

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий
(наименование института полностью)

Кафедра «Прикладная математика и информатика»
(наименование)

09.04.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки)

Управление корпоративными информационными процессами
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему «Методы и алгоритмы поддержки принятия решений и задач управления на
предприятии»

Обучающийся

А.И. Захаров

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.п.н., доцент, О.В. Оськина

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Оглавление

Определения, обозначения и сокращения	4
Введение	7
Глава 1 Принятие решений	11
1.1 Концепция	11
1.1.1 Обзор	11
1.1.2 Введение в многокритериальное принятие решений	12
1.1.3 Разделение задач многокритериального принятия решений ..	14
.....	14
1.1.4 Особенности принятия многокритериальных решений	16
1.2 Разделение процессов принятия решения	19
1.2.1 Критерии принятия решения.....	19
1.2.2 Элементы принятия решения	20
1.3 Наиболее часто используемые методы выбора вариантов	
решений.....	23
1.3.1 Обработка аналитических иерархий.....	23
1.3.2 Обработка аналитических сетей	24
1.3.3 Сортировка вариантов процесса принятия решений по их	
удаленности от идеального и базового вариантов.....	25
1.3.4 Построение дерева решений	27
Глава 2 Анализ готовых решений	29
2.1 Анализ существующих решений в рамках рассматриваемой	
тематики.....	29
2.1.1 Методы максимизации полезности	29
2.1.2 Метод предпочтительного отношения	31
2.1.3 Алгоритм построения дерева решений.....	33
2.2 Сравнительный анализ методов поддержки принятия решений .	34
2.2.1 Проведение сравнительного анализа.....	34
2.2.2 Выбор наиболее подходящего метода	36
Глава 3 Моделирование системы поддержки принятия решений.....	38
3.1 Платформа поддержки принятия решений для работы с	
кадровыми ресурсами	38
3.1.1 Построение системы.....	38

3.1.2 Проектирование системы	41
3.1.3 Ключевая технология и алгоритм системы	43
3.2.1 Оптимизированное усовершенствование для вычисления информации	45
3.2.2 Модель принятия решений на основе улучшенного алгоритма	47
3.2.3 Система анализа изменений в человеческих ресурсах	49
Глава 4 Итоговый анализ, тестирование и результаты эксперимента	51
4.1 Интеллектуальный анализ данных	51
4.1.1 Классификация и прогнозирование в интеллектуальном анализе данных	51
4.1.2 Управление талантами и интеллектуальный анализ данных	52
4.1.3 Прогнозирование человеческого таланта	54
4.2 Настройка эксперимента	55
4.3 Результат и обсуждение	59
Заключение	64
Список используемой литературы	68

Определения, обозначения и сокращения

Решение – выбор одного или нескольких вариантов из общего набора всех допустимых вариантов.

Принимающий решения – субъект (лицо или группа лиц), задачей которого является принятие решения.

Варианты – означают предмет принятия решения, это конкретные варианты, которые затем могут быть реализованы.

Критерии – аспекты, на основе которых оцениваются варианты.

Значения критериев – возможные значения, которых могут достичь критерии (например, веса).

Матрица критериев. Обозначение матрицы $Y = (y_{ij})$. Его элементы представляют собой оценку i -го варианта по j -му критерию. Строки матрицы означают варианты, столбцы - критерии.

Предпочтения критериев – значимость соответствующего критерия по отношению к другим критериям. Предпочтения напрямую связаны с информацией при входе.

Уровень стремления – уровень значения критерия, которого хочет достичь лицо, принимающее решение

Порядковая информация – эта информация представляет собой порядок критериев (ранжирование от худшего к лучшему)

Кардинальная информация – эта информация представляет веса критериев. Веса принимают значения из интервала $(0; 1)$ и, таким образом, выражают относительное положение критерия по отношению к другим критериям.

Доминирующий вариант – вариант, который имеет более лучшую оценку по всем критериям, чем доминируемый вариант.

Доминируемый вариант – вариант, который имеет более худшую оценку по всем критериям, чем доминирующий вариант.

Идеальный вариант – это вариант, который достигает наилучших

показателей по всем критериям.

Базальный (базовый) вариант – вариант, который по всем критериям достигает всех худших значений.

Компромиссный вариант – это не единственный вариант, в котором преобладает любой другой вариант, и который является подходящим решением проблемы.

СППР – системы поддержки принятия решений.

ППР – процесс принятия решений.

КИС – компьютерные информационные системы.

АНР – обработка аналитических иерархий (Analytic Hierarchy Process) – структурированная техника принятия комплексных решений.

АНР – обработка аналитических сетей (Analytic Network Process) – представляет собой более общий вид процесса аналитической иерархии (АНР), используемый в анализе решений нескольких критериев.

TOPSIS – метод сортировки вариантов процесса принятия решений по их удаленности от идеального и базового вариантов (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution).

С4.5 – алгоритм построения деревьев решений.

Облачные вычисления – это технология, которая обеспечивает доступ к компьютерным ресурсам через интернет.

Хранилище данных – это центральный репозиторий информации, которую можно анализировать для принятия более обоснованных решений.

Атрибуты – аспекты, на основе которых выставляется оценка знаний, умений и так далее.

Кластеризация – процесс группировки множества физических или абстрактных объектов в похожие классы.

Ассоциация – связь между двумя или более психическими явлениями, при которой возникновение одного из них обуславливает появление другого (других).

Классификация – распределение множества разнородных объектов по

группам на основании каких-то признаков.

Эксперимент – процедура, выполняемая для поддержки, опровержения или подтверждения гипотезы, или теории.

Выброс – резко отклоняющиеся (отличающиеся) от большинства наборы данных.

Талант – выдающиеся способности человека, проявляемые в определённой сфере деятельности.

Детерминированность – процесс, исход которого полностью определен алгоритмом, значениями входных переменных и начальным состоянием системы.

Кластер – объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами.

Кластерный анализ, или кластеризация – это разделение большой группы объектов на несколько поменьше.

Введение

С незапамятных времен процесс выбора и принятия решений был повседневной рутиной в жизни каждого человека. Выбрать и принять правильное решение не всегда просто. В определенной степени можно обработать и оценить возможные варианты решений на основе одного критерия, например, на основе цены, прибыли, полезности. Однако в повседневной жизни необходимо решать больше задач принятия решений многокритериального характера. Поэтому необходимо одновременно учитывать несколько критериев, таких как окончательная цена, стоимость, воздействия на окружающую среду и тому подобное. Для решения этих сложных задач уместно, а иногда и необходимо использовать математический аппарат и компьютерную технику.

Чтобы справиться с принятием управленческих решений на предприятиях необходимо использовать методологии оценки, предназначенные для нахождения наиболее выгодного для компании решения.

Процессы стратегического планирования решений, реализуемые через системы поддержки принятия решений (СППР) [5] оказываются очень эффективными. Благодаря СППР делать осознанный выбор, используя наиболее подходящие методы оценки для поставленной цели и потребностей, которые должны удовлетворяться программами и проектами, становится проще.

