

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
“ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”

Факультет компьютерных наук

Кафедра цифровых технологий

Реферат
по курсу: Системный анализ и компьютерное моделирование
сложных систем.

**«Применение метода анализа иерархий для решения проблемы
выбора временного жилья в Праге»**

Выполнил: магистр 1 курса ФКН
Морозов Евгений Юрьевич

Проверил: доктор технич. наук,
зав. каф. ТОИЗИ ФКН ВГУ
Сирота Александр Анатольевич.

Воронеж 2018

Вербальное описание проблемы

В недавнее время мне пришлось столкнуться с проблемой выбора подходящего жилья в Праге во время пребывания в командировке для получения визы США. Эта задача осложнялась огромным количеством похожих на первый взгляд предложений. Выбор апартаментов может быть облегчен путем введения ряд параметров, таких как расположение квартиры (основную роль играет расстояние до посольства США), цена за ночь, возможное время заселения, наличие определенных удобств и другие. В качестве примера были отобраны некоторые свободные квартиры на период с 12.02.2018 по 17.02.2018. Информация о квартирах была взята с сайта <https://www.airbnb.ru/>. На данном сайте апартаменты имеют в качестве названия описание от владельца, поэтому для удобства предлагается ввести следующие обозначения для отобранных вариантов:

- “New, great bed, clean, center 8 min, Prague tips” -- Квартира 1
- “Newly furnished apartment in centre” – Квартира 2
- “Luxury flat near Prague castle - with breakfast” – Квартира 3
- “New modern aptmnt, centre in a walking distance” – Квартира 4

В данной работе рассматривается выбор одной из этих квартир методом анализа иерархий.

Таблица 1. Описание вариантов наиболее приемлемых авиарейсов

Рассматриваемые критерии (характеристики)	Квартира 1	Квартира 2	Квартира 3	Квартира 4
Цена за сутки, руб.	1690	1410	1912	1935
Расстояние до посольства США, км	2	3	1.5	1.2
Пользовательский рейтинг	5 / 5 (149 отзывов)	4.5 / 5 (163 отзыва)	5 / 5 (3 отзыва)	5 / 5 (31 отзыв)
Время заселения	С 14:00	С 15:00	Любое	С 15:00
Расстояние до общественного транспорта, м	300	200	700	200
Наличие удобств	Wi-Fi, место для работы	Wi-Fi, стиральная машинка	Wi-Fi, завтрак	Wi-Fi, место для работы, лифт

Иерархическое представление проблемы

Так как структурирование проблемы является субъективным процессом, построим трехуровневую иерархию.

На первом уровне находится глобальная цель – «Выбор апартаментов». На среднем уровне располагаются шесть критериев, уточняющих цель. На третьем уровне – четыре типа квартир – варианты, которые должны быть оценены относительно критериев второго уровня.

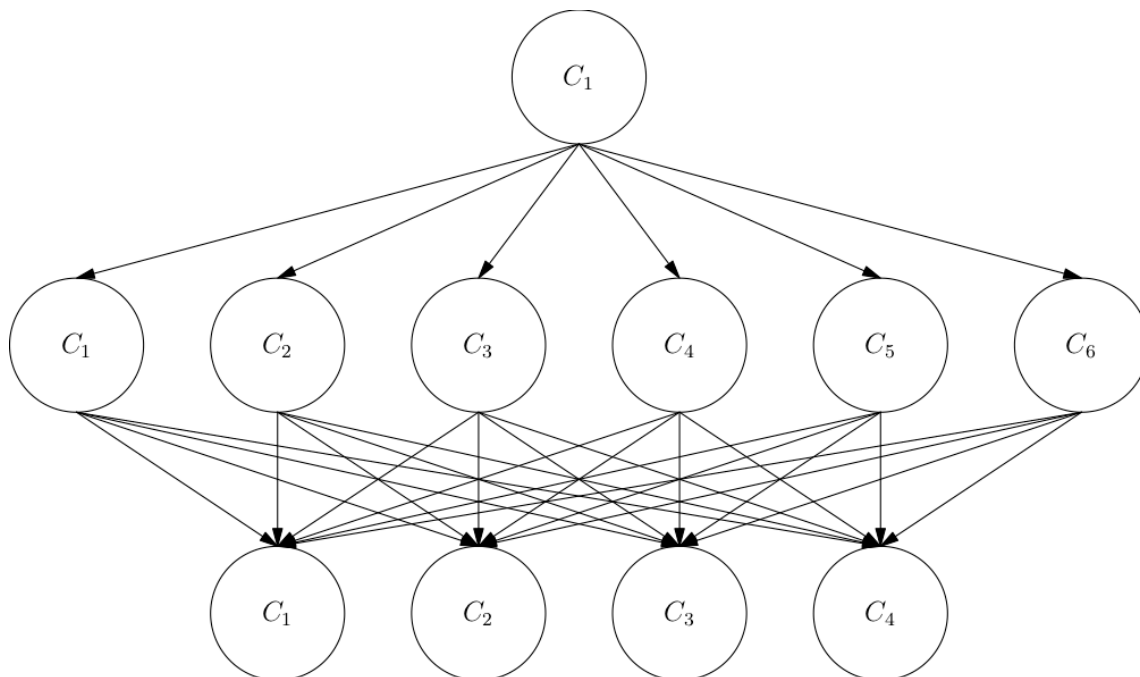


Рисунок 1. Три уровня доминантной иерархии

Фокус:

- $C_1^{(1)}$ – выбор квартиры (удовлетворение от аренды квартиры).

Критерии

- $C_1^{(2)}$ – цена за сутки;
- $C_2^{(2)}$ – расстояние до посольства;
- $C_3^{(2)}$ – пользовательский рейтинг;
- $C_4^{(2)}$ – время заселения;
- $C_5^{(2)}$ – расстояние до общественного транспорта;

- $C_6^{(2)}$ – наличие удобств.

Альтернативы

- $C_1^{(3)}$ – Квартира 1;
- $C_2^{(3)}$ – Квартира 2;
- $C_3^{(3)}$ – Квартира 3;
- $C_4^{(3)}$ – Квартира 4.

Построение матриц парных сравнений

При решении данной задачи при помощи МАИ необходимо составить семь матриц парных сравнений: одна для сравнения критериев и шесть для сравнения альтернатив между собой по каждому из критериев.

Таблица 2. Матрица парных сравнений для среднего (второго) уровня

Общее удовлетворение квартирой	Цена за сутки	Расстояние до посольства	Пользовательский рейтинг	Время заселения	Расстояние до общественного транспорта	Наличие удобств	Вектор приоритетов
Цена за сутки	1,00	0,33	3,00	3,00	0,50	0,20	0,11
Расстояние до посольства	3,00	1,00	5,00	7,00	1,00	0,50	0,25
Пользовательский рейтинг	0,33	0,20	1,00	3,00	0,20	1,00	0,08
Время заселения	0,33	0,14	0,33	1,00	0,14	0,20	0,04
Расстояние до общественного транспорта	2,00	1,00	5,00	7,00	1,00	2,00	0,30
Наличие удобств	5,00	2,00	1,00	5,00	0,5	1,00	0,22

$$\lambda_{\max} = 6,732374587;$$

$$\text{ИС} = 0,146474917;$$

$$\text{ОС} = 11,8\%.$$

После построения матрицы парных сравнений для 2 уровня иерархии, перейдём к парным сравнениям элементов 3 уровня. Сравнивается, насколько более желательны те или иные апартаменты с точки зрения удовлетворения каждого критерия 2 уровня.

Таблица 3. Матрица парных сравнений для цены

Цена за сутки	Квартира 1	Квартира 2	Квартира 3	Квартира 4	Вектор приоритетов
Квартира 1	1,00	0,20	5,00	6,00	0,242119389
Квартира 2	5,00	1,00	7,00	8,00	0,632821555
Квартира 3	0,20	0,14	1,00	2,00	0,075636643
Квартира 4	0,17	0,13	0,50	1,00	0,049422413

λ_{\max}	4,26765
ИС	0,089216667
ОС	9,9%

Таблица 4. Матрица парных сравнений для расстояния до посольства США

Расстояние до посольства	Квартира 1	Квартира 2	Квартира 3	Квартира 4	Вектор приоритетов
Квартира 1	1,00	5,00	0,33	0,25	0,145187367
Квартира 2	0,20	1,00	0,17	0,14	0,047470829
Квартира 3	3,00	6,00	1,00	0,50	0,312998509
Квартира 4	4,00	7,00	2,00	1,00	0,494343295
					λ_{\max} 4,14862
					ИС 0,04954
					ОС 5%

Таблица 5. Матрица парных сравнений для времени заселения

Время заселения	Квартира 1	Квартира 2	Квартира 3	Квартира 4	Вектор приоритетов
Квартира 1	1,00	3,00	0,20	3,00	0,191488414
Квартира 2	0,33	1,00	0,14	1,00	0,077227069
Квартира 3	5,00	7,00	1,00	7,00	0,654057449
Квартира 4	0,33	1,00	0,14	1,00	0,077227069
					λ_{\max} 4,05714
					ИС 0,019046667
					ОС 2,1%

