

Применение метода анализа иерархий в задаче принятия решения о выборе бытовой мультиварки для дома с помощью программы Mpriority

Эрдман Александр Алексеевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В данном исследовании приводится применение метода анализа иерархий в задаче принятия решений - выбор бытовой мультиварки для дома. Выполнение поставленной задачи осуществляется в специализированной программе Mpriority. Результатом исследования является практическое решение задачи принятия решения с помощью метода анализа иерархий и его обоснование.

Ключевые слова: МАИ, принятие решения, математика

Application of the analytic hierarchy process in the task of deciding on the choice of a household multicooker for the home using the Mpriority program

Erdman Alexander Alekseevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

This study provides an application of the analytic hierarchy process in the decision-making task - choosing a household multicooker for the home. The task is performed in a specialized Mpriority program. The result of the research is a practical solution to the problem of decision-making using the hierarchy analysis method and its justification.

Keywords: AHP, decision making, mathematics

1 Введение

1.1 Актуальность

Метод Анализа Иерархий (МАИ), разработанный Томасом Саати, представляет собой мощный инструмент для решения задач принятия решений в условиях множественных критериев и альтернатив. Актуальность использования данного метода обусловлена его способностью структурировать сложные проблемы и приоритизировать варианты решений на основе субъективных оценок экспертов. МАИ позволяет количественно оценить качественные характеристики, что делает его особенно полезным в ситуациях, когда необходимо учитывать множество факторов, влияющих на конечное решение. Всё это находит широкое применение в различных

областях, включая бизнес, управление проектами, государственное управление и инженерии, где требуется обоснованный и систематический подход к принятию решений. Важным преимуществом рассматриваемого метода является его способность проверять согласованность оценок, что повышает надежность и достоверность полученных результатов. Таким образом, МАИ является эффективным средством для повышения качества и обоснованности принятых решений в условиях неопределенности и сложности. В данном исследовании с помощью этого метода будет решена практическая задача по выбору мультиварки для дома.

1.2 Обзор исследований

А.Р. Гирмиков в своей работе рассмотрел и описал процесс принятия управленческих решений руководителем при использовании модели принятия управленческих решений Врума-Йеттона [1]. Д.Р. Терегулов и О.И. Сентябов изучили проблему принятия решений на примере метода учета трансформации предпочтений [2]. А.И. Мясоедов описал современные экономико-математические методы и модели в процессе принятия управленческих решений [3]. А.С. Нефедов в статье привёл пример применения многокритериальных методов ELECTRE III и метода анализа иерархий при решении многокритериальных задач [4]. И.И. Скрипина, Т.В., Зайцева и Н.П. Путивцева описали применение метода анализа иерархий для определения наиболее подходящей для прогнозирования модели [5].

1.3 Цель исследования

Целью исследования является описание метода анализа иерархий и осуществление выбора бытовой мультиварки с помощью описываемого метода в программе Mppriority.

2 Материалы и методы

Для решения поставленной задачи используется метод анализа иерархий и документация к нему. В качестве среды выполнения используется программа Mppriority и её функциональные инструменты.

3 Результаты и обсуждения

Основная цель метода анализа иерархий — помочь в решении сложных и слабоструктурированных задач, где необходимо учитывать множество критериев и альтернатив. Метод позволяет разбить проблему на иерархические уровни, начиная с верхнего уровня (цель) и заканчивая нижним уровнем (альтернативы), с промежуточными уровнями, включающими критерии и подкритерии.

Процесс МАИ включает несколько ключевых шагов. Во-первых, определяется цель принятия решения. Затем строится иерархическая структура, где каждый уровень представляет собой набор элементов, которые сравниваются попарно по отношению к элементу на уровне выше. Для сравнения используется шкала Саати, которая позволяет количественно

оценить предпочтения экспертов. После этого создаются матрицы сравнений, которые заполняются значениями из шкалы Саати (рис. 1). Далее вычисляются приоритеты (веса) элементов на каждом уровне путем нормализации матриц и вычисления собственных векторов.