Для написания работы были сформулированы актуальность, гипотеза, объект, предмет, цель и основные задачи исследования.

Актуальность исследования. С развитием науки и техники уникальность человеческих ресурсов и ресурсов знаний стала важным основным ресурсом предприятий, среди которых ценность человеческих ресурсов стала символом для измерения общей конкурентоспособности предприятий. В то время компьютерные информационные технологии в обществе находились на стадии разработки и применения, и все виды крупных

предприятий использовали ручной расчет, что часто приводило к частым ошибкам, трате большого количества рабочей силы, материальных ресурсов и времени, а также к более ненужным затратам.

Гипотеза исследования: применение системы информационных технологий управления персоналом позволит в значительной степени облегчить задачи для управляющих должностей, повысит эффективность и конкурентоспособность предприятия.

Объект исследования – процесс принятия решений на предприятии.

Предмет исследования – методы и алгоритмы, способствующие решению задач управления человеческими ресурсами.

Цель исследования – разработка методов и алгоритмов поддержки принятия решений и задач управления человеческими ресурсами на предприятии.

Задачи:

- провести исследование современного уровня проработанности проблемы, описав риски неверного принятия решений, и выявить наиболее популярные методы решения проблемы с принятием управленческих решений;
- выполнить сравнительный анализ существующих методов и подходов к процессу принятия управленческих решений;
- построить концептуальную модель системы поддержки принятия решений;
- провести тестирование избранных методов на подготовленном наборе данных, выявив наиболее эффективный метод.

Гипотеза исследования: применение системы информационных технологий управления персоналом позволит в значительной степени облегчить задачи для управляющих должностей, повысит эффективность и конкурентоспособность предприятия.

Методы исследования. Для решения поставленных в исследовании задач планируется использовать методологический аппарат, включающий в себя

такие методы исследования, как системный анализ, сравнительный анализ, концептуальное моделирование.

Новизна исследования заключается в автоматизации процесса выявления эффективных, способных решать определённые задачи кадров для предприятия.

Практическая значимость исследования заключается в возможности практического применения предлагаемой модели системы информационных технологий управления персоналом, эффективно влияющей на деятельность и конкурентоспособность предприятия.

Чтобы прийти к правильному выводу, необходимо учитывать все элементы процесса принятия решения и систематически их решать. Рассматривая процессы принятия решений, следует учитывать два момента. Первый заключается в том, что принимать решения, как правило, сравнительно легко. Все, что при этом делает человек, сводится к выбору направления действий. Трудно принять хорошее решение. Второй момент состоит в том, что принятие решения – это психологический процесс. Человеческое поведение не всегда логично. Иногда нами движет логика, иногда – чувства. Поэтому неудивительно, что способы, используемые руководителем для принятия решений, варьируют от спонтанных до высоко логичных. Для рассмотрения вопроса принятия многокритериальных решений в работе кратко описывается история многокритериального принятия решений и определение основных понятий. Для полноты картины также кратко описаны методы решения задач многокритериального принятия решений в условиях рисков и неопределенностей.

В процессе управления знаниями метод интеллектуального анализа данных можно использовать для извлечения и обнаружения ценных и значимых знаний из большого объема данных. В настоящее время интеллектуальный анализ данных уделяет большое внимание информационной индустрии и обществу в целом. Этот метод представляет собой подход, которому в настоящее время уделяется большое внимание при

анализе данных, и он был признан новым инструментом анализа. Кроме того, среди основных задач интеллектуального анализа данных присутствуют следующие задачи: классификация и прогнозирование, описание концепции, ассоциация правил, кластерный анализ, анализ выбросов, анализ тенденций и оценок, статистический анализ. Задачи классификации и прогнозирования являются одними из популярных задач интеллектуального анализа данных и широко используются во многих областях, особенно для анализа тенденций и планирования будущего. По сути, метод классификации представляет собой контролируемое обучение, которое уже известно на уровне класса или цели прогнозирования.

Есть много областей, которые адаптировали этот подход для решения своих проблем, например, финансы, медицина, маркетинг, акции, телекоммуникации, производство, здравоохранение, отношения с клиентами и так далее. Однако приложение для интеллектуального анализа данных не привлекло особого внимания специалистов в области управления персоналом [19]. Данные менеджеров могут предоставить богатый ресурс для открытия знаний и для разработки системы поддержки принятия решений.

В последнее время организации приходится эффективно бороться с точки зрения стоимости, качества, обслуживания или инноваций. Все это зависит от наличия достаточного количества правильных людей с нужными навыками.

Глава 1 Принятие решений

1.1 Концепция

1.1.1 Обзор

Человечество с древних времен каждый день борется с выбором и принятием решений. Таким образом, речь идет не только о деятельности, связанной с профессией менеджера на разных уровнях управления. Сделать правильный выбор и принять решение не всегда простая задача, особенно в ситуациях, когда необходимо выбирать из множества вариантов решения. Предметом принятия решения может быть оптимизация требований по времени, статья затрат, выбор правильной стратегии или выбор подходящих и эффективных технологий и инструментов.

Целью принятия решений является определенное состояние, которое необходимо достичь, например, улучшение имиджа компании или снижение производственных затрат. Предмет принятия решения не обязательно должен иметь только одну цель, он также может включать частичные цели, которые могут иметь качественный или количественный характер.

Предпосылкой для правильного принятия решений является использование четко определенного и проверенного процесса принятия решений. Нужно задать достаточно вопросов, чтобы быть уверенным, что ничего значительного не было упущено и все важные факторы учтены. Бейкер [16] и его команда подытоживают процесс принятия решения на следующие восемь этапов:

- определение проблемы;
- определение требований к результату;
- постановка целей;
- поиск альтернатив;
- определение критериев оценки;
- выбор инструмента принятия решений;

- оценка альтернатив по критериям;
- проверка решения, сравнение его с определением проблемы.

Процесс идет сверху вниз, но, если в дело вступает новая информация, иногда необходимо вернуться к одному из предыдущих шагов.

Как уже упоминалось, процесс принятия решения состоит из нескольких шагов, которые необходимо предпринять и успешно завершить. Это приводит к выигрышу в оптимальном варианте. Оптимальный вариант редко может быть получен только при соблюдении одного критерия. Как правило, он должен соответствовать сразу нескольким критериям. При принятии решений необходимо руководствоваться субъективными предположениями, но также необходимо учитывать опыт, уже полученный в прошлом, о чём пишет в своей работе Учитель Ю.Г. [12].

Процесс решения запускается, когда возникает проблема. Поскольку принятие решений является частью процесса планирования, оно влияет на всю работу и функционирование организации, что в свою очередь оказывает непосредственное влияние на экономический результат. В результате принятия неверных решений организация, домашнее хозяйство и национальная экономика могут быть разрушены. Исправить эти последствия очень сложно, а иногда и невозможно [1].

