РЕФЕРАТ

Отчет 85 с., 24 рис., 12 табл., 30 источников, 2 прил.

Ключевые слова: РАСПОЗНАВАНИЕ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ, РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ, МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ, СТРУКТУРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ, ГРАФОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ, СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ

Цель работы — разработка программного обеспечения системы распознавания рукописных символов в стандартизованных бланках.

В процессе работы проанализированы существующие способы представления данных о распознаваемых символах, обосновано и выбрано представление в виде граф системы, строящегося на основе промежуточного (сокращенного) скелетного представления.

В результате работы была создана система распознавания рукописных символов в стандартизованных бланках, основанная на выбранном представлении данных о распознаваемых символах.

Система распознавания включает в себя обучающую и распознающую части.

Программная реализация выполнена в среде программирования… . Программы написаны на языке … .

Общий объем страниц - 19, рисунок - 1, источников - 9.

Ключевые слова: СИСТЕМА ПОДДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ, ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА, РАНЖИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ.

Цель работы – сравнение существующих систем поддержки принятия решений и постановка задачи на разработку такой программы.

Для реализации данной цели в первой части научной работы рассмотрены некоторые программы предназначенные для поддержки принятия решений.

Во второй части работы проводится сравнение существующих программы с для выявления их достоинств и недостатков для дальнейшей постановки задачи.

В третьей части работы ставится задача и требования к программе её решающей.

**Объект исследования** – процесс принятия решений в плохо формализуемых зада- чах при наличии большого количества критериев.

**Предмет исследования –** методы и программный инструментарий поддержки принятия решений при проведении сложных экспертиз.

**Цель работы –** разработка системы поддержки принятия решений на основе мето- дов системно анализа.

**Методы исследования и технологии разработки** – в качестве основы для под- держки процесса принятия решений использованы методы системного анализа, в частно- сти такие, как метод анализа иерархий Т. Саати и метод решающих матриц Г.С. Поспелова. Реализация программного продукта выполнена в интегрированной среде разработки Visual Studio 2010, исходный код написан на объектно-ориентированном языке программирования C# 4.0, интерфейс разработан с применением технологии Windows Presentation Foundation 4. Для хранения информации, используемой при работе с систе- мой, спроектирована база данных MS SQL Server Compact Edition.

**Результаты работы** – рассмотрены основные понятия теории принятия решений; проведен обзор методов организации сложных экспертиз; программно реализован метод анализа иерархий и метод решающих матриц; произведен обзор существующих про- граммных средств-аналогов и определены необходимые функциональные возможности системы, которые отсутствуют в существующих системах. Разработана система поддерж- ки принятия решений на основе методов системного анализа (метода анализа иерархий и метода решающих матриц) – RightDec, позволяющая осуществлять принятие решений в различных сферах деятельности человека в независимости от конкретной поставленной перед экспертом задачи. Созданная система позволяет моделировать ситуацию выбора в плохо формализуемых задачах; редактировать модель принятия решения в процессе ана- лиза ситуации; учитывать как количественную, так и качественную информацию о пред- почтениях лица, принимающего решение; учитывать мнения нескольких экспертов с воз- можностью согласования возникающих конфликтов в процессе принятия единого реше- ния.

Отдельные результаты работы были представлены на V Всероссийской, 58-й науч- но-практической конференции молодых ученых «Россия молодая» и VI Международной научной конференции «Инновации в технологиях и образовании». Доклад отмечен ди- пломами I (прил. А) и III степени (прил. Б). По результатам исследования подготовлено три публикации. В настоящее время разработанное приложение находится в стадии опыт- ной эксплуатации в научно-инновационном управлении Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева (прил. В).

**Область применения** – система RightDec ориентирована на широкий круг пользо- вателей, среди которых могут быть лица, непосредственно связанные с принятием реше- ний в силу специфики их профессиональной деятельности, например: руководители, со- циологи, политики, научные сотрудники, члены жюри и др. Отличительной чертой систе- мы является возможность ее расширения в рамках используемых инструментов для про- ведения анализа. В дальнейшем планируется разработка модулей для использования дру- гих методов организации сложных экспертиз.

