



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 «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

## Отчёт по лабораторной работе № 7

Название: Поиск слов по словарю

Дисциплина: Анализ алгоритмов

Студент ИУ7-55Б  
(Группа)

(Подпись, дата)

М.А. Козлов  
(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

Л.Л. Волкова  
(И.О. Фамилия)

Москва, 2020

## Содержание

Введение . . . . .	3
1 Аналитический раздел . . . . .	4
1.1 Алгоритм полного перебора . . . . .	4
1.2 Алгоритм двоичного поиска . . . . .	4
1.3 Алгоритм поиска по сегментам . . . . .	4
2 Конструкторский раздел . . . . .	5
2.1 Разработка алгоритмов . . . . .	5
2.2 Требования к функциональности ПО . . . . .	5
2.3 Тестирование . . . . .	7
3 Технологический раздел . . . . .	8
3.1 Средства реализации . . . . .	8
3.2 Листинг программы . . . . .	8
3.3 Тестирование . . . . .	11
4 Экспериментальный раздел . . . . .	12
4.1 Сравнительный анализ на основе замеров времени работы алгоритмов . . . . .	12
4.2 Статистический анализ замеров . . . . .	12
4.3 Вывод . . . . .	12
Заключение . . . . .	18
Список использованных источников . . . . .	19

## Введение

Словарь – книга или любой другой источник, информация в котором упорядочена с помощью разбивки на небольшие статьи, отсортированные по названию или тематике. Различают энциклопедические и лингвистические словари. С развитием компьютерной техники всё большее распространение получают электронные словари и онлайн-словари. Первым русским словарём принято считать Азбуковник, помещённый в списке Кормчей книги 1282 года и содержащий 174 слова. Задача состоит в поиске слов из словаря в случайных данных любого размера(напр. в файле). Поскольку словарь меняется редко, то можно его подготовить (напр. отсортировать, создать дерево итд). Это зависит от алгоритма поиска, который будет использован.

Целью данной лабораторной работы является реализация алгоритмов поиска слов в словаре и исследование их трудоемкости.

Задачи данной лабораторной работы:

- 1) описать алгоритм полного перебора;
- 2) описать алгоритм двоичного поиска;
- 3) описать алгоритм поиска слов по сегментам;
- 4) реализовать 3 алгоритма поиска по словарю;
- 5) провести замеры времени работы алгоритмов.

## 1 Аналитический раздел

В данном разделе будут рассмотрены алгоритмы поиска слов в слове.

### 1.1 Алгоритм полного перебора

Алгоритм полного перебора – это алгоритм разрешения математических задач, который можно отнести к классу способов нахождения решения рассмотрением всех возможных вариантов. Полный перебор (или метод «грубой силы», англ. brute force) – метод решения математических задач. Относится к классу методов поиска решения исчерпыванием всевозможных вариантов. Сложность полного перебора зависит от количества всех возможных решений задачи. Если пространство решений очень велико, то полный перебор может не дать результатов в течение нескольких лет или даже столетий.

В данном случае следует перебирать слова в словаре, пока не встретится нужное слово, следовательно, время работы оценивается как  $O(n)$ .

### 1.2 Алгоритм двоичного поиска

Целочисленный двоичный поиск (бинарный поиск) (англ. binary search) – алгоритм поиска объекта по заданному признаку в множестве объектов, упорядоченных по тому же самому признаку, работающий за логарифмическое время.

Принцип двоичный поиска заключается в том, что на каждом шаге множество объектов делится на две части и в работе остаётся та часть множества, где может находиться искомый объект. В зависимости от постановки задачи, процесс может останавливаться, когда получен первый или же последний индекс вхождения элемента. Последнее условие – это левосторонний-/правосторонний двоичный поиск.

### 1.3 Алгоритм поиска по сегментам

Суть данного алгоритма заключается в том, что необходимо разбить словарь на сегменты. Каждый сегмент определяет первую букву слов, которые находятся в нем. Для того, чтобы найти слово в таком словаре необходимо определить сегмент, где может находиться слово, а после произвести поиск в данном сегменте.

## 2 Конструкторский раздел

В данном разделе будут рассмотрены схемы алгоритмов, требования к функциональности ПО, и определены способы тестирования.

### 2.1 Разработка алгоритмов

Ниже будут представлены схемы алгоритмов поиска:

- 1) алгоритм поиска полным перебором (рисунок 2.1);
- 2) алгоритм двоичного поиска (рисунок 2.2);
- 3) алгоритм поиска по сегментам (рисунок 2.3).

