

Многокритериальный анализ как метод оценки эффективности цифровых финансовых активов корпорации

Multi-Criteria Analysis As a Method of Evaluating the Effectiveness of Digital Financial Assets of a Corporation

УДК 336.66

DOI: 10.12737/1998-0701-2023-9-10-45-51

Б.С. Киселев, аспирант, Российский новый университет
e-mail: laspellboris@yandex.ru

B.S. Kiselev, Postgraduate Student, Russian New University
e-mail: laspellboris@yandex.ru

Аннотация. В данной статье были рассмотрены и проанализированы теоретические аспекты многокритериального анализа, представляющего собой метод оценки эффективности цифровых финансовых активов корпорации. Внимание было уделено этапам проведения многокритериального анализа и его ключевым методам. В результате исследования были определены основные критерии, которые следует использовать при оценке цифровых финансовых активов корпорации с помощью многокритериального анализа, а также показана их ключевая роль и значимость на практическом примере. Помимо того, выявлены различные параметры и факторы, которые оказывают непосредственное влияние на получение объективной оценки при применении данной методологии. На основании выявленных характеристик исследуемого метода были обозначены его особенности, преимущества и ограничения, которые следует учитывать при его использовании.

Ключевые слова: метод взвешенных баллов, метод анализа иерархий, метод Электра, метод SAW, многокритериальный анализ, метод Topsis, цифровые финансовые активы.

Abstract. This article discusses and analyzes the theoretical aspects of multi-criteria analysis, which is a method for evaluating the effectiveness of digital financial assets of a corporation. Attention was paid to the stages of multi-criteria analysis and its key methods. As a result of the study, the main criteria that should be used when evaluating digital financial assets of a corporation using a multi-criteria analysis were identified, and their key role and significance were shown by a practical example. In addition, various parameters and factors have been identified that have a direct impact on obtaining an objective assessment when applying this methodology. Based on the identified characteristics of the method under study, its features, advantages and limitations were identified, which should be taken into account when using it.

Keywords: weighted points method, hierarchy analysis method, Electra method, SAW method, multi-criteria analysis, Topsis method, digital financial assets.

В современную цифровую эпоху цифровые финансовые активы (далее — ЦФА) играют все более важную роль в деятельности корпораций, поскольку являются важным инструментом для управления финансовыми ресурсами и достижения целей компаний. Стремительное развитие цифровых технологий и растущее количество ЦФА требуют оценки эффективности последних.

Оценка эффективности ЦФА является важной для корпораций, поскольку она помогает принимать обоснованные решения о вложении ресурсов в цифровые активы и обеспечивает возможность контроля и управления ими. Однако оценка эффективности ЦФА представляет собой сложную задачу, поскольку они имеют множество критериев оценки, каждый

из которых может иметь различное значение в зависимости от целей и стратегий развития корпораций. Решением этой проблемы является многокритериальный анализ, который путем учета всех значимых критериев и их важности позволяет ранжировать активы по их эффективности, выявлять наилучшие варианты и разрабатывать стратегии управления цифровыми активами. Таким образом, тема многокритериального анализа как метода оценки эффективности цифровых финансовых активов корпорации остается актуальной и требует дальнейших исследований и разработок в научной среде.

Стоит отметить, что существует множество работ по разработке и применению методов многокритериального анализа в различных

областях, включая финансовый анализ, управление рисками и управление активами. Из современных авторов можно выделить А.Г. Броневич, которая подробно рассмотрела модели и методы анализа данных, используемые при нечетких данных [3]. Представляет интерес и учебное пособие В.В. Подиновского, в котором подробно изложены методы многокритериального анализа, описываются их достоинства и недостатки, возможности и ограничения [8]. Однако исследования, которые специально посвящены оценке эффективности ЦФА с использованием многокритериального анализа, разработаны не столь широко. Из последних выделим работу А.М. Колосова, рассматривающего имитационное моделирование, которое может быть применено для оценки эффективности ЦФА с использованием программного обеспечения AnyLogic, позволяющего создавать разнообразные модели, включая модели финансовых систем и финансовых активов. Предложенное А.М. Колосовым имитационное моделирование объединяет в себе возможности системной динамики, агентного и процессно-ориентированного моделирования [5, с. 101–103].

