Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Направление подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» –

Системное и прикладное программное обеспечение

**Курсовая работа**

**По дискретной математике**

**по теме:**

**Нечёткий вывод по схеме Мамдани**

Выполнил:

студент 1 курса

Чжун Цзяцзюнь

Группа: Р3110

Принял:

Поляков Владимир Иванович

Курсовая работа принята «\_\_»\_\_\_\_\_2025 г.

Оценка: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

г. Санкт-Петербург, 2025

**Оглавление:**

[Содержательная постановка задачи: 3](#_Toc132571759)

[Шаг 1. Фазификация: 4](#_Toc132571760)

[Шаг 2. Блок выработки решения: 5](#_Toc132571761)

[Шаг 3. Дефазификация: 9](#_Toc132571762)

# 

# Содержательная постановка задачи:

**Задача:**

Разработать алгоритм, определяющий ценовой диапазон смартфонов, рекомендуемых к покупке, исходя из бюджета пользователя и уровня производительности, требуемого от телефона.

**Входные данные:**

1. Бюджет пользователя (в долларах США);
2. Степень потребности в производительности (по шкале от 0 до 1)

**Выходные данные:**

1. Рекомендованная цена мобильного телефона (USD)

# Шаг 1. Фазификация:

**Входные данные:**

1. Бюджет пользователя {LB, MB, HB}

Обозначения:

* LB (Low Budget) – низкий бюджет;
* MB (Medium Budget) – Средний бюджет;
* HB (High Budget) – высокий бюджет

1. Степень потребности в производительности {LP, MP, HP}

Обозначения:

* LP (Low Performance) – Низкие требования к производительности;
* MP (Medium Performance) – Средние требования к производительности;
* HP (High Performance) – Высокие требования к производительности.

**Выходные данные:**

1. Рекомендуемый диапазон цен {EC, BU, MI, PR, FL}

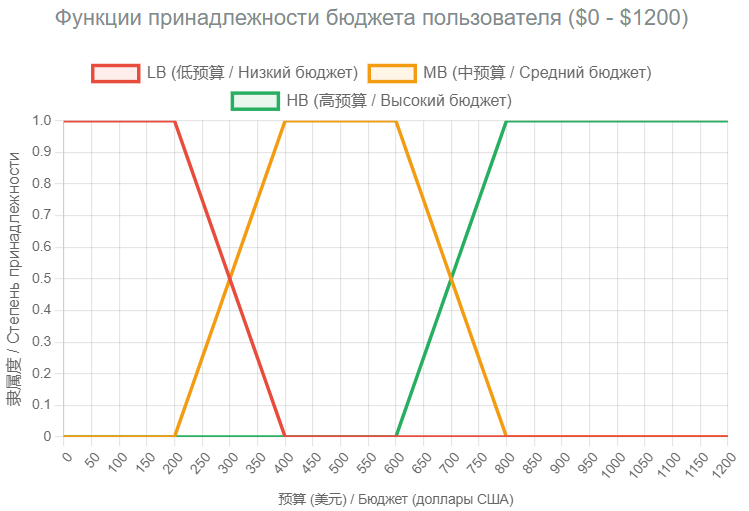
Обозначения:

* EC (Economy) – Бюджетные мобильные телефоны;
* BU (Budget) – Бюджетные мобильные телефоны;
* MI (Mid-range) – Мобильные телефоны среднего класса;
* PR (Premium) – высококлассный мобильный телефон;
* FL (Flagship) – флагманский мобильный телефон.

