6\nNode
3: 7 8\nNode 4: 9 10\n'
        assert str(unrolled_list) == expected_output


    def test_iteration():
        unrolled_list = create_list()
        actual_result = [item for item in unrolled_list]
        expected_result = [[1, 2], [3, 4], [5, 6], [7, 8], [9, 10]]
        assert actual_result == expected_result


    def test_find_1():
        unrolled_list = create_list()

        # Поиск одного числа
        result = unrolled_list.find(5)
        assert result == True


    def test_find_2():
        unrolled_list = create_list()

        # Поиск списка чисел
        result = unrolled_list.find([5, 7])
        assert result == '5 in list\n7 in list\n'


    def test_find_3():
        unrolled_list = create_list()

        # Поиск отсутствующего числа
        result = unrolled_list.find(11)
        assert result == False


    def test_balanced():
        unrolled_list = create_list()
        unrolled_list.pushback([11, 12, 13])
        unrolled_list.balanced()
        expected_output = "Node 0: 1 2\nNode 1: 3 4\nNode 2: 5 6\nNode
3: 7 8\nNode 4: 9 10\nNode 5: 11 12\nNode 6: 13\n"
        assert str(unrolled_list) == expected_output


    def test_pushback_1():
        unrolled_list = create_list()
```

```
        # Добавление списка чисел
        unrolled_list.pushback([11, 12])
        expected_output = "Node 0: 1 2\nNode 1: 3 4\nNode 2: 5 6\nNode
3: 7 8\nNode 4: 9 10\nNode 5: 11 12\n"
        assert unrolled_list.__str__() == expected_output


    def test_pushback_2():
        unrolled_list = create_list()

        # Добавление числа
        unrolled_list.pushback(11)
        expected_output = "Node 0: 1 2\nNode 1: 3 4\nNode 2: 5 6\nNode
3: 7 8\nNode 4: 9 10\nNode 5: 11\n"
        assert str(unrolled_list) == expected_output


    def test_insert():
        unrolled_list = create_list()
        unrolled_list.insert(100, 5)
        unrolled_list.balanced()
        expected_output = "Node 0: 1 2\nNode 1: 3 4\nNode 2: 5 6\nNode
3: 100 7\nNode 4: 8 9\nNode 5: 10\n"
        assert str(unrolled_list) == expected_output


    def test_pushstart_1():
        # Проверка вставки числа
        unrolled_list = create_list()
        unrolled_list.pushstart(10)
        expected_output = "Node 0: 10\nNode 1: 1 2\nNode 2: 3 4\nNode
3: 5 6\nNode 4: 7 8\nNode 5: 9 10\n"
        assert str(unrolled_list) == expected_output


    def test_pushstart_2():
        # Проверка вставки списка чисел
        unrolled_list = create_list()
        unrolled_list.pushstart([10, 11])
        expected_output = "Node 0: 10 11\nNode 1: 1 2\nNode 2: 3 4\nNode
3: 5 6\nNode 4: 7 8\nNode 5: 9 10\n"
        assert str(unrolled_list) == expected_output


    def test_remove_1():
        # Проверка удаления числа, не входящего в список
        unrolled_list = create_list()
        assert unrolled_list.remove(-1) == "-1 not in list"


    def test_remove_2():
        # Проверка удаления числа
        unrolled_list = create_list()
        unrolled_list.remove(2)
        expected_output = "Node 0: 1\nNode 1: 3 4\nNode 2: 5 6\nNode
3: 7 8\nNode 4: 9 10\n"
        assert str(unrolled_list) == expected_output
```

```
    def test_remove_3():
        # Проверка удаления списка чисел
        unrolled_list = create_list()
        unrolled_list.remove([1, 2])
        expected_output = "Node 0: 3 4\nNode 1: 5 6\nNode 2: 7 8\nNode
3: 9 10\n"
        assert str(unrolled_list) == expected_output


    test_initialization_1()
    test_initialization_2()
    test_iteration()
    test_find_1()
    test_find_2()
    test_find_3()
    test_balanced()
    test_pushback_1()
    test_pushback_2()
    test_insert()
    test_pushstart_1()
    test_pushstart_2()
    test_remove_1()
    test_remove_2()
    test_remove_3()
```