Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ **ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

КАФЕДРА **КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

ОТЧЕТ

По лабораторной работе №1

Название: Выбор структур и методов обработки данных

Дисциплина: Технологии разработки программных систем

Студент	ИУ-42б	_____	С.В. Астахов
	(Группа)	(Подпись, дата)	(И.О. Фамилия)
Преподаватель		_____	_____
		(Подпись, дата)	(И.О. Фамилия)

3 вариант

Москва, 2021

Цель работы – исследование структур данных, методов их обработки и оценки.

Задача:

Работая с таблицей использовать методы
Поиска - вычисление адреса
Упорядочения - Шелла
Корректировки - Замена данных

Даны N записей вида: код материала, дата поступления, номер склада, количество поступившего материала, стоимость материала

Структура данных

В качестве исходной структуры данных был выбран массив записей.

Реализация:

```
struct Material
{
    unsigned short int id;
    time_t date;
    unsigned short int storage;
    unsigned short int number;
    unsigned short int cost;
};

Material materials[500];
```

Определение объема памяти

Объем памяти отводимый под 1 элемент:

$V_1 = 4V_{short\ int} + V_{time\_t} = 4 * 2 + 8 = 16$ байт

Размер всего массива:

$V = V_1 * N = 16\ N$

Анализ алгоритма поиска

Согласно заданию используется метод вычисления адреса.

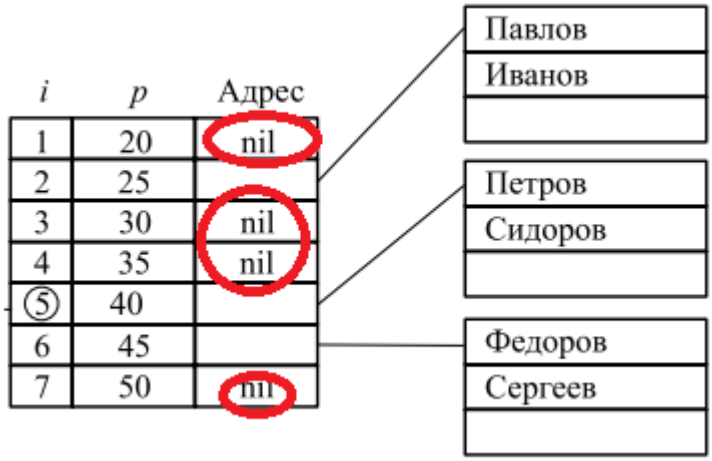
Реализация:

```
Material searchByAddr(unsigned int n, Material arr[]) {
    unsigned int addr = addrFunc(n);
    return arr[addr];
}
```

Так как использован массив (таблица прямого доступа), длина поиска и средняя длина поиска равны единице (S = 1, L = 1).

Но данный метод может являться крайне ресурсоемким с точки зрения памяти, если аргумент адресной функции изменяется так, что невозможно написать функцию изменяющуюся в сопоставимых с количеством записей пределах, вследствие чего большое число ячеек памяти будет зарезервировано программой, но не будет использовано для хранения входных данных.

Иллюстрация на примере из методического пособия:



Анализ алгоритма сортировки

Согласно заданию использована сортировка Шелла, реализованная на C++ (сортировка по цене материала)

```
void ShellSort(Material A[], int n)
{
    int i, j, d;
    Material buff;
    d = n;
    d = d / 2;
    while (d > 0)
    {
```

```
            for (i = 0; i < n - d; i++)
            {
                    j = i;
                    while (j >= 0 && A[j].cost > A[j + d].cost)
                    {
                            buff = A[j];
                            A[j] = A[j + d];
                            A[j + d] = buff;
                            j--;
                    }
            }
            d = d / 2;
        }
    }
```

Число сравнений в методе Шелла C <= 0.5 $N^{3/2}$
Также, некоторые количественные характеристики сортировки Шелла

Худшее время	$O(n^2)$
Лучшее время	$O(n \log^2 n)$
Среднее время	зависит от выбранных шагов
Затраты памяти	O(n) всего, O(1) дополнительно

Анализ алгоритма корректировки

В задании требуется реализовать корректировку заменой данных.

