

УДК 37.091.398-042.4(476-25)

192. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЫБОРА МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ РЕПЕТИТОРСКОГО ЦЕНТРА НА ОСНОВЕ МЕТОДА СААТИ

Павлюкович В. А., Рута А. М. студенты гр.374002

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефремов А. А. – старший преподаватель

Аннотация. В условиях развития рынка дополнительного образования правильный выбор местоположения репетиторского центра является ключевым фактором его успешной деятельности. В работе рассматривается применение метода анализа иерархий Т. Саати для структурирования процесса выбора локации. Проведён анализ трёх районов г. Минска по демографическим, экономическим и эргономическим критериям. Результаты исследования позволяют обоснованно подходить к выбору места размещения центра с учётом приоритетов целевой аудитории и условий ведения бизнеса.

Ключевые слова. Репетиторский центр, метод Саати, многокритериальный анализ, выбор местоположения, дополнительные образовательные услуги, целевая аудитория.

В условиях высокой конкуренции на рынке образовательных услуг правильный выбор местоположения репетиторского центра является одним из ключевых факторов его успешного функционирования. Особенно это актуально для организаций дополнительного образования, где поток клиентов напрямую зависит от плотности населения, структуры потребителей (школьники, студенты, взрослые) и экономической активности района. Ошибки при выборе локации могут привести к низкой посещаемости, недостаточной выручке и, как следствие, к экономической неэффективности проекта.

Для решения задачи выбора места размещения репетиторского центра применяются методы многокритериального анализа. Одним из наиболее распространённых инструментов является метод анализа иерархий Т. Саати, который позволяет структурировать проблему выбора, определить относительную важность факторов и провести сравнительный анализ альтернатив.

Метод анализа иерархий представляет собой математический инструмент поддержки принятия решений, основанный на декомпозиции сложной проблемы на более простые элементы и последующем их попарном сравнении [1].

Основным инструментом метода является матрица попарных сравнений, в которой элементы отражают относительную важность критериев. Матрица имеет следующий вид (формула 1):

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & a_{23} \\ \frac{1}{a_{13}} & \frac{1}{a_{23}} & 1 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где a_{ij} – степень важности критерия i по сравнению с критерием j .

Для определения весов критериев используется нормализация матрицы попарных сравнений. Нормированное значение определяется по формуле 2:

$$a_{ij}^{norm} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, \quad (2)$$

где n – количество критериев.

После нормализации вычисляется вектор приоритетов (весов критериев) по формуле 3:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^{norm}}{n}, \quad (3)$$

где w_i – вес i -го критерия.

После определения весов критериев необходимо оценить степень согласованности экспертных суждений. Для этого рассчитывается максимальное собственное значение матрицы попарных сравнений λ_{max} и индекс согласованности.

На первом этапе матрица попарных сравнений умножается на вектор весов критериев, формируя вектор Aw , элементы которого представляют собой взвешенные суммы строк матрицы. Затем каждый

элемент вектора Aw делится на соответствующий вес критерия. Далее вычисляется максимальное собственное значение $\lambda_{\max}$ как среднее арифметическое полученных отношений.

В основе метода лежит шкала относительной важности Саати, позволяющая оценивать степень предпочтения одного критерия по отношению к другому. После формирования матрицы сравнений рассчитывается собственный вектор приоритетов, который отражает относительную значимость каждого фактора. Дополнительно вычисляется индекс согласованности, позволяющий определить корректность экспертных оценок, по следующей формуле 4:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (4)$$

где $\lambda_{\max}$ – максимальное собственное значение матрицы.

Однако для окончательной оценки используется отношение согласованности, которое учитывает случайную согласованность. Если значение отношения согласованности удовлетворяет условию $CR < 0,1$, то матрица попарных сравнений считается согласованной, а полученные веса критериев могут быть использованы в дальнейших расчётах. В противном случае необходимо пересмотреть экспертные оценки.

Для решения задачи была сформирована иерархическая структура, включающая три уровня: цель, группы критериев и альтернативные варианты размещения репетиторского центра. На верхнем уровне иерархии расположена основная цель исследования – выбор оптимального местоположения репетиторского центра в городе Минске. Второй уровень иерархии представлен тремя группами критериев: демографическими факторами, экономическими факторами и технико-эстетическими (эргономическими) характеристиками помещения.

Демографические факторы отражают потенциальный спрос на образовательные услуги. К ним относятся портрет потребителя (уровень дохода и готовность оплачивать занятия), плотность населения района (определяет потенциальный поток клиентов) и наличие целевой аудитории (школьников и студентов), формирующей стабильный спрос.

Экономические факторы определяют финансовую целесообразность размещения центра. Включают стоимость аренды квадратного метра, влияющую на уровень постоянных расходов, транспортную доступность (удобство подъезда для учащихся и их родителей) и средний уровень цен на образовательные услуги в районе, отражающий платежеспособность клиентов.

Технико-эстетические (эргономические) факторы характеризуют комфорт и привлекательность помещения. К ним относятся планировка (возможность размещения учебных зон и зон ожидания), наличие оборудованных учебных классов, а также удобство входа, наличие парковки и близость к остановкам общественного транспорта, повышающие доступность центра [2].

В качестве альтернативных вариантов размещения репетиторского центра были выбраны три района города Минска, характеризующиеся различной структурой потребителей и уровнем экономической активности. К таким районам относятся Центральный район, район проспекта Независимости вблизи учебных заведений и жилой район Каменная Горка.

Центральный район характеризуется высокой деловой активностью, развитой инфраструктурой и доступностью для клиентов из разных частей города. Проспект Независимости возле университетов отличается высокой концентрацией студентов и школьников, что формирует устойчивый спрос на услуги репетиторов. Каменная Горка представляет собой крупный жилой массив с высокой плотностью населения, где востребованы занятия для детей в шаговой доступности от дома.