Степень важности	Определение	Комментарий
1	Одинаковая важность.	Два объекта вносят одинаковый вклад в достижение цели.
3	Слабая значимость.	Опыт и суждение дают легкое предпочтение одному объекту перед другим.
5	Существенная или сильная значимость.	Опыт и суждение дают сильное предпочтение одному объекту перед другим.
7	Очень сильная и очевидная значимость.	Предпочтение одного объекта перед другим очень сильно. Его превосходство практически явно.
9	Абсолютная значимость.	Свидетельства в пользу предпочтения одного объекта в высшей степени убедительны.
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения между соседними значениями шкалы.	Ситуации, когда необходимы компромиссные решения.
Обратные величины, приведенных выше значений	Если при сравнении объекта А с объектом В мы получим одно из приведенных выше значений, то, соответственно, результат сравнения объекта В с объектом А есть обратная величина.	

Рисунок 1. Градация шкалы Саати

Использование описываемого метода заключается в задаче, цель которой принять решение о выборе мультиварке для дома. В качестве критериев выбора выступают: мощность, количество автоматизированных программ приготовления, объём чаши, комплектация. Цена техники на принятия решения учитываться не будет, выбираемые модели техники определены случайным образом с разницей в цене в 1 000 рублей. Количество вариантов ограничивается пятью моделями. Характеристики товаров взяты с сайта DNS [6,7,8,9,10] (рис. 2).

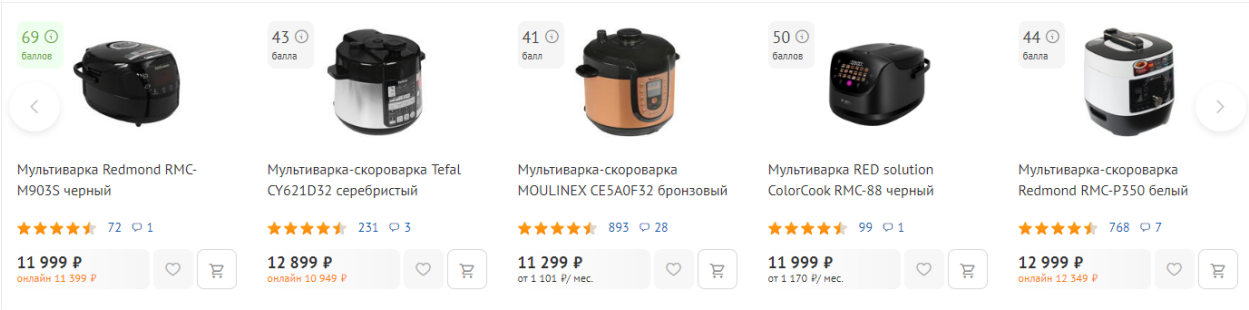


Рисунок 2. Мультиварки для выбора

После определения цели, критериев и вариантов выбора создаётся иерархическая структура в программе Mprriority (рис. 3).

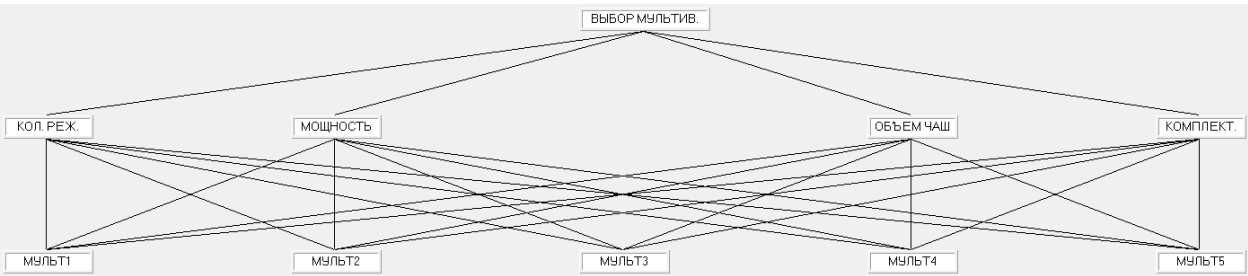


Рисунок 3. Иерархическая структура задачи

На верхнем уровне определена цель задачи – выбор мультиварки. На втором уровне располагаются критерии выбора – количество режимов, мощность, объём чаши, комплектация. На нижнем уровне находятся непосредственно варианты выбора (модели мультиварок): «МУЛЬТ1», «МУЛЬТ2», «МУЛЬТ3», «МУЛЬТ4», «МУЛЬТ5» (табл. 1). Данные варианты выбора сопоставлены с конкретными моделями мультиварок, изображённых на рисунке 2, соответственно [6], [7], [8], [9], [10].