СОДЕРЖАНИЕ

[РЕФЕРАТ 3](#_Toc485648386)

[СОДЕРЖАНИЕ 6](#_Toc485648387)

[ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 8](#_Toc485648388)

[ВВЕДЕНИЕ 9](#_Toc485648389)

[1 Рассмотрение метода анализа иерархий 14](#_Toc485648390)

[1.1 Общие сведения 14](#_Toc485648391)

[1.2 Методика применения метода анализа иерархий 15](#_Toc485648392)

[1.3 Определение иерархической структуры 16](#_Toc485648393)

[1.4 Выводы по разделу 17](#_Toc485648394)

[2 Обзор существующих программ 18](#_Toc485648395)

[2.1 Система поддержки принятия решений «Выбор» 18](#_Toc485648396)

[2.2 Мыслитель 19](#_Toc485648397)

[2.3 MPRIORITY 19](#_Toc485648398)

[2.4 Super Decisions 21](#_Toc485648399)

[2.5 MakeItRational 21](#_Toc485648400)

[2.6 PriEsT 22](#_Toc485648401)

[2.7 Выводы по разделу 22](#_Toc485648402)

[3 Сравнение программ поддержки принятия решений 23](#_Toc485648403)

[3.1 Постановка критериев сравнения 23](#_Toc485648404)

[3.2 Сравнительная таблица программ по критериям 24](#_Toc485648405)

[3.3 Выводы по результатам сравнения 25](#_Toc485648406)

[3.4 Формулировка требований к программе 26](#_Toc485648407)

[3.5 Выводы по разделу 26](#_Toc485648408)

[4 Алгоритмическая и математическая постановка задачи 27](#_Toc485648409)

[4.1 Исходные данные для решения задачи 27](#_Toc485648410)

[4.2 Алгоритмическая модель 27](#_Toc485648411)

[4.3 Математическая модель 29](#_Toc485648412)

[4.4 Выводы по разделу 29](#_Toc485648413)

[5 Разработка программы 30](#_Toc485648414)

[6 Применение программы 30](#_Toc485648415)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 32](#_Toc485648416)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 34](#_Toc485648417)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 35](#_Toc485648418)

[Код программы 35](#_Toc485648419)

[Руководство пользователя 35](#_Toc485648420)

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной выпускной квалификационной работы обусловлена тем, что в настоящее время при сравнении каких-либо объектов широко применяются экспертные оценки. Где под экспертом подразумевается лицо, обладающее специальными знаниями, привлекаемое для выдачи квалифицированного заключения или суждения по вопросу, рассматриваемому или решаемому другими людьми, менее компетентными в этой области[3].

Для сравнения определяются качества объектов, по которым будут выставляться оценки экспертами.

Программа должна позволять хранить информацию об объектах сравнения, их качествах, профили экспертов. Также должна присутствовать возможность экспорта данных в другие программы, формирование отчётов и графический интерфейс пользователя.

Для этого необходимо сравнить существующие программы на соответствие возможностям.

В данной научно-практической работе определены следующие задачи:

- дать основные понятия и рассмотреть метод анализа иерархий;

- сделать краткий обзор некоторых программ для поддержки принятия реше-ний;

- провести сравнение этих программ по определённым критериям;

- на основе результатов сравнения сделать выводы и поставить задачу на раз-работку программы поддержки принятия решений.

Таким образом, целью данной научно-практической работы является рассмотрение существующих программ поддержки принятия решений, их сравнение и постановка задачи на разработку своего решения.

Это пример

Актуальность данной выпускной квалификационной работы обусловлена тем, что в настоящее время при сравнении каких-либо объектов широко применяются экспертные оценки. Где под экспертом подразумевается лицо, обладающее специальными знаниями, привлекаемое для выдачи квалифицированного заключения или суждения по вопросу, рассматриваемому или решаемому другими людьми, менее компетентными в этой области[3].

Цель данной выпускной квалификационной работы – разработать программу для проведения экспертных опросов по задаваемым проблемам с целью ранжирования объектов и выяснения компетентности экспертов на основе выставляемых ими оценок.

В данной работе должные быть решены следующие задачи:

- сравнение существующих программ реализующих метод анализа иерархий (МАИ), на основе этого сформулировать требования к разрабатываемой программе;

- на основе этих требований разработать программу;

- применить разработанную программу для проведения опросов;

- применить программу для улучшения МАИ.

В процессе написания выпускной квалификационной работы был проведён анализ и сра

Метод анализа иерархий активно применяется в процессе выбора для сравнения и ранжирования альтернатив.

Качественная теория дифференциальных уравнений, или, как ее теперь чаще называют, теория динамических систем, является сейчас наиболее активно развивающейся и имеющей наиболее важные приложения в естествознании областью теории дифференциальных уравнений. Эта теория была разработана Пуанкаре (1854 - 1912) и вместе с теорией функций комплексных переменных привела к основанию современной топологии.

Основная задача состояла в определении или исследовании движения системы по векторному полю фазовой скорости. Сюда относятся вопросы о виде фазовых кривых: уходят ли фазовые кривые данного векторного поля в фазовом пространстве на бесконечность или остаются в ограниченной области.

В простейших частных случаях задача решается явно при помощи интегрирования. Вычислительные машины позволяют приближенно находить решения дифференциальных уравнений на конечном отрезке времени, но не дают ответа на качественные вопросы о поведении фазовых кривых в целом. В своей дипломной работе я рассматривала геометрическую, качественную сторону изучаемых явлений.

