

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**РАЗРАБОТКА СЕТЕВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПРИНЯТИЯ
РЕШЕНИЙ МЕТОДАМИ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 2 курса 271 группы

направления 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Пиуновой Екатерины Ивановны

Научный руководитель

доцент кафедры ДМиИТ, к.э.н.

Г. Ю. Чернышова

Заведующий кафедрой

доцент кафедры ДМиИТ к.ф.-м.н.

Л.Б. Тяпаев

Саратов 2019 год

ВВЕДЕНИЕ

В социально-экономических системах процесс принятия решений связан с необходимостью анализа различных факторов при отсутствии единственного показателя, характеризующего все аспекты исследуемого объекта. При этом системный подход предполагает исследование как финансовых, так и не финансовых показателей. Наличие слабоструктурированных и плохо формализуемых задач в условиях неопределенности, неточности и неполноты исходных данных, связанных с использованием количественных и качественных значений, существенно усложняют процесс принятия решений. В этом случае применение нечетко-множественного подхода обеспечивает возможность многокритериальной оценки сложных объектов.

Многокритериальные методы принятия решений представляют собой набор алгоритмов, которые позволяют учитывать многочисленные (часто конфликтующие) критерии для оценки альтернатив. Для комплексной оценки инвестиционных проектов предлагается использовать метод Fuzzy ELECTRE II на основе нечетко-логического подхода. Данный алгоритм позволяет выделить не только наиболее подходящую альтернативу, но и ранжировать все их множество. Метод оценки Fuzzy ELECTRE II может применяться для анализа с использованием как качественных, так и количественных критериев.

Предлагаемое web-приложение реализует модифицированный алгоритм Fuzzy ELECTRE II и предназначено для интегрированной оценки инвестиционных проектов с целью выбора наилучшей альтернативы. Подобное приложение может быть актуально для большого количества организаций и предприятий, которые являются потенциальными инвесторами.

Цель магистерской работы – реализация модифицированного многокритериального метода принятия решений.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- проанализировать различные многокритериальные методы принятия решений, выполнить их классификацию;

- модифицировать алгоритм Fuzzy ELECTRE II, используя различные метрики расстояний между нечеткими множествами;
- разработать web-приложение для оценки инвестиционных проектов.

В качестве методологических основ использовались работы Коротеева М.В., Терелянского П.В., Бородина А.И., Стельцовой Е.Д., Roy B., Słowiński R., Ramalingam M., Rekha M.A., Chen T.Y., документация по программным продуктам.

Практическая значимость магистерской работы – реализация модифицированного алгоритма Fuzzy ELECTRE II, позволяющего осуществить интегрированную оценку инвестиционных проектов.

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и двух приложений. Общий объем работы – 102 страницы, из них 54 страницы – основное содержание, включая 14 рисунков и 6 таблиц, цифровой носитель в качестве приложения, список использованных источников информации – 48 наименований.

Краткое содержание работы

В первом разделе «Анализ многокритериальных методов принятия решений» анализируются многокритериальные методы принятия решений, возможности их применения, осуществлена их классификация.

Многокритериальные методы принятия решений представляют собой набор методов, которые позволяют агрегировать и учитывать многочисленные (часто конфликтующие) критерии для выбора, ранжировать альтернативы для содействия процессу принятия решений. Различные вариации методов используют ранжирование информации о предпочтениях лица, принимающего решения (ЛПР).

Общая идея методов заключается в объединении оценок альтернатив по всем критериям в одно значение путем построения функции. Подобная функция используется для расчета ранга альтернативы, выбор альтернативы производится путем максимизации значения этой функции. Применение ММПР связано с решением таких задач, как получение оценки по отдельным критериям и формирование интегрированного показателя для оценки полезности альтернативы.

Выбор ММПР является отдельной задачей, требующей рассмотрение существующих методов и их применения. Среди многокритериальных методов принятия решений можно выделить несколько подходов, показанных на рисунке 1.