Таблица 1 – Сопоставление вариантов выбора в задаче с конкретными моделями мультиварок

Наименование варианта в программе	Производитель мультиварки	Модель мультиварки
МУЛЬТ1	Redmond	RMC-M903S
МУЛЬТ2	Tefal	CY621D32
МУЛЬТ3	MOULINEX	CE5A0F32
МУЛЬТ4	RED solution	ColorCook RMC-88
МУЛЬТ5	Redmond	RMC-P350

Следующим шагом является заполнение матрицы попарных сравнений критериев относительно цели задачи (рис. 4).

Попарные сравнения - это процесс, согласно которому лицо принимающее решение, используя определенную шкалу, сравнивает все пары объектов из некоторого списка по какому-либо заданному критерию, указывая каждый раз более предпочитаемый объект (по этому критерию). Все результаты попарных сравнений заносятся в соответствующую таблицу (матрицу попарных сравнений), по которой потом проводятся соответствующие вычисления.

Данный этап позволяет установить интенсивность взаимодействия между элементами иерархии или силу, с которой различные элементы одного уровня иерархии влияют на элементы предшествующего уровня.

Работа эксперта

**Производим попарные сравнения
относительно объекта**

ВЫБОР

		1.	2.	3.	4.	Приоритет
1.	КОЛ. РЕЖ.	1	1/4	2	2	0,1802
2.	МОЩНОСТЬ	4	1	7	5	0,62
3.	ОБЪЕМ ЧАШ	1/2	1/7	1	3	0,1226
4.	КОМПЛЕКТ.	1/2	1/5	1/3	1	0,077

СЗ: 4,2239 Применить
 ИС: 0,0746 Закрывать
 ОС: 0,0829 Отмена

Исследовать

Рисунок 4. Матрица попарных сравнений критериев относительно цели

Согласно шкале оценки Саати (рис. 1) определяется численное превосходство одного критерия над другим. Сравнение произведено таким образом, что наибольший приоритет (наибольшая значимость критерия относительно цели) принадлежит критерию «Мощность», далее идут «Количество режимов», «Объём чаши» и «Комплектация». Данный результат является относительным, так как различные эксперты могут отталкиваться от своих субъективных точек зрения при выборе мультиварки. Представленную матрицу для удобства восприятия можно отобразить в виде круговой диаграммы (рис. 5).

