

УДК 004

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО РАНЖИРОВАНИЯ В ЗАДАЧЕ ВЫБОРА ТУРИСТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Тараскин Артём Александрович,

магистрант, кафедра ИиППО, Институт информационных технологий, РТУ МИРЭА,
Москва.

Email: taraskin.ar.al@ya.ru

Аннотация

В статье рассматриваются методы многокритериального ранжирования, применимые в задаче выбора туристических объектов в цифровых системах поддержки туристических решений. Выполнено сопоставление методов АНР, TOPSIS, VIKOR и WSM с позиции интерпретируемости результатов, вычислительной сложности и пригодности для интерактивного применения в туристических информационных системах. Показано, что наибольший практический интерес представляет метод WSM, обеспечивающий прозрачность вычислений, простоту реализации и возможность оперативного пересчета результатов при изменении предпочтений пользователя. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании рекомендательных и информационно-аналитических систем в сфере туризма.

Ключевые слова: многокритериальный анализ, ранжирование альтернатив, туристические объекты, АНР, TOPSIS, VIKOR, WSM, информационные системы туризма.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MULTI-CRITERIA RANKING METHODS IN THE TASK OF SELECTING TOURIST ATTRACTIONS

Taraskin Artyom Aleksandrovich,

Master's student, Instrumental and Applied Software Department, Institute of Information
Technologies, RTU MIREA, Moscow.

Email: taraskin.ar.al@ya.ru

ABSTRACT

The article examines multi-criteria ranking methods applicable to the task of selecting tourist attractions in digital systems supporting tourist choice. The methods AHP, TOPSIS, VIKOR and WSM are compared in terms of result interpretability, computational complexity and suitability for interactive use in tourism information systems. It is shown that, within the considered task, the WSM method is of the greatest practical interest due to the transparency of calculations, implementation simplicity and the possibility of rapid recalculation when user preferences change. The obtained results can be used in the design of recommendation and information-analytical systems in the field of domestic tourism.

Keywords: multi-criteria analysis, alternative ranking, tourist attractions, AHP, TOPSIS, VIKOR, WSM, tourism information systems.

Введение

В рамках цифровых туристических сервисов выбор подходящих объектов осуществляется в условиях большого числа альтернатив и необходимости учитывать совокупность разнородных критериев. Применение сортировки по отдельным показателям не обеспечивает должного качества принятия решений, поскольку не учитывает влияние других значимых характеристик. В связи с этим для туристических информационных систем особую значимость приобретают методы многокритериального ранжирования, позволяющие формировать более обоснованный порядок предпочтения туристических объектов. Однако многообразии доступных методов, каждый из которых обладает своей спецификой, создает сложности при выборе оптимального варианта для интерактивных туристических информационных систем.

Цель исследования

Целью настоящего исследования является сравнительный анализ методов многокритериального ранжирования в задаче выбора туристических объектов и обоснование выбора наиболее пригодного подхода для применения в цифровых системах поддержки туристического выбора.

Методика исследования основывалась на последовательной систематизации современных публикаций по тематике многокритериального ранжирования, выделении критериев сравнительной оценки методов и последующем сопоставлении AHP, TOPSIS, VIKOR и WSM с точки зрения их применимости в задаче выбора туристических объектов. Итогом исследования стало обоснование метода, наиболее соответствующего требованиям цифровых туристической информационной системы.

Результаты и их обсуждение

В туристических информационных системах задача ранжирования объектов предполагает одновременный учёт нескольких групп факторов: пользовательских предпочтений, стоимости, транспортной доступности, рейтинга, насыщенности инфраструктурой и других характеристик. Поскольку значимость этих параметров для пользователя различается, такая задача носит многокритериальный характер. Это обуславливает необходимость применения методов многокритериального анализа, позволяющих формализовать сравнение альтернатив и повысить обоснованность рекомендаций.

Метод анализа иерархий (АИР)

Метод анализа иерархий применяется для декомпозиции задачи выбора в виде иерархии, в которой на верхнем уровне находится общая цель, далее идут критерии и подкритерии, а на нижнем уровне – альтернативные варианты. После построения иерархии следующим шагом является проведение попарных сравнений элементов на каждом уровне иерархии на основе их относительной важности или предпочтительности по отношению к элементу более высокого уровня. Базой метода выступает матрица попарных сравнений $A = (a_{ij})$, на основе которой определяется вектор приоритетов w по формуле 1, [1]:

$$Aw = \lambda_{max}w, \quad (1)$$

где λ_{max} – максимальное собственное значение матрицы.

Для проверки согласованности суждений используется отношение согласованности CR по формуле 2, [1]:

$$CR = \frac{\lambda_{max} - n}{(n - 1) \cdot RI}, \quad (2)$$

где n – число сравниваемых элементов;

RI – случайный индекс, представляющий собой среднее значение согласованности в зависимости от n [2].

