

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Теория систем
Лабораторная работа №2

Группа: Р3324

Выполнил:

Круглов Егор Ильич

Преподаватель:

Русак Алёна Викторовна

Санкт-Петербург

2025г.

Задание

Требуется спроектировать нечеткую систему оценки сборки компьютера по трем факторам: цена, потребности и совместимость комплектующих.

Решение

Код был написан на python, в формате ipynb.

Графики функций принадлежности для входных переменных:

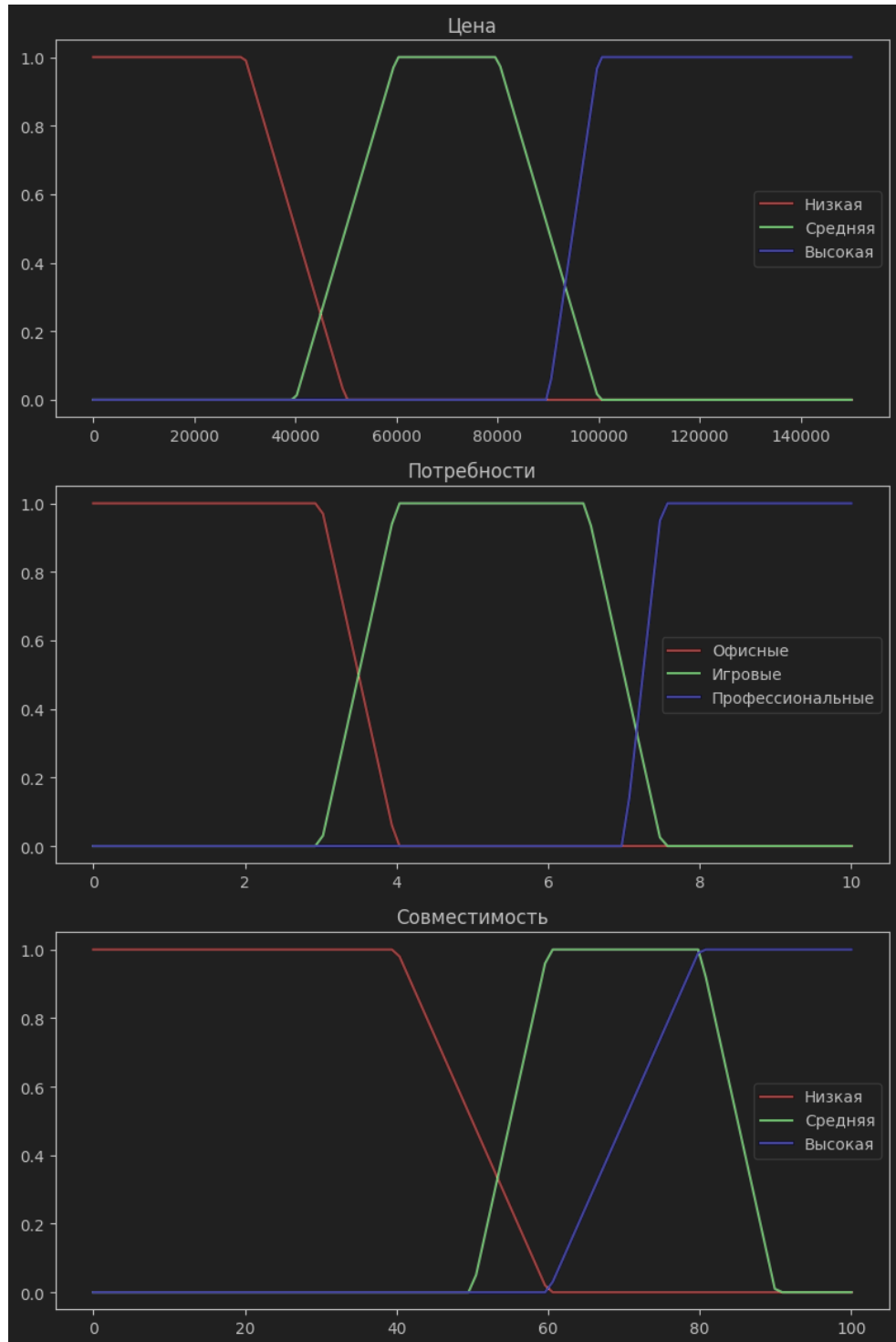
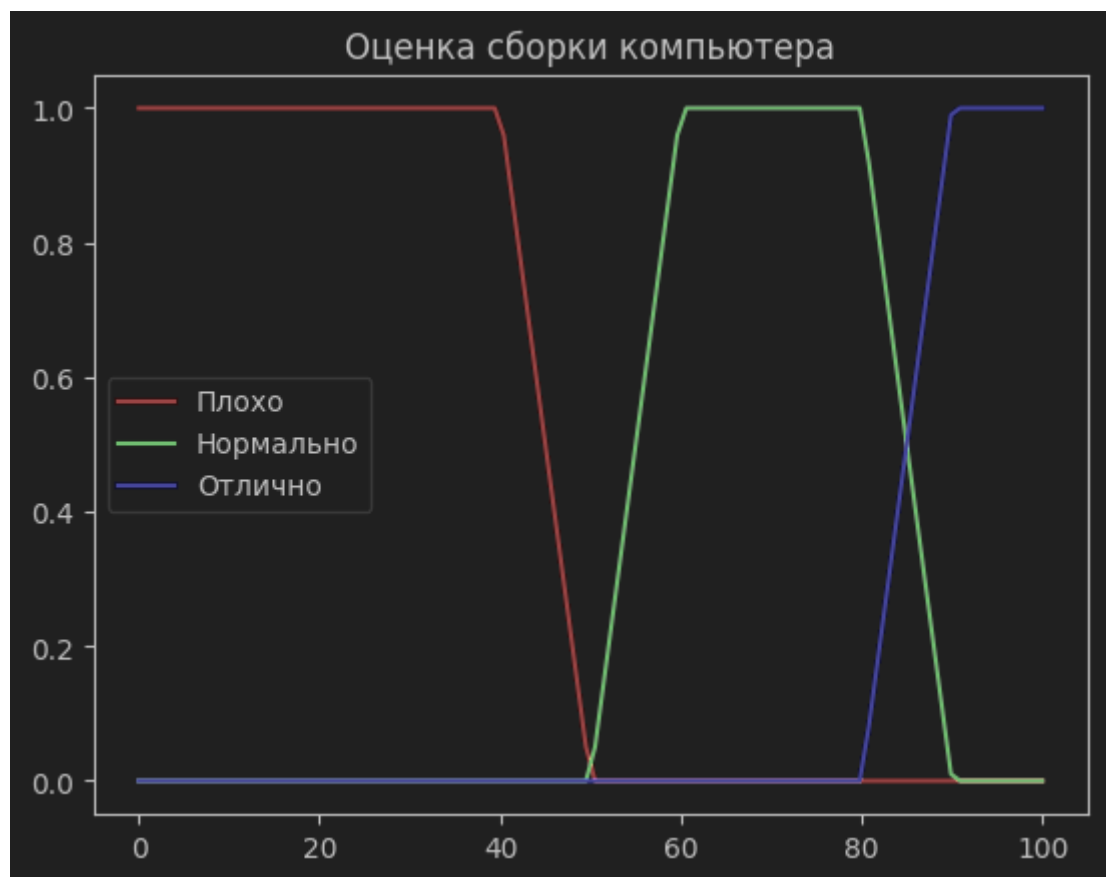


График функции принадлежности для выходной переменной (оценки):



