

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПОКУПКИ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

В. Е. Хмелевский

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Беларусь, vita.xmelevkij@gmail.com*

*Научный руководитель – А. В. Капусто, кандидат физико-математических наук,
доцент*

В статье описаны методы многокритериальной оптимизации и представлена постановка задачи многокритериальной оптимизации на примере рынка квартир города Минска. Для решения использован ряд методов многокритериальной оптимизации, определены оптимальные варианты и даны обоснованные рекомендации заказчику. Сделан вывод о целесообразности применения многокритериальной оптимизации для выбора объектов недвижимости.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация; анализ иерархий; STEM; недвижимость; квартиры.

Выбор квартиры является одной из наиболее ответственных задач, с которыми сталкиваются горожане при покупке жилой недвижимости. В условиях большого города, такого как Минск, этот процесс становится особенно сложным из-за множества факторов, влияющих на конечное решение. Именно многокритериальная оптимизация позволяет комплексно подойти к решению этой задачи, обеспечивая баланс между различными требованиями и предпочтениями.

Многокритериальная оптимизация (МКО) – это одновременная оптимизация минимум двух (и более) конфликтующих между собой целевых функций в заданной области определения [1].

Окончательное решение принимает человек, которого принято называть лицом, принимающим решение (ЛПР). Возможные варианты действий называются альтернативами, их должно быть минимум две [2].

В общем виде постановка задачи МКО может быть представлена в виде $\{D, f_1, \dots, f_m\}$, где D – некоторое множество допустимых исходов, f_i – числовая функция, заданная на множестве D ; при этом $f_i(a)$ есть оценка исхода $a \in D$ по i -му критерию ($i = \overline{1, m}$). Такая модель соответствует задаче принятия решений (ЗПР), в которой множество альтернатив соответствует множеству допустимых исходов, а оценочная структура задается вектором (f_1, \dots, f_m) . Критерий f_i называется позитивным, если ЛПР стремится к его увеличению, и негативным, если ЛПР стремится к его уменьшению [3].

Рассмотрим постановку задачи на примере выбора квартиры в Минске. Пусть некоторая семья хочет купить 3-х комнатную квартиру, она и будет выступать в роли заказчика, ЛПР и эксперта, для определения ве-

сов критериев. *Ограничения:* рынок – вторичный, количество комнат – 3, район – Московский и Фрунзенский (вдоль веток метро), этаж – от 3 до 12, площадь кухни – от 6 м², цена за м² – до 1200 \$.

Критерии и направление оптимизации: цена за м² – f_1 , min; расстояние до метро – f_2 , min; количество школ в радиусе 1 км – f_3 , max; количество продовольственных магазинов в радиусе 0,5 км – f_4 , max; количество супермаркетов в радиусе 1 км – f_5 , max; площадь кухни – f_6 , max; общая площадь – f_7 , max; год постройки – f_8 , max; этаж – f_9 , max; количество парков, зелёных зон в радиусе 1 км – f_{10} , max. В таблице 1 приведены данные о двадцати квартирах, удовлетворяющих ограничениям.

Таблица 1

Статистическая база квартир

Адрес квартиры	Этаж	Цена за м ²	Площадь кухни	Общая площадь	Год постройки	Расстояние до метро км	Количество школ	Количество магазинов	Количество супермаркетов	Количество парков
ул.Матусевича, 90	3	1186	10,4	78,28	2004	1,05	7	7	4	3
ул.Кунцевщина, 42	7	1186	9,9	66,5	1992	0,95	8	7	4	3
ул. Жиновича, 4	9	1199	10,1	79,2	2008	1,48	4	4	3	1
ул.Одинцова 107	4	1152	9,0	78,1	1998	0,95	5	7	5	2
ул.Лобанка, 34	3	1157	9,0	76,0	1998	0,91	8	6	5	2
ул.Якубовского, 26	9	1196	9,3	75,2	1982	0,64	8	5	6	1
ул.Одинцова, 22	9	1194	7,2	65,7	1982	0,84	7	4	7	1
ул.Одинцова, 36	3	1193	7,08	65,78	1984	0,6	9	6	5	1
пр. газеты Звезда, 23	8	1190	7,06	63,0	1979	0,85	10	7	7	1
ул. Берута 17/3	7	1196	7,4	62,7	1971	1,05	3	4	3	2
л. Петра Глебки, 72	7	1152	6,8	57,3	1975	1,23	4	6	2	2
ул. Жудро 37	7	1185	7,48	59,9	1974	1,04	6	3	1	2
ул.Пономаренко, 32	4	1157	7,1	60,4	1982	1,6	4	4	1	1
ул. Есенина, 31	6	1175	9,0	80,8	1998	1,48	2	3	1	1
ул.Корженевского,13	7	1071	7,13	71,74	1975	1,54	1	4	1	1
ул. Есенина, 11а	7	1155	12,4	81,8	2004	0,8	3	4	1	1
ул. Голубева, 26	3	1184	9,3	70,9	1985	1,48	5	6	3	1
ул.Рафиева, 29	9	1145	7,12	65,48	1984	1,9	3	2	2	1
ул.Рафиева, 15	9	1062	9,5	75,2	1987	1,72	6	3	3	1
ул.Жуковского, 5	9	1146	7,2	65,4	1988	0,78	4	6	3	0

Составлено по: [5].

