

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Кафедра Дискретной математики и информационных технологий

**МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы

направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника

факультета КНИИТ

Пономаревой Маргариты Сергеевны

Научный руководитель

профессор

Л. В. Кальянов

Заведующий кафедрой

к. ф.-м. н.

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ	5
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	12

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в связи с растущими потребностями практики и быстро расширяющимися возможностями информационно-вычислительной техники активно развивается междисциплинарное научное направление, направленное на анализ. Многокритериальные методы поддержки принятия решений располагают различными инструментами, позволяющими лицу, принимающему решения, решать сложные проблемы принятия решений, всегда принимая во внимание возможно несколько противоречивых точек зрения. Системы поддержки принятия решений могут использоваться для различных задач и на различных уровнях принятия решений. Так, например, они могут быть полезны при анализе и прогнозировании динамики рынка, при разработке стратегии развития организации, при оценке потенциала предприятия и проектов.

Многокритериальный анализ решений в большинстве случаев применяется как инструмент для принятия решений в сложных управленческих ситуациях, касающихся множества критериев (объектов), возникающих при рассмотрении социальных, экономических и экологических ситуаций, а в некоторых случаях и всех в совокупности. Основная идея многокритериального анализа заключается в том, чтобы посредством исследования конкретного набора альтернатив и выбора среди них наиболее предпочтительного лица, принимающего решение, в конкретных областях получил помощь в принятии решений.

Целью дипломной работы является разработка web-приложение для сравнения многокритериальных методов принятия решения. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

Целью дипломной работы является разработать web-приложение для сравнения многокритериальных методов принятия решения. Для достижения

цели необходимо решить следующие задачи:

- классифицировать и проанализировать различные ММНР;
- реализовать алгоритмы многокритериальных методов принятия решений ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE;
- разработать web-приложение для сравнения результатов ММНР;
- выполнить апробацию приложения на примере данных о региональном развитии.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел “Анализ многокритериальных методов принятия решений (ММПР)” посвящен понятию многокритериальных методов принятия решений (ММПР), представлены различные подходы к классификации многокритериальных методов принятия решений, которая показывает широкое распространение в различных сферах, алгоритмы реализации методов и методы для сравнения ранжированных списков.

Многокритериальные методы принятия решений (ММПР) оценивают множество конфликтующих критериев при принятии решений [1]. ММПР предназначен для уменьшения предубеждений со стороны лиц, принимающих решения, полагающихся на их собственный опыт, а также групповые неудачи в принятии решений (например, групповое мышление), которые неизбежно влияют на интуитивные подходы. Задавая веса критериев и связанные с ними компромиссы между критериями явными структурированным образом, ММПР приводит к наиболее объективному принятию решений.

Постановка задачи многокритериального принятия решений включает в себя четыре компонента [2]:

- альтернативы для ранжирования;
- критерии;
- веса, которые представляют относительную важность критериев;
- лица, принимающие решения (ЛПР), и потенциально другие заинтересованные стороны, чьи предпочтения должны быть представлены.

Альтернативами являются множество вариантов, среди которых выбирается лучшая. Любое количество альтернатив может быть включено в ММПР, но не менее двух (в противном случае не будет выбора).

По критериям оцениваются и сравниваются альтернативы. Количество критериев неограниченно, но чаще всего используется 4 и более критерия.

Методы ММПП классифицируются в соответствии с характеристиками критериев, альтернатив или решений, установленных в структуре проблемы принятия решения [3]. Проблемы ММПП можно разделить на четыре основные категории, такие, как:

- выбор между альтернативами (АНР, MAUT, UTA, MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE I, TOPSIS);
- рейтинг альтернатив (АНР, AAS, MAUT, UTA, MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE III, TOPSIS);
- классификация альтернатив (АНСорт, UTADIS, Flowsort, ELECTRE-Tri).

Эти методы обычно оценивают альтернативы решения проблемы в рамках определенных критериев и помогают определить наиболее подходящую альтернативу.