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 глав, заключения, списка литературы и приложений.

В первой главе дается понятие эволюционного процесса, обладающего свойствами детерминированности, конечномерности и дифференцируемости. Математической моделью такого процесса является обыкновенное дифференциальное уравнение.

Во второй главе раскрывается понятие линейной однородной системы с постоянными коэффициентами. Приводится один из методов интегрирования однородных линейных систем с постоянными коэффициентами - метод Эйлера. Рассматриваются примеры с решением на этот метод.

Третья глава раскрывает понятие фазового пространства. С фазовым пространством связана система дифференциальных уравнений. Решение системы дифференциальных уравнений на фазовом пространстве интерпретируется в виде траекторий (фазовых кривых), а сама система дифференциальных уравнений интерпретируется в виде векторного поля. На фазовом пространстве возможны три вида фазовых кривых: кривые без самопересечения, замкнутые кривые и положения равновесия (особые точки, которые являются фазовыми кривыми). Особо рассмотрены положения равновесия: возможные простейшие типы особых точек.

Четвертая глава посвящена устойчивости решений автономной системы дифференциальных уравнений. Здесь главным является определение устойчивости, асимптотической устойчивости, теорема о первом приближении. Приведены примеры на исследование на устойчивость решения системы дифференциальных уравнений.

Ежедневно каждый человек десятки раз сталкивается с проблемой выбора чего-либо из нескольких возможных вариантов, на собственном опыте приобретая навыки *принятия решений*. Очевидно, что любому поступку человека или коллектива предшествует принятое решение. Однако значимость принимаемых решений, а тем более последствия принятия ошибочных решений, в некоторых случаях может носить катастрофический характер, например, если речь идет о выборе стратегического плана развития отрасли, компании или административного субъекта. Поэтому очень важно, чтобы продуктом непосредственной деятельности людей, принимающих решения, особенно руководителей, являлось принятие *грамотных решений*.

В настоящее время в задачах принятия решений широко используются *экспертные оценки*. Однако при исследовании проектов, которые с трудом поддаются какому-либо анализу из-за большого количества факторов, способных повлиять на решение эксперта, качество принятого им решения во многом зависит от человеческих возможностей учесть весь ряд обстоятельств и оценить степень их влияния на изучаемую проблему. Кроме того, довольно часто принятые решения носят субъективный характер, а если задача еще и очень сложна и многогранна, интуиции и мыслительных способностей человека будет яв- но недостаточно.

Как же сделать процесс принятия решения комфортным, технологичным, а самое главное, эффективным, если вы – руководитель предприятия, или аналитик, или просто человек, который львиную долю своего времени должен тратить на это?

В связи с этим возникает вопрос о средствах, которые могут помочь человеку в принятии решений, причем данные средства должны иметь универсальный характер, т. е. использоваться в любой сфере человеческой деятельности для решения любых проблем, связанных с осуществлением выбора.

Таким образом, *целью* данной дипломной работы является создание системы поддержки принятия решений на основе методов системного анализа. Для достижения этой цели были поставлены следующие *задачи*:

рассмотреть основные понятия теории принятия решений;

выполнить обзор методов системного анализа, предназначенных для организации сложных экспертиз;

выполнить обзор разработок и проанализировать подходы к реализации существующих программных продуктов, используемых для проведения сложных экспертиз;

на основе методов системного анализа разработать оригинальный программный продукт для поддержки принятия решений в различных сферах деятельности человека в независимости от конкретной поставленной задачи.

Данная дипломная работа состоит из введения, трех глав и заключения. Во введении обозначены цель, объект и предмет исследования. В первой главе рассматриваются основные понятия теории принятия решений и организации сложных экспертиз, представлен обзор и сравнительный анализ существующих систем поддержки принятия решений, определены основные функциональные возможности разрабатываемой системы. Во второй главе приведены основные технические характеристики разработанной системы и подробно описан ее интерфейс. В третьей главе приводятся примеры практического использования системы поддержки принятия решений RightDec для проведения экспертиз на основе методов системного анализа. В заключении обобщаются результаты проведенного исследования.

1 Рассмотрение метода анализа иерархий

1.1 Общие сведения

Метод Анализа Иерархий (МАИ, иногда МетАнИе) — математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение ([ЛПР](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%9F%D0%A0)), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к её решению. Этот метод разработан американским математиком Томасом Саати, который написал о нем книги, разработал программные продукты и в течение 20 лет проводит симпозиумы ISAHP ([англ.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) International Symposium on Analytic Hierarchy Process). МАИ широко используется на практике и активно развивается учеными всего мира. В его основе наряду с [математикой](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA) заложены и [психологические](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%81%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) аспекты. МАИ позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения. Метод Анализа Иерархий используется во всем мире для принятия решений в разнообразных ситуациях: от управления на межгосударственном уровне до решения отраслевых и частных проблем в [бизнесе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81), [промышленности](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), [здравоохранении](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) и [образовании](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5).