1.1.2 Введение в многокритериальное принятие решений

В 18 веке развивались точные науки, экономика и математика, что привело к попыткам переформулировать процессы принятия решений. Принятие решений – это процесс познания, направленный на выбор правильной альтернативы. Результатом любого процесса принятия решений должно быть окончательное решение. Даниил Бернулли [2] определил термин «теория полезности» в это время. В XX веке именно эта теория заслуживает появления многокритериального принятия решений, основанного на функциях полезности. Еще один важный экономист, который упоминает аспект многокритериальности – большее количество критериев учитывается при принятии решений, – это Вильфредо Парето [6]. Затем он также определил

«оптимальность по Парето». Наибольшее развитие многокритериального принятия решений приходится на вторую половину 20 века. Это развитие было экспоненциальным. Появлялось все больше и больше профессиональных публикаций, методов решения многокритериальных задач. В 1970-х годах была построена первая модель недавно разработанной теории конвертов данных Data Envelopment Analysis (DEA). Т.К. Купманс [26], получивший Нобелевскую премию по экономике в 1975 году, и Томас Л. Саати играют важную роль в развитии многокритериального принятия решений и анализа. Наиболее важные методы Саати включают АНР и ANP [29]. Именно метод АНР лежит в основе этой работы, будет далее подробно описан и проанализирован. Недавние исследования показывают, что известные методы по-разному модифицируются и развиваются, в основном с использованием стохастических и нечетких методов. века была построена первая модель недавно появившейся теории обертывания данных DEA. Т.К. Купманс, получивший Нобелевскую премию по экономике в 1975 году, и Томас Л. Саати играют важную роль в развитии многокритериального принятия решений и анализа. Недавние исследования показывают, что известные методы по-разному модифицируются и развиваются, в основном с использованием стохастических и нечетких методов.

Эксперты по принятию многокритериальных решений сосредоточены в Международном обществе принятия решений по множественным критериям. Компания была основана в 1970-х годах и насчитывает около 1500 профессионалов из 90 стран мира. Организация международных научных конференций этой компанией является ежегодным правилом, и с 1992 года вручаются международные награды, такие как Золотая медаль MCDM (Multiple-Criteria Decision Analysis). В Европе группа EWG-MCDA (Многокритериальное содействие принятию решений рабочей группы EURO) была сформирована в середине 1980-х годов. Ряд научных журналов также занимается вопросом принятия многокритериальных решений, например, журнал Multiple-Criteria Decision Making [21], который занимается

исключительно этой проблемой.

1.1.3 Разделение задач многокритериального принятия решений

Задачи принятия многокритериальных решений можно разделить на множество различных аспектов. Разделение по цели решения проблемы и по информации, с которой работает задача, разделение по способу ввода множества допустимых вариантов и другие задачи. Это, например, разделение по информации о состоянии мира и последствиях вариантов, структуре проблемы принятия решения, характеру субъекта принятия решения, временному фактору или уровню управления. Для нужд этой работы будут описаны только самые распространенные.

По цели решения проблемы:

– задачи, направленные на выбор одного варианта, помеченного как компромисс. Цель – определить лучший из возможных вариантов. Какие варианты оцениваются, это зависит от выбора метода. Скомпрометировано, потому что разные методы могут указывать на разные варианты. Не рекомендуется использовать в качестве номинальной информации о предпочтениях между критериями уровня стремления;

– задачи, направленные на полную организацию набора вариантов. Также выбирается и присваивается лучший вариант. Эта процедура выполняется многократно, пока всем вариантам не будет присвоена оценка;

– задачи, направленные на разделение множества вариантов на хорошие и плохие. Они, в отличие от предыдущих задач, рассматривают знание уровня притязаний с соответствующими критериями, на основании которых они затем делятся на две группы (хорошие, плохие).

По информации:

– нет информации о предпочтениях. Имеет смысл только в том случае, если критериями являются предпочтения. Если предпочтение между вариантами неизвестно, проблема неразрешима, невозможно определить лучший или худший вариант;

– номинальная информация. Опять же имеют смысл только критерии предпочтений между собой. Это выражается через уровни стремления, т.е. наихудшие возможные значения, когда вариант еще может быть принят. Уровни аспирации делят варианты согласно соответствующим критериям на допустимые и недопустимые;

– порядковая информация. Выражает расположение критериев по важности или расположение вариантов относительно оценки критерия;

– кардинальная информация. Носит количественный характер. Для критериев эта информация представляет собой вес, для вариантов с рейтингом по критерию эта информация представляет собой числовую оценку.

По способу внесения множества допустимых вариантов:

– о роли многокритериальной оценки вариантов. Случай, когда набор допустимых вариантов указан в виде окончательного списка. В этой работе мы сосредоточимся только на этих задачах;

– о роли многокритериального программирования. Это тот случай, когда набор допустимых вариантов определяется набором условий, которым должен удовлетворять выбранный вариант. Для этих задач нет ничего необычного в бесконечном количестве вариантов, поэтому для их решения необходимо использовать подходящие программные ресурсы.

По уровню управления:

В зависимости от уровня управления, на котором осуществляется принятие решений, и в зависимости от продолжительности временного горизонта, с которым связаны последствия вариантов, задачи многокритериального принятия решений можно разделить на стратегические, тактические и оперативные.

По типу входных данных:

Задачи принятия многокритериальных решений, в частности их методы, можно разделить на детерминированные, стохастические и нечеткие в зависимости от типа используемых входных данных.

1.1.4 Особенности принятия многокритериальных решений

Принятие решений является частью повседневной жизни, и в некоторых ситуациях невозможно принимать решения без использования математических инструментов. Это ситуации, когда при принятии решений используются несколько критериев, которые часто противоречат друг другу, и решение не сразу очевидно. Задача многокритериального принятия решений – разрешить эти ситуации.

Системы поддержки принятия решений (СППР) являются подмножеством компьютерных информационных систем (КИС). Общий термин «компьютерные информационные системы» представляет собой совокупность различных информационных систем, таких как системы автоматизации делопроизводства, системы обработки транзакций, информационные системы управления и системы поддержки управления.

Системы поддержки управления состоят из СППР, экспертных систем и исполнительных информационных систем. В начале 1970-х годов ученые в области КИС начали осознавать важную роль информационных систем в поддержке менеджеров в их полуструктурированной или неструктурированной деятельности по принятию решений. Решения необратимы и имеют далеко идущие последствия для всей остальной жизни организации.

Под принятием решения в среде многокритериального анализа мы понимаем выбор оптимального варианта из пакета возможных вариантов. Выбор оптимального варианта – субъективное действие, обусловленное отношением и предпочтениями лица, принимающего решение по словам Юкаевой [15].

Основные особенности принятия многокритериальных решений по Подиновскому [7]:

- многокритериальный характер решения задач;
- неаддитивность критериев;
- смешанный набор критериев.

