

| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| --- |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **"МИРЭА - Российский технологический университет"**  **РТУ МИРЭА** |

**Институт** Информационных Технологий

**Кафедра** Вычислительной Техники

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

**по дисциплине**

**«Теория принятия решений»**

**Метод Парето**

Студент группы:ИКБО-42-23 \_\_\_\_Голев С. С.\_\_\_\_ *(Ф. И.О. студента)*

Преподаватель \_\_Железняк Л.М.\_\_

*(Ф.И.О. преподавателя)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |

# СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_gjdgxs)

[1 МЕТОД ПАРЕТО 4](#_30j0zll)

[1.1 Выбор Парето-оптимального множества 4](#_1fob9te)

[1.2 Указание верхних/нижних границ критериев. 5](#_3znysh7)

[1.3 Субоптимизация 6](#_2et92p0)

[1.4 Лексикографическая оптимизация 7](#_tyjcwt)

[1.5 Результаты работы программы 7](#_3dy6vkm)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 8](#_1t3h5sf)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 10](#_17dp8vu)

# ВВЕДЕНИЕ

Метод Парето, или принцип Парето, широко используется в задачах многокритериального принятия решений и оптимизации. Основная идея метода заключается в следующем:

Сравнение альтернатив по нескольким критериям:

При наличии множества вариантов (альтернатив) решения сравниваются по ряду критериев. Один вариант считается доминирующим по отношению к другому, если он по каждому критерию не хуже, а хотя бы по одному – лучше.

Парето‑оптимальное множество:

Решения, которые не доминируются ни одним другим, называются Парето‑оптимальными. Это означает, что нельзя улучшить хотя бы один критерий, не ухудшив при этом другой. Такое множество представляет собой набор лучших компромиссных вариантов, из которого затем может быть выбран окончательный вариант с учётом дополнительных предпочтений или ограничений.

# 1 МЕТОД ПАРЕТО

Задается множество альтернатив и их критериев со стремлениями.

Каждая альтернатива сравнивается с другими. Если найдется такая альтернатива sj , что sj≻si (то есть sj не хуже si по всем критериям и хотя бы по одному критерию лучше), то si считается доминируемой, а sj доминирующей.

Если для si ни одна другая альтернатива не доминирует над ней, si считается Парето‑оптимальной.

Собираем все альтернативы, которые не доминируются ни одной другой, в множество, которое является Парето-оптимальным множеством.

## 1.1 Выбор Парето-оптимального множества

Предметная область: Выбор космического корабля.

*Таблица 1 – Альтернативы со стремлениями*

|  | **Космический корабль** | **Цена**  **(кредиты) (-)** | **Скорость**  **(км/ч) (+)** | **Время входа в гиперпространство**  **(сек) (-)** | **Количество орудий**  **(шт) (+)** | **Мощность щитов**  **(Вт) (+)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | TIE Fighter | 20000 | 5000 | 3.0 | 2 | 100 |
| 2 | TZ-24 | 22000 | 4900 | 3.2 | 4 | 120 |
| 3 | S-100 | 21000 | 4800 | 3.1 | 3 | 150 |
| 4 | F-T2 | 30000 | 5100 | 4.0 | 3 | 110 |
| 5 | CR90 | 25000 | 4600 | 3.5 | 2 | 130 |
| 6 | IL-5 | 26000 | 4700 | 3.7 | 2 | 100 |
| 7 | FT-6 | 35000 | 4400 | 4.5 | 2 | 100 |
| 8 | FT-8 | 34000 | 4500 | 4.3 | 3 | 115 |
| 9 | S-13 | 33000 | 4600 | 4.1 | 2 | 105 |
| 10 | S-SC4 | 32000 | 4700 | 3.9 | 3 | 125 |

Найдём оптимальное множество:

*Таблица 1.2 – Нахождение оптимального множества*

|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  | 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 1 | 2 | 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  | 2 | 3 | 4 | 5 |  |  |  |  |  |
| 8 |  | 2 | 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  | 2 | 3 | 4 | 5 |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  | 3 |  |  |  |  |  |  |  |

Парето-оптимальное множество альтернатив {TIE Fighter, TZ-24, S-100, F-T2, CR90}.

## 1.2 Указание верхних/нижних границ критериев.

Парето-оптимальное множество альтернатив {TIE Fighter, TZ-24, S-100, F-T2, CR90}.

