



Задания заключительного этапа
Всероссийской олимпиады студентов «Я – профессионал»
по направлению «**Программирование и информационные технологии**»

Категория участия «Магистратура/специалитет»

Задание 1, 13 баллов

Чук и Гек немного расстроились, когда поняли, что им не удалось распараллелить "пузырек", однако не бросили изучать многопоточное программирование. В книге Дональда Кнута они нашли алгоритм сортировки "Чет-Нечет". Реализовав его (см. листинг), они также решили распараллелить циклы по разным потокам, используя пул.

```
IntArray oddEvenSort(IntArray array) {

    int length = array.length;

    for(int j = 0; j < length; ++j) { // 1
        if(j % 2 == 0) {
            for (int i = 1; i < length - 1; i += 2) { // 2
                if (array[i] > array[i + 1]) {
                    swap(array[i], array[i + 1]);
                }
            }
        }

        if(j % 2 == 1) {
            for (int i = 0; i < length - 1; i += 2) { // 3
                if (array[i] > array[i + 1]) {
                    swap(array[i], array[i + 1]);
                }
            }
        }
    }
}
```



```
    }  
  }  
}  
  
return array;  
}
```

Чук решил выбрать первый (внешний) цикл для распараллеливания, Гек - второй и третий (внутренние). Ребята провели множество испытаний, запуская свой код на пуле из 2 и более потоков для сортировки больших целочисленных массивов длиной не менее 1 миллиона элементов (потоки последовательно извлекают задания из синхронной очереди). Обрадовавшись своим результатам, они поделились ими с отцом.

Какое утверждение из перечисленных ниже является верным относительно правильности результата?

- Оба брата всегда получают корректно отсортированный массив, но производительность у Чука выше
- Оба брата всегда получают корректно отсортированный массив, но производительность у Гека выше
- Оба брата всегда получают корректно отсортированный массив, производительность одинаковая
- Чук всегда получает правильный ответ, а Гек не всегда
- Гек всегда получает правильный ответ, а Чук не всегда
- Оба брата не всегда получают правильные ответы

Ответ: Гек всегда получает правильный ответ, а Чук не всегда

Задание 2, 8 баллов

Компания занимается производством и продажей товаров. Для ведения текущего учета продаж существует информационная система, в которой учитываются основные данные, необходимые для существования компании. Полное описание данных не представляет интереса, опишем часть данных для типичной ситуации – те данные и атрибуты в базе данных, которые важны в данной задаче.



Каждый покупатель имеет карту лояльности с индивидуальным номером (LoyaltyCardNumber, здесь и далее атрибуты будут писаться без пробелов, на английском языке). Покупатель также имеет имя покупателя (BuyerName). Каждый товар имеет уникальный артикул (ProductCode), цену (ProductPrice), название (ProductName). Цена товара может меняться с течением времени по решению отдела продаж. Отдел продаж может предложить покупателю индивидуальную цену на товар (SpecialPrice). При продаже учитывается количество проданного товара (OrderQuantity) и уникальный номер чека, на который был продан товар (OrderNumder).

У компании есть хранилище данных, реализованное по схеме «звезда» (star schema) по методологии Ральфа Кимбалла (Ralph Kimball), известной как dimensional modeling. В хранилище есть таблица фактов (fact table), предназначенная для хранения информации о продаже товара.

Какие неключевые атрибуты из перечисленных выше попадут в таблицу?

- LoyaltyCardNumber
- BuyerName
- ProductCode
- ProductPrice
- ProductName
- SpecialPrice
- OrderQuantity
- OrderNumder

Ответ: ProductPrice, SpecialPrice, OrderQuantity

Задание 3, 9 баллов

Расстояние Левенштейна – это минимальное количество операций

- 1 вставки одного символа,
 - 2 удаления одного символа,
 - 3 замены одного символа на другой,
- необходимых для перевода одной строки в другую.



Алгоритм вычисления расстояния Левенштейна.

1. Пусть $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$ и $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ две строки (длиной m и n) соответственно.
2. Обозначим расстояние Левенштейна между префиксом строки S длины i , $S_i = \{s_1, \dots, s_i\}$ и префиксом строки T длины j , $T_j = \{t_1, \dots, t_j\}$ как $D(i, j)$. Нужно вычислить элемент матрицы $D(m, n)$.