Для компьютерной поддержки МАИ существуют программные продукты, разработанные различными компаниями. Анализ проблемы принятия решений в МАИ начинается с построения иерархической структуры, которая включает цель, критерии, альтернативы и другие рассматриваемые факторы, влияющие на выбор. Эта структура отражает понимание проблемы лицом, принимающим решение. Каждый элемент иерархии может представлять различные аспекты решаемой задачи, причем во внимание могут быть приняты как материальные, так и нематериальные факторы, измеряемые количественные параметры и качественные характеристики, объективные данные и субъективные экспертные оценки. Иными словами, анализ ситуации выбора решения в МАИ напоминает процедуры и методы аргументации, которые используются на интуитивном уровне. Следующим этапом анализа является определение приоритетов, представляющих относительную важность или предпочтительность элементов построенной иерархической структуры, с помощью процедуры парных сравнений. Безразмерные приоритеты позволяют обоснованно сравнивать разнородные факторы, что является отличительной особенностью МАИ. На заключительном этапе анализа выполняется синтез (линейная свертка) приоритетов на иерархии, в результате которой вычисляются приоритеты альтернативных решений относительно главной цели. Лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета [1].

1.2 Методика применения метода анализа иерархий

Метод анализа иерархий содержит процедуру синтеза приоритетов, вычисляемых на основе субъективных суждений экспертов. Число суждений может измеряться дюжинами или даже сотнями. Математические вычисления для задач небольшой размерности можно выполнить вручную или с помощью калькулятора, однако гораздо удобнее использовать [программное обеспечение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) (ПО) для ввода и обработки суждений. Самый простой способ компьютерной поддержки — электронные таблицы, самое развитое ПО предусматривает применение специальных устройств для ввода суждений участниками процесса коллективного выбора. Порядок применения метода анализа иерархий[2]:

- построение качественной модели проблемы в виде иерархии, включающей цель, альтернативные варианты достижения цели и критерии для оценки качества альтернатив;

- определение приоритетов всех элементов иерархии с использованием метода парных сравнений;

- синтез глобальных приоритетов альтернатив путём линейной свертки приоритетов элементов на иерархии;

- проверка суждений на согласованность;

- принятие решения на основе полученных результатов.

1.3 Определение иерархической структуры

Иерархическая структура — это графическое представление проблемы в виде перевернутого дерева, где каждый элемент, за исключением самого верхнего, зависит от одного или более выше расположенных элементов. Часто в различных организациях распределение полномочий, руководство и эффективные коммуникации между сотрудниками организованы в иерархической форме. Пример иерархической структуры представлен на рисунке 1.

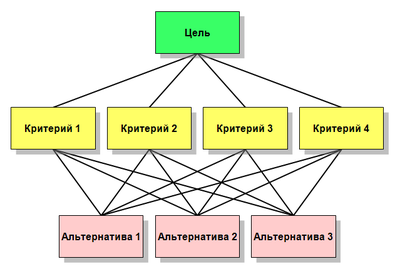


Рисунок 1 – Иерархическая структура

Иерархические структуры используются для лучшего понимания сложной реальности: мы раскладываем исследуемую проблему на составные части; затем разбиваем на составные части получившиеся элементы и т. д. На каждом шаге важно фокусировать внимание на понимании текущего элемента, временно абстрагируясь от всех прочих компонентов. При проведении подобного анализа приходит понимание всей сложности и многогранности исследуемого предмета.

В качестве примера можно привести иерархическую структуру, которая используется при обучении в [медицинских вузах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B0). В рамках изучения анатомии отдельно рассматривается костно-мышечная система (которая включает такие элементы, как руки и их составляющие: мышцы и кости), сердечно-сосудистая система (и её множественные уровни), нервная система (и её компоненты и подсистемы) и т. д. Степень детализации доходит до клеточного и молекулярного уровня. В конце изучения приходит понимание системы организма в целом, а также осознание того, какую роль играет в нем занимает каждая часть. С помощью подобного иерархического структурирования студенты приобретают всесторонние знания об анатомии.

Аналогичным образом, когда мы решаем сложную проблему, мы можем использовать иерархию как инструмент для обработки и восприятия больших объемов информации. По мере проектирования этой структуры у нас формируется все более полное понимание проблемы.

1.4 Выводы по разделу

В данном разделе был рассмотрен метод анализа иерархий, а также методика его применения и определение иерархической структуры для данного метода.

