Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Институт информационных технологий

Факультет компьютерных технологий

Кафедра информационных систем и технологий

Дисциплина: Основы алгоритмизации и программирования (ОАиП)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе

на тему

«АНАЛИЗ АЛГОРИТМА БИНАРНОГО ПОИСКА»

Студент:

гр. 381574 Жгуновский О.Б.

Руководитель:

ассистент кафедры ИСиТ ИИТ БГУИР Потоцкий Д.С.

Минск 2024

Оглавление

[Введение 3](#_Toc159068080)

[1. Моделирование программного продукта 5](#_Toc159068081)

[2. Проектирование программного продукта 6](#_Toc159068082)

[3. Оценка работы (тестирование) программного средства и анализ результатов 7](#_Toc159068083)

[Выводы 8](#_Toc159068084)

[Список используемой литературы 9](#_Toc159068085)

[Приложение А 10](#_Toc159068086)

# Введение

Бинарный поиск является одним из наиболее эффективных алгоритмов поиска в упорядоченном массиве данных. Этот метод, основанный на принципе деления пополам, широко применяется в различных областях информатики и программирования, где требуется быстрый поиск элементов в больших объемах данных.

Цель данной курсовой работы заключается в анализе алгоритма бинарного поиска, его моделировании, проектировании, а также оценке работы программного средства, реализующего данный алгоритм на языке программирования C#. В ходе работы будут рассмотрены основные принципы функционирования алгоритма, его преимущества и недостатки, а также проведено тестирование разработанного программного продукта с последующим анализом полученных результатов.

Задачами курсовой работы являются:

* Рассмотреть принципы работы алгоритма бинарного поиска;
* Реализация алгоритма бинарного поиска на языке программирования C#;
* Тестирование реализованного алгоритма;
* Понять суть работы алгоритма бинарного поиска.

Особое внимание будет уделено оценке работы программного средства и анализу результатов. Это включает в себя тестирование программы на различных наборах данных и анализ времени выполнения.

В конечном итоге, данная работа поможет получить глубокое понимание принципов работы алгоритма бинарного поиска, его применимости и эффективности, а также обеспечит практические навыки реализации и использования данного алгоритма для решения различных задач в области программирования и информационных технологий.

# Моделирование программного продукта

Алгоритм бинарного поиска — эффективный метод поиска элемента в отсортированном массиве данных. Данный алгоритм работает путём деления массива пополам, и последующего сравнения искомого значения с элементом в середине массива. Если значение совпадает с искомым — алгоритм завершается. Если же нет — алгоритм, путём сравнения искомого значения со значениями по бокам центрального элемента массива, определяет, в какой половине массива содержится искомое значение, и повторяет вышеописанные действия до тех пор, пока искомый элемент не будет найден или не останется больше элементов для проверки.

Если описывать алгоритм по шагам, это можно сделать следующим образом:

1. Получаем массив данных;
2. Сортируем массив данных;
3. Определяем левую и правую границы поиска;
4. Находим средний элемент, между границами поиска;
5. Сравниваем средний элемент с искомым значением;
6. Если искомое равно среднему элементу, заканчиваем поиск;
7. Если искомое больше среднего элемента, устанавливаем левую границу на значение среднего элемента;
8. Если искомое меньше среднего элемента, устанавливаем правую границу на значение среднего элемента;
9. Повторяем пункты 4-8 до тех пор, пока значение среднего элемента не будет совпадать с искомым (что отражено в пункте 6), либо же, когда левая граница становится больше правой (это означает, что элемент не найден в массиве);
10. Возвращаем результат.