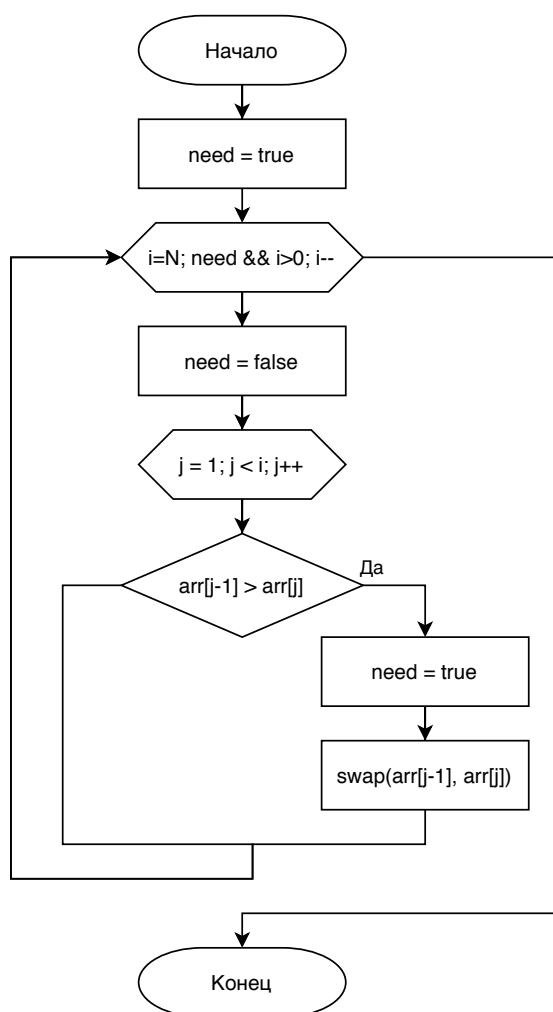


Рисунок 2.1 — Схема алгоритма поиска полным перебором

### 2.2 Требования к функциональности ПО

В данной работе требуется обеспечить следующую минимальную функциональность консольного приложения:

- 1) загрузка словаря из текстового файла;