Все это свидетельствует о том, что, несмотря на огромное количество качественных работ в области многокритериального анализа, имеющиеся труды в сфере оценки эффективности ЦФА не получили комплексного отражения в научных исследованиях, что обусловило выбор темы настоящего исследования.

Методология исследования базируется на общенаучных принципах (объективности, системности, всесторонности, единства теории и практики) и общенаучных методах, таких как анализ, синтез, обобщение, группировка, классификация.

Обозначим результаты исследования.

ЦФА представляют собой форму инвестиций, которая основана на использовании цифровых технологий и включает в себя такие активы, как криптовалюты, токены, электронные платежные системы и другие цифровые средства обмена [1; 7, с. 42–51]. Для оценки эффективности ЦФА используются различные методы, одним из которых является многокритериальный анализ.

Многокритериальный анализ — это метод, основанный на исследовании множества кри-

териев, влияющих на эффективность финансовых активов. Целью метода является установление взаимосвязи между различными параметрами и определение того — какие активы являются для той или иной компании более привлекательными с точки зрения инвестиций [6, с. 30].

На рис. 1 представлены основные этапы проведения многокритериального анализа.

В рамках *первого этапа* для принятия оптимальных решений необходимо определить ясные, измеримые, согласованные и реалистичные цели, которые будут служить основой для развития компании. После того как сформулированы цели, на *втором этапе* необходимо идентифицировать интересы сторон, заинтересованных в достижении данных целей. На *третьем и четвертом этапах* компания составляет список ЦФА, которые будут оцениваться, и собирает соответствующие данные о каждом активе, используя доступные ресурсы. Далее проводится анализ этих данных с использованием заранее определенных критериев, которые могут быть применены во время оценки финансовых активов компании в рамках многокритериального анализа. Основными из них являются следующие.

1. *Величина дохода* отражает сумму дохода, полученного от актива, он может быть выражен в виде общей прибыли, процентного дохода или других показателей. Рассмотрим следующий пример: инвестор рассматривает ЦФА — стейблкоин, привязанный к курсу доллара США, такой как USDT (Tether). В случае USDT доход может быть выражен в виде ежедневных процентных начислений владельцам USDT, которые зависят от уровня процентных ставок на рынке. Инвестор вложил \$10 000 в USDT с годовой процентной ставкой 5%. В течение года доход будет рассчитываться как 5% от \$10 000, что составит \$500. Это будет величина дохода, полученного от цифрового финансового актива USDT.

2. *Уровень риска* отражает степень риска, связанного с активом. Он может быть измерен, скажем, по волатильности цен, степени защищенности от мошенничества и др. Например, несмотря на то что стейблкоины USDT характеризуются низкой волатильностью и привязаны к курсу доллара, инвестору стоит учитывать потенциальные риски, связанные



Формулировка целей оценки активов	<ul style="list-style-type: none"> • определяются цели, которые должны быть конкретными, измеримыми, согласованными и реалистичными. Например: увеличить общую стоимость портфеля ЦФА на 20% в течение года
Определение заинтересованных сторон	<ul style="list-style-type: none"> • компания учитывает интересы заинтересованных сторон, таких как инвесторы, клиенты и регуляторы. Например, клиенты компании могут быть заинтересованы в безопасности своих инвестиций, а регуляторы могут иметь требования к соответствию активов нормам и правилам
Составление списка альтернативных активов	<ul style="list-style-type: none"> • компания составляет список цифровых финансовых активов, которые будут оцениваться. Например, список может включать биткойн, эфириум, рипл, цифровые ценные бумаги, токенизированные активы, гибридный ЦФА на золото, ЦФА на различные товары (нефть, зерно, металлы и другое), фиатные валюты (например, цифровой доллар или евро), недвижимость или инвестиционные фонды
Сбор и анализ данных	<ul style="list-style-type: none"> • компания собирает необходимые данные о каждом активе, используя доступные ресурсы, проводит анализ этих данных с использованием заранее определенных критериев. Например, компания анализирует исторические данные о доходности и волатильности активов
Весовое оценивание критериев	<ul style="list-style-type: none"> • определяется важность каждого критерия в оценке активов путем присвоения им определенного веса. Веса могут быть определены с помощью экспертных оценок или с использованием математических методов, таких как аналитическая иерархия процессов (АИП) или метод взвешенных оценок.
Ранжирование активов	<ul style="list-style-type: none"> • происходит сравнительный анализ активов по каждому критерию с учетом их весов
Принятие решения	<ul style="list-style-type: none"> • на основе результатов оценки компания принимает решение о том, какие активы будут выбраны для инвестирования. Например, в результате оценки компания может выбрать несколько активов с наивысшими оценками по всем критериям и внести их в свой портфель

Рис. 1. Основные этапы проведения многокритериального анализа при оценке эффективности ЦФА (составлено автором по материалам [8, 9])

с безопасностью актива и общим рыночным риском.

