Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Ульяновский государственный Технический университет

Кафедра «Вычислительная техника»

**Лабораторная работа №1**

**«Генетические алгоритмы»  
  
Вариант 1**

**Выполнил**:

студент гр. ИВТАПбд-41

Шемырев А.Д.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Проверил работу:**

Хайрулин И.Д.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ульяновск 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. **Постановка задачи…………………………………**..….……..3

**2. Подготовка к работе……………………………………...…..4**

**3. Описание генетического алгоритма………………………..6**

**4. Описание программного алгоритма……………………….8**

**5. Результаты экспериментов………………………………...10**

**7. Приложения**

**1. Постановка задачи**

**Общее задание:**

1. Необходимо разработать программу на языке python, реализующую генетический алгоритм по предложенному вариантом заданию.
2. Провести эксперименты по разным способам скрещивания (не менее 3-х), разным способам мутирования (не менее трех). Результат отобразить в виде графиков
3. Моделирование данных производить на основе максимально правдоподобных данных. Т.е. если рассматривается задача, в которой есть калорийность продуктов, то должны использоваться данные о реальных продуктах с реальной калорийностью.
4. Предоставить отчет о проделанной работе.

**Вариант:**

На языке Python разработайте скрипт, который с помощью генетического алгоритма и полного перебора решает следующую задачу. Дано N наименований продуктов, для каждого из которых известно m характеристик. Необходимо получить самый дешевый рацион из k наименований, удовлетворяющий заданным медицинским нормам для каждой из m характеристик.

**2. Подготовка к работе**

**Сбор данных**:

Для выполнение задачи были необходимы следующие данные: суточые медицинские нормы белков, жиров, углеводов и калорий, а также перечень продуктов, включающих их состав(БЖУ и калории) и цену(в рублях).

Путем изучения информации в интернете, были выявлены средние суточные нормы БЖУ и калорий для мужчин малой активности и девушек средней активности близкие к эталонным:

Белок: 76г

Жиры: 70г

Улгеводы: 250г

Калорийность: 2200ккал

Информация о продуктах питания было решено взять из продуктового маркетплейса. Также было принято рассчитывать пищевую ценность и стоимость в рублях именно одной порции, а не всего продукта. Таким образом, был получен следующий перечень:

31 продукт(БЖУ, калорийность и стоимость):

1. Стейк из лосося, 300г: 44.7, 27.6, 0, 543 || 660 рублей
2. Гречка, 80г: 10.4, 1.6, 57.6, 288 || 20 рублей
3. Брокколи, 200г: 6, 0, 10, 60 || 80 рублей
4. Грецкие орехи, 100г: 14.8, 64, 13.7, 698 || 200 рублей
5. Кефир 4%, 250мл: 7.5, 10, 10, 160 || 60 рублей
6. Чечевица, 50г: 13, 1, 28.5, 175 || 10 рублей
7. Авокадо, 150г: 3, 22.5, 13.5, 240 || 150 рублей
8. Филе куриной грудки, 200г: 26, 38, 50, 506 || 160 рублей
9. Филе индейки, 200г: 48, 3, 4, 220 || 150 рублей
10. Стейк из говядины, 300г: 48, 54, 15, 660 || 600 рублей
11. Картофель, 200г: 4, 0.8, 38, 231 || 45 рублей
12. Яйца куриное, 210г: 26.7, 24.15, 1.5, 330 || 45 рублей
13. Творог, 220г: 35.2, 11, 6.6, 222,2 || 160 рублей
14. Сок яблочный, 200мл: 0, 0, 23, 92 || 30 рублей
15. Бананы, 300г: 4.5, 0.6, 65.4, 285 || 60 рублей
16. Яблоко зеленое, 220г: 0.88, 0.44, 42, 158.4 || 35 рублей
17. Рис, 66.6г: 4.7, 0.7, 49.3, 222 || 15 рублей
18. Сосиски вареные с сыром, 120г: 15.6, 26.4, 3.6, 312 || 110 рублей
19. Яйца перепелиные, 30г: 3.84, 3.93, 1.5, 51 || 15 рублей
20. Миндаль, 100г: 21.2, 49.9, 21.7, 575 || 115 рублей
21. Куриная печень, 150г: 27, 15, 0, 240 || 55 рублей
22. Стейк из семги, 250г: 38.75, 19.25, 0.25, 457.5 || 625 рублей
23. Морковь вареная, 150г: 1.2, 0.3, 7.8, 52.5 || 35 рублей
24. Капуста цветная, 200г: 5, 0.6, 10.8, 86.6 || 60 рублей
25. Шоколад молочный, 80г: 4.32, 22.4, 49.6, 417.6 || 50 рублей
26. Молоко 3,5 - 4,5%, 250мл: 7.5, 11.25, 11.75, 177.5 || 40 рублей
27. Сметана 20%, 100г: 2.5, 20, 3.4, 204 || 45 рублей
28. Плюшка сдобная, 200г: 15.4, 16.8, 107.8, 650 || 55 рублей
29. Паштет из мяса индейки, 40г: 4, 7.6, 10, 110.8 || 95 рублей
30. Сыр плавленый, 35г: 3.85, 7.35, 2.1, 91 || 25 рублей
31. Мороженое пломбир ваф.стаканчик, 70г: 2.8, 7.7, 17.15, 147 || 50 рублей