Приоритеты текущего уровня

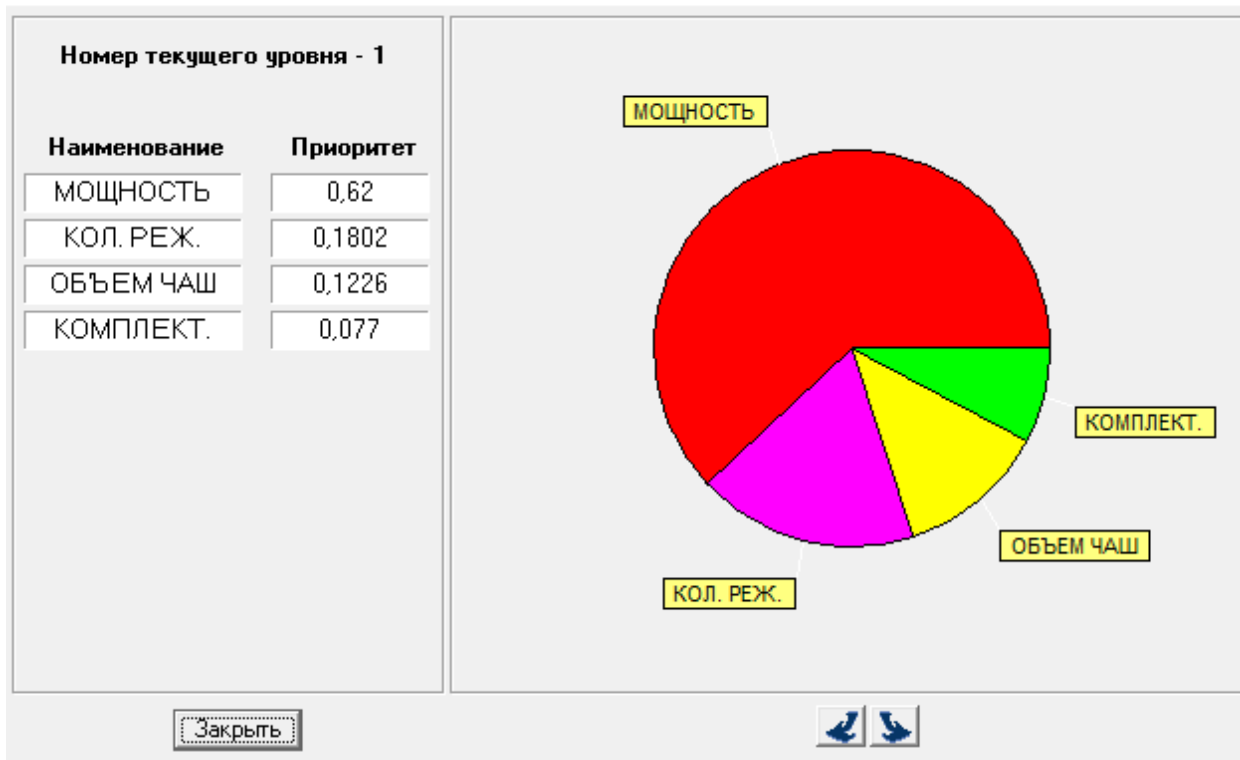


Рисунок 5. Диаграмма приоритетов уровня с критериями выбора

Для того чтобы результаты, полученные с помощью Метода Анализа Иерархий (МАИ), были адекватны ситуации, в которой принимается решение, необходимо достичь требуемых уровней согласованности данных в матрицах попарных сравнений. Под согласованностью матрицы попарных сравнений понимается численная (кардинальная) согласованность и транзитивная (порядковая) согласованность.

Пример кардинальной несогласованности: предположим, что объект А лучше объекта В в 2 раза, а объект В лучше объекта С в 3 раза. В этом случае объект А должен быть лучше объекта С в $2 * 3 = 6$ раз. Нарушение этого равенства считается кардинальной несогласованностью. Для оценки кардинальной согласованности в МАИ вводятся следующие величины: Индекс Согласованности (ИС) и Отношение Согласованности (ОС). Процесс оценки согласованности включает вычисление собственного значения ($\lambda_{\max}$), индекса согласованности (CI), случайного индекса согласованности (RI) и коэффициента согласованности (CR). Принято считать, что для согласованных матриц ОС не должно превышать 0.1 (10%), в некоторых случаях - 0.2 (20%). Если данные условия выполняются, то матрица считается согласованной, что позволяет принимать обоснованные и адекватные решения.

Исходя из вышесказанного и показателя ОС на рисунке 4 следует, что матрица считается согласованной и можно на основе её переходить к следующему шагу решения задачи – попарного сравнения вариантов выбора относительно каждого критерия (рис. 6).