2 Обзор существующих программ

2.1 Система поддержки принятия решений «Выбор»

Система поддержки принятия решений (СППР) "Выбор" - аналитическая система, основанная на методе анализа иерархий (МАИ), является простым и удобным средством, которое поможет:

- структурировать проблему;

- построить набор альтернатив;

- выделить характеризующие их факторы;

- задать значимость этих факторов;

- оценить альтернативы по каждому из факторов;

- найти неточности и противоречия в суждениях лица принимающего реше-ние;

- провести анализ решения и обосновать полученные результаты.

Система опирается на математически обоснованный метод анализа иерархий Томаса Саати.

СППР "Выбор" на основе МАИ может использоваться при решении следующих типовых задач:

- оценка качества организационных, проектных и конструкторских решений;

- определение политики инвестиций в различных областях; задачи размеще-ния (выбор места расположения вредных и опасных производств, пунктов обслуживания);

- распределение ресурсов;

- проведение анализа проблемы по методу "стоимость-эффективность";

- стратегическое планирование;

- проектирование и выбор оборудования, товаров;

- выбор профессии, места работы, подбор кадров.

Данная программа разрабатывается Центром Изучения и Развития Информационных Технологий и Автоматизированных Систем (ЦИРИТАС)[4].

Операционная система – Microsoft Windows.

Язык интерфейса – русский.

2.2 Мыслитель

Мыслитель – простая программа помогающая принимать сложные решения. Программа Мыслительпоможет Вам выбрать один из нескольких альтернативных вариантов действий[5].

Данная программа имеет минимальный набор возможностей. В наличии лишь базовый функционал для применения метода анализа иерархий.

Операционная система – Microsoft Windows.

Язык интерфейса – русский.

2.3 MPRIORITY

|  |
| --- |
| Диалоговая система "MPRIORITY 1.0" (My Priority) предназначена для поддержки принятия решений в различных сферах человеческой деятельности. "MPRIORITY 1.0" может стать незаменимым помощником для руководителей фирм, подразделений, лабораторий, всем, кто желает или вынужден по роду своей деятельности принимать обоснованные рациональные решения[6].  Программная система базируется на зарекомендовавшем себя на практике Методе Анализа Иерархий (МАИ). Основное назначение метода — решение слабоструктурированных задач принятия решений.  В основе МАИ лежат используемые человеком в процессе познания декомпозиция и синтез, с помощью которых создается структура задачи принятия решения (ПР) — иерархия. В вершине иерархии в МАИ располагается основная цель, далее, на уровень ниже — подцели, и, наконец, на самом нижнем уровне — альтернативы, среди которых производится выбор или ранжирование. Для процесса парного взвешивания экспертом элементов иерархии в МАИ используется интуитивно обоснованная качественная шкала.  Систему "MPRIORITY" от своих аналогов отличает диалоговый интерфейс, адаптированный под особенности МАИ и восприятие пользователя. Программа содержит диалоговые средства, позволяющие получать наиболее полную информацию о проведенных попарных сравнениях и устранять возможные несогласованности в матрицах попарных сравнений.  Использование присутствущего в программной системе механизма шаблонов (шаблон — готовая иерархия для одной из задач принятия решений), позволяет пользователю адаптировать программную систему под область своей деятельности. |
| Перечислим примеры задач ПР для которых возможно применение "MPRIORITY": |
| 1) выбор руководителем фирмы будущего делового партнера;  2) рациональное распределение доходов предприятия по отраслям;  3) отбор лучших претендентов на рабочие места фирмы;  4) оценка работы персонала фирмы;  5) выбор программного обеспечения для нужд фирмы;  6) оценка культурных ценностей (картин, скульптур и т.д.);  7) выбор наилучшей стратегии;  8) выбор наилучшей конструкции (варианта) технического изделия;  9) покупка квартиры, дачи, участка, автомобиля;  10) выбор будущего учебного заведения для ребенка;  11) выбор будущего рабочего места.  Операционная система – Microsoft Windows.  Язык интерфейса – русский. |

2.4 Super Decisions

Зарубежное проприетарное программное обеспечение, разрабатываемое Creative Decisions Foundation. В программе реализован метод анализа иерархий, а также набор дополнительных возможностей, таких как экспорт результатов, сохранение истории, визуализация иерархии[7].

Операционная система – Microsoft Windows.

Язык интерфейса – английский.

2.5 MakeItRational

Также является зарубежным проприетарным программным обеспечением, разрабатываемым компанией Transparent Choice. Программа вышла относительно недавно и активно развивается. Кроме метода анализа иерархий, в ней присутствует набор дополнительных возможностей, таких как экспорт результатов, сохранение истории, визуализация иерархии[8].

Операционная система – Microsoft Windows.

Язык интерфейса – английский.

2.6 PriEsT

PriEsT (Priority Estimation Tool) ещё один представитель зарубежного программного обеспечения. Имеются версии для десктопных и мобильных платформ. Также присутствуют дополнительные возможности такие как экспорт результатов, хранение истории, визуализация иерархии[9].