С точки зрения применения в туристических информационных системах АНР представляет интерес прежде всего как инструмент структурирования критериев и определения их относительной значимости. Метод позволяет явно задать, какие характеристики туристического объекта считаются более важными. Основным недостатком метода АНР является большое количество попарных сравнений, что может привести к появлению ошибок [2]. Необходимость контроля согласованности делает АНР менее производительным для сценариев, где пользователь может часто и быстро менять предпочтения непосредственно в интерфейсе системы.

Метод TOPSIS

Метод TOPSIS основывается на предположении, что предпочтительной является альтернатива, которая находится наиболее близко к положительному идеальному решению и наиболее далеко от отрицательного идеального решения. После нормализации исходных данных и учёта весов критериев для каждой альтернативы вычисляются расстояния до идеальной и антиидеальной точек, а затем определяется коэффициент относительной близости V_i по формуле 3, [3]:

$$V_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}, \quad (3)$$

где S_i^- – расстояние от i -й альтернативы до отрицательного идеального решения;
 S_i^* – расстояние до положительного идеального решения.

С точки зрения применения в туристических информационных системах TOPSIS представляет интерес в тех случаях, когда необходимо сопоставить туристические объекты или направления относительно некоторого желаемого профиля. К числу преимуществ TOPSIS относится его формальная строгость и возможность учитывать как стремление к «лучшему» набору характеристик, так и удалённость от наихудшего варианта. Однако отмечается, что результаты TOPSIS зависят от способа нормализации и выбранной метрики расстояния [4]. Для туристических информационных систем это означает, что при достаточной аналитической выразительности метода его итоговый результат сложнее интерпретировать через вклад отдельных критериев, чем в более простых аддитивных моделях. Поэтому TOPSIS целесообразно рассматривать как эффективный инструмент аналитического ранжирования туристических альтернатив, однако для пользовательских сценариев, требующих высокой прозрачности и простоты объяснения результата, его применение может быть менее предпочтительным.

Метод VIKOR

Метод VIKOR ориентирован на поиск компромиссного решения в задачах с противоречивыми критериями. В отличие от TOPSIS, он учитывает не только суммарную полезность альтернативы, но и максимальное индивидуальное отклонение по отдельному критерию. Для каждой альтернативы в методе рассчитываются показатели групповой полезности S_j и показатели наибольшего отклонения R_j по формулам 4-5 [5]:

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-}, \quad (4)$$

$$R_j = \max_i \left\{ w_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \right\}; \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (5)$$

где w_i – вес i -го критерия;

f_{ij} – значение i -го критерия для j -й альтернативы;

f_i^* – наилучшее значение критерия;

f_i^- – наихудшее значение критерия.

Итоговое ранжирование выполняется по формулам 6-7 [5]:

$$Q_j = \frac{v(S_j - S^*)}{(S^- - S^*)} + (1 - v) \frac{(R_j - R^*)}{(R^- - R^*)}, \quad (6)$$

$$S^* = \min_i S_i; \quad S^- = \max_i S_i; \quad R^* = \min_i R_i; \quad R^- = \max_i R_i \quad (7)$$

Параметр v , как правило, принимается равным 0.5 [6]. Чем меньше значение Q_j , тем более предпочтительной является альтернатива.

С точки зрения применения в туристических информационных системах VIKOR представляет интерес в сценариях, где выбор действительно носит компромиссный характер и необходимо учитывать конфликтующие критерии, например стоимость, расположение, уровень сервиса и инфраструктуру. В недавней работе по мобильной системе рекомендаций гостиниц метод VIKOR использовался для ранжирования альтернатив по нескольким критериям, а пользователю предоставлялась возможность изменять приоритеты выбора [6].

Вместе с тем использование VIKOR в туристических информационных системах связано с более сложной интерпретацией результата по сравнению с аддитивными моделями. Это связано с тем, что итоговый индекс формируется не напрямую из суммы вкладов критериев, а через сочетание показателей S_i R_i и параметра v . Таким образом, VIKOR особенно уместен в аналитических и рекомендательных сценариях, где важен поиск компромиссного решения, однако для интерфейсов массового пользовательского ранжирования его объяснимость может быть ниже, чем у более простых методов.

Метод взвешенной суммы (WSM)

Метод взвешенной суммы, также известный как Simple Additive Weighting (SAW), относится к наиболее простым методам многокритериального ранжирования. В его основе лежит задание весов критериев, которые отражают для принимающего лица значимость критерия, построение матрицы из критериев и альтернатив для задания оценки каждой альтернативы и вычисление конечной интегральной суммы для каждой альтернативы [7]. Интегральная сумма вычисляется по формуле 8 [8]

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i r_{ij}, \quad (8)$$

где w_i – вес i -го критерия;

r_{ij} – нормализованное значение i -го критерия для j -й альтернативы.