**3. Описание генетического алгоритма**

Хромосомой будет являться перечень из 31 продукта, где 1 или 0 говорят о включении или не включении его в рацион. (Пример: 1001, т.е рацион из первого и четвертого продукта).

Перед выявлением функции приспособления были установлены приоритеты:

1. Соответствие медицинским нормам

Были выявлены допустимые диапазоны требуемых значений пищевой ценности продукта:

* Белки: 76 г ± 8 г (68-84 г)
* Жиры: 70 г ± 7.5 г (62.5-77.5 г)
* Углеводы: 250 г ± 25 г (225-275 г)
* Калории: 2200 ккал ± 150 ккал (2050-2350 ккал)

Нарушение любого из медицинских норм приводит к штрафу - 100000. Это гарантирует, что любое решение, удовлетворяющее медицинским нормам, всегда будет лучше любого решения, их нарушающего. Даже если недопустимое решение имеет идеальные показатели по другим критериям, оно будет отвергнуто.

1. Ограничение на количество продуктов

3 самых основных приемов пищи на день — завтрак, обед и ужин. Предполагается, что на одно блюдо уходит в среднем 2 ингредиента, отсюда - количество продуктов в рационе ≤ 6.

За каждый последующий после шестого продукта накладывается штраф по формуле: 1000 + 500(n-6).

Таким образом, отсеиваются варианты, далекие от реальности, где человек должен съесть по 10 недорогих продуктов на дне для набора нормы.

1. Минимизация отклонений от целевых значений

Минимизация квадратичного отклонения от целевых значений по формуле: F = 10 \* Σni=1(Эталонi – ТекущееЗначениеi)2.

Таким образом, внутри допустимой области алгоритм ищет решения с минимальными отклонениями. Коэффициент 10 усиливает важность этого критерия по сравнению со стоимостью.

1. Минимизация стоимости

Минимизация общей стоимости рациона.

Стоимость учитывается только после того, как удовлетворены все предыдущие критерии.

Отсюда, формула функции приоритета:

F = 10 \* Σni=1(Эталонi – ТекущееЗначениеi)2 + ШТРАФ

Для выполнения работы были выбраны следующие виды мутации: принудительное включение случайного продукта в набор, изменение значения вхождения продукта на противоположное и принудительное исключение случайного продукта из набора. Способы скрещения - одноточечное, двухточечное и равномерное.

Для генерации нового поколения был выбран турнирный метод k=3, так как выявленная функция приспособления получилась «скачкообразной» и сложной из-за ввода штрафов. Турнирный метод не будет полностью игнорировать решения с большими штрафами, что важно на ранних этапах поиска.