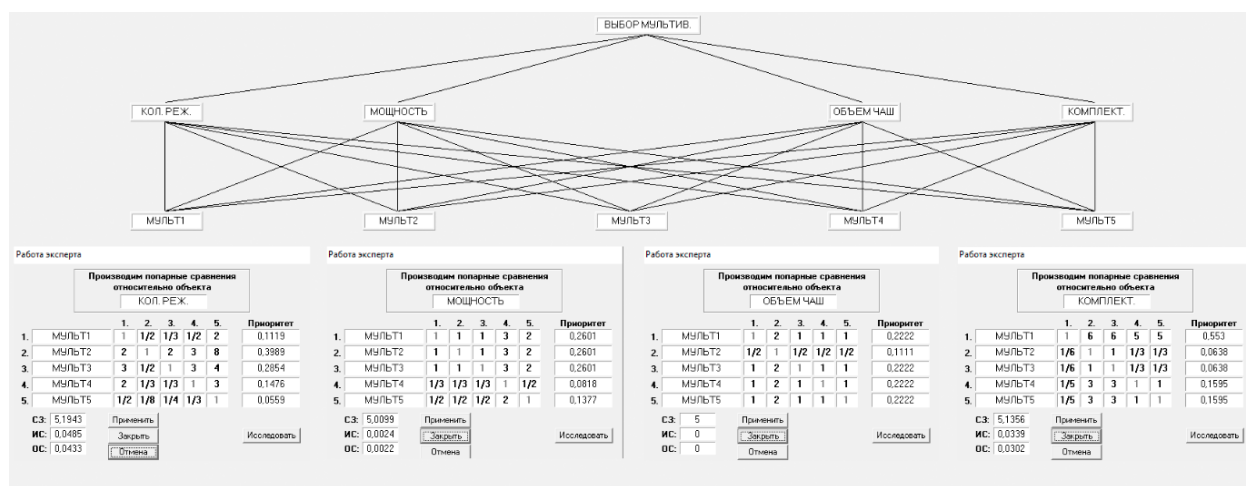


Рисунок 6. Общий вид попарного сравнения

Из всех матрицы сравнений видно, что показатель ОС не превышает значение 0.1 в трёх случаях.

Для большего понимания, как были расставлены значения в матрице, приводятся описание одной матрицы относительно критерия «Количество режимов». Критерии выбора значения были выставлены исходя из

информации, представленной на странице каждого товара интернет-магазина (рис. 7).



В данном случае анализируются явные показатели конкретной характеристики. Видно, что у модели мультиварки «МУЛЬТ2» характеристика равна 32, что в свою очередь является доминирующей. Исходя из этого производится попарное сравнение данной мультиварки с остальными. Для сопоставления значений шкале Саати (рис. 1) применяются принцип, где 9 это явное превосходство (1 режим против 32) и обратное ему значение 1/9. Исходя из этого принципа присваиваются значения в попарных сравнениях в матрице. Первый шаг сравнения удобнее производить с вариантом «МУЛЬТ2», так как он имеет явный самый высокий показатель среди остальных. Следующие варианты выбираются такой же логики – каждый последующий сравниваемый вариант должен иметь самые высокие характеристики среди оставшихся. В конечном результате можно видеть, какие значения у попарных сравнений.

Аналогичным образом происходит сравнение и построение матриц относительно других критериев выбора. Конечный результат представлен на рисунке 6.

После проделанных действия и наличия факта согласованности в каждой матрице, необходимо отобразить диаграмму итогового результата (рис. 8).



Рисунок 8. Итоговый результат выбора с помощью МАИ

Как видно из результатов, предпочтение выбора следует отдать второй мультиварке (рис. 2). Данный вариант имеет самый высокий приоритет.

На диаграмме видно, что «МУЛЬТ1», «МУЛЬТ2» и «МУЛЬТ3» примерно равны. Данное равенство обусловлено тем, что данные мультиварки имеют по 1000 ватт мощности, а критерий мощности существенно влияет на выбор, поэтому они примерно равны.

Следующий по важности критерий – это количество режимов (рис. 5). Здесь тоже логически отдаётся предпочтение варианту «МУЛЬТ2», так как она имеет наибольшее количество режимов – 32.

С помощью пересмотра приоритетов критериев относительно цели, можно проверить – является ли вариант «МУЛЬТ2» наилучшим выбором из предложенных. Для этого перестраивается матрица попарных сравнений относительно цели (рис. 9).