- 3 Инициализация матрицы расстояний D :

$$D(i, 0) = i, i \geq 0, D(0, j) = j, j \geq 0$$

- 4 В цикле по i, j заполняем матрицу расстояний D , используя одну из следующих операций, которая дает минимальное значение $D(i, j)$:

- a. Удаление символа s_i : $D(i, j) = D(i - 1, j) + 1$ (1).

- b. Вставка символа t_j : $D(i, j) = D(i, j - 1) + 1$ (2).

- c. Замена символа s_i на символ t_j :

$$D(i, j) = \begin{cases} D(i - 1, j - 1) + 1, & \text{если } s_i \neq t_j, \\ D(i - 1, j - 1), & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3).$$

- 5 Расстояние между строками S и T есть элемент матрицы $D(m, n)$.

Назовем операцию «**оптимальной**», если значение $D(i, j)$, вычисляемое по одной из трех формул (1) - (3) строго меньше, чем при выполнении двух других операций.

Например, при удалении символа $D(i, j) = 4$, при вставке символа $D(i, j) = 5$, а при замене $D(i, j) = 6$. Тогда операция удаления символа будет оптимальной. Если же по крайней мере две операции дают минимальное значение $D(i, j)$, то операции оптимальными не считаются.

Заданы пары строк:

- 1) АБОНЕМЕНТ и ВЕТЕРИНАР,
- 2) ПРОИЗВЕДЕНИЕ и ДОСТОИНСТВО,
- 3) УНИВЕРСИТЕТ и ЭКЦЕНТРИСЕТЕТ,
- 4) ГИБРАЛТАР и ПОМИДОР,
- 5) ЛИТЕРАТУРА и ЛЕКСИКОН,
- 6) ФОНОГРАММА и ПАРАДИГМА,
- 7) КОММЕНТАРИЙ и СТИХОТВОРЕНИЕ

Требуется: для пар с минимальным расстоянием Левенштейна между ними найти пару с минимальным числом оптимальных операций удаления символа при полном заполнении матрицы D .



В ответе указать номер пары и через запятую минимальное число оптимальных операций удаления символа, например, для пары 7 и минимального количества оптимальных операций удаления 2 в ответе нужно указать: 7,2.

Ответ: 4,0

Задание 4, 10 баллов

Рассмотрите и проанализируйте артефакты проектирования информационной системы и ответьте на ряд вопросов.

В качестве информационной системы выступает Web-приложение «Карта офиса» для автоматизации рассадки сотрудников отечественной компании. Система предназначена для учёта и показа планов офисов, а также рабочих мест конкретных сотрудников и прочих объектов на этих планах. Web-интерфейс представляет два режима работы:

- Просмотр планов этажей.
- Создание и редактирование планов этажей.

Администратору даются права на оба режима, а обычному пользователю только на просмотр.

Подробно все возможности системы описаны в виде диаграммы вариантов использования в нотации UML [по ссылке](#).

Также приведено описание прикладного бизнес-процесса для создания и редактирования планов этажей в виде диаграммы состояния в нотации UML [по ссылке](#).

Проанализируйте данные диаграммы и выберите верные утверждения.



- Шаги, описанные в бизнес-процессе, полностью представлены в диаграмме возможностей системы
- Прикладной бизнес-процесс создания и редактирования планов этажей не содержит альтернативных потоков и всегда успешно заканчивается после сохранения этажа
- Ветвления и переходы из одного состояния в другое описаны с точки зрения нотации
- При работе с системой пользователь может задать масштаб объектов на этаже
- Создание объекта в бизнес процессе не включает в себя все описанные варианты использования из диаграммы возможностей системы
- Представленный бизнес процесс полностью раскрывает как процесс создания, так и редактирования этажей
- Пользователь может добавить дополнительную информацию о своём рабочем месте
- В процессе редактирования плана этажа подразумевается возможность отмены изменений
- Администратор может выбрать офис для просмотра без его фактического изменения

Ответ:

- *Прикладной бизнес-процесс создания и редактирования планов этажей не содержит альтернативных потоков и всегда успешно заканчивается после сохранения этажа*
- *Создание объекта в бизнес процессе не включает в себя все описанные варианты использования из диаграммы возможностей системы*
- *Администратор может выбрать офис для просмотра без его фактического изменения*

Задание 5, 8 баллов

Последовательность $[a_1, \dots, a_n, \dots]$ задана рекуррентной формулой $a_n = (a_{n-1})^n$ и начальным значением $a_1 = 2$. Выберите все функции $f(n)$, которые растут медленнее, чем a_n .