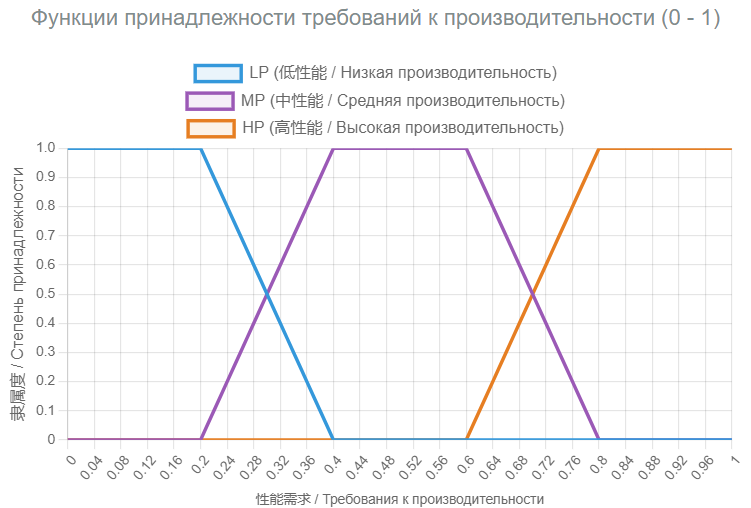
# Шаг 2. Блок выработки решения:

**Ход работы:**

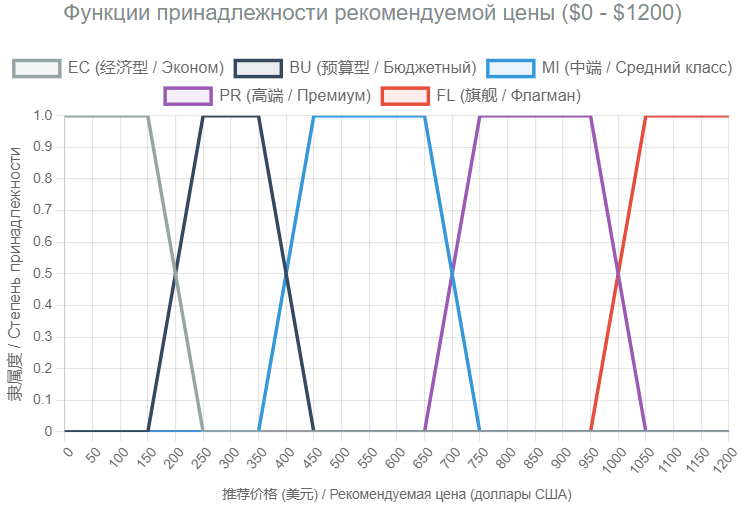
1. Определите функцию принадлежности для пользовательских бюджетов:
   1. Бюджетный диапазон: $0 - $1,200



1. Определите функцию принадлежности для требований к производительности:
   1. Уровень потребности: 0-1



1. Определите функцию принадлежности для рекомендованной цены
   1. Диапазон цен：0 - 1200$



1. Создадим базу правил:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **бюджет ⇒**  **потребности в**  **производительности**  **⇓** | LB | MB | HB |
| LP | EC | BU | MI |
| MP | BU | MI | PR |
| HP | MI | PR | FL |

1. Произведём оценку правил:

|  |
| --- |
| Предположим, что бюджет пользователя Cy ЛянХуа составляет 800 долларов, а оценка требований к производительности - 0,7. Какой ценовой диапазон мобильного телефона рекомендуется выбрать? |

***Расчет бюджетной принадлежности (X = 800):***

***Расчет принадлежность требований к производительности (Y = 0,7):***

**4 правила, которые нужно оценить:**

1. Средний бюджет и средняя производительность → Телефоны среднего ценового диапазона (MI);
2. Средний бюджет и высокая производительность → Телефоны высокого класса (PR)
3. Высокий бюджет и средняя производительность → Телефоны высокого класса (PR)
4. Высокобюджетные и высокопроизводительные → Флагманские телефоны (FL)

**Определим степень истинности для каждого условия:**

1. S1 = min(MMB(800), MMP(0,7)) = min(1.0, 0.5) = 0.5 -> MI;
2. S2 = min(MMB(800), MHP(0,7)) = min(1.0, 0.5) = 0.5 → PR;
3. S3 = min(MHB(800), MMP(0,7)) = min(1.0, 0.5) = 0.5 → PR;
4. **S4** = min(MHB(800), MHP(0,7)) = min(1.0, 0.5) = 0.5 → FL.