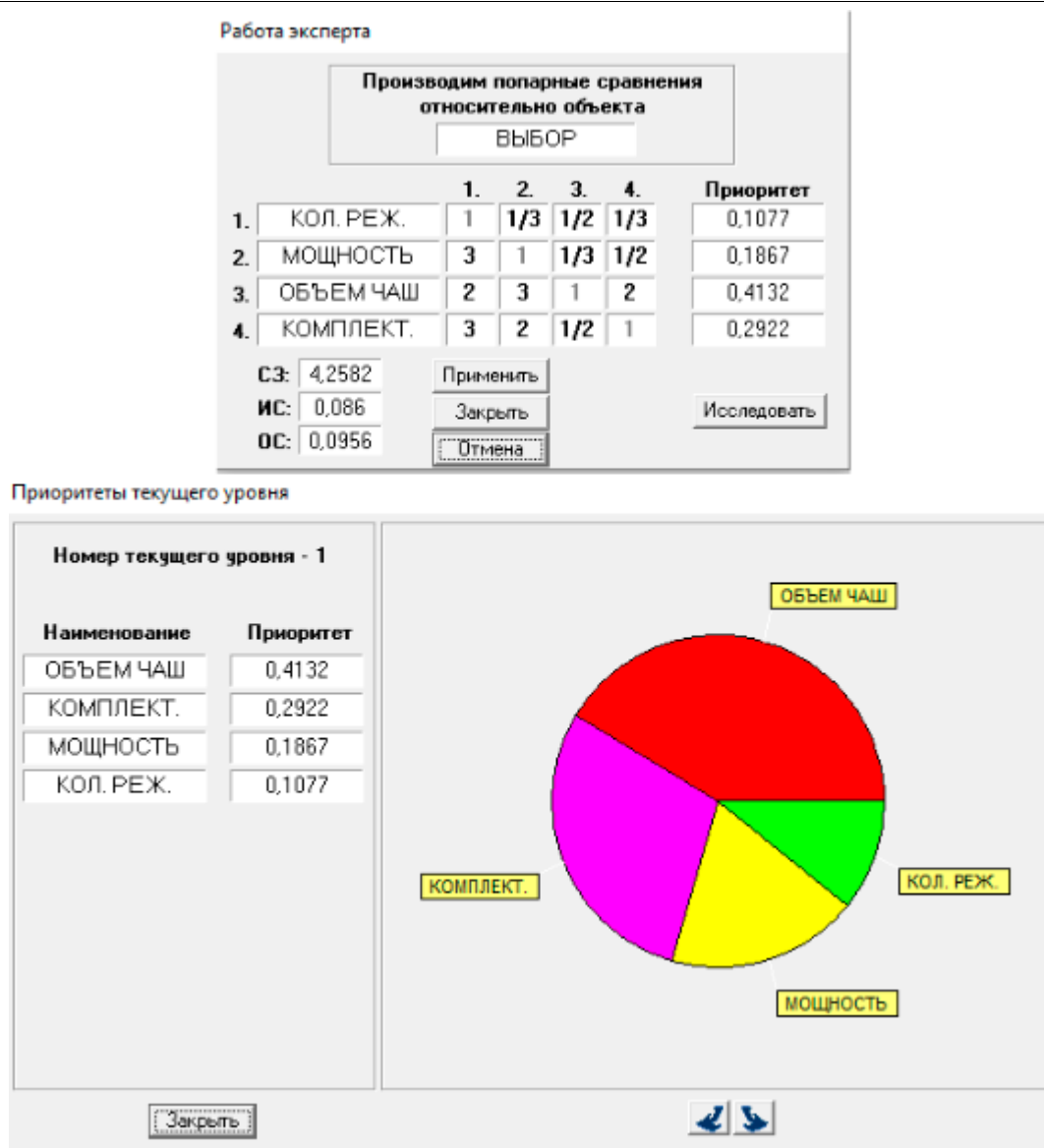


Рисунок 9. Перераспределённая матрица попарных сравнений (сверху) и диаграмма приоритетов уровня (снизу)

Данный результат может быть характерен для людей, которые хотят готовить пищу на несколько дней вперёд, а также иметь дополнительную комплектацию при покупке, чтобы сэкономить на специализированном оборудовании (мерные стаканчики, специальные приборы, которые не повреждают дно чаши и прочее).