Элементарным аспектом оценки вариантов является фактическое количество критериев. При большом количестве критериев (или вариантов) оценка очень усложняется. Можно выделить два типа:

– задачи с единым критерием – это решение задачи по единому критерию. Такие ситуации довольно редки и возникают с хорошо структурированными задачами;

– многокритериальные задачи – это решение проблемы решения на основе различных критериев. Такие ситуации встречаются гораздо чаще.

Сложность многокритериальных задач принятия решений заключается не только в количестве критериев, но и в способе их выражения в зависимости от их природы. Аддитив - это не критерии, которые выражаются в разных единицах измерения. Однако выражение критериев в одних и тех же единицах не гарантирует аддитивности (например, разные типы прибыльности).

Очень часто, обычно для стратегических задач, возникает ситуация со смешанным набором критериев. Некоторые критерии оцениваются количественно, то есть численно, а некоторые оцениваются качественно, например, устно (последствия, в зависимости от этих критериев, трудно уловить численно, поэтому они могут быть выражены только устно).

Предпосылкой для правильного принятия решений является использование четко определенного и проверенного процесса принятия решений. Оптимальный вариант, как правило, должен соответствовать сразу нескольким критериям. При принятии решений необходимо руководствоваться субъективными предположениями, но также необходимо учитывать опыт, уже полученный в прошлом.

Рациональные решения являются лучшими решениями в имеющихся обстоятельствах. Рациональность в принятии решений возможна благодаря человеческому мозгу, который обладает способностью учиться, думать, анализировать и связывать сложные факты и переменные при принятии решения. Менеджер должен привнести рациональность в принятие решений, используя свои навыки, опыт, знания и умственные способности.

Но существуют причины, по которым рациональные и правильные решения могут оказаться невозможными:

- недостаточная информация, данные и знания менеджера;
- неопределенная среда;
- ограниченные возможности лиц, принимающих решения;
- личный элемент в принятии решений;
- решение, по той или иной причине, не может быть полностью

независимым.

В таких случаях системы поддержки принятия решений являются незаменимыми помощниками в поиске наиболее рационального решения.

Внедрение СППР имеет множество положительных эффектов:

– экономический: снижает риск заключения ненадёжных контрактов, принятия на работу ненадёжных кадров;

– технический: внедрение нового ПО;

– информационный: появляется возможность собирать, накапливать, анализировать и использовать информацию об основных экономических показателях;

– социальный: проведение обучения персонала для работы с СППР, повышение образовательного ценза, что в конечном итоге повышает эффективность производства.

В общем принятие решения определяется как процесс, в котором есть выбор, по крайней мере, из двух вариантов решения, и результатом которого является выбор только одного из этих вариантов. Однако опыт показывает, что вероятность появления новых решений крайне высока. Такие решения, как правило, содержат элементы нескольких вариантов Зуб А.Т. называет компромиссными решениями [4].

Выводы и результаты по 1 главе:

– в данной главе была обоснована проблема, цель, а также предмет принятия решений;

– введено понятие многокритериального принятия решений, разделение задач и особенности многокритериального принятия решений;

– взят пример того как неверное решение может неблагоприятно повлиять на бюджет организации контакт с недобросовестными поставщиками.

В следующей главе речь пойдёт о процессах принятия решений, о его элементах и критериях, поскольку чтобы принять верное решение необходимо досконально изучить данный вопрос.

1.2 Разделение процессов принятия решения

1.2.1 Критерии принятия решения

Процессы принятия решений можно разделить по разным критериям. По степени сложности проблемы, по степени уверенности, по временному фактору, по количеству субъектов.

Сложность реального мира растёт, а вместе с ним и сложность проблем, которые необходимо в нем решать. Не всегда легко точно описать сложные проблемы и найти решения. Существует следующее распределение по степени сложности задач [25]:

– хорошо структурированная проблема: Проблема хорошо известна решающему, проверенные процедуры решения подготовлены из прошлого, которые выполняются на оперативном уровне управления;

– плохо структурированная проблема: Задача совершенно новая, она зависит от нескольких факторов. К решающему, его опыту, знаниям и навыкам предъявляются большие требования;

– частично структурированная проблема: Проблеме не хватает некоторых характеристик, но это всё ещё не плохо структурированная проблема.

В зависимости от информации о состоянии окружающего мира производится дальнейшее деление по степени определенности реализации отдельных вариантов. Разделение выглядит следующим образом [10]:

– принятие решений для уверенности: Последствия принятия решения полностью известны. Точно определено, какой вариант произойдет и каковы будут его последствия;

– принятие решений о рисках: Последствия принятия решения полностью известны с точки зрения вероятности их наступления;

– принятие решений в условиях неопределенности: Последствия принятия решения полностью не известны, равно как и вероятность реализации. Собирая дополнительные данные, информацию, опыт, можно уменьшить неопределенность и перейти на уровень принятия решений о рисках.

По временному фактору:

- статичный,
- динамичный.

По тематикам:

- индивидуальный,
- коллективный.

1.2.2 Элементы принятия решения

Элементы процесса принятия решения включают цель решения, критерии оценки, субъект решения (лицо или группа людей, принимающих решение), объект решения (проблема, сотрудник, клиент, ситуация и т.д.), варианты решения, последствия решения [9].

Элемент состояния мира также можно найти в некоторых литературных источниках. Сюда входят ситуации, которые могут возникнуть в будущем и могут возникнуть в результате реализации одного из вариантов. Влияя на последствия соответствующего варианта в отношении критериев, доходность капитала или стоимость спроса могут измениться. В.В. Трофимов, Л.А.

Трофимова представляют все вышеупомянутые элементы следующим образом [11].

– цель принятия решения:

Целью принятия решений является определенное состояние, которое необходимо достичь, например, улучшение имиджа компании или снижение производственных затрат. Предметом принятия решения не обязательно должна быть только одна цель, она также может включать частичные цели, которые могут иметь качественный или количественный характер;

– критерии оценки:

Критерии оценки должны быть определены таким образом, чтобы можно было оценить отдельные варианты как можно точнее. Критерии оценки можно разделить на максимизацию (доход) и минимизацию (стоимость). В случае критериев максимизации предпочтительны более высокие значения, в случае критериев минимизации предпочтительны более низкие значения. Как и цели принятия решений, критерии могут быть количественными или качественными;

– предмет принятия решения:

Предметом принятия решения является обозначение лица, принимающего решение, задача которого – принять решение, то есть выбрать правильный вариант. Лица, принимающие решения, включают как отдельных лиц, так и группы людей;

– объект принятия решения:

Объект принятия решения – это обозначение области, которая включает в себя процесс принятия решений и постановку целей, на основании которых принимаются решения. Сферы включают, например, финансовое положение компании, человеческие ресурсы или информационные системы;

– варианты решения:

Вариант принятия решения можно понимать как возможное поведение лица, принимающего решение, которое приводит к достижению заранее

поставленных целей. В области логистики вариантами могут быть, например, доставка, наземный транспорт, воздушный транспорт и т.д.;

– последствия вариантов решения:

При выборе одного из вариантов решения возникают соответствующие последствия этого выбора. Воздействие на соответствующую область принятия решений может быть выражено заданными значениями критериев;

– состояние мира:

Состояния мира представляют собой события, которые могут возникнуть в результате реализации варианта и которые, в отношении некоторых значений критериев, влияют на последствия этого варианта. В финансовой сфере, например, может произойти изменение процентной ставки в будущем, что окажет прямое влияние на цену капитала.