3. *Ликвидность* оценивает степень доступности актива для преобразования его в наличные средства. Чем быстрее актив может быть продан или обменян на деньги, тем более ликвидным он считается. Рассмотрим для понимания ситуацию, связанную с токенами, использованными в экосистеме децентрализованной финансовой (DeFi) платформы. Токены XYZ представляют собой долю владения в данной платформе и обладают внутренней ценностью, связанной с предоставлением доступа к различным сервисам или получением

дивидендов от деятельности платформы. В случае, когда токены XYZ широко покупаются и продаются на торговых площадках, обладают значительным распространением среди участников рынка и имеют высокий объем торговли, это указывает на высокую ликвидность данного актива. При наличии таких условий инвестор способен легко обменять токены XYZ на другие активы или наличные средства без значительного влияния на их цену. Однако если наблюдается низкий спрос на токены XYZ или доступ к торговле существенно ограничен, это может привести к низкой ликвидности актива. В таком случае

инвестор сталкивается с трудностями при обмене актива на наличные средства или другие активы.

4. *Социальная и экологическая ответственность* обусловлена влиянием актива на окружающую среду и общество. Например, использование электронных платежных систем и замена традиционных банковских услуг на ЦФА может снизить негативное воздействие на окружающую среду, связанное с производством банкнот и монет, а также снизить необходимость в бумажных и пластиковых документах.

5. *Техническая инновативность* отражает уровень технологических инноваций, связанных с активом. Например, при оценке компании, использующей для автоматизации процессов искусственный интеллект, техническая инновативность может быть одним из ключевых критериев.

Отметим, что критерии эффективности могут быть различны в зависимости от вида ЦФА и способа его использования. Например, в работе А.М. Колосова предлагаются критерии эффективности технологии блокчейн и смарт-контрактов в процессе проведения закупочных процедур, которые включают в себя:

- сокращение сроков выполнения операций процесса проведения закупки;
- снижение трудоемкости процесса проведения закупки;
- снижение уровня «дефектности» процесса проведения закупки;

- сокращение операционных затрат на проведение закупки;

- увеличение охвата аудитории потенциальных подрядчиков, привлекаемых в процессе закупки;

- сокращение стоимости закупаемых товаров и услуг;

- повышение качества подрядчиков и приобретаемых услуг в рамках проведения закупки;

- повышение прозрачности процесса проведения закупки [5, с. 125].

При этом по результатам исследования в отношении увеличения охвата аудитории и повышения качества подрядчиков экспертные оценки были опровергнуты, что связано с новизной технологии блокчейн и нежеланием компаний платить за ее использование ради отдельных сделок [5, с. 126].

На *пятом этапе* бизнес должен оценить каждый план действий с точки зрения того, насколько он удовлетворяет каждому критерию, что требует консультаций эксперта. Последующие этапы представляют собой действия, предполагающие различные подходы, которые могут быть использованы для оценки ЦФА (рис. 2) и принятия решения о наиболее подходящем из них с точки зрения трудоемкости и эффективности.

I. Одним из таких подходов является метод анализа иерархий, который позволяет установить приоритеты между различными критериями и определить наиболее эффективные решения для определенной стратегии, вари-