В последние несколько лет гибридные методы также использовались при анализе проблем ММПП. Далее представлена информация о формировании гибридных методов ММПП. Согласно этой классификации, гибридные методы объединяются четырьмя различными способами, такие как:

- комбинированное использование двух одиночных методов ММПП;
- комбинированное использование метода (методов) с учетом важности критериев и единого аналитического метода;
- использование метода (методов) на основе нечеткой логики и единого анализа;
- комбинированное использование единого анализа и других методов оптимизации вместе;

Многокритериальное принятие решений в целом состоит из шести шагов, включая:

- формулировку проблемы;

- определение требований;
- постановку целей;
- определение различных альтернатив;
- разработку критериев;
- определение и применение техники принятия решений.

Для этого процесса могут использоваться различные математические приемы, и выбор приемов осуществляется исходя из характера проблемы и уровня сложности, отводимого процессу принятия решения [4]. Все методы имеют свои преимущества и недостатки.

Техника порядка предпочтения по подобию идеальному решению (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS) основана на простом принципе: наилучший выбор должен быть максимально удален от идеального положительного решения в геометрическом выражении и максимально удален от идеального отрицательного решения. Эта модель предполагает, что каждый критерий равномерно увеличивает или уменьшает свою выгоду [5].

Для большинства методов ELECTRE существует два основных шага: создание отношений ранжирования (превосходства) и использование этих отношений для достижения окончательной оценки альтернатив. Различные модели ELECTRE могут различаться с точки зрения того, как они определяют схемы оценки между различными альтернативами и как они используют эти схемы для достижения окончательной оценки для различных альтернатив. Отличительной чертой ELECTRE является то, как используется схема подсчета очков, проводя попарные сравнения между альтернативами по отдельности на основе каждого критерия. Этот подход основан на изучении отношений между рейтингами и понятиями координации. Построение схемы подсчета очков таково, что позволяет сравнивать варианты. Метод ELECTRE

использует соответствие и несоответствие критериев, а также пороговые значения для оценки схем оценки между доступными вариантами [6].

PROMETHEE – это метод, который позволяет оценить и выбрать альтернативу из некоего набора, основываясь на критериях, отражающих плюсы и минусы альтернатив, а также позволяет проранжировать данные альтернативы по привлекательности для ЛПР. PROMETHEE не требует строгих суждений о действительной структуре предпочтений ЛПР [7]. При оценке альтернатив ключевая задача заключается в получении информации о том, является ли некоторая альтернатива как минимум настолько же привлекательной, как другая. На основании так называемых отношений предпочтения, которые определяются на первом шаге, осуществляется ранжирование альтернатив.

Непараметрические методы – это статистические методы, для которых не нужно делать никаких предположений о параметрах для изучаемой совокупности. Методы не имеют никакой зависимости от интересующей совокупности. Набор параметров больше не является фиксированным, как и распределение, которое используется. Именно по этой причине непараметрические методы также называются методами без распределения.

В анализе явлений часто приходится прибегать к различным условным оценкам, например рангам, а взаимосвязь измерять с помощью непараметрических коэффициентов связи. Ранг – это порядковый номер значений признака, расположенных в порядке возрастания или убывания величин [8].

Среди непараметрических методов оценки тесноты связи наибольшее значение имеют ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла.

Второй раздел “Web-приложение для поддержки принятия решений” посвящен рассмотрению инструментов для разработки web-приложения, описа-

нию интерфейса web-приложения и апробация на основе комплексной оценки уровня развития регионов РФ.

Web-приложение написано на высокоуровневом языке программирования общего назначения Python помощью фреймворка Django. Для упрощения работы с HTML-файлами был использован шаблонизатор Jinja. Для реализации ММПП были использованы библиотеки Numpy, Pandas, Scipy.

Для пользователя в web-приложении предусмотрены такие возможности, как:

- загрузка исходных данных из файлов (Пользователю нужно будет загружать матрицу с данными, состоящей из набора альтернатив и критериев, массив весов. У некоторых методов есть дополнительные атрибуты для расчёта ранжированных списков.);
- выбор ММПП (Пользователь выбирает из предложенного списка метод, по которому ему нужно произвести подсчёт данных и получить рейтинги. На выбор предложено три многокритериальных метода принятия решений: TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE.);
- выбор метода сравнения (Пользователь выбирает из предложенного списка метод сравнения ранжированных данных. На выбор предложено два критерия корреляции: Спирмана и Кендалла.);
- вывод полученного рейтинга (Пользователь может просмотреть на web-странице полученный результат сравнения трёх многокритериальных методов принятия решений.);
- выгрузка результатов в файл (Результаты, в виде построенных рейтингов и их сравнительной оценки, можно сохранить на ПК в файле в формате TXT.).