Выводы и результаты по 2 главе:

– процесс принятия решения разделяется по критериям, в зависимости от того как представлена исходная проблема. Она может быть, как хорошо структурированной, так и плохо структурированной, иметь риски и неопределённости;

– также процесс принятия решения подразделяется на элементы, такие как цель, критерии, предмет, объект, варианты, последствия решения и состояние мира;

– разобрав ту или иную проблему по критериям и элементам возможность нахождения наиболее оптимального варианта решения поставленной задачи становится наиболее вероятной.

Для решения проблем принятия решений рассмотрим 4 самых популярных метода для выбора вариантов решений:

– обработка аналитических иерархий (АНП);

– обработка аналитических сетей (АНП);

– сортировка вариантов процесса принятия решений по их удаленности от идеального и базового вариантов (TOPSIS);

– построение дерева решений (С4.5).

1.3 Наиболее часто используемые методы выбора вариантов решений

1.3.1 Обработка аналитических иерархий

Метод Analytic Hierarchy Process (АНП) был предложен в 1980 году Томасом Саати [30]. Этот метод является основой для определения важных решений в сложных условиях принятия решений. Его цель – упростить и ускорить процесс принятия решений. Необходимо учитывать все элементы, которые могут повлиять на результат анализа, связи между этими элементами, а также интенсивность взаимодействия друг с другом. Один из способов разбить сложную проблему на более простые части – создать иерархическую структуру проблемы. Иерархическая структура означает линейную структуру, которая содержит несколько уровней, где каждый уровень содержит несколько элементов. Сложные задачи принятия многокритериальных решений обычно многоуровневые. Пример иерархии сложных задач показан на рисунке 1.

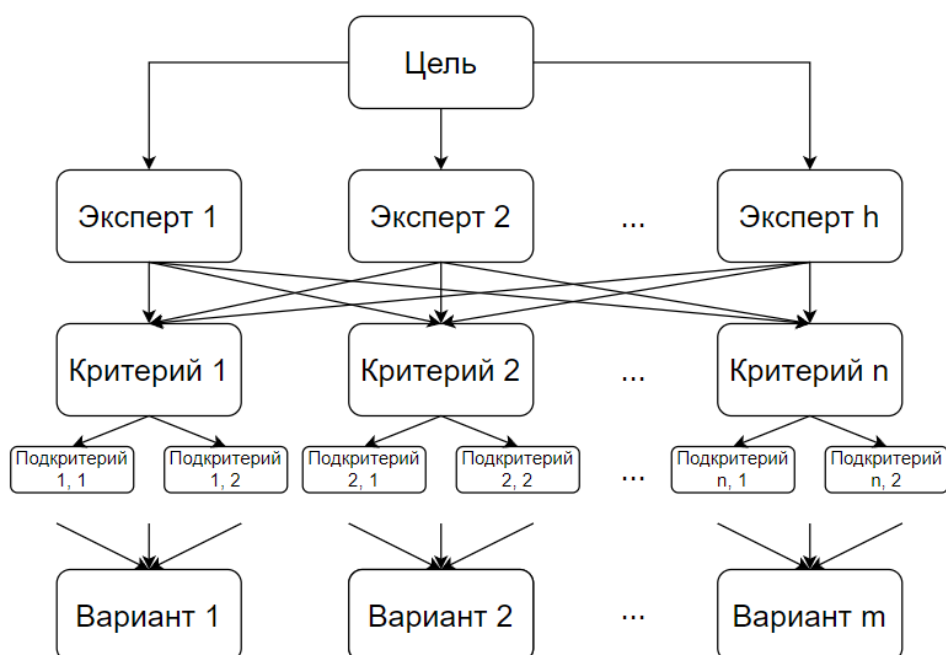


Рисунок 1 – Иерархическая структура АНП – 5 уровней

Структура содержит следующие уровни:

- требуемая цель (например: заказ),
- эксперты,
- критерии оценки,
- подкритерии,
- варианты.

Расположение отдельных уровней производится от общего к частному. Более общие элементы соотносятся с конкретными на более высоком уровне иерархии. Интенсивность взаимодействия элементов иерархии можно оценить количественно. На самом высоком уровне иерархии всегда есть только один элемент, определяющий цель принятия решения. Этот элемент затем разделяется между элементами второго уровня. Аналогичный алгоритм будет использоваться для оценки всех уровней. На самом низком уровне можно найти оценку соответствующих вариантов.

1.3.2 Обработка аналитических сетей

Метод Analytical Network Process (ANP) является обобщением метода АНР. Его можно использовать как более универсальный инструмент. Вместо иерархической структуры ANP имеет сетевую структуру. Это означает, что связи между отдельными уровнями теперь идут не только сверху вниз. По этой причине уже говорят не об уровнях, а о кластерах. Связи между кластерами могут быть двунаправленными, или они могут быть связаны сами с собой. Принцип попарного сравнения, известный из АНР, остается. Под каждой связью между кластерами понимается одна или несколько матриц попарного сравнения.

При создании сети применяется только одно правило. Все части должны быть соединены хотя бы одной ссылкой.

Рисунок 2 иллюстрирует представление трехуровневой иерархии в виде кластеров сетевой структуры.

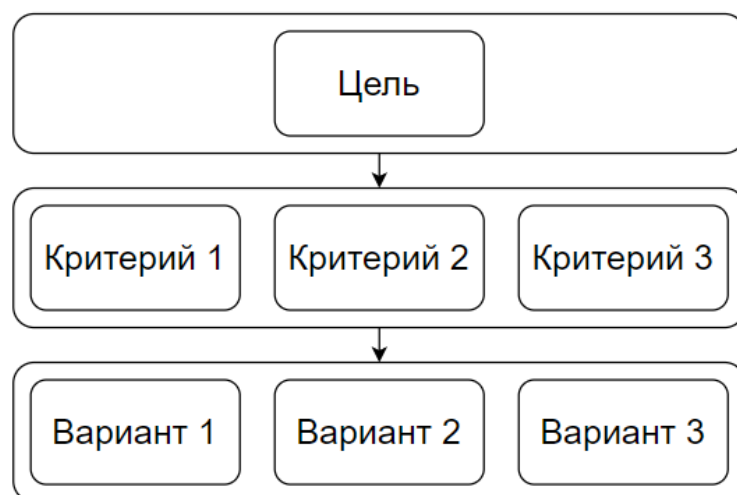


Рисунок 2 – Сетевая структура трехуровневой иерархии

Более простая модель ANP выглядит так (Рисунок 3).