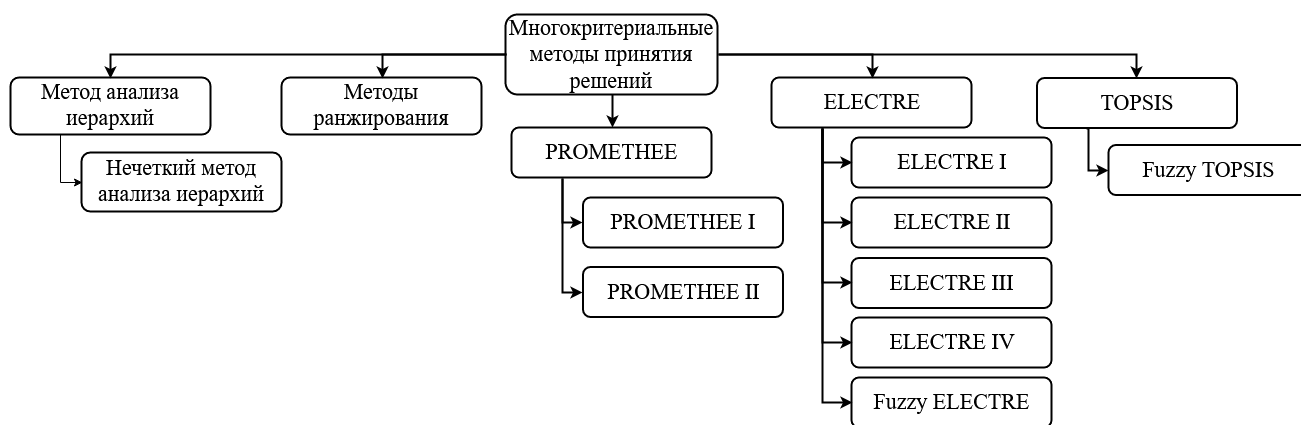


Рисунок 1 – Классификация многокритериальных методов принятия решений

После рассмотрения различных ММПР для последующей реализации приложения был выбран алгоритм Fuzzy ELECTRE II. Данный алгоритм позволяет не только выделить наиболее привлекательную альтернативу, но и осуществить их ранжирование на основе трех параметров: весу критерия, степени принадлежности и не принадлежности альтернативы к критерию.

Группа методов ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalite, дословно – устранение и выбор, отражающие реальность) реализуют подход к парному сравнению альтернатив, не основанный на теории полезности. Данный алгоритм был предложен в 1965 г. Б. Роем. ELECTRE часто используется для выявления альтернатив, которые неприемлемы для ЛПР. Затем можно применять другой ММПР для выбора лучшей альтернативы. Преимущество ELECTRE заключается в том, что дальнейшее применение ММПР осуществляется для сокращенного набора альтернатив. Критерии в методах ELECTRE описываются набором параметров, в частности коэффициентами важности и порогами вето. В настоящее время разработан ряд методов семейства ELECTRE. В различных методах группы ELECTRE индексы согласия и несогласия строятся по-разному. Метод ELECTRE I является базовым методом семейства. Основным недостатком базового метода является отсутствие возможности получения полного ранжирования альтернатив. Метод

ELECTRE II последовательно развивает базовые методы семейства, благодаря использованию псевдокритериев и процедуры отбора альтернатив. Метод ELECTRE III использует особенности методов ELECTRE I и ELECTRE II.

Во втором разделе «Модификация алгоритма Fuzzy ELECTRE II» рассматривается алгоритм Fuzzy ELECTRE II и предлагается его модификация на основе введения дополнительных метрик для оценки расстояния между двумя нечеткими множествами.

Традиционно в алгоритме Fuzzy ELECTRE II предлагалось применение Евклидовой метрики или расстояние Хемминга. В зависимости от специфики решаемой проблемы необходимо осуществить выбор меры расстояния между нечеткими множествами. Стандартный алгоритм Fuzzy ELECTRE II позволяет ранжировать предложенные альтернативы и выбрать среди них лучшую, применяя одну метрику. Выбор той или иной метрики зависит от природы рассматриваемой проблемы. Каждое из этих расстояний обладает своими преимуществами и недостатками, которые становятся очевидными при решении задач. В зависимости от специфики решаемой проблемы можно ввести и другие понятия меры расстояния для нечетких множеств.

В модифицированном алгоритме будут вычисляться Евклидова метрика, Хемминга, Хаусдорфа, Тонимото-Жаккара, Журавлева, Манхэттенская и Брея-Кертиса, и на основе них будут ранжироваться проекты. Таким образом, после получения результата, используя все предложенные метрики, будет получено семь лучших проектов. Модифицированный алгоритм Fuzzy ELECTRE II позволяет провести дополнительный анализ предложенных альтернатив при помощи расширенного набора метрик, что позволяет более объективно отобрать лучший проект среди предложенных.