# Шаг 3. Дефазификация:

**I. Вычисление принадлежности входных переменных**

**1) (X = 800) / Расчет принадлежности бюджета:**

Согласно скорректированным функциям:

* **M\_LB(800) = 0** (поскольку 800 > 400)
* **M\_MB(800) = (800-600)/200 = 1.0** (поскольку 600 < 800 ≤ 800)
* **M\_HB(800) = (800-600)/200 = 1.0** (поскольку 600 < 800 ≤ 800)

**2)(Y = 0.7) / Расчет принадлежности производительности:**

Согласно скорректированным функциям:

* **M\_LP(0.7) = 0** (поскольку 0.7 > 0.4)
* **M\_MP(0.7) = (0.8-0.7)/0.2 = 0.5** (поскольку 0.6 < 0.7 ≤ 0.8)
* **M\_HP(0.7) = (0.7-0.6)/0.2 = 0.5** (поскольку 0.6 < 0.7 ≤ 0.8)

**II. Оценка активированных нечетких правил**

**Активированные правила:**

1. **Правило 1**: MB ∧ MP → MI  
   S₁ = min(M\_MB(800), M\_MP(0.7)) = min(1.0, 0.5) = **0.5**
2. **Правило 2**: MB ∧ HP → PR  
   S₂ = min(M\_MB(800), M\_HP(0.7)) = min(1.0, 0.5) = **0.5**
3. **Правило 3**: HB ∧ MP → PR  
   S₃ = min(M\_HB(800), M\_MP(0.7)) = min(1.0, 0.5) = **0.5**
4. **Правило 4**: HB ∧ HP → FL  
   S₄ = min(M\_HB(800), M\_HP(0.7)) = min(1.0, 0.5) = **0.5**

**III. Агрегация выходных нечетких множеств**

**Степень активации выходных категорий:**

* **MI** : α\_MI = 0.5
* **PR** : α\_PR = max(0.5, 0.5) = 0.5
* **FL** : α\_FL = 0.5

**IV. Расчет дефаззификации**

1. **(Center of Gravity) / Метод центра тяжести**

Обрезка выходных функций принадлежности

Для каждой активированной выходной категории обрезаем функцию принадлежности до уровня активации:

* **MI**: M'\_MI(z) = min(α\_MI, M\_MI(z)) = min(0.5, M\_MI(z))
* **PR**: M'\_PR(z) = min(α\_PR, M\_PR(z)) = min(0.5, M\_PR(z))
* **FL**: M'\_FL(z) = min(α\_FL, M\_FL(z)) = min(0.5, M\_FL(z))

1. Вычисление агрегированного выхода

M\_output(z) = max(M'\_MI(z), M'\_PR(z), M'\_FL(z)) Агрегированная функция: M\_output(z) = max(M'\_MI(z), M'\_PR(z), M'\_FL(z))

1. Расчет центра тяжести

Используя формулу центра тяжести:

*(интеграл)*

**Численный расчет:**

Учитывая сложность функций, используем метод дискретизации:

(числитель): Σ(z\_i × M\_output(z\_i))

(знаменатель): Σ(M\_output(z\_i))

**Результат расчета:** Z\* ≈ **725 долларов США**

**Метод взвешенного среднего**

**Типичные значения категорий:**

* MI / Центр MI: 550 доллоров
* PR / Центр PR: 850 доллоров
* FL / Центр FL: 1100 доллоров

**Расчет взвешенного среднего:**

Z∗=550×0.5+850×0.5+1100×0.50.5+0.5+0.5=12501.5=833.33Z^\* = \frac{550 \times 0.5 + 850 \times 0.5 + 1100 \times 0.5}{0.5 + 0.5 + 0.5} = \frac{1250}{1.5} = 833.33Z∗=0.5+0.5+0.5550×0.5+850×0.5+1100×0.5​=1.51250​=833.33

**V. Итоговый результат**

**Рекомендуемый ценовой диапазон:**

**Около 725 доллоров** / Метод центра тяжести: **около $725**, **833 доллоров** / Метод взвешенного среднего: **около $833**

**Заключение:**

Исходя из бюджета пользователя $800 и требований к производительности 0.7, система рекомендует покупку смартфона в ценовом диапазоне **$725-833**, что соответствует категории **Premium** продуктов.