Код представлен на GitHub - <https://github.com/KruglovEgor/System-Theory/tree/main/lab2>

```
# Установка необходимых библиотек (выполнить один раз)
!pip install networkx # Для работы с графами (требуется skfuzzy)
!pip install scikit-fuzzy # Для нечеткой логики
```

```
# Импорт библиотек
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl
import matplotlib.pyplot as plt

# -----
# 1. Определение универсумов
# -----
x_price = np.linspace(0, 150000, 150)
x_needs = np.linspace(0, 10, 100)
x_comp = np.linspace(0, 100, 100)
x_score = np.linspace(0, 100, 100)
```

```
# -----
# 2. Функции принадлежности
# -----

# Цена
price_lo = fuzz.trapmf(x_price, [0, 0, 30000, 50000]) # Бюджетная
price_md = fuzz.trapmf(x_price, [40000, 60000, 80000, 100000]) # Средняя
price_hi = fuzz.trapmf(x_price, [90000, 100000, 150000, 150000]) # Дорогая

# Потребности
needs_lo = fuzz.trapmf(x_needs, [0, 0, 3, 4]) # Офисные
needs_md = fuzz.trapmf(x_needs, [3, 4, 6.5, 7.5]) # Игровые
needs_hi = fuzz.trapmf(x_needs, [7, 7.5, 10, 10]) # Профессиональные
```

```

# Совместимость
comp_lo = fuzz.trapmf(x_comp, [0, 0, 40, 60])      # Низкая: 0-60%
comp_md = fuzz.trapmf(x_comp, [50, 60, 80, 90])    # Средняя: 40-80%
comp_hi = fuzz.trapmf(x_comp, [60, 80, 100, 100])  # Высокая: 60-100%

# Оценка сборки
score_lo = fuzz.trapmf(x_score, [0, 0, 40, 50])    # Плохо
score_md = fuzz.trapmf(x_score, [50, 60, 80, 90])  # Нормально
score_hi = fuzz.trapmf(x_score, [80, 90, 100, 100]) # Отлично

```

```

# -----
# 3. Расчет оценки через агрегирование
# -----
def calculate_score(price_val, needs_val, comp_val):
    # Фаззификация входных значений
    price_act_lo = fuzz.interp_membership(x_price, price_lo, price_val)
    price_act_md = fuzz.interp_membership(x_price, price_md, price_val)
    price_act_hi = fuzz.interp_membership(x_price, price_hi, price_val)

    needs_act_lo = fuzz.interp_membership(x_needs, needs_lo, needs_val)
    needs_act_md = fuzz.interp_membership(x_needs, needs_md, needs_val)
    needs_act_hi = fuzz.interp_membership(x_needs, needs_hi, needs_val)

    comp_act_lo = fuzz.interp_membership(x_comp, comp_lo, comp_val)
    comp_act_md = fuzz.interp_membership(x_comp, comp_md, comp_val)
    comp_act_hi = fuzz.interp_membership(x_comp, comp_hi, comp_val)

    # Правила для "Отлично"
    rule1 = np.fmin(price_act_lo, np.fmin(needs_act_lo, comp_act_hi))
    rule2 = np.fmin(price_act_md, np.fmin(needs_act_md, comp_act_hi))
    rule3 = np.fmin(price_act_hi, np.fmin(needs_act_hi, comp_act_hi))

    # Правила для "Нормально"
    rule4 = np.fmin(price_act_lo, np.fmin(needs_act_md, comp_act_hi))
    rule5 = np.fmin(price_act_lo, np.fmin(needs_act_lo, comp_act_md))
    rule6 = np.fmin(price_act_md, np.fmin(needs_act_lo, comp_act_hi))
    rule7 = np.fmin(price_act_md, np.fmin(needs_act_md, comp_act_md))
    rule8 = np.fmin(price_act_hi, np.fmin(needs_act_md, comp_act_hi))
    rule9 = np.fmin(price_act_hi, np.fmin(needs_act_hi, comp_act_md))
    rule10 = np.fmin(price_act_md, np.fmin(needs_act_hi, comp_act_hi))

    # Активация выходных функций
    activation_hi = np.fmax(np.fmax(rule1, rule2), rule3) * 1.5 #
Объединяем правила для "Отлично"
    activation_md = np.fmax(
        np.fmax(np.fmax(rule4, rule5), np.fmax(rule6, rule7)),
        np.fmax(np.fmax(rule8, rule9), rule10)
    ) * 1.5 # Объединяем правила для "Нормально"

    # Все остальные случаи → "Плохо"
    activation_lo = np.ones_like(x_score) # Базовый уровень активации для
"Плохо"
    activation_lo = np.fmin(activation_lo, 1 - np.fmax(activation_hi,
activation_md)) # Инвертируем логику

    # Агрегируем
    aggregated = np.fmax(
        np.fmin(activation_lo, score_lo),
        np.fmax(
            np.fmin(activation_md, score_md),
            np.fmin(activation_hi, score_hi)
        )
    )

    # Дефаззификация
    if np.max(aggregated) == 0:
        return 0.0 # Минимальная оценка, если все правила провалились
    return fuzz.defuzz(x_score, aggregated, 'centroid')

