**Отчет в формате pdf**

Times New Roman 14pt, межстрочный интервал 1.0

Отправить отчет на [algorithms\_itmo@mail.ru](mailto:algorithms_itmo@mail.ru)

Тема письма: *Имя и фамилия, группа, Задание № X*

**Отдельное письмо для каждого задания!**

*Используйте любой доступный вам язык программирования. Вы можете использовать готовые реализации. Полученные выводы и графический материал должны быть информативными и корректными.*

**Титульный лист:**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

(УНИВЕРСИТЕТ ИТМО)

Отчет

о выполнении лабораторной работы по заданию № X

“Название лабораторной работы”

по дисциплине «Анализ и разработка алгоритмов»

Работу выполнил:

*ст. группы XXXX*

*Фамилия И.О.*

Работу принял:

Чунаев П.В.

Санкт-Петербург

2020

***Цель работы***

*Указывается цель лабораторной работы*

***Постановка задачи***

*Формулируются задачи, на решение которых направлена лабораторная работа*

***Краткая теоретическая часть***

*Приводятся краткие теоретические сведения, касающиеся содержания лабораторной работы, например, определения, описания алгоритмов, методические подходы к решению поставленных задач (****не более 2 стр.****).*

***Результаты***

*Приводятся результаты решения поставленных задач, в том числе графики и таблицы, а также кратко обсуждаются полученные результаты (****не более 4 стр****.)*

***Заключение***

*Делаются выводы о полученном решении поставленных задач и достижении цели лабораторной работы, дается оценка возможности применения приобретенных навыков и умений на практике*

***Приложение***

*Приводятся листинги написанных для выполнения лабораторной работы программ с комментариями*

***Задание 1. Эмпирический анализ временной сложности алгоритмов***

***Цель работы***

*Эмпирический анализ временной сложности алгоритмов*

***Задачи и методы***

*Для каждого n от 1 до 2000 произведите по пяти запускам замеры среднего машинного времени исполнения программ, реализующих нижеуказанные алгоритмы и функции. Изобразите на графике полученные данные, отражающие зависимость среднего времени исполнения от n. Проведите теоретический анализ временной сложности рассматриваемых алгоритмов и сравните эмпирическую и теоретическую временные сложности.*

***I.*** *Сгенерируйте n-мерный случайный вектор с неотрицательными элементами. Для реализуйте следующие вычисления и алгоритмы:*

1. *(постоянная функция);*
2. *(сумма элементов);*
3. *(произведение);*
4. *полагая, что элементы – это коэффициенты многочлена степени , вычислите значение путем прямого (наивного) вычисления (т.е. оценивая каждый член по одному) и методом Горнера представления многочлена в виде*

*;*

1. *сортировка пузырьком (Bubble Sort) элементов ;*
2. *быстрая сортировка (Quick Sort) элементов ;*
3. *гибридная сортировка (Timsort) элементов .*

***II.*** *Сгенерируйте случайные матрицы A и B размера n × n с неотрицательными элементами. Найдите обычное матричное произведение для A и B.*

***III.*** *Опишите структуры данных и методы проектирования, которые использованы в рассматриваемых алгоритмах.*

***Задание 2. Алгоритмы безусловной нелинейной оптимизации. Прямые методы***

***Цель работы***

*Применение прямых методов (одномерные методы перебора, дихотомии, золотого сечения; многомерные методы перебора, Гаусса, Нелдера-Мида) в задачах безусловной нелинейной оптимизации*

***Задачи и методы***

***I.*** *Используйте одномерные методы перебора, дихотомии и золотого сечения для приближенного (с точностью ) поиска для следующих функций и областей допустимых значений:*

* *, ;*
* *, ;*
* *, .*

*Подсчитайте количество вычислений функции и количество произведенных итераций для каждого метода и проведите анализ полученных результатов. Объясните различия в полученных результатах, если таковые имеются.*

***II.*** *Сгенерируйте случайные значения и . С использованием этих значений сгенерируйте массив зашумленных данных для по следующему правилу:*

*,*

*где – значения случайной величины со стандартным нормальным распределением. Аппроксимируйте полученные данные линейной и рациональной функциями:*

* *(линейная аппроксимирующая функция);*
* *(рациональная аппроксимирующая функция),*

*с помощью метода наименьших квадратов путем численной (с точностью ) минимизации функции*