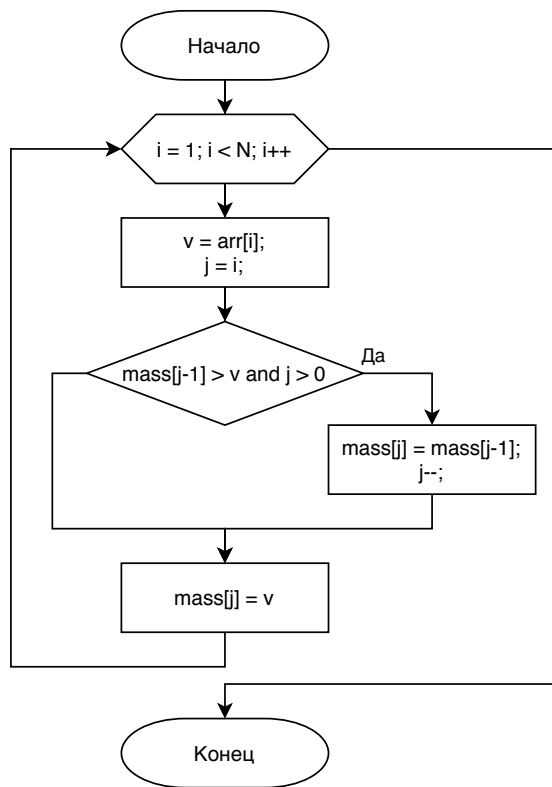


Рисунок 2.2 — Схема алгоритма двоичного поиска

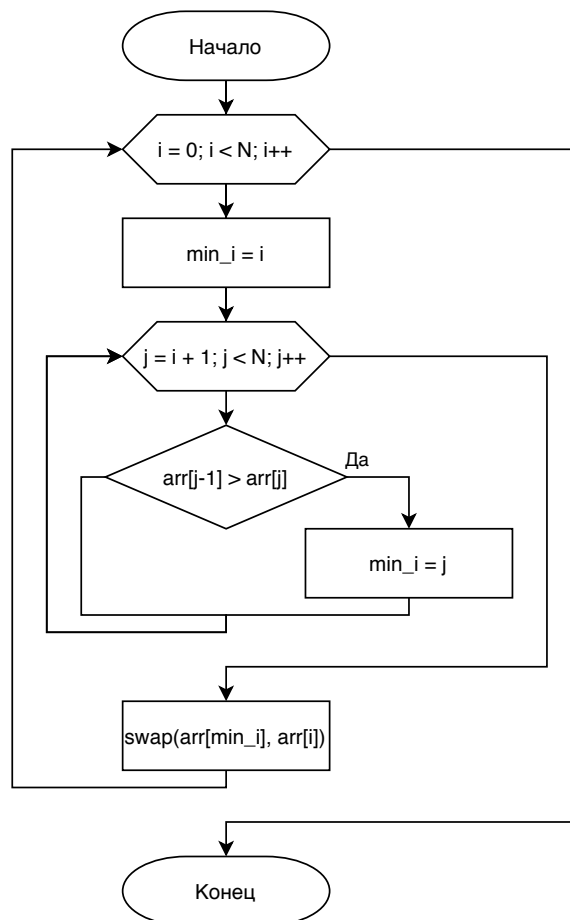


Рисунок 2.3 — Схема алгоритма поиска по сегментам

- 2) вывод замеров времени работы каждого из алгоритмов в текстовый файл.

### **2.3 Тестирование**

Тестирование ПО будет проводиться методом чёрного ящика. Необходимо проверить работу системы на случаях, когда словарь является пустым, содержит один и более элементов.

### 3 Технологический раздел

В данном разделе будут выбраны средства реализации ПО и представлен листинг кода.

#### 3.1 Средства реализации

В данной работе используется язык программирования python [1], так как он позволяет написать программу в относительно малый срок. В качестве среды разработки использовался Jupyter Notebook [2].

Для замера процессорного времени была использована функция `process_time` модуля `time`. [3] Она возвращает значение в долях секунды суммы системного и пользовательского процессорного времени текущего процесса и не включает время, прошедшее во время сна.

#### 3.2 Листинг программы

Ниже представлены листинги кода алгоритмов поиска слова в словаре:

- 1) полным перебором (листинг 3.1);
- 2) бинарным поиском (листинг 3.2);
- 3) поиском по сегментам (листинг 3.3).

Листинг 3.1 — Реализация алгоритма поиска слов в словаре полным перебором

```
1 class BruteForceDictionary:
2     "Словарь с поиском ключа перебором"
3     def __init__(self):
4         self.data = []
5
6     def keys(self):
7         return list(self.__iter__())
8
9     def __getitem__(self, key : str) -> int:
10        i = self.__get_index_key(key)
11        if i > -1:
12            return self.data[i][1]
13        return None
14
15    def __setitem__(self, key: str, value: int):
16        i = self.__get_index_key(key)
17        if i < 0:
18            self.data.append((key, value))
19        else:
20            self.data[i] = (key, value)
21
22    def __contains__(self, key: str):
23        return self.__get_index_key(key) > -1
24
```



```

25     def __iter__(self):
26         return iter(map(lambda pair: pair[0], self.data))
27
28     def __get_index_key(self, key: str) -> int:
29         i = 0
30         for i, pair in enumerate(self.data):
31             if pair[0] == key:
32                 return i
33         return -i - 1

```

Листинг 3.2 — Реализация алгоритма двоичного поиска слова в словаре

```

1  class BinarySearchDictionary:
2      "Словарь с двоичным поиском ключа"
3      def __init__(self):
4          self.data = []
5          self.n = 0
6
7      def keys(self):
8          return list(self.__iter__())
9
10     def __getitem__(self, key : str) -> int:
11         i = self.__get_index_key(key)
12         if i >= 0:
13             return self.data[i][1]
14         return None
15
16     def __setitem__(self, key: str, value: int):
17         i = self.__get_index_key(key)
18         if i < 0:
19             self.data.insert(-i-1, (key, value))
20             self.n += 1
21         else:
22             self.data[i] = (key, value)
23
24     def __contains__(self, key: str):
25         return self.__get_index_key(key) >= 0
26
27     def __iter__(self):
28         return iter(map(lambda pair: pair[0], self.data))
29
30     def __get_index_key(self, key: str) -> int:
31         left = 0
32         right = self.n
33
34         while left < right:
35             mid = (left + right) // 2

```

```

36         if self.data[mid][0] < key:
37             left = mid + 1
38         else:
39             right = mid
40         if left < self.n and self.data[left][0] == key:
41             return left
42         else:
43             return -left - 1