В результате приложение, написанное на языке программирования Python с фреймворком Django, позволяет широкому кругу пользователей без допол-

нительной установки воспользоваться многокритериальными методами принятия решений.

Сценарий работы пользователя включается в себя следующие этапы.

1 шаг. Пользователь выбирает метод, по которому будет происходить ранжирование данных.

Шаг 2. Просмотр полученных результатов.

Шаг 3. Сравнение полученных результатов.

Работа данного приложения будет проиллюстрирована на примере комплексной оценки уровня развития регионов РФ. В качестве критериев применим показатели:

- численность исследователей, имеющих ученую степень;
- внутренние затраты на научные исследования и разработки;
- уровень инновационной активности организаций;
- объем инновационных товаров, работ, услуг.

Альтернативами в данном примере являются 82 региона Российской Федерации.

Исходные данные по данным альтернативам были получены из открытых источников Федеральной службы государственной статистики [9].

Для проверки работоспособности web-приложения нужно подготовить файлы с данными: матрицу с данными (набор альтернатив и критериев) и массив весов. В ММПР веса имеют существенное значение для измерения важности критериев. Определение весов является ключевым моментом в оценке. Выбранные значения весовых коэффициентов будут влиять на результаты комплексной оценки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках дипломной работы было изучено понятие ММНР и рассмотрены их различные подходы к классификации. Web-приложение написано на языке программирования Python помощью фреймворка Django. Для упрощения работы с HTML-файлами был использован шаблонизатор Jinja. Для реализации ММНР были использованы библиотеки Numpy, Pandas, Scipy. Полученное приложение позволяет пользователю загрузить свои данные, выбрать многокритериальный метод, по которому будет происходить ранжирование, выбрать один из методов для получение корреляционной связи, которую можно интерпретировать с помощью шкалы Чеддока.

Была продемонстрирована работа web-приложения на примере ранжирования регионов на основе ряда социально-экономических показателей региональной статистики. Рейтинги были получены с помощью методов ELECTRE, PROMETHEE, TOPSIS. Полученные результаты проходили этап оценки корреляционной связи с помощью рангового коэффициента Спирмана и Кендалла. Сравнение полученных рейтинговых оценок показывает, что между PROMETHEE и ELECTRE есть высокая корреляционная связь, между TOPSIS и ELECTRE заметная корреляционная связь, между TOPSIS и PROMETHEE умеренная корреляционная связь. Причиной данного расхождения могут быть различия параметров алгоритмов, использованных в процессе принятия решений. Можно сделать вывод, что при выборе рейтинговой оценки целесообразно сравнить результаты различных ММНР. Следует рассматривать различные методы с разными наборами параметров. В дальнейшем направлением исследования станет добавление новых методов и новых критериев для оценки ранжированных списков альтернатив.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербург, 2012. - 318 с.
- 2 Подиновский В.В. Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. - Москва: Москва, 2019. -105 с.
- 3 Классификация методов анализа многокритериальных решений и реализаций в государственном секторе [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/328262646> (дата обращения 10.03.22)
- 4 Сравнительный анализ пяти широко используемых многокритериальных методов принятия решений для оценки технологий чистой энергетики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/3/1403> (дата обращения 15.03.22)
- 5 Multi-Criteria Decision Making Methods And Their Applications– A Literature Review [Электронный ресурс]. URL: <https://ieomsociety.org/ieom2020/papers/656.pdf> (дата обращения 03.02.22)
- 6 Использование различных методов ELECTRE в стратегическом планировании [Электронный ресурс]. URL: <https://studylib.net/doc/12155765/using-different-electre-methods-in-strategic-planning-in> (дата обращения 02.05.22)
- 7 Multi-Criteria Decision Making: An overview of different selection problems and methods [Электронный ресурс]. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.433.1775>

- 8 Шмойлова Р.А., Бесфамильная Е.Б. Теория статистики. - Москва: Москва, 2016. - 576 с.
- 9 Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: rosstat.gov.ru (дата обращения 23.03.22)