**4. Описание программного алгоритма**

1. Начало работы алгоритма
2. Задание исходных данных и параметров
   * Список продуктов с характеристиками (БЖУ, калории, стоимость)
   * Целевые значения (Белки=76г, Жиры=70г, Углеводы=250г, Калории=2200ккал)
   * Допуски (Белки±8г, Жиры±7.5г, Углеводы±25г, Калории±150ккал)
3. Инициализация генетического алгоритма
   * Размер популяции: 150 особей
   * Максимальное количество поколений: 25
   * Вероятность скрещивания: 85%
   * Вероятность мутации: 15%
4. Генерация начальной популяции
   * Создание 150 случайных хромосом (бинарных векторов длиной 31)
5. Цикл по поколениям(1-25)
6. Оценка приспособленности
   * Для каждой хромосомы вычисляется функция приспособленности
   * Сохранение лучшего решения текущего поколения
7. Формирование нового поколения
8. Турнирный отбор
   * Случайно выбираются 3 особи
   * Побеждает особь с наилучшей приспособленностью
   * Получаем двух родителей
9. Скрещивание
   * С вероятностью 85%: одноточечное, двухточечное, равномерное
   * С вероятностью 15%: потомки — копии своих родителей
10. Мутация
    * С вероятностью 15% происходит мутация
11. Добавление потомков в новую популяцию
12. Проверка конечного условия цикла
    * Если номер поколения < 25 → продолжаем цикл
    * Если номер поколения = 25 → завершаем цикл
13. Анализ и визуализация результатов
    * Сравнение эффективности методов скрещивания
    * Сравнение эффективности методов мутации
    * Построение графиков
    * Детальный анализ лучшего найденного решения
    * Проверка соответствия медицинским нормам и ограничению на количество продуктов
14. Конец работы алгоритма

**5. Результаты экспериментов**

По итогам десяти прогонов алгоритма, была составлена следующая таблица:

*Таблица 1. Результаты экспериментов*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Одноточечное скрещивание | Двухточечное скрещивание | Равномерное скрещивание | Мутация включения | Мутация инверсии | Мутация исключения |
| 1 | Вне допусков | 2500 | 1500 | Вне допусков | 3000 | 2500 |
| 2 | Вне допусков | Вне допусков | 2000 | 2000 | 1500 | Вне допусков |
| 3 | 1500 | 1500 | 1500 | 2000 | Вне допусков | Вне допусков |
| 4 | 3500 | Вне допусков | 1500 | 2000 | 1500 | Вне допусков |
| 5 | 2000 | Вне допусков | 1500 | 1500 | Вне допусков | Вне допусков |
| 6 | 2000 | Вне допусков | 1500 | 3000 | 1500 | Вне допусков |
| 7 | 1500 | Вне допусков | 4000 | Вне допусков | 2500 | Вне допусков |
| 8 | Вне допусков | Вне допусков | 2000 | 2500 | 2500 | 1500 |
| 9 | 2000 | 1500 | 3500 | Вне допусков | 1500 | 1500 |
| 10 | Вне допусков | 2500 | 2500 | 1500 | 1500 | Вне допусков |

Статистика(лучший, лучший из скрещиваний/мутаций, вне допусков):

Одноточечное скрещивание — 20%, 20%, 40%

Двухточечное скрещивание — 20%, 30%, 60%

Равномерное скрещивание — 50%, 80%, 0%

Мутация включения — 20%, 30%, 30%

Мутация инверсии — 50%, 60%, 20%

Мутация исключения — 20%, 30%, 70%

**Выводы:**

***Равномерное скрещивание*** является наиболее надежным и эффективным методом для нашей задачи. Его уникальное свойство - 100% нахождение решений в пределах медицинских норм делает его особенно ценным.

Несмотря на средние показатели по качеству решений, высокий процент недопустимых решений делает метод ***двухточечного скрещивания*** менее предпочтительным для нашей задачи, где соблюдение медицинских норм критически важно.

Метод ***одноточечного скрещивания*** показывает наименее впечатляющие результаты среди всех методов скрещивания.

***Битовая инверсия*** является наиболее сбалансированным и эффективным методом мутации. Ее способность как добавлять недостающие продукты, так и удалять избыточные делает ее идеальной для нашей задачи.

***Мутация включения*** имеет средние показатели, но ее склонность к добавлению продуктов может приводить к превышению лимита в 6 продуктов.

Несмотря на приемлемые показатели по качеству решений, чрезвычайно высокий процент недопустимых решений (70%) делает ***мутацию исключения*** [практически непригодной для нашей задачи. Удаление случайных продуктов часто разрушает баланс БЖУ.](https://dzen.ru/a/ZwaP7R-k5WAsN1oF)

**Приложения**

**1. Пример графиков**