```

Листинг 3.3 — Реализация алгоритма поиска слова в словаре по сегментам

```

1  class SegmentSearchDictionary:
2      "Словарь с поиском ключа по сегментам"
3      def __init__(self):
4          self.segments = BruteForceDictionary()
5
6      def sort_segments(self, chars):
7          def cmp(key):
8              i = 0
9              for i, char in enumerate(chars):
10                 if char == key[0]:
11                     return i
12             return i + 1
13
14         self.segments.data.sort(key=cmp)
15
16     def __getitem__(self, key : str) -> str:
17         segment = self.segments[key[0]]
18         if segment:
19             return segment[key]
20         return None
21
22     def __setitem__(self, key: str, value: str):
23         segment = self.segments[key[0]]
24
25         if not segment:
26             segment = BinarySearchDictionary()
27             self.segments[key[0]] = segment
28         segment[key] = value
29
30     def __contains__(self, key: str):
31         seg = self.segments[key[0]]
32         if seg:
33             return seg[key]
34         else:
35             return False
36

```

```

37     def keys(self):
38         keys = []
39         for key in self.segments:
40             keys += self.segments[key].keys()
41         return keys
42
43     def __iter__(self):
44         iter(self.keys())

```

### 3.3 Тестирование

В таблице 3.1 отображён возможный набор тестов для тестирования методом чёрного ящика, результаты которого, представленные на рисунке 3.1, подтверждают прохождение программы перечисленных тестов.

Таблица 3.1 — Тесты для проверки корректности программы

Словарь	Слово	Ожидаемый результат
{ }	1	Не найдено
{'1': 2}	1	2
{'2': 1, '1': 2}	1	2
{'2': 1, '1': 2}	3	Не найдено

```

bruteForceDictionary = { } word: 1 value: Не найдено
binarySearchDictionary = { } word: 1 value: Не найдено
segmentSearchDictionary = { } word: 1 value: Не найдено

bruteForceDictionary = {'1': 2 } word: 1 value: 2
binarySearchDictionary = {'1': 2 } word: 1 value: 2
segmentSearchDictionary = {'1': 2 } word: 1 value: 2

bruteForceDictionary = {'2':1, '1': 2 } word: 1 value: 2
binarySearchDictionary = {'2':1, '1': 2 } word: 1 value: 2
segmentSearchDictionary = {'2':1, '1': 2 } word: 1 value: 2

bruteForceDictionary = {'2':1, '1': 2 } word: 3 value: Не найдено
binarySearchDictionary = {'2':1, '1': 2 } word: 3 value: Не найдено
segmentSearchDictionary = {'2':1, '1': 2 } word: 3 value: Не найдено

```

Рисунок 3.1 — Результаты тестирования алгоритмов.

## 4 Экспериментальный раздел

В данном разделе будут проведены эксперименты для проведения сравнительного анализа трёх алгоритмов по затрачиваемому процессорному времени в зависимости от индекса слова в словаре. Тестирование проводилось на сервере под управлением Ubuntu Linux (64-bit) с 1 Гб оперативной памяти.

### 4.1 Сравнительный анализ на основе замеров времени работы алгоритмов

В рамках данного проекта были проведёны эксперименты по замеру времени работы алгоритмов поиска слова в словаре:

- 1) полным перебором (график 4.1);
- 2) двоичным поиском (график 4.2);
- 3) поиском по сегментам (график 4.3).

В качестве словаря используется толковый словарь В. Даля Изд. "Цитадель г. Москва, 1998 г. Всего в нём 2264828 слов, из которых 368274 являются уникальными. Тестирование проводилось на уникальных словах с добавлением несуществующего.

### 4.2 Статистический анализ замеров

По графику 4.1 видно, что преимущественно время поиска линейно, но возможны случайные увеличения времени поиска в связи с выполнением сервером других процессов. В худших случаях алгоритму требуется 42 секунды на поиск последнего из 368274 слов или же несуществующего.

На рисунке 4.4 приведён график плотности распределения времени поиска слова в словаре. В среднем бинарному поиску требуется 0.03577 секунд со среднеквадратичным отклонением в 0.02748 секунд. В то время как алгоритму поиска по сегментам необходимо 0.03097 со среднеквадратичным отклонением в 0.0194 секунд. Такой малый разброс значений вызван распределением слов по первым буквам в словаре по сегментам (график 4.5). Из-за этого время поиска остаётся примерно одинаковым.