С точки зрения применения в туристических информационных системах WSM представляет особый интерес в задачах, где необходимо быстро ранжировать объекты по заранее заданному набору параметров, например по стоимости, рейтингу, удалённости,

доступности и инфраструктурным характеристикам. Метод хорошо согласуется с логикой пользовательских интерфейсов, в которых значимость критериев может задаваться явно, а итоговый рейтинг должен оперативно пересчитываться при изменении предпочтений. Всё это благодаря вычислительной простоте, наглядности результата и отсутствию сложных промежуточных процедур [8]

Отличительной чертой метода является его компенсационный характер, когда низкое значение по одному критерию может быть частично компенсировано высоким значением по другому [8]. Для туристических информационных систем эта особенность по большей части не является недостатком, поскольку в реальной практике выбора пользователи действительно нередко готовы компенсировать, например, большую удалённость более высоким рейтингом, меньшей стоимостью или лучшей инфраструктурой. В связи с этим WSM можно рассматривать как один из наиболее практичных методов для пользовательского ранжирования туристических объектов.

Проведённое рассмотрение методов АНР, TOPSIS, VIKOR и WSM показывает, что все они ориентированы на решение задачи многокритериального ранжирования, однако различаются по способу формирования итоговой оценки, уровню интерпретируемости результата и удобству практического применения в туристических информационных системах. В связи с этим для сопоставления сведём рассмотренные методы в единую таблицу (табл. 1).

Таблица 1.

Сравнительная характеристика методов многокритериального ранжирования

Критерий	АНР	TOPSIS	VIKOR	WSM
Принцип формирования результата	Попарное сравнение критериев и альтернатив с определением весов и проверкой согласованности	Ранжирование по близости к положительному идеальному и удалённости от отрицательного идеального решения	Компромиссное ранжирование на основе показателей групповой полезности и наибольшего отклонения	Итоговая оценка как взвешенная сумма нормализованных критериев
Сильные стороны	Структурированность, удобство задания приоритетов, интерпретируемость	Формальная строгость, учёт близости к лучшему и удалённости от худшего решения	Учитывает конфликтующие критерии, ориентирован на компромиссный выбор	Простота вычислений, наглядность результата, удобство реализации
Ограничения	Большое число сравнений, необходимость проверки согласованности, рост трудоёмкости	Зависимость от нормализации и метрики расстояния, менее наглядная интерпретация	Более сложная интерпретация результата, наличие параметра компромисса	Компенсационный характер модели

Объяснимость результата для пользователя	Высокая при объяснении структуры критериев, ниже при массовом ранжировании	Средняя, так как результат объясняется через расстояния до идеальных решений	Средняя, поскольку итог формируется через несколько промежуточных показателей	Очень высокая, так как итоговая оценка может быть разложена на вклад отдельных критериев
Задание весов в цифровом интерфейсе	Ограниченное, поскольку метод естественным образом предполагает попарные сравнения	Возможно, но требует последующего расчёта расстояний и итогового коэффициента	Возможно, но сопровождается дополнительным параметром компромисса	Весы могут задаваться напрямую в интерфейсе
Пригодность для интерактивного пересчёта результата	Низкая	Средняя	Средняя	Высокая
Перспективы применения в туристических ИС	Уместен для структурирования критериев и определения их весов	Перспективен для аналитического ранжирования туристических объектов и направлений	Наиболее полезен для компромиссного выбора при конфликтующих критериях	Наиболее удобен для интерактивного пользовательского ранжирования объектов

Рассмотренные методы различаются не только способом формирования итогового ранга, но и степенью пригодности для применения в туристических информационных системах. АНР целесообразен прежде всего для структурирования критериев и определения их весов, TOPSIS и VIKOR – для более формализованных сценариев аналитического и компромиссного ранжирования. Наиболее практичным для интерактивного пользовательского выбора представляется WSM, поскольку данный метод сочетает вычислительную простоту, высокую объяснимость результата и удобство интеграции в цифровые туристические сервисы.

Заключение

Сравнительный анализ методов многокритериального ранжирования в задаче выбора туристических объектов позволил выявить особенности их использования с точки зрения интерпретируемости, вычислительной сложности, удобства задания весов и пригодности для цифровых сервисов поддержки выбора.

Практическая значимость исследования состоит в том, что его результаты могут быть использованы при разработке туристических информационных систем, рекомендательных сервисов и иных цифровых решений, ориентированных на многокритериальный выбор объектов. Дальнейшее развитие работы может быть связано с экспериментальной

проверкой рассмотренных методов на реальных туристических данных и исследованием устойчивости ранжирования при изменении критериев и пользовательских предпочтений.