Блок-схема алгоритма бинарного поиска, представлена на рисунке 1.1:

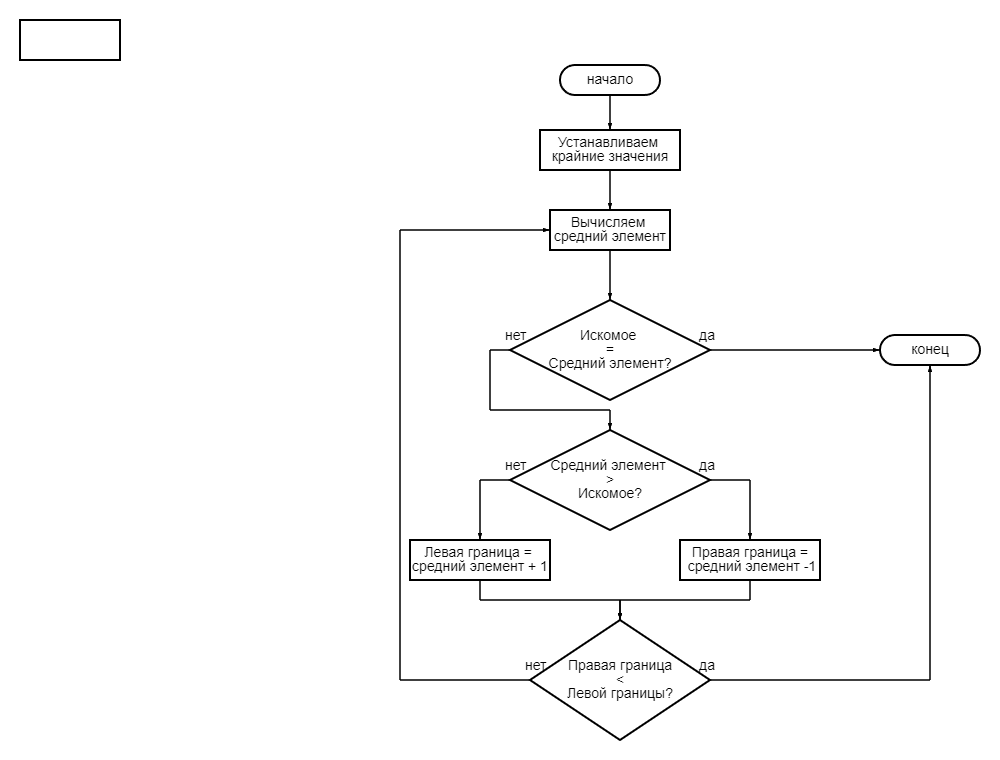


Рисунок 1.1 – блок-схема алгоритма бинарного поиска

Важной особенностью данного алгоритма является то, что он требует отсортированный массив. Соответственно, без выполнения данного условия, работать он вообще не будет.

Алгоритм обладает сложностью O(log n) в худшем и среднем случаях[1], где n — количество элементов в массиве. Что делает данный алгоритм, одним из самых эффективных при работе с большими объемами данных (если они, разумеется, отсортированы).

Данный алгоритм относительно прост в реализации, и тратит мало памяти — O(1).

Для того, чтобы можно было провести анализа, необходимо выбрать другой алгоритм поиска. И мною был выбран алгоритм линейного поиска.

Линейный поиск — это простой алгоритм поиска элемента в списке, массиве или последовательности. Работает он, путем последовательного перебора каждого элемента в структуре данных, и сравнения его с целевым значением. Если элемент совпадает с целевым значением, то алгоритм возвращает его позицию, если нет - продолжает. Эффективность сильно зависит от размера списка: время выполнения линейного поиска пропорционально количеству элементов в списке. Иными словами, его сложность будет составлять О(n)[2].

Стоит отметить, что, он гораздо проще в реализации нежели бинарный поиск, и тратит тоже минимум памяти — O(1).

Так же, стоит отметить, что в отличии от алгоритма поиска, нет необходимости получать отсортированный массив. Однако, так как проверки теряют всякий смысл при разных входных данных, мы будем проводить поиск в отсортированном массиве.

Тип данных следует использовать тот же, что и для алгоритма бинарного поиска. По тем же причинам, а так же, для корректности результатов самого теста

Если описывать его по шагам, то выйдет следующее:

1. Получаем массив данных;
2. Сортируем массив данных;
3. Ставим счётчик в i = 0;
4. Проверяем, чтобы элемент массива с индексом i, был равен искомому числу;
5. Если элемент массива с индексом i равен искомому числу, завершаем алгоритм и выводим результат;
6. Если элемент массива с индексом i не равен искомому числу, то убеждаемся, что мы не дошли до конца массива, и увеличиваем значение i на 1, после чего, возвращаемся к шагу 4;
7. Если же мы дошли до конца массива, то возвращаем информацию о том, что искомого элемента нету в массиве.