### 4.3 Вывод

В ходе экспериментов по замеру времени работы было установлено, что самым эффективным и стабильным является поиск по сегментам. Самым долгим является алгоритм полного перебора. Его время возрастает каждый раз из-за того, что слова находятся дальше в словаре, а каждый раз поиск начинается с самого начала. По графикам алгоритма бинарного поиска и поиска по сегментам можно увидеть нормальное распределение времени поиска слова в словаре. На данных тестовых данных

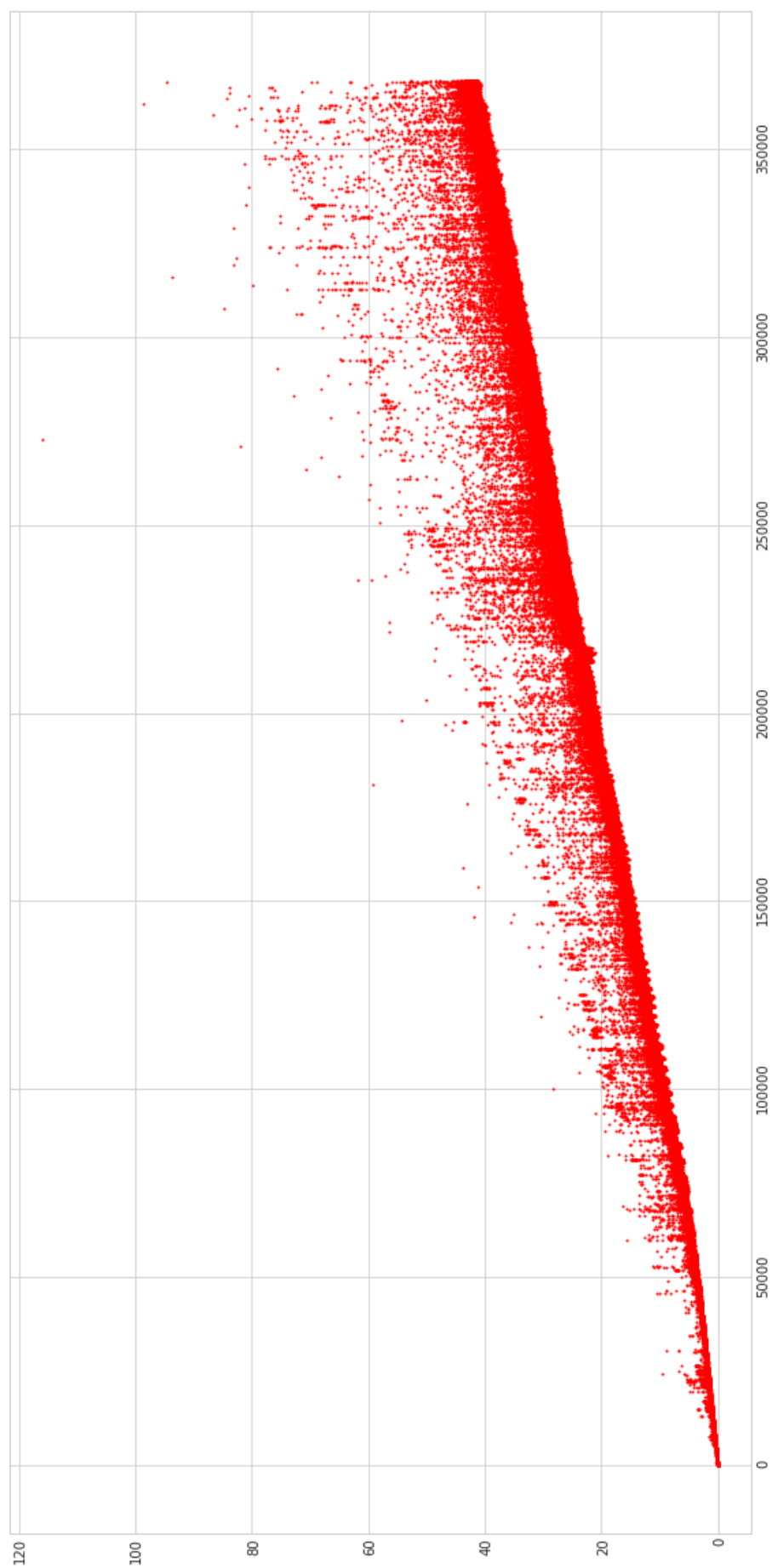


Рисунок 4.1 — Время поиска слова в словаре полным перебором