Оставшиеся матрицы попарных сравнений нет нужды редактировать, так как они все строятся относительно критерия, который остался неизменным.

В результате такого случая получается следующий итог (рис. 10).



Рисунок 10. Итоговый результат выбора продукта пересмотренной матрицы попарных сравнений критериев

В данном случае видно, что лучшим решением является вариант «МУЛЬТ1», так как в действительности он имеет наибольшее количество предметов, поставляемых при покупке. Уделяется внимание данному критерию по причине того, что все представленные мультиварки, за исключением одной имеют максимальный объём в 5 литров.

Данное изменение приоритетов критериев выбора говорит о том, что вариант «МУЛЬТ2» не является универсальным решением, а всего лишь частным. Также данный пример показывает, что решение конкретной задачи в первую очередь зависит от критериев и влияния на поставленную цель.

Вывод

В результате проведённого исследования был описан механизм работы метода анализа иерархий, а также была решена задача на практике с использованием упомянутого метода. Результат практической задачи показал эффективность использования МАИ в задачах принятия решений. Также было приведено доказательство того, что результат работы данного метода зависит от субъективного экспертного оценивания тех или иных элементов на конкретном уровне. Это в свою очередь придаёт гибкости методу, благодаря которой лицо принимающее решение может оценить выбор того или иного варианта относительно различных критериев и их вариаций.

Библиографический список

1. Гирмиков А.Р. Процесс принятия управленческих решений в контексте

- использования модели принятия управленческих решений Врумма-Йеттона // В сборнике: Инновационные технологии управления. Сборник статей по материалам VII Всероссийской научно-практической конференции. Мининский университет. 2020. С. 8-9.
2. Терегулов Д.Р., Сентябов О.И. Система поддержки принятия решений на основе метода учета трансформации предпочтений // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии. материалы XV международной научно-методической конференции. 2015. С. 142-146.
 3. Мясоедов А.И. Современные экономико-математические методы и модели в процессе принятия управленческих решений // В сборнике: Проблемы и перспективы экономики и управления. Материалы VI Международной научной конференции. 2017. С. 150-153.
 4. Нефедов А.С. Сравнительный анализ метода ELECTRE III и метода анализа иерархий при решении многокритериальных задач // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2018. Т. 2. С. 9-15.
 5. Скрипина И.И., Зайцева Т.В., Путивцева Н.П. Анализ и выбор математической модели с помощью метода анализа иерархий // Научный результат. Информационные технологии. 2021. Т. 6. № 2. С. 41-46.
 6. Мультиварка Redmond RMC-M903S черный https://www.dns-shop.ru/product/99455b73ecb81b80/multivarka-redmond-rmc-m903s-cernyj/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.dns-shop.ru%2Fcompare%2F (дата обращения 02.10.2024)
 7. Мультиварка-скороварка Tefal CY621D32 серебристый <https://www.dns-shop.ru/product/f456cc71e63f3330/multivarka-skorovarka-tefal-cy621d32-serebristyj/> (дата обращения 02.10.2024)
 8. Мультиварка-скороварка MOULINEX CE5A0F32 бронзовый <https://www.dns-shop.ru/product/61f2163488f43332/multivarka-skorovarka-moulinex-ce5a0f32-bronzovyj/> (дата обращения 02.10.2024)
 9. Мультиварка RED solution ColorCook RMC-88 черный <https://www.dns-shop.ru/product/1016e8ca1c02ab41/multivarka-red-solution-colorcook-rmc-88-cernyj/> (дата обращения 02.10.2024)
 10. Мультиварка-скороварка Redmond RMC-P350 белый <https://www.dns-shop.ru/product/438a1e5a4c063330/multivarka-skorovarka-redmond-rmc-p350-belyj/> (дата обращения 02.10.2024)