Третий раздел «Разработка сетевого приложения на основе модифицированного алгоритма Fuzzy ELECTRE II» посвящен разработке сетевого приложения на основе модифицированного алгоритма, приводится пример для оценки множества реальных проектов.

Продолжение исследования связано с разработкой web-приложения, реализующего модифицированный алгоритм Fuzzy ELECTRE II, позволяющее получить пользователю интегрированную оценку инвестиционных проектов с целью выбора альтернативы. Приложение по оценке инвестиционных проектов может быть актуально для большого количества организаций и предприятий.

На данный момент приложения подобного рода отсутствуют, данный алгоритм не реализован в виде коммерческого продукта и открытых библиотек. Задача приложения по оценке привлекательности инвестиционного проекта для потенциальных инвесторов – принять или отклонить конкретный проект, либо выбрать один наиболее привлекательный из набора альтернативных. В обоих случаях необходимо ранжировать инвестиционные проекты по комплексу стандартных показателей, в том числе: необходимый объем привлекаемого капитала (в рублях), срок окупаемости (лет), наличие собственного капитала (в рублях), состояние реализации проекта, имеется ли имущество для проекта, стадия разработки, ожидаемый спрос на услуги и другие.

Функциональные возможности web-приложения включают формирование списка альтернатив и критериев оценки, ранжирования альтернатив модифицированным методом Fuzzy ELECTRE II, представление результата в виде ранжированного списка проектов и лучшей альтернативы. При этом интерфейс программы должен быть интуитивно понятным и должна осуществляться проверка корректности ввода в формах.

Разработанное приложение использует язык программирования Python, расширенный набором библиотек: psycpg2, numpy, matplotlib. В качестве БД была выбрана – PostgreSQL. Среди фреймворков были выбраны Django и Bootstrap для создания web-интерфейса.

В приложении пользователи разделены на две группы – обычные пользователи (инвесторы) и эксперты. Последним права для работы в приложении выдаются администратором приложения.

Разрабатываемое приложение включает в себя следующие возможности для пользователей:

- регистрация пользователей в приложении;
- вход пользователя в приложение под своим логином;
- добавление проектов для сравнения;
- получение лучшей альтернативы среди проектов или список ранжированных проектов.

Для экспертов доступны следующие возможности:

- регистрация эксперта в приложении;
- вход эксперта в приложение под своим логином;
- добавление критериев.

В качестве примера для оценки были выбраны реально существующие проекты из электронной биржи инвестиционных проектов «INPROEX». Данный инвестиционный портал ориентирован на поиск и привлечение инвесторов, предназначенный как для презентации самих инвестиционных проектов, так и для популяризации инвестиционной привлекательности регионов и муниципальных образований.

Этот пример интересен тем, что инвестор может рассмотреть проекты вне рамок стандартных методик, а также оценить проект, опираясь на его качественные и количественные характеристики. Предложенный метод позволяет оценить проект по нестандартным критериям, которые могут быть интересны инвестору.

Выбранные инструменты позволяют реализовать современное, масштабируемое и мобильное приложение с привлекательным интерфейсом, при этом затрачивая минимальное количество ресурсов. Предлагаемое web-приложение, реализующее модифицированный алгоритм Fuzzy ELECTRE II, предназначено для интегрированной оценки инвестиционных проектов с целью выбора альтернативы. Данное приложение будет интересно частным

инвесторам для выбора наиболее привлекательного инвестиционного проекта с использованием нестандартной методики и расширенного набора критериев, а также использованием качественных оценок социально-экономических факторов. Модифицированный метод оценки Fuzzy ELECTRE II помогает анализировать потенциальные эффекты, вызванные рассогласованием в оценке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системы поддержки принятия решений в настоящее время активно развиваются, что обусловлено возможностью их использования для решения слабоструктурированных задач в условиях неопределенности, неполноты исходных данных, использования количественных и качественных значений. Решение практических задач менеджмента подобного типа, в том числе связанных с оценкой инвестиционных проектов, требует разработки и применения специальных методов многокритериального оценивания альтернатив.