На следующем этапе проводится попарное сравнение групп критериев. Экспертная оценка показала, что наибольшее влияние имеют демографические факторы, поскольку наличие целевой аудитории и её платёжеспособность напрямую определяют востребованность услуг. Экономические факторы также обладают высокой значимостью, так как арендная плата и транспортная доступность влияют на финансовую устойчивость бизнеса. Технико-эстетические характеристики помещения получили наименьший приоритет. На основе этих оценок сформирована матрица попарных сравнений (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица попарного сравнения групп критериев

Критерии	Демографические	Экономические	Эргономические
Демографические	1	2	3
Экономические	1/2	1	2
Эргономические	1/3	1/2	1
Сумма столбца	1,83	3,5	6

Далее выполняется нормализация матрицы. Для этого каждый элемент столбца делится на сумму соответствующего столбца. Это позволяет привести значения к сопоставимому масштабу и определить относительный вклад каждого критерия. Результат приведения представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Нормализованная матрица и веса критериев

Критерии	Демографические	Экономические	Эргономические	Среднее значение (вес)
Демографические	0,55	0,57	0,50	0,54
Экономические	0,27	0,29	0,33	0,30
Эргономические	0,18	0,14	0,17	0,16

Вес каждого критерия определяется как среднее арифметическое значений строки нормализованной матрицы по формуле (3). В результате расчётов веса составили: демографические факторы – 0,54, экономические – 0,30, эргономические – 0,16 [3].

Для проверки корректности экспертных оценок рассчитано отношение согласованности. Его значение составило 0,0079, что ниже допустимого порога 0,1. Это свидетельствует о высокой степени согласованности экспертных суждений, поэтому полученные веса могут использоваться в дальнейших расчётах.

После определения весов критериев проводится сравнительная оценка выбранных районов Минска по каждому фактору. Для каждого критерия строится отдельная матрица попарных сравнений альтернативных локаций. Итоговый показатель привлекательности локации рассчитывается как взвешенная сумма оценок по всем критериям (формула 5):

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij}, \quad (5)$$

где S_i – интегральная оценка i -й локации;

w_j – вес j -го критерия;

r_{ij} – оценка альтернативы i по критерию j .

В результате агрегирования всех оценок определяется интегральный показатель привлекательности каждой локации. Наиболее высокий итоговый вес соответствует наиболее предпочтительному варианту размещения репетиторского центра.

Оценка по демографическим факторам показала, что наиболее привлекательным является район Каменная Горка. Проспект Независимости занял второе место, Центральный район – третье. Анализ по экономическим факторам выявил лидерство проспекта Независимости, Каменная Горка – на втором месте, Центральный район – на третьем. По эргономическим факторам наиболее высокие оценки получили Каменная Горка и Центральный район, тогда как проспект Независимости оказался наименее приспособленным с точки зрения комфорта помещений.

Далее проведена сравнительная оценка трёх районов Минска по каждому критерию. Для каждого критерия строилась матрица попарных сравнений альтернатив. Итоговый показатель привлекательности локации рассчитывается как взвешенная сумма оценок по всем критериям.

Оценка по демографическим факторам показала, что наиболее привлекательным является район Каменная Горка, получивший наибольший вес. Анализ по экономическим факторам выявил лидерство проспекта Независимости. По эргономическим факторам наиболее высокие оценки получили Каменная Горка и Центральный район, тогда как проспект

Результаты расчётов показывают, что наиболее привлекательным местом для открытия репетиторского центра является район проспекта Независимости вблизи учебных заведений. Данный район характеризуется высокой концентрацией целевой аудитории, устойчивым спросом на образовательные услуги и относительно приемлемым уровнем арендной платы. Каменная Горка занимает второе место: несмотря на высокую плотность населения, уровень доходов здесь ниже, а транспортная доступность уступает центральным районам. Центральный район обладает развитой инфраструктурой, однако высокая стоимость аренды и значительная конкуренция снижают его привлекательность.

Применение метода анализа иерархий позволило структурировать процесс выбора местоположения репетиторского центра и учесть влияние демографических, экономических и эргономических факторов. Полученная модель может быть использована предпринимателями и инвесторами при принятии решений о размещении организаций дополнительного образования, а также адаптирована для анализа других видов бизнеса.

Список использованных источников:

1. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати ; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – Москва : Радио и связь, 1993. – 278 с.
2. Косолапова, А. А. Применение метода анализа иерархий при выборе места расположения торгового предприятия / А. А. Косолапова, А. А. Полякова // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 4 (153). – С. 1234–1239.
3. Регионы Республики Беларусь, 2025 : статистический сборник : в 2 т. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск : Белстат, 2025.

UDC 37.091.398-042.4(476-25)

DEVELOPMENT OF A MODEL FOR CHOOSING THE LOCATION OF A TUTORING CENTER BASED ON THE SAATI METHOD

Pavlyukovich V. A., Ruta A. M. students of group 374002

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Efremov A. A. – senior lecturer

Annotation. In the context of the development of the additional education market, choosing the right location for a tutoring center is a key factor in its successful operation. The paper considers the application of T. Saaty's analysis of hierarchies method for structuring the location selection process. An analysis of three districts of Minsk city based on demographic, economic and ergonomic criteria is carried out. The results of the study allow for a reasonable approach to the choice of the location of the center, taking into account the priorities of the target audience and the conditions of doing business.

Keywords. Tutor center, Saaty method, multi-criteria analysis, location selection, additional educational services, target audience.