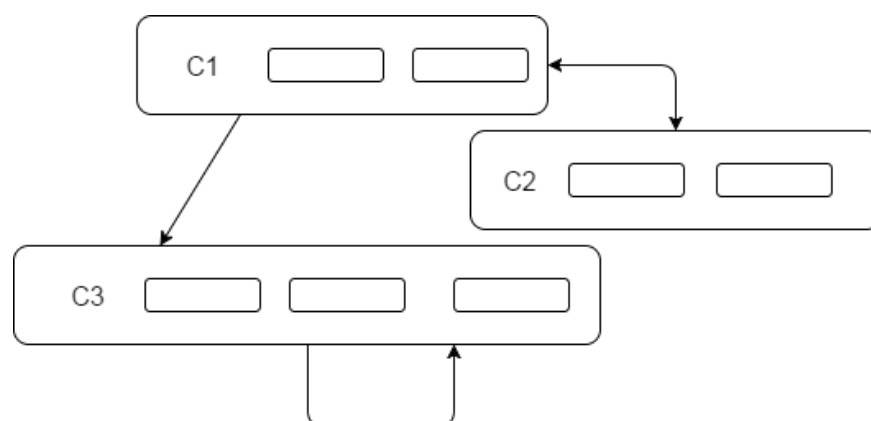


Рисунок 3 – Структура сети ANP

Кластеры обычно обозначаются буквой «С». Исходный кластер – это тот кластер, из которого только приходят ссылки, последний кластер – тот, в который только ссылки входят.

1.3.3 Сортировка вариантов процесса принятия решений по их удаленности от идеального и базового вариантов

Метод TOPSIS сортирует варианты процесса принятия решений по их удаленности от идеального и базового вариантов [17]. Исходными данными

являются веса критериев и кардинальная оценка вариантов по отдельным критериям. Процедуру этого метода можно резюмировать в несколько этапов:

Шаг 1: Преобразование критериев – рекомендуется преобразовать все критерии минимизации в максимальные; $y_{ij} = -y_{ij}$.

Шаг 2: Построение нормированной матрицы критериев $R = (r_{ij})$ согласно соотношению:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m y_{ij}^2}}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где i и j – это векторы единичной длины (столбцы матрицы R).

Шаг 3: Расчет нормализованной матрицы взвешенных критериев $W = (w_{ij})$ в соответствии с соотношением:

$$w_{ij} = v_j \times r_{ij}. \quad (2)$$

Шаг 4: По значениям матрицы W определить идеальный вариант h с вектором

(h_1, \dots, h_m) и базальный вариант вектора d (d_1, \dots, d_m) .

Шаг 5: Расчет расстояний идеального варианта d_i^+ и худшего варианта d_i^- согласно соотношениям:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - h_j)^2} \quad d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - d_j)^2}. \quad (3)$$

Шаг 6: Расчет относительных показателей удаленности отдельных вариантов от худшего по соотношению:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}. \quad (4)$$

Эти индикаторы следует принимать за значения интервала (0; 1), где значение 0 соответствует худшему варианту, а значение 1 – идеальному варианту.

Шаг 7: Сортировка вариантов происходит по убыванию индикатора CC_i . Затем выбираются те варианты, у которых наибольшие значения этого показателя.

1.3.4 Построение дерева решений

Решить проблему принятия решений на основе некоторого количества входных данных может помочь и инструмент интеллектуального анализа данных C4.5. Суть его работы заключается в построении дерева решений на основе входящих наборов данных, содержащих необходимые атрибуты для принятия решения. Такими атрибутами, к примеру, для рассмотрения кандидатуры на определённую должность могут быть:

- возраст,
- опыт работы,
- научные исследования,
- предыдущая должность и так далее.

Каждый атрибут получает свою оценку и на основе этих оценок проводятся вычисления, в результате которых и выставляется финальный балл от 0 до 1, либо же в процентах. Чем ближе финальный балл к 1, тем ближе человек к идеальному варианту для рассмотрения его на должность. Важно отметить, что чем больше атрибутов получено на входе, тем точнее будут проводиться вычисления.

C4.5 строит деревья решений из набора обучающих данных используя концепцию информационной энтропии (мера хаотичности информации). Обучающие данные представляют собой набор уже классифицированных выборок.

В каждом узле дерева C4.5 выбирает атрибут данных, который наиболее эффективно разбивает его набор выборок на подмножества, обогащенные тем

или иным классом. Для принятия решения выбирается атрибут с наибольшим нормированным приростом информации.

Выводы и результаты по 1 главе:

– метод АНР (Analytic Hierarchy Process) наглядно показывает процесс принятия решений, разделяет критерии отбора решения на подкритерии. Имеется возможность схематично выдавать результаты анализа;

– метод ANP (Analytic Network Process) является универсальным обобщением метода АНР, имеет несколько иную структуру и несколько сложен для восприятия с первого взгляда;

– метод TOPSIS использует формулы для получения наиболее эффективного варианта в соответствии с индикаторами, где значение 0 соответствует худшему варианту, а значение 1 – идеальному варианту. Но имеет некоторые проблемы со схематичным отображением данных процессов;

– алгоритм С4.5 используется для построения дерева решений. Имеет довольно понятный представлению и качественный механизм, возможность схематично показывать результаты анализа входных данных.

Вывод: в следующей главе следует глубже проанализировать данные популярные решения, выполнить сравнительный анализ. На основе субъективного и объективного также следует обратить внимание на алгоритм С4.5, который, по предварительной оценке, имеет большой потенциал в данной работе.

Глава 2 Анализ готовых решений

2.1 Анализ существующих решений в рамках рассматриваемой тематики

Методы, основанные на знании кардинальной информации о критериях (их весах) и вариантах (матрицах критериев с кардинальными значениями), достаточно сложны, и их много. В соответствии с тремя основными подходами к оценке вариантов будут перечислены отобранные представители. Вот эти подходы:

- максимизация полезности – метод функции полезности, метод взвешенной суммы, метод АНР, метод ANP;
- минимизация удаленности от идеального варианта – метод TOPSIS (метод был достаточно подробно описан в предыдущей главе);
- предпочтительное отношение – метод ELECTRE, метод PROMETHEE, метод цепных подстановок.
- построение дерева решений – алгоритм С4.5.

2.1.1 Методы максимизации полезности

Метод функции полезности. Этот метод заключается в количественной оценке выгоды (шкала от 0 до 1), которую каждый вариант принесет при его реализации. Общая выгода - это значение совокупного критерия, по которому мы сортируем варианты. Чтобы определить общую выгоду, необходимо определить подфункцию выгоды для каждого критерия. Затем функция частичной полезности заменит кардинальную оценку вариантов по всем критериям и будет применяться:

$$u_{ij} = u_j(y_{ij}), j = 1, 2, \dots, n; u_{ij} \in [0; 1], \quad (5)$$

где $u_j(y_{ij})$ – функциональная зависимость между исходными значениями матрицы критериев и значениями частичной функции полезности u_{ij} .