Рисунок 4.2 — Время двоичного поиска слова в словаре

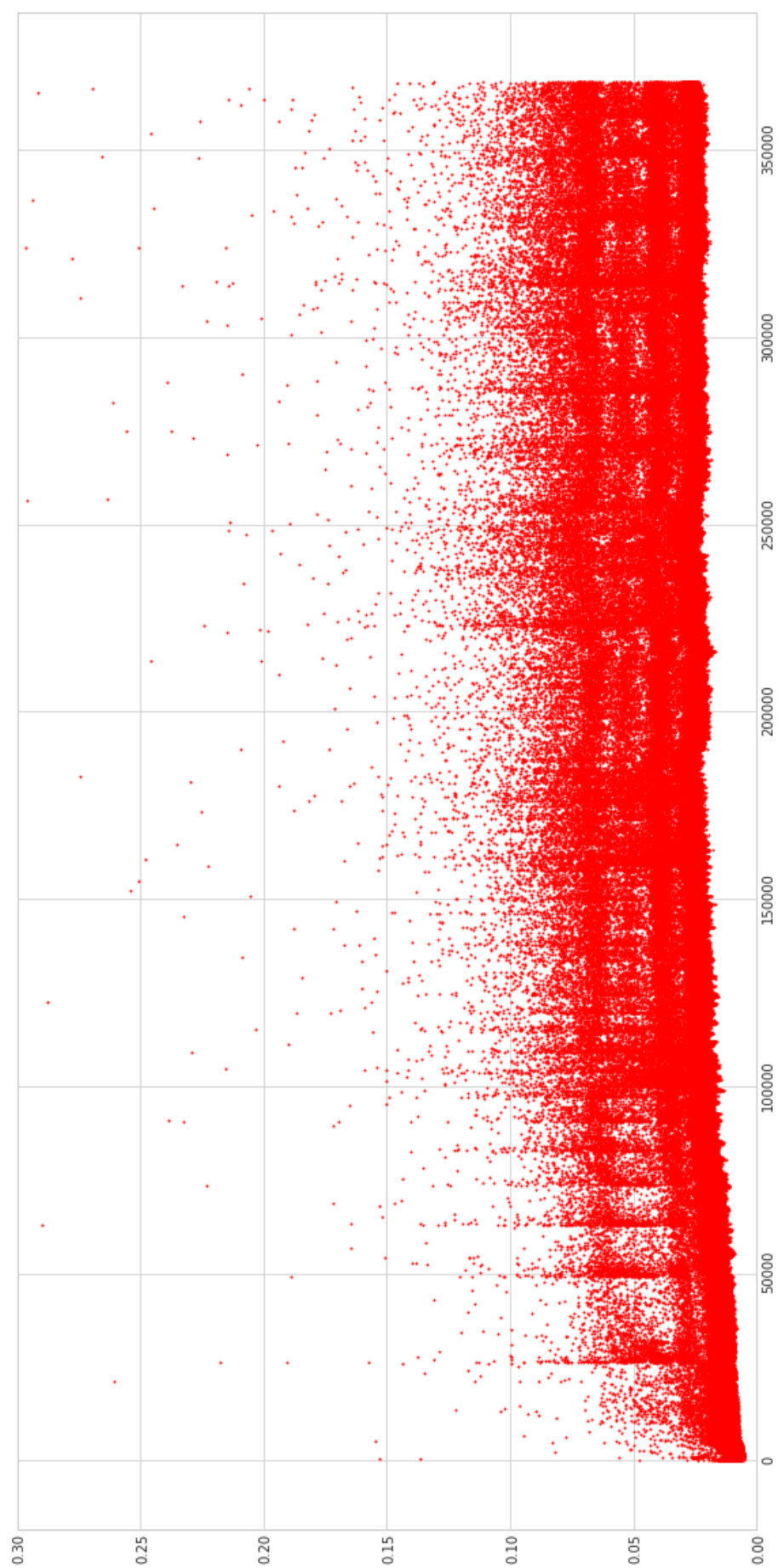


Рисунок 4.3 — Время поиска слова по сегментам в словаре

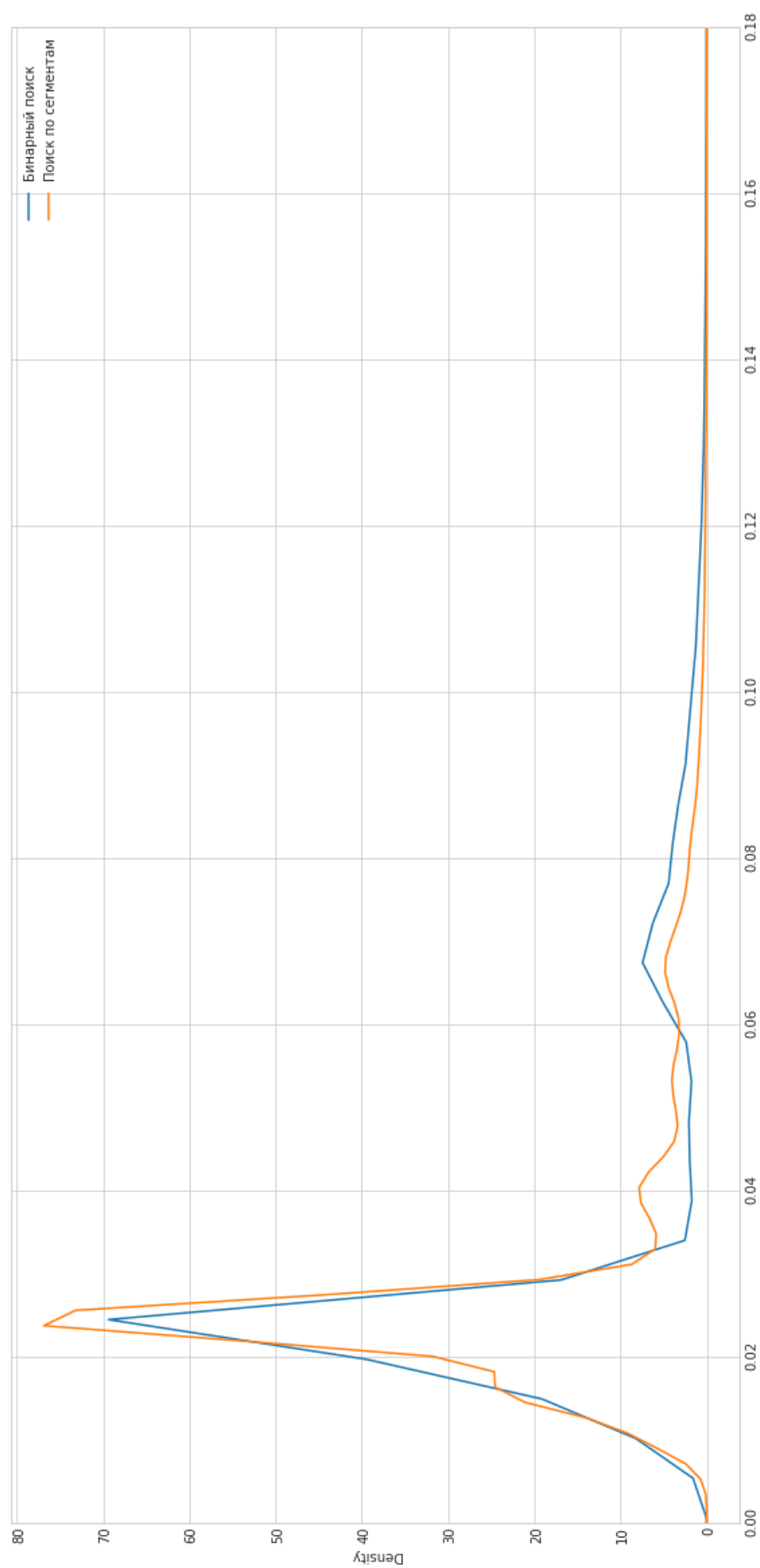


Рисунок 4.4 — Плотности распределения времени поиска слова в словаре



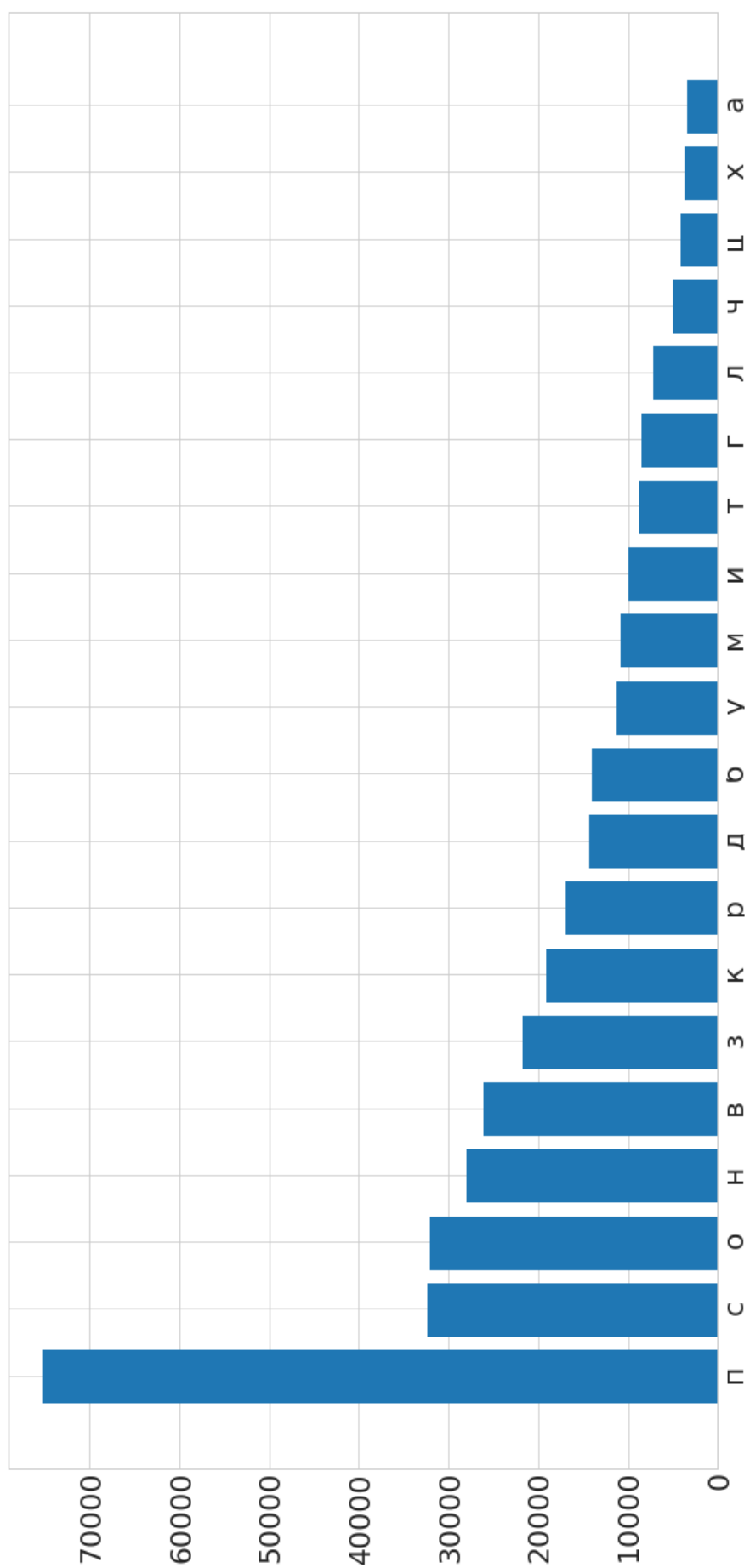


Рисунок 4.5 — Распределение первых 20ти букв слов в словаре по сегментам

## Заключение

В ходе выполнения данной лабораторной работы были изучены три алгоритмы поиска по словарю. Были описаны все алгоритмы и реализованы. Также были изучены способы организации слов в словарях:

- 1) неотсортированный формат;
- 2) отсортированный формат;
- 3) неотсортированными сегментами с отсортированными словами.

В ходе экспериментов по замеру времени работы по толковому словарю В. Даля с 368274 уникальными словами было установлено, что в худших случаях алгоритму полного перебора требуется 42 секунды на поиск последнего слова или же несуществующего, что очень долго. Среднее время бинарного поиска и поиска по сегментам примерно совпадает, но распределение первых букв в данном словаре позволило улучшить среднее время поиска приблизительно в два раза.

## Список использованных источников

1. Python. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.python.org/>, (дата обращения: 01.10.2020).
2. *Notebook, Jupyter*. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://jupyter.org/>, (дата обращения: 01.10.2020).
3. Process time. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://docs-python.ru/standart-library/modul-time-python/funktsija-process-time-modulja-time](https://docs.python.ru/standart-library/modul-time-python/funktsija-process-time-modulja-time), (дата обращения: 01.10.2020).