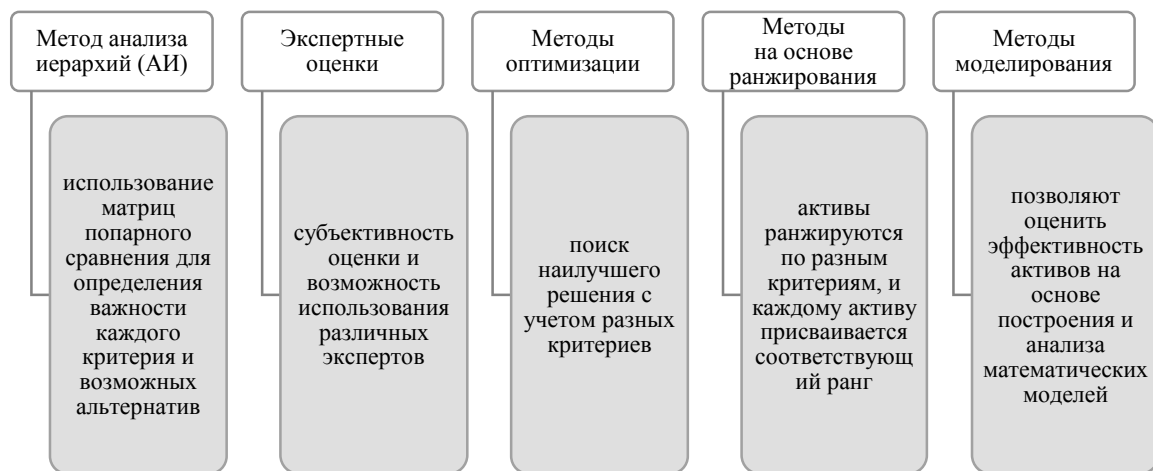


Рис. 2. Ключевые методы многокритериального анализа (составлено автором по материалам [2, 4, 5, 8])

анты продуктов или услуг, варианты проектов или инвестиций и т.д. [8, с. 173–187]. Метод иерархий основан на функции ценности, алгоритм его использования предполагает следующую иерархическую структуру.

Шаг 1. Определение критериев оценки.

Шаг 2. Сравнение двух критериев по степени важности.

Шаг 3. Заполнение матрицы попарных сравнений.

Шаг 4. Вычисление относительной значимости критериев. При этом суммируются значения по каждому столбцу в матрице и полученные значения делятся на общее количество критериев. Например, сумма по столбцу для прибыльности может быть равной 8, а для рискованности — 5. Общее количество критериев равно 2. Тогда относительная значимость для прибыльности будет равна $8 : 2 = 4,0$, а для рискованности — $5 : 2 = 2,5$.

Шаг 5. Вычисление весов для всех критериев. Для этого относительная значимость каждого критерия делится на сумму всех относительных значимостей. В нашем случае вес для прибыльности будет равен $4 : (4,0 + 2,5) = 0,615$, а для рискованности — $2,5 : (4,0 + 2,5) = 0,385$.

Использование иерархического подхода позволяет разделить эти активы на кластеры и подкластеры, что упрощает их анализ и сравнение. Кроме того, использование метода попарного сравнения позволяет учитывать относительную значимость разных критериев и подкритериев, что помогает более объективно оценить эффективность цифровых активов.

II. Другой подход — метод экспертных оценок, основанный на мнениях и экспертных знаниях специалистов в области цифровых финансов. Учитывая субъективный характер метода, авторы А.Н. Павлов, Д.А. Павлов, А.А. Павлов, А.А. Слинько¹ предложили метод многокритериального оценивания и анализа, который позволяет формализовать экспертный опыт в виде прогностических моделей, учи-

тывающих влияние нескольких факторов одновременно [5, с. 77–78]. В нем используются как количественная, так и качественная информация об эффективности объектов и процессов, что повышает обоснованность принимаемых решений, а включение лингвистических переменных позволяет более точно отразить приблизительное словесное описание неопределенности и обработать знания экспертов.

III. Самые популярные и широко распространенные методы — это методы на основе ранжирования. Приведем три основных из них.

1. **Метод SAW** — один из методов многокритериальной оптимизации, используемый для ранжирования альтернативных вариантов на основе аддитивной комбинации взвешенных значений критериев [4, с. 424–429].

Рассмотрим условный пример, в котором для оценки эффективности четырех различных ЦФА будем использовать шкалу оценок от 1 до 10, где 1 означает очень низкий балл, а 10 — очень высокий балл. Оценка ЦФА осуществляется по следующим критериям:

- потенциал доходности (ПД);
- уровень риска (УР);
- ликвидность (Л);
- стоимость (С), отражающая затраты на приобретение и обслуживание актива.

Присвоим следующие оценки каждому критерию:

- актив 1: ПД = 8, УР = 6, Л = 7, С = 9;
- актив 2: ПД = 9, УР = 8, Л = 6, С = 7;
- актив 3: ПД = 7, УР = 7, Л = 9, С = 8;
- актив 4: ПД = 6, УР = 9, Л = 8, С = 6.