1. $2n$
2. 2^n
3. $n!$
4. 2^{2^n}
5. $2 \uparrow n$, определенное как $2^{2^{\dots^2}}$ где высота башни из 2 равна n
6. $n \uparrow n$, определенное как $n^{n^{\dots^n}}$ где высота башни из n равна n

Ответ:

1. $2n$
2. 2^n
3. $n!$
4. 2^{2^n}



Задание 6, 10 баллов

Стек позволяет выполнять две операции: $\text{push}(x)$ и $\text{pop}()$, при этом реализация стека содержит ошибку, поэтому операция pop с равной вероятностью возвращает и удаляет из стека либо верхний элемент стека, либо элемент непосредственно под ним.

В стек помещаются 10 чисел от 1 до 10 по возрастанию, начиная со второго числа после push сразу выполняется pop . Вычисляется сумма чисел, которые возвращает функция $\text{pop}()$.

```
s = 0
push(1)
for x from 2 to 10:
    push(x)
    s += pop()
```

Какое математическое ожидание значения переменной s в конце выполнения этого кода?

В качестве ответа введите искомое матожидание, округленное до целых вверх.

Ответ: 46

Задание 7, 10 баллов

Рассмотрим функцию $V_k(n)$ – максимальное количество шагов, которое может выполнить машина Тьюринга с ленточным алфавитом размера k и n состояниями на пустой ленте, после чего завершить работу. Выберите верные утверждения про $V_k(n)$.

1. $V_k(n)$ невычислима как функция от двух аргументов k, n
2. При фиксированном $k > 1$ функция $V_k(n)$ невычислима как функция одного аргумента
3. Не существует вычислимых нижних оценок на $V_k(n)$ как функцию двух аргументов
4. Не существует вычислимых верхних оценок на $V_k(n)$ как функцию двух аргументов
5. При фиксированном $k > 1$ функция $V_k(n)$ возрастает как функция от n
6. Для любого достаточно большого t найдутся k и n , такие что $V_k(n) > t$
7. Для любого достаточно большого t найдутся k и n , такие что $V_k(n) = t$



Ответ:

1. $V_k(n)$ невычислима как функция от двух аргументов k, n
2. При фиксированном $k > 1$ функция $V_k(n)$ невычислима как функция одного аргумента
4. Не существует вычисляемых верхних оценок на $V_k(n)$ как функцию двух аргументов
5. При фиксированном $k > 1$ функция $V_k(n)$ возрастает как функция от n
6. Для любого достаточно большого t найдутся k и n , такие что $V_k(n) > t$
7. Для любого достаточно большого t найдутся k и n , такие что $V_k(n) = t$

Задание 8, 7 баллов

Ограничение времени	1 секунда
Ограничение памяти	512Mb
Ввод	стандартный ввод или input.txt
Вывод	стандартный вывод или output.txt

Последовательность a_1, a_2, \dots, a_n называется зигзагообразной, если для нее выполнено одно из двух условий: или $a_1 < a_2 > a_3 < \dots < a_n$ или $a_1 > a_2 < a_3 > \dots > a_n$. Иначе говоря, никакие два соседних числа не равны, и если сравнивать соседние числа, то знаки «больше» и «меньше» чередуются. Примеры зигзагообразных последовательностей: [1], [1,2,1], [7,2,3,1,9].

Будем называть число зигзагообразным, если последовательность его цифр в десятичной записи является зигзагообразной. Например, числа 1, 121, 72319 являются зигзагообразными.

Задано натуральное число n .

Требуется найти минимальное целое число $k \geq n$, такое что k является зигзагообразным.

Формат ввода

На ввод подается натуральное число n ($1 \leq n \leq 10^9$).

Формат вывода

Выведите искомое число k .

Пример

Ввод	Вывод
777	780

Задание 9, 11 баллов



Ограничение времени	1 секунда
Ограничение памяти	512Mb
Ввод	стандартный ввод или input.txt
Вывод	стандартный вывод или output.txt

Будем называть неубывающий массив натуральных чисел *интересным*, если сумма чисел в нем равна их произведению. Примеры интересных массивов: [2,2], [1,2,3].