Для вариантов решений зададим границы. Цена корабля не должна превышать 22000 кредитов, скорость не менее 4800 км/ч, время входа в гиперпространство не менее 3.0 секунд, количество орудий 3 и более, мощность щитов больше 100 ватт.

*Таблица 2 – Парето-оптимальные варианты с указанием границ*

|  | **Космический корабль** | **Цена**  **(кредиты) (-)** | **Скорость**  **(км/ч) (+)** | **Время входа в гиперпространство**  **(сек) (-)** | **Количество орудий**  **(шт) (+)** | **Мощность щитов**  **(Вт) (+)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | TZ-24 | 22000 | 4900 | 3.2 | 4 | 120 |
| 2 | S-100 | 21000 | 4800 | 3.1 | 3 | 150 |

## 1.3 Субоптимизация

Парето-оптимальное множество альтернатив {TIE Fighter, TZ-24, S-100, F-T2, CR90}.

Главный критерий: Скорость.

Ограничения: Цена не более 25000 кредитов, время входа в гиперпространство больше 3.2 секунда, количество орудий больше 2, мощность щитов не менее 120 ватт.

*Таблица 3 – Парето-оптимальные варианты*

|  | **Космический корабль** | **Цена**  **(кредиты) (-)** | **Скорость**  **(км/ч) (+)** | **Время входа в гиперпространство**  **(сек) (-)** | **Количество орудий**  **(шт) (+)** | **Мощность щитов**  **(Вт) (+)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | TIE Fighter | 20000 | 5000 | 3.0 | 2 | 100 |
| 2 | TZ-24 | 22000 | 4900 | 3.2 | 4 | 120 |
| 3 | CR90 | 25000 | 4600 | 3.5 | 2 | 130 |
| 4 | S-100 | 21000 | 4800 | 3.1 | 3 | 150 |
| 5 | F-T2 | 30000 | 5100 | 4.0 | 3 | 110 |

Самый лучший корабль: TZ-24

## 1.4 Лексикографическая оптимизация

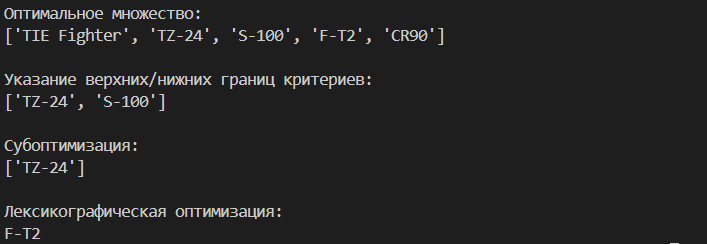
Упорядочим критерии по приоритету: важнейший критерий - Скорость, следующие: количество орудий, мощность щитов, цена, время входа в гиперпространство.

*Таблица 4 – Альтернативы со стремлениями*

|  | **Космический корабль** | **Цена**  **(кредиты) (-)** | **Скорость**  **(км/ч) (+)** | **Время входа в гиперпространство**  **(сек) (-)** | **Количество орудий**  **(шт) (+)** | **Мощность щитов**  **(Вт) (+)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | TIE Fighter | 20000 | 5000 | 3.0 | 2 | 100 |
| 2 | TZ-24 | 22000 | 4900 | 3.2 | 4 | 120 |
| 3 | S-100 | 21000 | 4800 | 3.1 | 3 | 150 |
| 4 | F-T2 | 30000 | 5100 | 4.0 | 3 | 110 |
| 5 | CR90 | 25000 | 4600 | 3.5 | 2 | 130 |
| 6 | IL-5 | 26000 | 4700 | 3.7 | 2 | 100 |
| 7 | FT-6 | 35000 | 4400 | 4.5 | 2 | 100 |
| 8 | FT-8 | 34000 | 4500 | 4.3 | 3 | 115 |
| 9 | S-13 | 33000 | 4600 | 4.1 | 2 | 105 |
| 10 | S-SC4 | 32000 | 4700 | 3.9 | 3 | 125 |

Самый лучший корабль: F-T2.

## 1.5 Результаты работы программы

**Рисунок 1 – Результат работы программы.**

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был изучен алгоритм Парето, выполнен ручной расчёт по этому алгоритму, написана программа на языке Python, которая реализует данный алгоритм, а также изучены улучшения этого алгоритма указания верхних и нижних границ критериев, субоптимизация, лексикографическая оптимизация.

**СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. **Болотова Л. С. Многокритериальная оптимизация. Болотова Л. С., Сорокин А. Б. [Электронный ресурс] / Метод. указания по вып. курсовой работы — М.: МИРЭА, 2015.**
2. **Сорокин А. Б. Методы оптимизации: гибридные генетические алгоритмы. Сорокин А. Б. [Электронный ресурс] / Учебно-метод. пособие — М.: МИРЭА, 2016.**
3. **Сорокин А. Б. Линейное программирование: практикум. Сорокин А. Б., Бражникова Е. В., Платонова О. В. [Электронный ресурс] / Учебно-метод. пособие — М.: МИРЭА, 2017.**

# ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение А – Код реализации метода Парето на языке Python.**

**Приложение А**

**Код реализации метода Парето на языке Python.**

*Листинг А.1. . Реализация Парето.*

import pandas as pd

alts = pd.DataFrame([

{"name": "TIE Fighter", "credits": 20000, "speed": 5000, "hyper": 3.0, "weapons": 2, "shields": 100},

{"name": "TZ-24", "credits": 22000, "speed": 4900, "hyper": 3.2, "weapons": 4, "shields": 120},

{"name": "S-100", "credits": 21000, "speed": 4800, "hyper": 3.1, "weapons": 3, "shields": 150},

{"name": "F-T2", "credits": 30000, "speed": 5100, "hyper": 4.0, "weapons": 3, "shields": 110},

{"name": "CR90", "credits": 25000, "speed": 4600, "hyper": 3.5, "weapons": 2, "shields": 130},

{"name": "IL-5", "credits": 26000, "speed": 4700, "hyper": 3.7, "weapons": 2, "shields": 100},

{"name": "FT-6", "credits": 35000, "speed": 4400, "hyper": 4.5, "weapons": 2, "shields": 110},

{"name": "FT-8", "credits": 34000, "speed": 4500, "hyper": 4.3, "weapons": 3, "shields": 115},

{"name": "S-13", "credits": 33000, "speed": 4600, "hyper": 4.1, "weapons": 2, "shields": 105},

{"name": "S-SC4", "credits": 32000, "speed": 4700, "hyper": 3.9, "weapons": 3, "shields": 125},

])

min\_crit = ["credits", "hyper"]

plus\_crit = ["speed", "weapons", "shields"]

def dom(a, b):

crits = sum(a[min\_crit].values <= b[min\_crit].values) + sum(a[plus\_crit].values >= b[plus\_crit].values)

return crits == len(min\_crit) + len(plus\_crit)

def pareto(alts):

pareto = []

for i in range (len(alts)):

for j in range (i+ 1,len(alts)):

if dom(alts.iloc[i], alts.iloc[j]):

pareto.append(alts.iloc[i])

break

return pd.DataFrame(pareto)

opt\_alt = pareto(alts)

print("\nОптимальное множество:")

print(opt\_alt["name"].to\_list())

*Продолжение листинга А.1.*

fil\_opt\_alt = opt\_alt[

(opt\_alt["credits"] <= 22000) &

(opt\_alt["speed"] >= 4800) &

(opt\_alt["hyper"] >= 3.0) &

(opt\_alt["weapons"] >= 3) &

(opt\_alt["shields"] > 100)

]

print("\nУказание верхних/нижних границ критериев:")

print(fil\_opt\_alt["name"].to\_list())

fil\_opt\_alt = opt\_alt[

(opt\_alt["credits"] <= 25000) &

(opt\_alt["hyper"] >= 3.2) &

(opt\_alt["weapons"] > 2) &

(opt\_alt["shields"] >= 120)

]

fil\_opt\_alt = fil\_opt\_alt.sort\_values(by="speed", ascending=False)

print("\nСубоптимизация:")

print(fil\_opt\_alt["name"].to\_list())

criteria\_priority = ["speed", "weapons", "shields", "credits", "hyper"]

filtered\_opt\_alt = alts.sort\_values(by=criteria\_priority, ascending=[False, False, False, True, True])

print("\nЛексикографическая оптимизация:")

print(filtered\_opt\_alt["name"].to\_list()[0])

*Конец листинга А.1.*