Решение задачи МКО всегда принадлежит Парето-оптимальной границе. Поэтому из рассмотрения исключаются варианты, которые не являются Парето-оптимальными [2]. Для решения задачи методами МКО предварительно изменяется направление оптимизации по всем критериям на максимум и выполняется нормализация значений.

В решении задачи применены следующие методы: метод равномерной оптимальности, справедливого компромисса, свертывания критериев, метод идеальной точки, метод анализа иерархий, метод STEM [2], [4].

После решения задачи МКО различными методами – выбирается оптимальный вариант среди результатов по всем методам. Наилучший вариант по каждому методу, – это вариант с максимальным значением. Результаты представлены в таблице 2 (зеленый цвет – 1 место, оранжевый – 2, желтый – 3).

Таблица 2

Сводные результаты по всем методам

Адрес квартиры	F1 – метод равномерной оптимальности	F2 – метод справедливого компромисса	F3 – метод свертывание критериев	F4 – метод идеальной точки	F5 – метод анализа иерархий	F6 – метод STEM	Итого
ул.Матусевича, 90	6,3041	0	0,604	1,000	37	0,603	3,5
ул.Кунцевщина, 42	6,3619	0,0024	0,586	0,905	27	0,606	4,69
ул. Жиновича, 4	5,0062	0	0,549	1,000	26	0,471	2,36
ул.Одинцова, 107	5,9993	0,0023	0,591	0,800	28	0,579	5,06
ул. Лобанка, 34	5,8412	0	0,558	1,000	25	0,558	2,82
ул.Якубовского, 26	4,9479	0	0,529	1,000	33	0,450	2,41
ул.Одинцова, 22	4,7015	0,00001	0,480	0,964	26	0,430	2,17
ул.Одинцова, 36	4,4229	0	0,401	1,000	27	0,389	1,64
пр. газетыЗвезда, 23	5,6329	0,00003	0,502	0,954	29	0,517	2,88
ул. Жудро,37	3,2135	0	0,294	1,000	11	0,291	0,41
ул.Корженевского, 13	3,4223	0	0,332	1,000	10	0,368	0,75
ул. Есенина,11а	5,8052	0	0,693	1,000	49	0,550	3,69
ул.Голубева, 26	3,6687	0	0,350	1,000	13	0,354	0,88
ул.Рафиева, 29	2,6015	0	0,245	1,000	8,4	0,271	0
ул.Рафиева, 15	4,1558	0	0,402	1,000	19	0,453	1,57
ул Жуковского, 5	4,3289	0	0,432	1,000	18	0,398	1,51

Заметим, что итоговые результаты колеблются между четырьмя вариантами, поэтому их можно рекомендовать заказчику.

Если определить наилучший объект с помощью метода равномерной оптимальности, используя методы в качестве критериев, то наилучший вариант квартира по адресу ул. Одинцова д. 107, немного уступает по значению критериев квартира по адресу ул. Кунцевщина, д. 42. Третье и четвертое место заняли квартиры по адресу ул. Есенина, д. 11 а и ул. Матусевича, д. 90 соответственно (табл. 2, столбец «Итог»).

Если заказчику не так важно количество школ, супермаркетов и экологическое состояние района, то можно рекомендовать квартиру по адресу ул. Есенина, 11а. Если данные параметры важны, тогда стоит рассмотреть варианты квартир на ул. Кунцевщина, 42 и ул. Матусевича, 90. Но квартира на ул. Кунцевщина, 42 находится на 3 этаже, а на ул. Матусевича, 90 имеет более ранний год постройки. Квартира по адресу ул. Одинцова, 107 – по характеристикам является «промежуточным» вариантом, но находится на 4 этаже и год постройки раньше, чем у квартир на ул. Есенина, 11а и ул. Матусевича, 90.

Результаты исследования показали, что применение методов многокритериальной оптимизации позволяет значительно повысить объективность и обоснованность процесса выбора квартиры. Это достигается за счет учета множества критериев и их взвешивания в соответствии с предпочтениями заказчика. Кроме того, использование МКО помогает сократить время на принятие решения и повысить уровень удовлетворенности конечных пользователей. Использование многокритериальной оптимизации является перспективным направлением для дальнейших исследований и практического применения. Это открывает новые возможности для роста качества принимаемых решений, обоснованно отражающих и учитывающих все потребности заказчика.

Библиографические ссылки

1. *Богданова П. А., Сахаров Д. М.* Обзор методов многокритериальной оптимизации в задачах принятия решений // *Инновационные аспекты развития науки и техники*, 2021. С. 153–157.
2. *Набатова Д. С.* Математические и инструментальные методы принятия решений: учебник и практикум // Москва: Издательство Юрайт, 2023. С. 64–166.
3. *Розен В. В.* Математические модели принятия решений в экономике . 2002. С. 66–68.
4. *Лотов А. В., Поспелова И. И.* Многокритериальные задачи принятия решений: учебное пособие // МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008. С. 176–178.
5. Аналитика недвижимости г. Минск [Электронный ресурс]. URL: <https://realt.by/statistics/dynamics/> (дата обращения: 02.05.2024).