Блок-схема алгоритма линейного поиска представлена на рисунке 1.2:

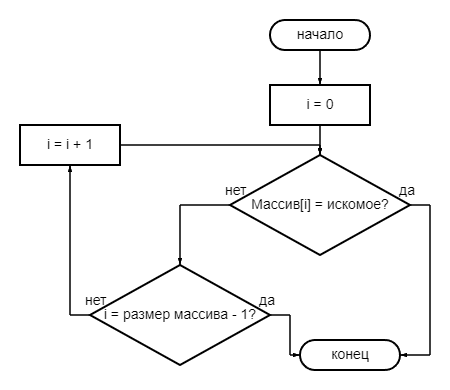


Рисунок 1.2 – блок-схема алгоритма линейного поиска

# Программная реализация

Для выполнения алгоритмов, программа должна получить следующие данные:

* Отсортированные массивы;
* Значения, которое необходимо найти.

А так же, если значение, которое необходимо найти в массиве отсутствует, то алгоритм должен это указать после своего выполнения.

Так как бинарный поиск может показать свою результативность только на больших массивах, и так как для получения каких-либо результатов, которые имеют значение требуется большой набор данных, предоставлять пользователю ручной ввод массивов просто отсутствует. А значит, стоит предоставить пользователю возможность выбрать размер массивов, и искомые значения.

Заходя дальше, стоит отметить тот факт, что реальной необходимости рандомизировать значения в массивах – нету. А значит, стоит заполнить массив числами от 1 до n, где n – номер ячейки массива, увеличенный на один.

Так как «сила» бинарного поиска в поиске по большим отсортированным массивам, а линейного – в маленьких и неотсортированных, стоит сделать массивы разной длины. Таким образом, будет создаваться набор массивов, с увеличивающимся размером от 100, до размера, который ввёл пользователь. Шаг будет составлять 100 позиций.

Так же, стоит пользователю дать возможность выбрать массив чисел для поиска, а не просто одно число.

После отработки алгоритма, необходимо показать пользователю минимальное, максимальное и среднее время для каждого алгоритма.

Для разработки был выбран объектно-ориентированный язык программирования C#[3], который имеет довольно много преимуществ, но главным и критическим для меня, является его удобный синтаксис, стабильная работа и соответствие требования технического задания.

В качестве среды разработки будет использоваться Microsoft Visual Studio. Причина выбора кроется в том, что данная IDE является самой удобной и «правильной» средой разработки на языке программирования C#[4], из мне известных.

Для реализации данного алгоритма, мною было выбран тип данных «массив» (array). Это наиболее простой в плане понимания тип данных, включённый в стандартную библиотеку C#. Он обеспечивает прямой доступ к элементам по индексу, что делает его подходящим для реализации бинарного поиска. Массивы имеют фиксированную длину, которая задаётся при их инициализации. Однако, этого достаточно для реализации данного алгоритма. Тем более, что новых элементов добавлять во время исполнения мною не планируется.

В данном проекте используется 2 пространства имён: System и System.Diagnostics.

System даёт нам возможность использовать важнейший для консольного приложения объект –Console. Естественно, в данное пространство имён входят и другие объекты, такие как[5]:

* Threading – для работы с потоками;
* Text – для работы с текстом;
* IO – для работы с файловой системой;
* Math – для выполнения математический операций.

Но в данном проекте используется они не используются.

System.Diagnostics предоставляет инструменты для отладки программного кода. Как и в случае System, мы не используем все возможности данного пространства имён. И не смотря на то, что данное пространство имён предоставляет, например, следующие классы[6]:

* Process – для работы с процессами;
* PerformanceCounter – для получения статистики о производительности системы;
* EventLog – для работы с журналом событий ОС Windows;
* Debug и Trace – для вывода отладочной информации во время исполнения приложения;
* TraceListener – для перенаправления вывода отладочной информации.