В целом можно констатировать, что частичная функция полезности j -го критерия приобретает значение 1 для идеального (наилучшего) варианта и значение 0 для базового варианта (наихудшего). Для других вариантов получаем значения подфункции полезности на основе выбранной функции. Линейные, прогрессивные и убывающие функции полезности обозначает и иллюстрирует рисунок 4. Лицо, принимающее решение, конечно, может определить любой ход частичных функций полезности, чтобы эти функции лучше всего копировали реальность. Общая полезность, вариант которой достигается a_i , представляет собой взвешенную сумму отдельных значений соответствующих частичных функций полезности в соответствии с соотношением:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m v_j \cdot u_{ij} \quad (6)$$

Затем выбирается вариант с наибольшей общей выгодой.

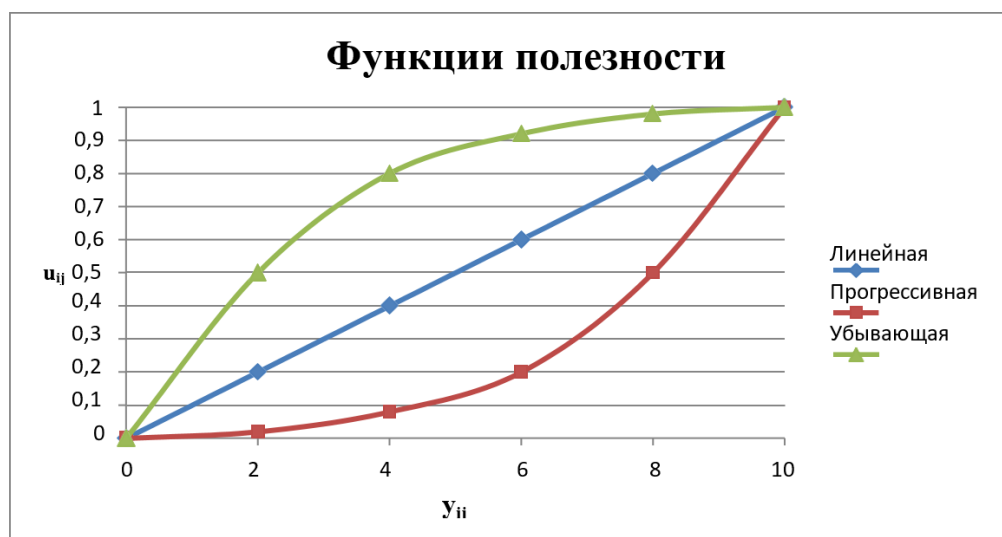


Рисунок 4 – Функции полезности

Метод взвешенной суммы. Этот метод основан непосредственно на методе линейной функции полезности и, следовательно, требует знания

матрицы критериев Y и вектора весов критериев \vec{v} . Наихудший вариант по j -му критерию имеет значение 0, а лучший вариант имеет значение 1. Необходимо определить идеальный вариант H с оценкой (h_1, \dots, h_n) и базовый вариант D с оценкой (d_1, \dots, d_n) . Эти варианты обычно мнимые. Для i -го варианта по j -му критерию величина частичной выгоды определяется соотношением:

$$u_{ij} = \frac{y_{ij}-d_j}{h_j-d_j}; u_{ij} \in [0; 1]. \quad (7)$$

Итоговая общая выгода соответствующего варианта представляет собой взвешенную сумму частичных выгод и может быть получена по формуле (6) из предыдущего метода. Лучшим вариантом снова является тот, который дает наибольшую общую выгоду.

Метод АНР. Этот метод был предложен Томасом Л. Саати в 1980 году в качестве основы для решения сложных задач принятия решений. Его цель – упростить и ускорить процесс принятия решений. Необходимо учитывать все элементы, которые могут повлиять на результат анализа, связи между этими элементами, а также интенсивность взаимодействия друг с другом [28]. Подробно метод АНР был расписан в предыдущей исследовательской работе.

Метод ANP является обобщением предыдущего метода АНР. Он также был разработан Томасом Л. Саати в 1994 году. Метод более структурирован и основан на сетевой структуре. Реза Ш. Шахаби в своём исследовании назвал данный метод перспективным и эффективным для развития промышленных отраслей при точном анализе стратегических факторов [31]. Более подробно этот метод описан в предыдущей главе.

2.1.2 Метод предпочтительного отношения

Метод ELECTRE. Принцип метода ELECTRE заключается в разделении множества всех вариантов на два класса безразличия – эффективный и неэффективный. Чтобы использовать этот метод, необходимо знать матрицу

критериев, вектор нормализованных весов и два пороговых значения, порог предпочтения и порог отклонения.

Первый шаг – сравнить все пары вариантов в зависимости от индивидуальных критериев. Путем сравнения вариантов a_i и a_j получается множество C_{ij} , которое содержит индексы таких критериев h , которые приводят к тому, что вариант a_i оценивается по крайней мере так же, как вариант a_j . Тогда множество D_{ij} содержит индексы остальных критериев, где вариант a_i равен или хуже a_j . для каждой пары вариантов необходимо определить степени предпочтения c_{ij} и диспергируемости d_{ij} согласно следующим соотношениям:

$$c_{ij} = \sum_{h \in C_{ij}} v_h, \quad i, j = 1, \dots, m; \quad c_{ij} \in [0; 1], \quad (8)$$

$$d_{ij} = \frac{\max_{h \in D_{ij}} (z_{ij} - z_{jh})}{\max_h (z_{ih} - z_{jh})}, \quad i, j = 1, \dots, m; \quad d_{ij} \in [0; 1]. \quad (9)$$

Чтобы определить общее предпочтение между двумя вариантами, необходимо знать порог предпочтения c^* и порог отклонения d^* . Если вариант a_i предпочтительнее варианта a_j , применяются $c_{ij} \geq c^*$ и $d_{ij} \leq d^*$. Эффективные варианты – это те варианты, для которых не может быть найден предпочтительный вариант и которые сами по себе предпочтительнее по меньшей мере одного варианта. Поскольку определить значения по умолчанию и пороговые значения предпочтений непросто, рекомендуется начинать со средних значений матриц $C = (c_{ij})$ и $D = (d_{ij})$.

Для решения проблемы и достижения единого варианта можно добиться постепенного изменения пороговых значений.

Метод PROMETHEE. Этот метод аналогичен предыдущему методу ELECTRE из группы методов, который основан на предпочтительных отношениях между вариантами. Результатом метода является выражение интенсивности предпочтения между парами вариантов при оценке по всем

критериям. Это очень популярный универсальный метод многокритериальной оценки вариантов, подробно описанный в учебном пособии Зарубы Н.А. [3].

Метод цепных подстановок. Метод работает с кривыми безразличия. Важность критериев определяется предельной степенью замены критериев оценки вариантов. Фактически, речь идет о замене снижения значения одного критерия увеличением значения другого, чтобы общая важность варианта оставалась прежней. Графическое представление предела замещения может быть выражено картой кривых безразличия. Метод состоит из четырех шагов, на которых отдельные критерии постепенно заменяются (отбрасываются) до тех пор, пока не останется только один критерий. Затем на основе этого критерия определяется окончательный порядок вариантов. Более подробное описание данного метода в своей работе по маркетинговому управлению подготовили Котлер и Келлер [27].