Таблица 6. Матрица парных сравнений для пользовательского рейтинга

Пользовательский рейтинг	Квартира 1	Квартира 2	Квартира 3	Квартира 4	Вектор приоритетов
Квартира 1	1,00	3,00	5,00	4,00	0,543921887
Квартира 2	0,33	1,00	3,00	0,50	0,164339221
Квартира 3	0,20	0,33	1,00	0,33	0,075456315
Квартира 4	0,25	2,00	3,00	1,00	0,216282578
					λ_{\max} 4,15511
					ИС 0,051703333
					ОС 5,7%

Таблица 7. Матрица парных сравнений для расстояния до общественного транспорта

Расстояние до общественного транспорта	Квартира 1	Квартира 2	Квартира 3	Квартира 4	Вектор приоритетов
Квартира 1	1,00	0,33	5,00	0,33	0,164261545
Квартира 2	3,00	1,00	6,00	1,00	0,391897197
Квартира 3	0,20	0,17	1,00	0,17	0,051944062
Квартира 4	3,00	1,00	6,00	1,00	0,391897197
					λ_{\max} 4,09762
					ИС 0,03254
					ОС 3,6%

Таблица 8. Матрица парных сравнений для наличия удобств

Наличие удобств	Квартира 1	Квартира 2	Квартира 3	Квартира 4	Вектор приоритетов
Квартира 1	1,00	3,00	0,50	0,33	0,175269354
Квартира 2	0,33	1,00	0,50	0,20	0,089060099
Квартира 3	2,00	2,00	1,00	0,50	0,247868298
Квартира 4	3,00	5,00	2,00	1,00	0,48780225
					λ_{\max} 4,1034
					ИС 0,034466667
					ОС 3,8%

После построения матриц парных сравнений необходимо проанализировать отношение согласованности (ОС) для каждой из матриц. Следует заметить, что у всех составленных матриц ОС находится в пределах допустимых 20 процентов. Это означает, что сильного противоречия в матрицах нет, и можно приступить к следующему шагу МАИ – нахождению локальных приоритетов.

Нахождение локальных приоритетов

- Цена:

$$1 \times 1/3 \times 3 \times 3 \times 1/2 \times 1/5 = 0,30;$$
$$\sqrt[6]{0,30} = \mathbf{0,82};$$

- Расстояние до посольства:

$$3 \times 1 \times 5 \times 7 \times 1 \times 1/2 = 52,50;$$
$$\sqrt[6]{52,50} = \mathbf{1,94};$$

- Пользовательский рейтинг:

$$1/3 \times 1/5 \times 1 \times 3 \times 1/5 \times 1 = 0,04;$$
$$\sqrt[6]{0,04} = \mathbf{0,58};$$

- Время заселения:

$$1/3 \times 1/7 \times 1/3 \times 1 \times 1/7 \times 1/5 = 0,000453515;$$
$$\sqrt[6]{0,000453515} = \mathbf{0,28};$$

- Расстояние до общественного транспорта:

$$2 \times 1 \times 5 \times 7 \times 1 \times 2 = 140,00;$$
$$\sqrt[6]{140,00} = \mathbf{2,28};$$

- Наличие удобств:

$$5 \times 2 \times 1 \times 5 \times 1/2 \times 1 = 25,00;$$
$$\sqrt[6]{25,00} = \mathbf{1,71};$$

$$\Sigma = 0,82 + 1,94 + 0,58 + 0,28 + 2,28 + 1,71 = \mathbf{7,60}$$

Приоритеты(соответственно):

- $0,82 / 7,60 = 0,11;$
- $1,94 / 7,60 = 0,25;$
- $0,58 / 7,60 = 0,08;$
- $0,28 / 7,60 = 0,04;$
- $2,28 / 7,60 = 0,30;$
- $1,71 / 7,60 = 0,22.$

Глобальные приоритеты

Получив все локальные уровни приоритетов и оценив отношения согласованности для всех матриц парных сравнений, перейдем к поиску глобальных приоритетов. Глобальные приоритеты для данной задачи представлены в таблице 9.

Таблица 9. Глобальные приоритеты

Квартира 1	Квартира 2	Квартира 3	Квартира 4
0,200452066	0,233096779	0,188743488	0,377707666

Из таблицы глобальных приоритетов видно, что наибольший приоритет получили апартаменты под номером 4 (**New modern aptmnt, centre in a walking distance**).

Заключение

Метод анализа иерархий позволил найти оптимальное решение поставленной задачи по выбору временного жилья в городе Прага. По полученным данным наиболее подходящим вариантом является **Квартира 4** с наивысшим глобальным приоритетом.

Оценивая результат, можно заметить, что согласно полученным локальным приоритетам, наиболее важными являются расстояние до посольства США и расстояние до общественного транспорта. С этой точки зрения действительно видно даже из таблицы 1, что Квартира 4 имеет наилучшие значения соответствующих параметров. Таким образом, можно сделать вывод, что Квартира 4 (**New modern aptmnt, centre in a walking distance**) действительно является лучшим вариантом среди предложенных.