Операционная система – Microsoft Windows, Linux, OS X, Android, iOS.

Язык интерфейса – английский.

2.7 Выводы по разделу

В данном разделе были рассмотрены шесть программ реализующих метод анализа иерархий. Для каждой программы были отмечены такие признаки как русскоязычный интерфейс, операционная система, требуемая для работы. Также стоит отметить, что есть два вида программ, которые не попали в сравнение – это программы без графического интерфейса пользователя (работающие в режиме командной строки) и коммерческие программы у которых нет бесплатной ознакомительной версии.

В следующем разделе будет проведено сравнение рассмотренных программ.

3 Сравнение программ поддержки принятия решений

3.1 Постановка критериев сравнения

Оценивать программы будем по определённым критериям, каждый критерий будет оцениваться в некоторое количество баллов. Программа с наибольшим количеством баллов будет лучшей из представленных.

Для сравнения программ зададим критерии:

а) графический интерфейс пользователя(ГИП), 1 балл – есть, 0 - нет;

б) русификация – наличие русифицированного интерфейса, 1 балл – есть, 0 - нет;

в) история – возможность хранить исходные данные опросов и их результаты, 1 балл – есть, 0 - нет;

г) экспорт – возможность экспортирования данных в другие программы, например в форматах .txt, .csv, .xlsx и т.п., 1 балл – есть, 0 - нет;

д) поддержка – состояние программы, поддерживается ли разработчиком, выпускаются ли новые версии, 1 балл – есть, 0 – нет;

е) кроссплатформенность – возможность запуска в различных операционных системах. Определимся с основными платформами: десктопные операционные системы(Microsoft Windows, Linux, OS X), мобильные операционные системы(Android, iOS), веб-приложение(для исполнения программы требуется только веб-браузер). Баллы будут распределяться следующим образом: 0 – строгая привязка к одной конкретной операционной системе, 1 – или десктопная или мобильная платформа, 2 – и дескптопная и мобильная платформы, 3 – веб-приложение;

ж) лицензия – соглашение, по которому распространяется программа. На данный момент существует большое количество разнообразных лицензий, однако для нашей задачи выделим три основных группы: открытая(программа распространяется бесплатно и исходные коды открыты), свободная(программа распространяется бесплатно, но исходные коды недоступны), проприетарная(программа распространяется платно, исходные коды недоступные). Баллы будут распределяться следующим образом: 2 – открытая лицензия, 1 – свободная лицензия, 0 - проприетарная;

з) информация об экспертах – возможность создания и хранения различной информации об экспертах(профили экспертов), 1 балл – есть, 0 – нет;

и) информация о согласованности и компетентности экспертов – наличия математической обработки оценок по этим параметрам, 1 балл – есть, 0 – нет.

3.2 Сравнительная таблица программ по критериям

Для проведения анализа сделаем сравнительную таблицу, куда занесём все критерии, а также программы, рассмотренные в предыдущем разделе.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Программа    Критерий | СППР «Выбор» | Мыслитель | MPRIORITY | Super Decisions | MakeItRational | PriEsT |
| ГИП | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Русификация | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| История | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Экспорт | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Поддержка | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Кроссплатформенность | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Лицензия | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Информация об экспертах | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Согласованность и компетентность | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Итоговый результат: | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 7 |

Рисунок 1 – Сравнительная таблица возможностей программ

3.3 Выводы по результатам сравнения

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы о соответствии возможностей программ поставленной задаче:

- русифицированный интерфейс присутствует лишь в трёх программах из шести;

- четыре из шести программ являются проприетарными и ни у одной не открыты исходные коды;

- ни одна из программ не позволяет хранить информацию об экспертах;

- ни одна из программ не даёт информацию о согласованности оценок и компетентности экспертов;

- лишь одна из программ является кроссплатформенной, остальные имеют строгую привязку к Microsoft Windows.

Таким образом для достижения цели не подходит ни одна из программ, даже PriEsT, у которой был наивысший балл из всех. Что в свою очередь приводит к необходимости разработки собственной программы, в которой эти недостатки отсутствуют и которая позволит достигнуть поставленной цели.

3.4 Формулировка требований к программе

На основании вышесказанного и согласно требованиям задания разрабатываемая программа должна соответствовать следующим требованиям:

- кроссплатформенность;

- графический интерфейс пользователя;

- наличие базы данных, в которой бы хранились данные опросов, экспертов, критериев, альтернатив;

- возможность управления этой базой (добавление, изменение, удаление);

- определение согласованности и компетентности экспертов;

- возможность экспорта данных в другие форматы;

- интерфейс на русском языке

3.5 Выводы по разделу

По результатам сравнения существующих программ был сделан вывод, что ни одна не подходит для достижения цели выпускной квалификационной работы. В результате чего возникла необходимость разработки своей программы. Также на основе критериев сравнения и их результатов были сформулированы требования к разрабатываемой программе.