Задано число n . Найдите количество различных интересных массивов из n натуральных чисел.

Формат ввода

На вход подается одно целое число n ($2 \leq n \leq 500$).

Формат вывода

Выведите одно целое число: количество интересных массивов из n натуральных чисел.

Пример 1

Ввод	Вывод
2	1

Пример 2

Ввод	Вывод
5	3



Задание 10, 14 баллов

Ограничение времени	1 секунда
Ограничение памяти	512Мб
Ввод	стандартный ввод или input.txt
Вывод	стандартный вывод или output.txt

Вы — разработчик в департаменте ИТ блока «Сеть продаж», который отвечает за банкоматы «Сбера». Вы получили задачу сделать так, чтобы если клиент в недавно построенном микрорайоне, подойдя к банкомату, обнаружил, что он не работает, то клиент всегда мог быстро прийти до ближайшего банкомата, руководствуясь картой в приложении «СберБанк Онлайн».

Для этого требуется разработать сервис, который позволит для произвольного банкомата находить 10 ближайших банкоматов. Причём не просто быстро, а очень быстро. За решение этой задачи предполагается повышенная оценка по итогам квартала и новая должность в ДИТ «Сеть продаж». И именно вы вызвались решить столь непростую задачу.

Будем считать микрорайон квадратом на плоскости, на которой введена координатная сетка, углы квадрата имеют координаты $(\pm 10^9, \pm 10^9)$. На вход подаются координаты n банкоматов. Гарантируется, что координаты банкоматов получены следующим образом: обе координаты — целые числа, выбранные случайно равномерно в диапазоне от -10^9 до 10^9 , включительно. Гарантируется, что все банкоматы расположены в различных точках.

Расстояние между банкоматами определяется как обычное Евклидово расстояние на плоскости: $\rho(A, B) = \sqrt{(A_x - B_x)^2 + (A_y - B_y)^2}$.

Также на вход подаются q запросов a_1, \dots, a_q — номера банкоматов, для которых требуется найти 10 ближайших банкоматов. Для запроса a_i необходимо вывести номера 10 ближайших банкоматов к банкомату a_i , не включая его самого.

Формат ввода

В первой строке вводится два целых числа n ($11 \leq n \leq 10^5$) и q ($1 \leq q \leq 10^5$).

Далее в n строках содержатся по два целых числа x_i, y_i ($-10^9 \leq x_i, y_i \leq 10^9$), координаты точек. Гарантируется, что для всех тестов, кроме тестов из примера, точки сгенерированы случайно, описанным в условии образом.

Далее следуют, q запросов a_1, a_2, \dots, a_q по одному числу в строке, номер банкоматов, для каждого из которых нужно найти 10 ближайших.

Формат вывода

Для каждого запроса выведете 10 чисел — номера 10 ближайших банкоматов. Номера можно выводить в любом порядке. Если подходящих ответов несколько можно вывести



любой из них. Ответ считается верным, если любой банкомат, не вошедший в ответ, находится на большем или равном расстоянии, чем любой из вошедших.

Пример 1

Ввод	Вывод
11 2	2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
0 0	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
0 1	
0 2	
0 3	
0 4	
0 5	
0 6	
0 7	
0 8	
0 9	
0 10	
1	
11	

Пример 2

Ввод	Вывод
11 11	9 2 8 6 3 7 5 10 4 11
785730894 35452898	1 9 8 7 6 5 3 4 10 11
318248818 83523642	10 8 6 11 4 2 9 1 7 5
-376241932 -824898931	11 3 10 8 7 6 5 2 1 9
-867272868 -217022585	7 2 4 1 8 9 3 10 11 6
-473350787 903949848	7 2 4 1 8 9 3 10 11 6
-21976940 -989658582	8 10 3 11 2 4 9 1 7 5
-463269966 832011646	5 2 4 1 8 9 3 10 11 6
-51935686 -631065353	6 3 10 11 2 4 9 1 7 5



Ввод	Вывод
822106223 -28694475	1 2 8 6 3 7 10 5 4 11
-411329506 -984785391	3 11 6 8 4 2 9 1 7 5
-739031132 -980378109	
1	
2	
3	
4	
5	
5	
6	
7	
8	
9	
10	