*Для решения задачи минимизации используйте методы перебора, Гаусса и Нелдера-Мида. При необходимости самостоятельно задайте начальные приближения и прочие параметры методов. На графиках (****отдельно для каждой аппроксимирующей функции****) изобразите массив данных и графики аппроксимирующих функций, полученных с помощью указанных методов численной оптимизации. Проведите анализ полученных результатов (в терминах количества итераций, точности, числа вычислений функции и пр.).*

***Задание 3. Алгоритмы безусловной нелинейной оптимизации. Методы первого и второго порядка***

***Цель работы***

*Применение методов первого и второго порядка (градиентный спуск, метод сопряженных градиентов, метод Ньютона и алгоритм Левенберга-Марквардта) в задачах безусловной нелинейной оптимизации*

***Задачи и методы***

*Сгенерируйте случайные значения и . С использованием этих значений сгенерируйте массив зашумленных данных для по следующему правилу:*

*,*

*где – значения случайной величины со стандартным нормальным распределением. Аппроксимируйте полученные данные линейной и рациональной функциями:*

* *(линейная аппроксимирующая функция);*
* *(рациональная аппроксимирующая функция),*

*с помощью метода наименьших квадратов путем численной (с точностью ) минимизации функции*

*Для решения задачи минимизации используйте градиентный спуск, метод сопряженных градиентов, метод Ньютона и алгоритм Левенберга-Марквардта. При необходимости самостоятельно задайте начальные приближения и прочие параметры методов. На графиках (****отдельно для каждой аппроксимирующей функции****) изобразите массив данных и графики аппроксимирующих функций, полученных с помощью указанных методов численной оптимизации. Проведите анализ полученных результатов (в терминах количества итераций, точности, числа вычислений функции и пр.) и сравните то, что получилось, с результатами работы алгоритмов из части II Задания 2 для того же набора данных.*

***Задание 4. Алгоритмы безусловной нелинейной оптимизации. Стохастические и метаэвристические алгоритмы***

***Цель работы***

*Использование стохастических и метаэвристических алгоритмов (имитация отжига, дифференциальная эволюция, метод роя частиц) в задачах безусловной нелинейной оптимизации и их экспериментальное сравнение с алгоритмами Нелдера-Мида и Левенберга-Марквардта*

***Задачи и методы***

*Сгенерируйте зашумленные данные , где , следующим образом:*

*где – значения случайной величины со стандартным нормальным распределением. Аппроксимируйте полученные данные рациональной функцией*

*с помощью метода наименьших квадратов путем численной минимизации функции*

*Для решения задачи минимизации используйте алгоритм Нелдера-Мида, алгоритм Левенберга-Марквардта и* ***хотя бы два*** *из методов: имитация отжига, дифференциальная эволюция или метод роя частиц. При необходимости задайте начальные приближения и другие параметры методов. Используйте в качестве разрешенной ошибки; допускается не более 1000 итераций. Визуализируйте данные и* ***все*** *аппроксимирующие кривые, полученные указанными методами численной оптимизации, на* ***одном*** *графике. Проведите анализ полученных результатов (в терминах количества итераций, точности, числа вычислений функции и пр.).*

***Задание 5. Алгоритмы на графах. Введение в графы и основные алгоритмы на графах***

***Цель работы***

*Использование различных представлений графов и основных алгоритмов на графах (поиск в глубину и поиск в ширину)*

***Задачи и методы***

***I.*** *Сгенерируйте случайную матрицу смежности для простого неориентированного невзвешенного графа со 100 вершинами и 200 ребрами (обратите внимание, что матрица должна быть симметричной и содержать только 0 и 1 в качестве элементов). Преобразуйте матрицу смежности в список смежности. Визуализируйте граф и выведите несколько строк матрицы смежности и списка смежности. Для каких целей удобнее использовать каждое из представлений?*

***II.*** *Используйте поиск в глубину, чтобы найти связанные компоненты графа, и поиск в ширину, чтобы найти кратчайший путь между двумя случайными вершинами. Проанализируйте результаты.*

***III.*** *Опишите структуры данных и методы проектирования, которые использованы в рассматриваемых алгоритмах.*

***Задание 6. Алгоритмы на графах. Алгоритмы поиска пути на взвешенных графах***

***Цель работы***

*Использование алгоритмов поиска пути на взвешенных графах (алгоритмы Дейкстры, А\* и Беллмана-Форда)*