4 Алгоритмическая и математическая постановка задачи

Исходные данные, алгоритмическая модель, описание языка и фреймворка.

Согласованность и компетентность – погуглить и посмотреть в книге Саати и Андрейчиковых.

4.1 Алгоритмическая модель

Для написания программы отвечающей поставленным в предыдущем разделе требованиям необходимо разработать алгоритм.

При разработке алгоритма в первую очередь необходимо определить исходные данные, поступающие на вход алгоритма. Исходные данные для разрабатываемой программы таковы:

- данные об экспертах;

- данные об опросе;

- данные о проблеме;

- данные об альтернативах;

- данные о критериях, по которым будут сравниваться альтернативы.

Данные сохраняются в базу данных. И в дальнейшем считываются в процессе работы программы.

Сам алгоритм можно формализовать следующим образом. На вход программы поступают исходные данные. Затем происходит опрос экспертов. Полученные оценки проходят обработку через МАИ. Результат обработки оценок также анализируется тремя способами – на согласованность, агрегирование и время выставления оценок.

Результат работы программы выводится на экран и сохраняется в базу.

Блок-схема алгоритма представлена на рисунке НОМЕР.



Рисунок НОМЕР – Блок-схема алгоритма работы программы

Представленный алгоритм полностью реализует работу программы. Далее необходимо разработать математическую модель программы.

4.2 Математическая модель

Математическая модель работы программы показывает как изменяются данные в процессе. Для начала необходимо показать входные данные. Это будут выставленные оценки экспертов.

В общем виде оценки экспертов представляют собой квадратную матрицу размерностью n. Элементы главной диагонали всегда равны единице[2, с.36].

Пусть An – матрица, где элементами выступают оценки экспертов.

Далее необходимо рассчитать вектора приоритетов для каждого критерия.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Пусть Xn собственные значения локальных критериев, тогда:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Получив собственные значения локальных критериев, вычисляем коэффициенты важности локальных критериев:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Исходя из коэффициентов важности локальных критериев рассчитаем максимальное собственное значение матрицы парных сравнений локальных критериев λmax.

В результате получим следующую формулу:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

Теперь осталось определить согласованность полученной матрицы парных сравнений локальных критериев. Для вычисления потребуется параметр R – значение индекса согласованности для несимметричных матриц. Это значение является табличным, определено экспериментальным путём Т.Саати для матриц размерностью от 1 до 15[1, с.76].

Таблица 1 – Значения индекса согласованности

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порядок матрицы, n | R | Порядок матрицы, n | R | Порядок матрицы, n | R |
| 1 | 0,00 | 6 | 1,24 | 11 | 1,51 |
| 2 | 0,00 | 7 | 1,32 | 12 | 1,48 |
| 3 | 0,58 | 8 | 1,41 | 13 | 1,56 |
| 4 | 0,90 | 9 | 1,45 | 14 | 1,57 |
| 5 | 1,12 | 10 | 1,49 | 15 | 1,59 |

Выбираем нужное значение индекса согласованности согласно порядку матрицы и подставляем в формулу:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

Согласно теории[1, с.77] если отношение согласованности меньше 0.1, то матрица парных сравнений является полностью согласованной и значения критериев можно использовать для принятия решений. В противном случае данные значения нежелательны для использования и настоятельно рекомендуется провести повторный опрос эксперта.

Для завершения необходимо посчитать сумму оценок локальных критериев Xn. Воспользуемся следующей формулой:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Получив сумму оценок локальных критериев осталось только вычислить нормализованные оценки Ci для каждого. Для этого значение оценки критерия Xn делим на сумму S.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

Таким образом были получены нормализованные оценки для каждого из критериев. Последний шаг – лицо принимающее решение должно на основе этих оценок сделать свой выбор.

Как дополнительная функция в программе будет представлена возможность расчёта компетентности экспертов. Где под компетентностью понимается отклонение оценок эксперта от средней оценки. Пусть Cin нормализованная i-ая оценка n-ого эксперта, тогда отклонение будет равно:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

Вообще говоря, нет строгих критериев по компетентности, но в рамках данной работы положим, что отклонение больше чем в 0.5 раз от среднего считается проявлением некомпетентности эксперта и рекомендуется произвести повторный опрос либо заменить его.

4.3 Выводы по разделу

В данном разделе были определены исходные данные и разработан алгоритм программы согласно требованиям задания.

Также была разработана математическая модель обработки данных опросов и методы оценки экспертов.

5 Разработка программы

Сказать, что основные модули выполнены полностью автономно, что позволит добавить их в другие программы, например сайт(точка роста).

5.1 Структура программы

5.2 Описание модулей программы

5.3 Обоснование средств разработки(выбор языка, фреймворка, библиотек, операционные системы).