Нам необходим только Stopwatch, для замера производительности. Выбор Stopwatch в качестве таймера обоснован его высокой точностью, а так же, целью существования инструмента. То бишь, не вижу смысла изгаляться и использовать функционал непредназначенный для чего-то, если есть что-то, что полностью соответствует требованиям.

В коде мною было реализовано несколько классов, на которые необходимо обратить внимание, а так же, разобрать их.

Класс Program, содержит точку входа и 3 функции.

Функция Init, предназначена для инициализации массива, в котором происходит поиск, и его заполнения. Делает она это с помощью класса JaggedArray, речь о котором пойдёт ниже.

Функция SelectSearchableValues, предназначена для инициализации массива, который содержит данные, которые алгоритм будет искать во время тестов.

И функция StartBenchmark, запускает сами алгоритмы поиска, а так же, выводит результаты. Делает она это с помощью класса Benchmark.

JaggedArray представляет из себя класс, который ответственен за создание и наполнение массива.

В конструкторе происходит оповещение о создании массива, вывод его содержимого, если количество элементов меньше 100, и вызов методов для его создания.

ValidateSize предназначен для определения размеров самого большого массива, а так же, для ограничения размера в 700000 ячеек. Сделано это по той причине, что во время теста обнаруживалось, что значения больше, вызывают переполнение оперативной памяти, в результате чего – персональный компьютер намертво зависает.

ArraysAmount, считает количество массивов, которые нужно создать.

FillArray делает именно то, что указано в его названии – заполняет массивы числами начиная с единицы, и увеличивая значение на один.

А функция Print, предназначена для вывод в консоль содержимого массива в случае, если его размер меньше 100.

Цель класса ConsoleManipulator. – выводить в консоль сообщения в цветном виде. То бишь, он предназначен для подсветки текста в определённых отладочных сообщениях.

Так, методы ShowPositiveMessage, ShowInfoMessage и ShowNegativeMessage, выводят сообщения с зелёным, синим и красным шрифтом соответственно. А метод ShowMessage – вызывается предыдущими методами, выводит сообщение, и ставит стандартный цвет.

Особняком стоит метод CLSAfterKeydown. Он предназначен для вывода сообщения «Нажмите кнопку чтобы продолжить...», и очистки окна консоли после, соответственно, нажатия любой кнопки.

Класс Search предназначен для запроса и хранения искомых данных в виде массива, и предоставляет методы по поиску.

Метод getSearchValues является эдаким интерфейсом для запроса искомых значений вне данного класса.

Метод setSearchValuesViaString, позволяет преобразовать введённую пользователем строку, в массив искомых значений. После чего, вывести отладочную информацию.

Для вывода в консоль значений, по которым будет производиться поиск, используется метод Print.

Бинарный поиск реализует метод FindElPositionViaBinarySearch, а линейный – FindElPositionViaBinarySearch. В случае удачи, данные методы возвращают индекс элемента, иначе они возвращают -1.

Остался объективно самый большой класс – Benchmark. Мало того что он содержит большое количество приватных полей, так ещё и кучу методов.

Метод Start, используется для входа в данный класс, и он производит замеры времени исполнения линейного и бинарного поиска, путём вызова других классов.

Методы TestLinear и TestBinar вызывают соответственно линейный и бинарный поиск, а так же, записывают время, затраченное на исполнение поиска.

Метод PrintResults используется для выводов результатов. Сначала для каждого промежутка (массива), а после считает выводит среднее время и максимальные минимальные значения затраченного времени.

Метод PerformansePrint позволяет выводить результаты в более красивом виде.

Метод SetExtremes проверяет затраченное время, и устанавливает его в качестве максимального или минимального.

Метод CountAverage считает среднее время для каждого из алгоритмов поиска.

# Тестирование

Данный раздел позволяет убедиться в корректной работе программы в различных сценариях её использования. Тестирование программы для определения скорости работы алгоритма бинарного поиска, и сравнения результатов оного со скоростью работы алгоритма линейного поиска.

Так окно консоли очищается после каждого этапа, первый тест будет расписан полностью, а в остальных – будут опущены все окна кроме последнего.