Далее для каждого критерия определим его весовой коэффициент на основе экспертных оценок или в результате анализа данных. Предположим, что в нашем примере весовые коэффициенты были определены в следующих размерах:

- ПД: 0,3;
- УР: 0,2;
- Л: 0,35;
- С: 0,15.

Проведем расчет оценок эффективности активов по методу SAW:

- актив 1:
 $(8 \cdot 0,3) + (6 \cdot 0,2) + (7 \cdot 0,35) + (9 \cdot 0,15) = 7,45$;
- актив 2:
 $(9 \cdot 0,3) + (8 \cdot 0,2) + (6 \cdot 0,35) + (7 \cdot 0,15) = 7,25$;

¹ The Technique of Multicriteria Decision-Making in the Study of Semi-structured Problems / A.N. Pavlov, D.A. Pavlov, A.A. Pavlov, A.A. Slin'ko // Cybernetics and Mathematics Application in Intelligent Systems: Proceedings of the 6th Computer Science On-line Conference (CSOC2017). Vol. 2. Series "Advances in Intelligent Systems and Computing". — Springer Int. Publishing AG, 2017. — P. 131–140. — URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-57264-2_13

актив 3:

$$(7 \cdot 0,3) + (7 \cdot 0,2) + (9 \cdot 0,35) + (8 \cdot 0,15) = 7,45;$$

актив 4:

$$(6 \cdot 0,3) + (9 \cdot 0,2) + (8 \cdot 0,35) + (6 \cdot 0,15) = 7,35.$$

Исходя из расчетов актив 1 и актив 3 имеют наиболее высокие оценки эффективности — 7,45. Таким образом, их можно считать наиболее эффективными среди представленных четырех активов.

Особенности метода SAW:

- простота — метод является простым в использовании и не требует сложных математических вычислений;
- гибкость — метод позволяет легко вносить изменения в веса критериев или добавлять новые критерии для адаптации к изменяющимся условиям или требованиям;
- интерпретируемость — результаты метода легко интерпретируются и объясняются, так как они основаны на весах и значениях критериев, которые могут быть ясно представлены и объяснены заинтересованным сторонам.

2. Метод Электра — это комбинация двух подходов: метода анализа иерархий и метода анализа сети. Основная идея метода Электра заключается в использовании матрицы парных сравнений и проведении анализа взаимосвязей между активами для определения их важности и роли в системе, а также применении электромагнитной индукции для измерения параметров активов и определения их потенциальной стоимости [8, с. 255–264].

Особенностью метода Электра является его способность учитывать не только прямые взаимосвязи между активами, но и косвенные взаимодействия. Кроме того, метод учитывает изменчивость рынка и позволяет прогнозировать будущую эффективность активов на основе текущих данных. Другой особенностью метода является его итеративный характер, т.е. оценка эффективности активов производится не однократно, а в несколько этапов: начинается с предварительной оценки, затем осуществляется последующая корректировка на основе полученных ранее результатов. Такой подход позволяет уточнить оценку и принять во внимание изменения на рынке и в исходных данных.

В целом метод Электра полезен для инвесторов, трейдеров и аналитиков, помогая им принимать обоснованные решения на основе объективной оценки активов.

3. Метод Topsis используется в тех случаях, когда необходимо выбрать оптимальный вариант из нескольких альтернативных, учитывая оценку по нескольким критериям.

Анализ работ М.В. Кочкиной, А.Н. Карамышева, И.И. Махмутова, А.Г. Исавнина, А.К. Розенцвайга [2, с. 8–12], А.Г. Броневиц и А.Е. Лепского [3, с. 189–193] позволяет определить основные этапы этого метода, которые сводятся к следующему:

- 1) определение набора альтернатив и критериев оценки;
- 2) выбор референтных точек — идеальных значений для каждого критерия;
- 3) расчет нормализованных значений для каждого критерия и альтернативы путем приведения исходной оценки к относительной шкале (например, от 0 до 1);
- 4) расчет взвешенных нормализованных значений для каждой альтернативы. Для этого каждый критерий умножается на его вес, который отражает важность критерия;
- 5) расчет идеальной и антиидеальной альтернативы. Идеальная альтернатива — это альтернатива, которая наиболее полностью удовлетворяет требованиям, тогда как антиидеальная альтернатива — наиболее неудовлетворительная;
- 6) степень близости к каждой альтернативе и идеальной/антиидеальной альтернативе с использованием евклидова расстояния² или любой другой метрики;
- 7) расчет близости каждой альтернативы к идеальной/антиидеальной альтернативе;
- 8) ранжирование альтернатив по уровню близости к идеальной/антиидеальной альтернативе. Чем ближе альтернатива к идеальной альтернативе, тем выше ее ранг.