1) В случае если требуется корректировка одного параметра (на примере стоимости)

   Реализация:

   ```
   void ChangeCost(Material arr[], int n, unsigned short int new_cost) {
       arr[n].cost = new_cost;
   }
   ```

   $t_1 = t_{[]} + t_{=} = 2 + 2 = 4$ такта

2) В случае замены всех параметров
Реализация:

```
void ChangeAll(Material arr[], int n, unsigned short int new_id, time_t new_date, unsigned short int new_storage,
    unsigned short int new_number, unsigned short int new_cost) {
    arr[n].id = new_id;
    arr[n].date = new_date;
    arr[n].storage = new_storage;
    arr[n].number = new_number;
    arr[n].cost = new_cost;
}
```

$t = 5 * (t_{[]} + t_{=}) = 5 * (2 + 2) = 20$ тактов

Вывод

Алгоритм корректировки является оптимальным, алгоритм сортировки близок к оптимальному, но неэффективен в “худшем случае” исходного массива. Алгоритм поиска эффективен по времени, но может быть крайне неэффективен по памяти и не универсален (сильно зависит от параметров поиска).

Альтернативные варианты структуры и методов ее обработки

В качестве структуры данных сохранен массив, так как дерево пришлось бы перестраивать каждый раз при смене критерия сортировки, а поиск элемента в списке может быть осуществлен только последовательно, что требует временных затрат.

Альтернативный алгоритм поиска

В качестве альтернативного алгоритма поиска используется двоичный поиск, так как он быстрее последовательного и при этом более универсален, чем метод вычисления адреса (позволяет не оставлять незаполненных элементов в массиве).

Реализация двоичного поиска (пример - по стоимости):

```
int BinarySearch(Material arr[], int n, int cost, Material& result)
{
    int left = 0;
    int right = n;
    int midd = 0;
    result = arr[0];
```

```
    while (left <= right)
    {
     midd = (left + right) / 2;

     std::cout << left << " " << midd << " " << right << "\n";

     if (cost < arr[midd].cost)
            right = midd - 1;
     else if (cost > arr[midd].cost)
            left = midd + 1;
     else {
            result = arr[midd];
            return midd;
     }

     if (left > right)
            return -1;
    }
}
```

Среднее число операций сравнения в таком случае

$$C_{\text{ср}} = \left[(N+1)\log_2(N+1)\right]/(N-1).$$

Альтернативный алгоритм сортировки

В качестве альтернативного алгоритма сортировки выбрана сортировка слиянием, имеющая большую эффективность по времени, но более ресурсоемкая с точки зрения памяти.

Реализация:

```
void Merge(Material* A, int first, int last)
{
   int middle, start, final, j;
   Material* mas = new Material[500];
   middle = (first + last) / 2;
   start = first;
   final = middle + 1;
   for (j = first; j <= last; j++)
    if ((start <= middle) && ((final > last) || (A[start].cost < A[final].cost)))
    {
            mas[j] = A[start];
            start++;
    }
    else
    {
            mas[j] = A[final];
```

```
                final++;
        }

    for (j = first; j <= last; j++) A[j] = mas[j];
    delete[]mas;
};

void MergeSort(Material* A, int first, int last)
{
    {
     if (first < last)
     {
                MergeSort(A, first, (first + last) / 2);
                MergeSort(A, (first + last) / 2 + 1, last);
                Merge(A, first, last);
     }
    }
};
```

Характеристики сортировки слиянием:

Худшее время	O(*n* log *n*)
Лучшее время	O(*n* log *n*)
Среднее время	O(*n* log *n*)
Затраты памяти	O(*n*) вспомогательных

Вывод

В ходе пересмотра исходной структуры данных набора методов и набора методов был сделан выбор в пользу более общих алгоритмов поиска и сортировки, позволяющих в среднем более эффективно работать с произвольными входными данными(в рамках заданных ограничений).

Сравнительная таблица

	Исходный вариант	Альтернативный вариант
Структура данных	массив записей	массив записей
Объем памяти	16 N	16 N
Метод корректировки	заменой значения	заменой значения
Метод поиска	вычисления адреса	двоичный
Алгоритм сортировки	сортировка Шелла	сортировка слиянием **Худшее время** O(*n* log *n*) **Лучшее время** O(*n* log *n*) **Среднее время** O(*n* log *n*) **Затраты памяти** O(*n*) вспомогательных

	Худшее время $O(n^2)$ **Лучшее время** $O(n \log^2 n)$ **Среднее время** зависит от выбранных шагов **Затраты памяти** O(n) всего, O(1) дополнительно	
Сложность корректировки	$t_{min} = 4$ $t_{max} = 20$	$t_{min} = 4$ $t_{max} = 20$