Первый тест. Размер 1, искомое 1.

При вводе 1, выводит созданный массив. Что видно на рисунке 3.1:



Рисунок 3.1 – ввод единицы в размерах

После нажатия кнопки, открывается окно, изображённое на рисунке 3.2:

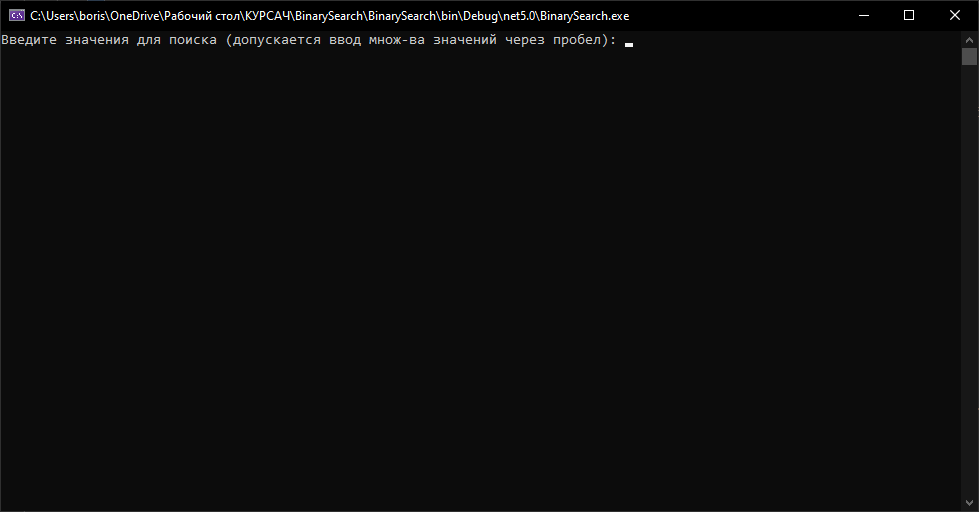


Рисунок 3.2 – окно запроса ввода значений для поиска

Вводим «1». Результат ввода продемонстрирован на рисунке 3.3:

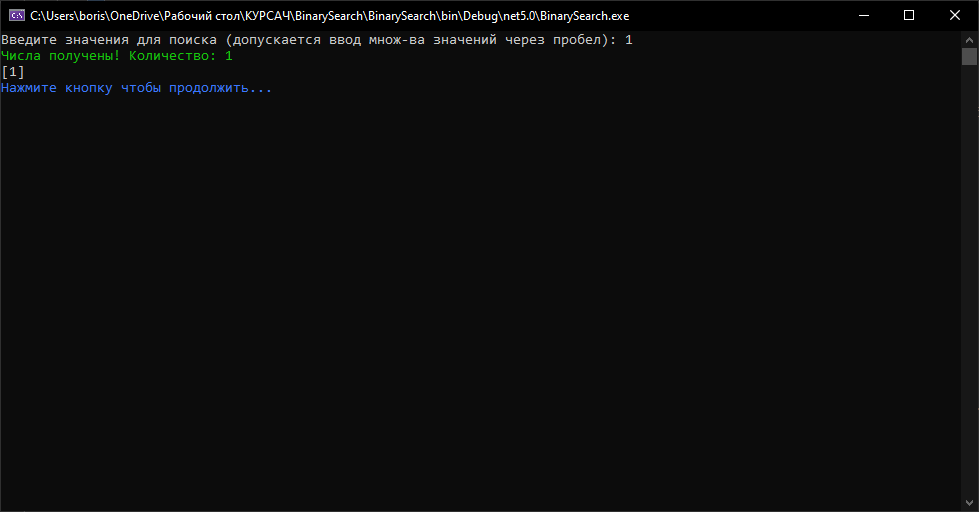


Рисунок 3.3 – результат ввода числа «1»

Результат можно увидеть на рисунке 3.3:

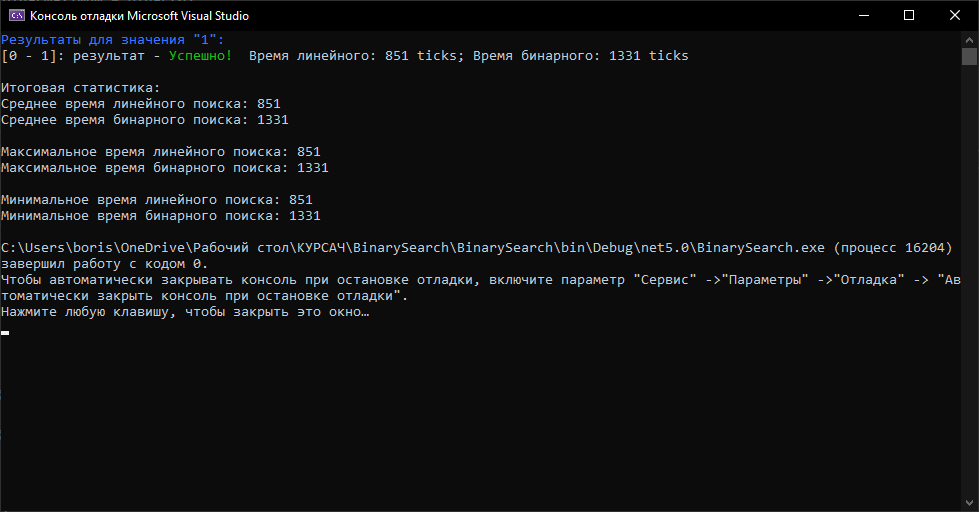


Рисунок 3.3 – результат поиска «1» в массиве размера «1»

Второй тест: размер стандартный в текущей программе, иными словами – 100. Искомое – 1. Результат виден на рисунке 3.4:

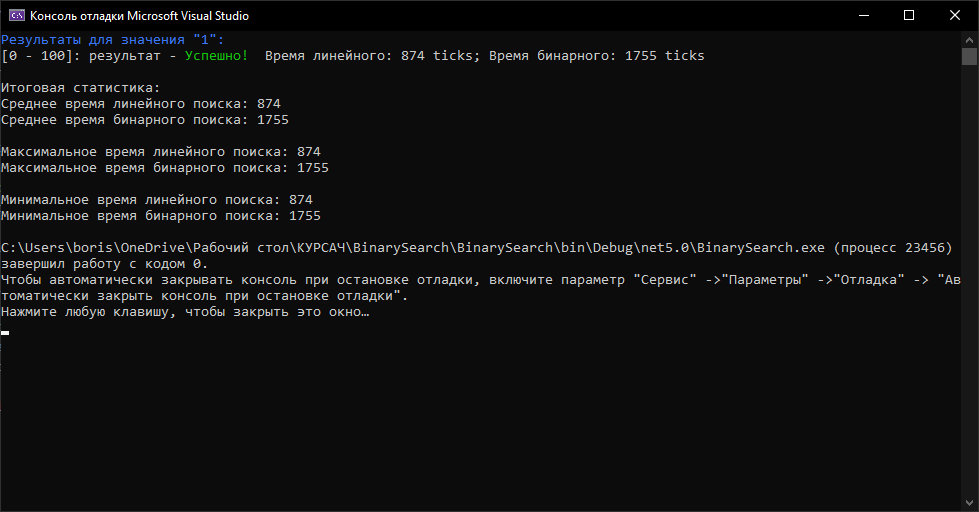


Рисунок 3.4 – результат поиска «1» в массиве размера «100»

Третий тест: размер стандартный, иными словами – 100. Искомое – 100. Результат можно увидеть на рисунке 3.5:

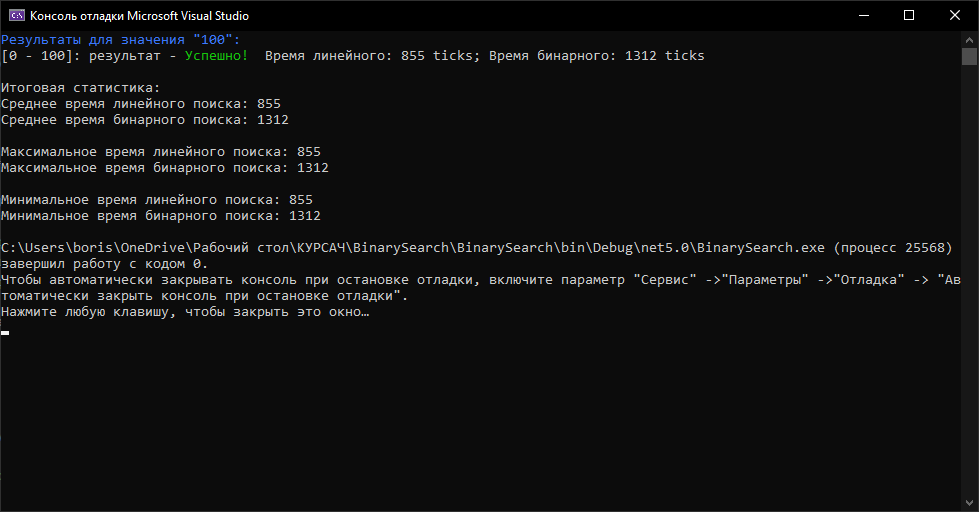


Рисунок 3.5 – результат поиска «100» в массиве размера «100»

Четвёртый тест: размер стандартный, иными словами – 100. Искомое – 101. Целью данного теста является получение информации об обработки ситуации, когда результат нельзя обнаружить. Результат можно увидеть на рисунке 3.6:

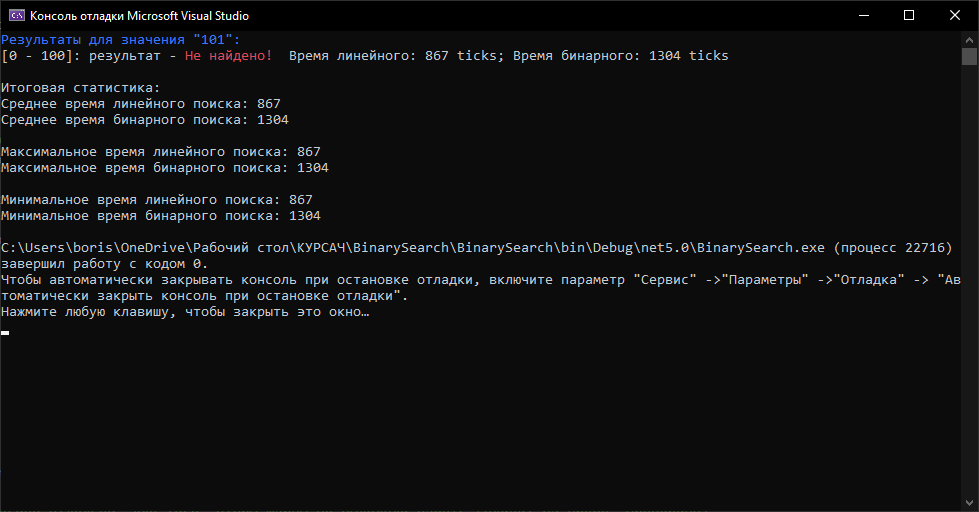


Рисунок 3.6 – результат поиска «101» в массиве размера «100»

Пятый тест: целью теста является проверка максимального размера массива. Размер выставляем максимальный, иными словами – 700000. Ищем 1. Результат можно увидеть на рисунке 3.7:

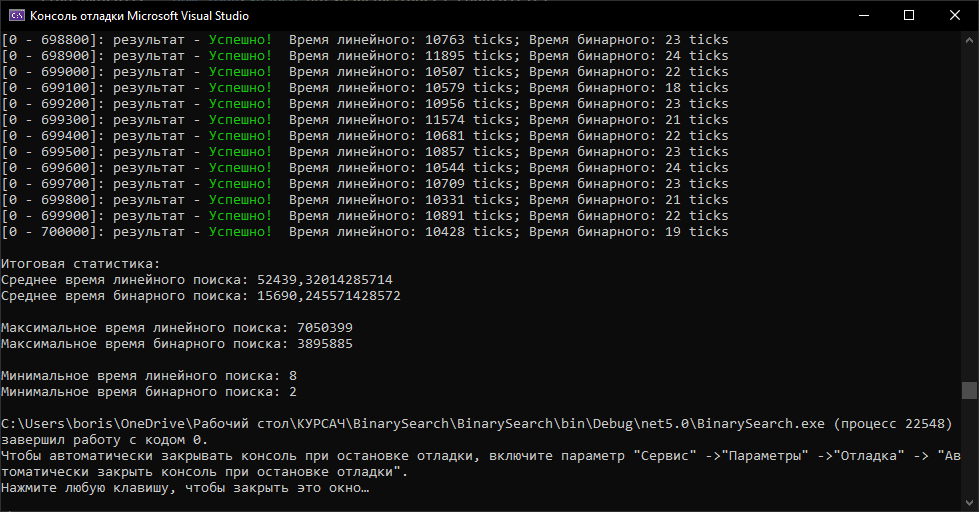


Рисунок 3.7 – результат поиска «1» в массиве размера «700000»

Шестой тест. Выставляем размер в 500000, ищем массив из 15, 1, 35, 1234, 123434444. Результат виден на рисунке 3.8:

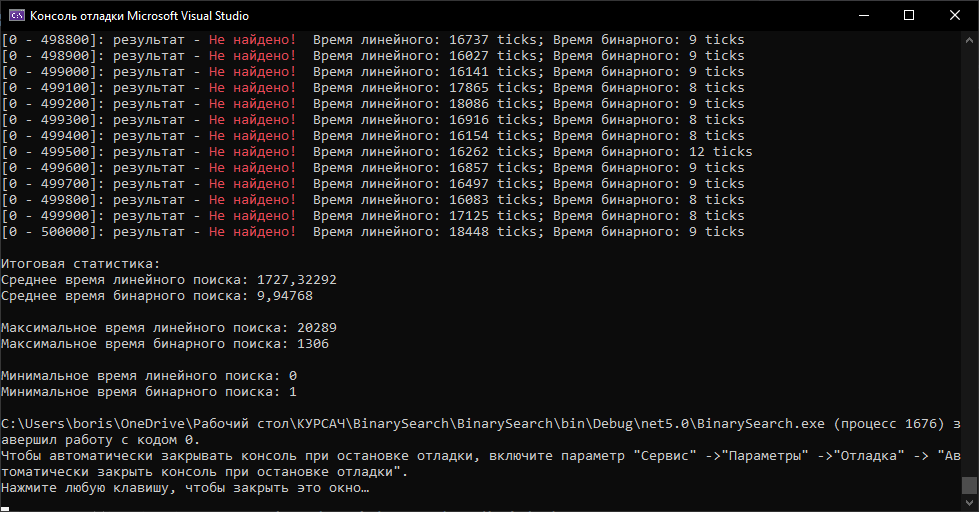


Рисунок 3.8 – результат поиска «15, 1, 35, 1234, 123434444» в массиве размера «700000»

# Выводы

# Список используемой литературы

[1] Бинарный поиск. [Электронный ресурс]. - 2024. - Режим доступа: https://blog.skillfactory.ru/glossary/binarnyj-poisk/

[2] Какая временная сложность поиска в обычном массиве. [Электронный ресурс]. - 2024. - Режим доступа: https://uchet-jkh.ru/i/kakaya-vremennaya-sloznost-poiska-v-obycnom-massive/#:~:text=Сложность%20алгоритма%20линейного%20поиска%20составляет,является%20его%20простота%20и%20универсальность.

[3] Краткий обзор языка C#. [Электронный ресурс]. - 2024. - Режим доступа: https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/tour-of-csharp/

[4] Лучшие IDE для разработки на C# [Электронный ресурс]. - 2024. - Режим доступа: https://gb.ru/blog/luchshie-ide-dlya-razrabotki-na-c/

[5] System Пространство имен. [Электронный ресурс]. - 2024. - Режим доступа: https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system?view=net-8.0

[6] System.Diagnostics Пространство имен. [Электронный ресурс]. - 2024. - Режим доступа: https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.diagnostics?view=net-8.0

# Приложение А