```

```
# -----
# 4. Визуализация
# -----
fig, ax = plt.subplots()
ax.plot(x_score, score_lo, 'r', label='Плохо')
ax.plot(x_score, score_md, 'g', label='Нормально')
ax.plot(x_score, score_hi, 'b', label='Отлично')
ax.legend()
plt.title("Оценка сборки компьютера")
plt.show()
```

```
# Визуализация функций принадлежности для входных переменных
fig, (ax1, ax2, ax3) = plt.subplots(3, 1, figsize=(8, 12))

# Цена
ax1.plot(x_price, price_lo, 'r', label='Низкая')
ax1.plot(x_price, price_md, 'g', label='Средняя')
ax1.plot(x_price, price_hi, 'b', label='Высокая')
ax1.set_title("Цена")
ax1.legend()

# Потребности
ax2.plot(x_needs, needs_lo, 'r', label='Офисные')
ax2.plot(x_needs, needs_md, 'g', label='Игровые')
ax2.plot(x_needs, needs_hi, 'b', label='Профессиональные')
ax2.set_title("Потребности")
ax2.legend()

# Совместимость
ax3.plot(x_comp, comp_lo, 'r', label='Низкая')
ax3.plot(x_comp, comp_md, 'g', label='Средняя')
ax3.plot(x_comp, comp_hi, 'b', label='Высокая')
ax3.set_title("Совместимость")
ax3.legend()

plt.tight_layout()
plt.show()
```

```
# -----
# 5. Тестирование
# -----
import random

for _ in range(5):
    price = random.randint(20000, 150000)
    needs = random.randint(0, 10)
    comp = random.randint(40, 100)
    print(f"Цена: {price}Р, Потребности: {needs}, Совместимость: {comp}%")
    print(f"→ Оценка: {calculate_score(price, needs, comp):.1f}%")
```

Пример тестирования:

Цена: 53644Р, Потребности: 10, Совместимость: 51%
→ Оценка: 22.6%

Цена: 127201Р, Потребности: 9, Совместимость: 64%
→ Оценка: 72.5%

Цена: 51833Р, Потребности: 0, Совместимость: 95%
→ Оценка: 62.4%

Цена: 141670Р, Потребности: 3, Совместимость: 95%
→ Оценка: 24.0%

Цена: 102912Р, Потребности: 1, Совместимость: 80%
→ Оценка: 22.6%

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы была разработана нечёткая система оценки качества сборки компьютера на основе трёх параметров: цены, потребностей пользователя и совместимости комплектующих. Также были:

- 1) Определены лингвистические переменные для входных и выходных данных:
 - Цена: низкая, средняя, высокая.
 - Потребности: офисные, игровые, профессиональные.
 - Совместимость: низкая, средняя, высокая.
 - Оценка: плохо, нормально, отлично.
- 2) Построены функции принадлежности для всех переменных.
- 3) Сформулированы правила нечёткого вывода (10 правил), охватывающие различные комбинации входных параметров.