5.4 Разработка интерфейса

5.5 Тестирование и отладка программы(unit-тестирование)

5.6 Выводы

6 Применение программы

Пример, тестирование и отладка.

Продемонстрировать один или несколько живых примеров.

Перечислить несколько проблем в таком виде:

- проблема;

- альтернативы;

- критерии;

- эксперты.

Далее показать их оценки, в матрице парных сравнений. Показать компетентность, согласованность экспертов. Сказать, что всё сохранено в базе и что осталось только пользователю сделать выбор(???).

Пользователь получает в результате:

- список альтернативы с указанием веса каждой;

- характеристики экспертов(согл, комп).

Перейти к следующей проблеме.

Отметить, что изменение шкалы с 1…9 на 1..5 не влияет на конечный результат. Вообще Т. Саати оставил выбор шкалы на совести тех кто использует метод, и официальная шкала считается просто «рекомендуемой».

Разделы.

6.1 Выбор автомобиля

Описание примера.

Пример с двумя видами шкал 1…5, 1…9. Сказать, что результаты одинаковые и что время опроса для меньшей шкалы – меньше. Т.е. люди отвечают быстрее.

6.2 Выбор …

Описание примера

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной научно-практической работы были некоторые программы поддержки принятия решений. Проведено сравнение их по заданным критериям. В ходе чего выяснилось, что ни одна из программ полностью не способна решить поставленную задачу.

На основе требований и проведённого анализа была поставлена задача на разработку системы поддержки принятия решений по указанным требованиям.

Таким образом, все цели научно-практической работы успешно достигнуты.

В рамках данного исследования была разработана универсальная система поддержки принятия решений на основе методов системного анализа, которая может служить платформой для создания экспертных систем, использующих различные методы организации сложных экспертиз.

В результате проведенного исследования были решены следующие задачи:

рассмотрены основные понятия теории принятия решений;

выполнен обзор методов системного анализа, предназначенных для организации сложных экспертиз;

выполнен обзор разработок и проанализированы подходы к реализации существующих программных продуктов для проведения сложных экспертиз;

на основе результатов исследования разработан оригинальный программный продукт для поддержки принятия решений в различных сферах деятельности человека в независимости от конкретной поставленной задачи на основе методов системного анализа.

Разработанная информационная система поддержки принятия решений ориентирована на широкий круг пользователей, среди которых могут быть лица, в силу профессиональной специфики связанные с решением задач выбора, а именно: руководители, научные сотрудники, социологи, политики, консультанты и др. Кроме того, благодаря использованию механизма учета мнения нескольких экспертов, становится возможным привлечь специалистов, обладающих компетенциями в различных областях знаний, что сделает получаемый результат принятия решения более объективным и качественным.

Перечень задач, решаемых с использованием разработанной системы, может быть безграничным. Наиболее типичные из них: конкурсная оценка, выбор наиболее выгодного товара для продажи, оценка недвижимости, профориентация абитуриентов, составление рейтинга клиентов компании, анализ рисков, распределение ресурсов, выбор оптимальной стратегии развития, принятие кадровых решений и т. д.

Отличительной чертой системы является возможность ее расширения в рамках используемых инструментов для проведения анализа. В настоящее время в программе реализован метод анализа иерархий и метод решающих матриц. В дальнейшем планируется разработка модулей для использования методики ПАТТЕРН, а также методов, базирующихся на использовании информационного подхода.

Точки роста перечислить

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Саати Томас Л. Принятие решений при обратных зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Пер. с англ. /Науч. ред. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. Изд. 4-е. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 360 с.

2. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике: Учебник. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 464 с.: ил.

3. Экспертное оценивание – Википедия – https://ru.wikipedia.org/wiki/ Экспертное\_оценивание – [Электронный ресурс] – Дата обращения 14.11.2016.

4. ЦИРИТАС – http://www.ciritas.ru/product.php?id=10#39 – [Электронный ресурс] – Дата обращения 12.11.2016.

5. Статьи Мыслитель – http://www.softkey.info/reviews/review15623.php – [Электронный ресурс] – Дата обращения 18.11.2017.

6. MPRIORITY 1.0 Анализ Иерархий – http://www.tomakechoice.com/ mpriority.html – [Электронный ресурс] – Дата обращения 18.11.2017.

7. Super Decisions Software – http://www.superdecisions.com/category /features/software/ – [Электронный ресурс] – Дата обращения 18.11.2017.

8. MakeItRational AHP – http://makeitrational.com/analytic-hierarchy-process/ahp-software – [Электронный ресурс] – Дата обращения 18.11.2017.

9. PriEsT AHP – https://sourceforge.net/projects/priority/ – [Электронный ресурс] – Дата обращения 18.11.2017.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Код программы

Руководство пользователя