Список литературы:

1. Frish S., Talmor I., Hadar O., Shoshany M., Shapira A. Enhancing consistency of AHP-based expert judgements: A new approach and its implementation in an interactive tool // *MethodsX*. 2025. Vol. 14. Art. 103341. DOI: 10.1016/j.mex.2025.103341.
2. Pant S., Kumar A., Ram M., Klochkov Y., Sharma H.K. Consistency Indices in Analytic Hierarchy Process: A Review // *Mathematics*. 2022. Vol. 10, No. 8. DOI: 10.3390/math10081206.
3. Chakraborty S. *TOPSIS and Modified TOPSIS: A Comparative Analysis* // *Decision Analytics Journal*. 2022. Vol. 2. DOI: 10.1016/j.dajour.2021.100021.
4. Ciardiello F., Genovese A. A comparison between TOPSIS and SAW methods // *Annals of Operations Research*. 2023. Vol. 325, No. 2. P. 967–994. DOI: 10.1007/s10479-023-05339-w.
5. Taherdoost H., Madanchian M. VIKOR Method – An Effective Compromising Ranking Technique for Decision Making // *Macro Management & Public Policies*. 2023. Vol. 5, No. 2. P. 27–33. DOI: 10.30564/mmpp.v5i2.5578.
6. Hardini I.R., Hermawan S., Nursafitri S., Usman O., Nugroho M.A. Intelligent digital hospitality ecosystem: A mobile-driven multi-criteria decision support system integrating VIKOR-entropy optimization for strategic analytics // *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*. 2025. Vol. 8, No. 4. P. 2438–2448. DOI: 10.53894/ijirss.v8i4.8441.
7. Карпов А.А. Разработка программного модуля для поддержки подбора жилья с использованием метода анализа иерархий // *Проблемы и перспективы осуществления междисциплинарных исследований: МЦИИ ОМЕГА САЙНС (Магнитогорск, 24 апр. 2024 г.). – Уфа, 2024. – С. 5-11.*
8. Taherdoost H. Analysis of Simple Additive Weighting Method (SAW) as a Multi-Attribute Decision-Making Technique: A Step-by-Step Guide // *Journal of Management Science & Engineering Research*. 2023. Vol. 6, No. 1. P. 21–24. DOI: 10.30564/jmser.v6i1.5400.

References:

1. Frish S., Talmor I., Hadar O., Shoshany M., Shapira A. Enhancing consistency of AHP-based expert judgements: A new approach and its implementation in an interactive tool // *MethodsX*. 2025. Vol. 14. DOI: 10.1016/j.mex.2025.103341.
2. Pant S., Kumar A., Ram M., Klochkov Y., Sharma H.K. Consistency Indices in Analytic Hierarchy Process: A Review // *Mathematics*. 2022. Vol. 10, No. 8. DOI: 10.3390/math10081206.
3. Chakraborty S. *TOPSIS and Modified TOPSIS: A Comparative Analysis* // *Decision Analytics Journal*. 2022. Vol. 2. DOI: 10.1016/j.dajour.2021.100021.
4. Ciardiello F., Genovese A. A comparison between TOPSIS and SAW methods // *Annals of Operations Research*. 2023. Vol. 325, No. 2. P. 967–994. DOI: 10.1007/s10479-023-05339-w.
5. Taherdoost H., Madanchian M. VIKOR Method – An Effective Compromising Ranking Technique for Decision Making // *Macro Management & Public Policies*. 2023. Vol. 5, No. 2. P. 27–33. DOI: 10.30564/mmpp.v5i2.5578.

6. Hardini I.R., Hermawan S., Nursafitri S., Usman O., Nugroho M.A. Intelligent digital hospitality ecosystem: A mobile-driven multi-criteria decision support system integrating VIKOR-entropy optimization for strategic analytics // International Journal of Innovative Research and Scientific Studies. 2025. Vol. 8, No. 4. P. 2438–2448. DOI: 10.53894/ijirss.v8i4.8441.
7. Karpov A.A. Development of a software module to support accommodation selection using the analytic hierarchy process // Problems and Prospects of Interdisciplinary Research: ICOIR OMEGA SCIENCE (Magnitogorsk, Apr. 24, 2024). Ufa, 2024. P. 5–11.
8. Taherdoost H. Analysis of Simple Additive Weighting Method (SAW) as a Multi-Attribute Decision-Making Technique: A Step-by-Step Guide // Journal of Management Science & Engineering Research. 2023. Vol. 6, No. 1. P. 21–24. DOI: 10.30564/jmser.v6i1.5400.