Достоинствами данного метода можно считать следующие:

- позволяет учитывать несколько критериев одновременно;
- учитывает притязания альтернативы к идеальной альтернативе (принцип «максимума»);
- использует референтные точки, что позволяет более точно оценить альтернативы по каждому критерию;

² Евклидово расстояние — это мера различия между двумя точками в n -мерном пространстве. Оно определяется как квадратный корень из суммы квадратов разностей координат этих точек.



- позволяет учесть вес критериев, отражающий их важность;
- метод не требует предположений о форме функции полезности или предпочтений принимающего решение.

Заключение

Каждый из рассмотренных методов оценки эффективности ЦФА имеет свои преимущества и ограничения, поэтому в зависимости от конкретных целей и задач корпорации может быть применен определенный метод или их комбинация. При этом на получение объективной оценки при использовании многокритериального анализа оказывают существенное влияние следующие факторы:

- *корректность выбранных критериев.* Критерии должны быть связаны с целями и задачами оценки и должны соответствовать реальной значимости факторов, которые они представляют;
- *качество данных.* Наличие точных и достоверных данных является важным фактором для получения объективной оценки. При сборе

данных следует обратить внимание на их актуальность, достоверность и полноту;

- *методы взвешивания.* Необходимо выбирать метод, который наиболее точно отражает важность каждого критерия;
- *субъективные факторы.* Наличие субъективных предпочтений и точек зрения экспертов может повлиять на получение объективной оценки. Для минимизации влияния субъективных факторов рекомендуется проводить оценку с участием нескольких экспертов или использовать статистические методы для анализа результатов.

Исходя из изложенного, применение многокритериального анализа при оценке эффективности ЦФА корпорации позволяет учесть несколько критериев одновременно и получить более объективную оценку эффективности этих активов. Однако для получения объективной оценки необходимо правильно выбрать критерии, обеспечить качество данных, использовать достоверные методы взвешивания и минимизировать влияние субъективных факторов.

Литература

1. Федеральный закон от 31.07.2020 № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Анализ многокритериальных методов принятия управленческих решений (на примере задачи выбора поставщиков материально-технических ресурсов) [Электронный ресурс]: учебное пособие / сост. М.В. Кочкина [и др.]. — Набережные Челны: Изд.-полиграф. центр НЧИ К(П)ФУ, 2017. — 31 с. — URL: <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/128612>
3. Броневиц А.Г., Лепский А.Е. Нечеткие модели анализа данных и принятия решений: учебное пособие. — М.: Высш. шк. экономики, 2022. — 266 с.
4. Зайцев К.А. Многокритериальный анализ и выбор системы для организации цифрового рабочего пространства методом простого аддитивного взвешивания // Инновации. Наука. Образование. — 2020. — № 14. — С. 424–429.
5. Колосов А.М. Оценка влияния применения технологии блокчейн на эффективность закупочных процедур: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. — СПб, 2022. — 178 с.
6. Ксенофонтова Е.А. Многокритериальный анализ // Проблемы науки. ПГУТИ. Самара. — 2020. — № 11(59). — С. 30–31.
7. Лосева О.В. Цифровые активы: экономический, юридический и технологический контекст [Электронный ресурс] // Имущественные отношения. — 2021. — № 5. — С. 42–51. — DOI: 10.24412/2072-4098-2021-11-42-51. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-aktivy-ekonomicheskii-yuridicheskii-i-tehnologicheskii-konteksty>
8. Подиновский В.В. Многокритериальные задачи принятия решений: теория и методы анализа [Электронный ресурс]: учебник для вузов. — М.: Юрайт, 2023. — 486 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/520483>
9. By Gennaro Cuofano. What Is A Multi-Criteria Analysis? Multi-Criteria Analysis In A Nutshell. — URL: <https://fourweekmba.com/multi-criteria-analysis/> (дата обращения: 30.06.2023).