***Задачи и методы***

***I.*** *Сгенерируйте случайную матрицу смежности для простого неориентированного взвешенного графа из 100 вершин и 500 ребер с назначенными случайными положительными целыми весами (обратите внимание, что матрица должна быть симметричной и содержать только 0 и веса в качестве элементов). Используйте алгоритмы Дейкстры и Беллмана-Форда, чтобы найти кратчайшие пути между случайной начальной вершиной и другими вершинами. Измерьте время, необходимое для поиска путей каждому алгоритму. Повторите эксперимент 10 раз для одной и той же начальной вершины и рассчитайте среднее время, необходимое для поиска путей каждому алгоритму. Проанализируйте результаты.*

***II.*** *Создайте сетку 10x10 с 30 ячейками-препятствиями. Выберите две случайные разрешенные ячейки и найдите кратчайший путь между ними, используя алгоритм A\*. Повторите эксперимент 5 раз с другой случайной парой ячеек. Проанализируйте результаты.*

***III.*** *Опишите структуры данных и методы проектирования, которые использованы в рассматриваемых алгоритмах.*

***Задание 7. Алгоритмы на графах. Инструменты для анализа сетей***

***Цель***

*Использование ПО Gephi для анализа сетей*

***Задачи и методы***

1. *Загрузите и установите Gephi с* [*https://gephi.org/*](https://gephi.org/)*.*
2. *Выберите сеть в базе данных* [*https://snap.stanford.edu/data/*](https://snap.stanford.edu/data/) *с числом узлов не более 10000. Вы можете выбрать тип и тематику сети по собственному усмотрению (не/взвешенная, не/ориентированная).*
3. *При необходимости измените формат данных на тот, с которым работает Gephi (.csv, .xls, .edges и т.д.).*
4. *Импортируйте и обработайте данные сети в Gephi. Проверьте корректность импорта данных.*
5. *Получите раскладку двух разных типов для графа сети.*
6. *Рассчитайте доступные показатели сети в разделе Статистика Gephi.*
7. *Проанализируйте результаты для выбранной сети.*

*Выполняя работу, делайте скриншоты основных шагов и вставляйте в отчет с комментариями.*

***Задание 8 (расширенное). Практический анализ современных алгоритмов***

***Цель работы***

*Практический анализ современных алгоритмов*

***Используйте следующую книгу (или ее русскоязычную версию):***

*Thomas H. Cormen Charles E. Leiserson Ronald L. Rivest Clifford Stein Introduction to Algorithms Third Edition, 2009 (or other editions).*

*Разделы:*

*I Foundations*

*4 Divide-and-Conquer*

*5 Probabilistic Analysis and Randomized Algorithms*

*VI Graph Algorithms*

*23 Minimum Spanning Trees*

*25 All-Pairs Shortest Paths*

*26 Maximum Flow*

*IV Advanced Design and Analysis Techniques*

*15 Dynamic Programming*

*16 Greedy Algorithms*

*VII Selected Topics*

***Задание для студентов, не имеющих опыта анализа алгоритмов:***

***I.*** *Выберите* ***два*** *алгоритма (интересных вам и* ***не рассмотренных*** *в курсе) из вышеперечисленных разделов книги.*

***II.*** *Проанализируйте выбранные алгоритмы с точки зрения временной и пространственной сложности, используемых методов проектирования и т.д. Реализуйте алгоритмы и проведите несколько экспериментов. Проанализируйте результаты.*

***Задание для студентов, имеющих опыт анализа алгоритмов:***

***I.*** *Выберите* ***оди****н алгоритм (интересный вам и не рассмотренный в курсе) из вышеперечисленных разделов книги.*

***II.*** *Выберите* ***еще один*** *интересный вам алгоритм, предложенный не более 10 лет назад в исследовательской работе для решения определенной практической задачи (включая алгоритмы оптимизации, алгоритмы на графах и т.д.).*

***III.*** *Проанализируйте выбранные алгоритмы с точки зрения временной и пространственной сложности, используемых методов проектирования и т.д. Реализуйте алгоритмы (или используйте существующие реализации из исследовательской статьи) и проведите несколько экспериментов. Ваши эксперименты должны отличаться от экспериментов в исследовательской статье. Проанализируйте результаты.*

***Дополнительные темы (по указанной книге или ее русскоязычной версии):***

*II Sorting and Order Statistics*

*III Data Structures*

*V Advanced Data Structures*

*VII Selected Topics*

*34 NP-Completeness*