В результате работы было рассмотрено применение актуальных многокритериальных методов принятия решений для решения различных задач, в частности для оценки инвестиционных проектов. В целях выбора наиболее приемлемого ММППР была представлена их классификация. ELECTRE является одним из многокритериальных методов принятия решений для осуществления ранжирования альтернатив. В данном методе не определяется количественная оценка каждой альтернативы, а устанавливается лишь условие превосходства одной альтернативы над другой. Данный подход усовершенствуется в целом семействе методов. ELECTRE II позволяет осуществлять ранжирование с помощью процедуры отбора альтернатив: решающее правило строится в результате формирования бинарных отношений доминирования на множестве альтернатив, используя индексы согласованности и несогласованности. Метод оценки ELECTRE широко применяется для анализа с использованием как качественных, так и количественных критериев. Критически важным преимуществом этого метода оценки является его способность определять потребности ЛПП. Алгоритм Fuzzy ELECTRE II выделяет не только наиболее подходящую альтернативу, но и позволяет ранжировать все их множество и помогает анализировать потенциальные эффекты, вызванные рассогласованием в оценке.

Проанализированы существующие программные продукты для оценки инвестиционных проектов. Большинство из них используют стандартные методики, принятые для оценки инвестиционных проектов, имеют ограниченный функционал для пользователя.

Алгоритм Fuzzy ELECTRE II был модифицирован при помощи добавления метрик для определения расстояния между двумя нечеткими множествами. На основе модифицированного алгоритма реализовано web-приложение для оценки инвестиционных проектов. Приложение на основе Fuzzy ELECTRE II обеспечивает возможность анализа некоммерческих проектов с точки зрения социального эффекта за счет нечетких лингвистических оценок. Реализация современных подходов к многокритериальному оцениванию в виде web-приложения представляет интерес для широкого круга частных инвесторов. В процессе выбора наиболее привлекательного инвестиционного проекта с использованием предлагаемой методики обеспечивается возможность использования расширенного набора критериев, применение качественных оценок социально-экономических факторов. При этом не предъявляются особые требования к уровню квалификации пользователя в области информационных технологий.

Отдельные части магистерской работы были опубликованы в статье «Применение модифицированного алгоритма Fuzzy ELECTRE для многокритериальных задач принятия решений» в сборнике VIII Международной научной конференции «Компьютерные науки и информационные технологии» памяти А.М. Богомолова; статья «Реализация модифицированного алгоритма Fuzzy ELECTRE II для многокритериальных задач принятия решений» была принята к публикации на XVIII Международную конференцию имени А.Ф. Терпугова «Информационные технологии и математическое моделирование».

Основные источники информации:

- 1 Коротеев М.В., Терелянский П.В. Нечетко-множественная модель оценки рисков инвестиционных проектов / Коротеев М. В., Терелянский П. В. // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2011. С.189 - 193.
- 2 Бородин А.И., Стельцова Е.Д. Оценивание инвестиционной привлекательности инновационных проектов на основе нечеткой логики / Бородин А.И, Стельцова Е.Д. // Прикладная математика. 2013. № 4(46). С. 19 - 25.
- 3 Roy B., Słowiński R. Questions guiding the choice of a multicriteria decision aiding method/ Roy B. Słowiński R. // EURO J Decis Process (2013) № 1. С.69 - 97.
- 4 Ramalingam M. Vertical Handoff Target Selection in a Heterogeneous Wireless Network Using Fuzzy ELECTRE // Florida International University FIU Digital Commons. 2015. № 7.
- 5 Rekha M. A. New Intuitionistic Fuzzy ELECTRE II approach to study the Inequality of women in the society/ Rekha M. // Global Journal of Pure and Applied Mathematics. 2017. № 9. С. 6583 - 6594.
- 6 Chen T.Y. An ELECTRE based outranking method for multiple criteria group decision making using interval type 2 fuzzy sets // Inform sciences. 2014. № 263. С.1-21.
- 7 Python [Электронный ресурс]: Python tutorial // URL: <https://docs.python.org/3.6/tutorial/index.html> (дата обращения: 04.03.2018). Загл. с экрана. англ.
- 8 Postgrespro [Электронный ресурс]: СУБД Postgres // URL: <https://postgrespro.ru/products> (дата обращения 06.10.2018). Загл. с экрана. рус.

- 9 Bootstrap [Электронный ресурс]: Bootstrap // URL: <http://getbootstrap.ru/docs/v4-alpha/> (дата обращения: 24.04.2018). Загл. с экрана. рус.