В данной главе были кратко представлены популярные методы, основанные на знании кардинальной информации о критериях (их весах) и вариантах.

В следующей главе будет проведён анализ наиболее популярных из вышеперечисленных методов, а также после анализа будет выбран самый подходящий вариант.

2.1.3 Алгоритм построения дерева решений

С4.5 строит классификатор в виде дерева решений. Для этого в С4.5 дан набор данных, представляющих вещи, которые уже классифицированы. Классификатор — это инструмент интеллектуального анализа данных, который берет кучу данных, представляющих вещи, которые мы хотим классифицировать, и пытается предсказать, к какому классу принадлежат новые данные.

Сложно понять сложные деревья решений, потому что информация об одном классе обычно распространяется по всему дереву. С4.5 ввел альтернативный формализм, состоящий из списка правил формы «если А и В и С и ... затем класс Х», где правила для каждого класса сгруппированы

вместе. Случай классифицируется путем нахождения первого правила, условия которого удовлетворяются случаем; если ни одно правило не выполняется, случай присваивается классу по умолчанию.

2.2 Сравнительный анализ методов поддержки принятия решений

2.2.1 Проведение сравнительного анализа

Выбор наиболее подходящего инструмента поддержки принятия решения можно осуществить путем сравнения комплекса свойств, характеризующих каждый инструмент с квалификациями, которые инструмент должен представлять (ожидаемые свойства), на основе проблемы принятия решений, которую необходимо решить. Процедура построена следующим образом:

- определение структуры ожидаемых свойств: идентификация (наличие/отсутствие) квалификаций, необходимых для различных переменных для решения рассматриваемой проблемы принятия решений;
- расчет общего индекса пригодности: на основе сравнения свойств средств с их ожидаемыми свойствами можно получить общий показатель пригодности каждого инструмента для решения решаемой задачи оценки;
- определение инструмента, наиболее подходящего для решения проблемы принятия решений: ранжирование инструментов по полученным общим показателям пригодности.

В случае необходимости взвешивания можно использовать прямое присвоение для возможности непосредственного присвоения веса без какой-либо математической нормализации, что ускоряет операцию взвешивания. Прямое присвоение может быть реализовано путем присвоения каждой переменной индекса важности между 0 (нулевая важность) и 1 (очень высокая важность). Эта необязательная для реализации процедуры операция может быть осуществлена лицом, ответственным за процесс оценки, либо с учетом

мнения, высказанного другими заинтересованными сторонами, участвующими в процессе, по приглашению ответственного лица.

Для сравнения были выбраны методы ELECTRE, ANP, АНР и TOPSIS, C4.5 как наиболее популярные. Для оценки методов были сформированы критерии. Критерии и результаты их сравнения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение методов ELECTRE, ANP, АНР, TOPSIS, C4.5

Переменные	Квалификация переменных	Свойства инструмента в двоичной системе				
		ELECTRE	ANP	АНР	TOPSIS	C4.5
Оценка сложности осваивания метода	Прост для освоения	0	0	1	0	1
Оценка количества элементов	Большое количество критериев и подкритериев и большое количество альтернатив	0	0	0	1	1
Типология показателей	Смешанный	1	1	1	1	1
Ожидаемое решение	Лучшее общее альтернативное определение для этой цели	1	1	1	1	1
	Идеальное альтернативное разрешение, наиболее близкое к объективному	0	0	0	1	1
Техническая поддержка и специалист по оказанию помощи в принятии решений	Да (рекомендуется)	1	1	0	0	1
	Нет (необязательно)	0	0	1	1	0
Тип принятия решения проблемы	Рейтинг/Выбор	1	1	1	1	1
Подход к решению	Полный метод агрегации	0	1	1	0	0
	Подход к цели, стремлению или исходному уровню	0	0	0	1	1
Входной уровень	Высокий	0	1	1	0	0

Продолжение таблицы 1

Переменные	Квалификация переменных	Свойства инструмента в двоичной системе				
		ELECTRE	ANP	АНР	TOPSIS	C4.5
Типология вывода	Полный порядок, полученный с учетом оценок	0	1	1	1	1
	Полный порядок с оценкой, наиболее близкой к предполагаемой цели	0	0	0	1	1
Решение проблемы	Альтернатива с более высоким общим баллом	0	1	1	1	1
	Альтернатива с оценкой, наиболее близкой к идеальному решению	0	0	0	1	1
Итоговый индекс		0.31	0.62	0.69	0.85	0.92

Для выбора оптимального, а иногда и компромиссного варианта широко используется многокритериальная оценка вариантов. Он используется как вспомогательный инструмент для решения сложных процессов принятия решений (например, выбор и покупка информационной системы). Однако бывают ситуации, когда необходимо только отсортировать варианты (например, подразделения продаж по продажам) или разделить их так, чтобы с первого взгляда было ясно, какие из них подходят, а какие нет (например, при приеме на работу сотрудников). Независимо от типа многокритериальной задачи очень важно правильно выбрать метод оценки. Есть много методов, и каждый может привести к немного иному окончательному решению. Это связано с разными методологическими подходами и различиями в математических процедурах. Поэтому уместно решать задачи несколькими методами. Только если компромиссный вариант выбран более чем одним способом, можно принять этот вариант.

2.2.2 Выбор наиболее подходящего метода

Для выбора наиболее подходящего инструмента менеджер процесса может выбрать решение, которое является предпочтительным для заинтересованных сторон, чьи дополнительные показатели важности превышают заданный порог. (относится к

простому/относительному/квалифицированному большинству, единогласию). Менеджер процесса может установить порог в зависимости от различного состава рассматриваемых заинтересованных сторон (увеличение порога по мере увеличения количества точек зрения заинтересованных сторон).

Составим таблицу 2 из итогов сравнения в таблице 1.

Таблица 2 – Итоговый индекс полезности методов ELECTRE, ANP, АНР, TOPSIS, С4.5

Итоговый индекс метода				
ELECTRE	ANP	АНР	TOPSIS	С4.5
0.31	0.62	0.69	0.85	0.92

Из таблицы 2 видно, что первенство среди сравниваемых методов занимает метод С4.5. Таким образом, в качестве избранного метода с одной стороны вполне можно использовать TOPSIS, так как с помощью него можно также получить результат довольно близкий к идеальному, но в сравнении с С4.5 он имеет некоторые проблемы со схематичным отображением данных процессов и меньшую точность.

Выводы и результаты по 2 главе:

- избранные для анализа методы поддержки принятия решений были достаточно глубоко описаны;
- выполнен сравнительный анализ данных методов;
- в сравнительном анализе методов поддержки принятия решений лидирующие позиции заняли TOPSIS и С4.5;
- бесспорное первенство среди сравниваемых методов занял алгоритм построения дерева решений С4.5.

Вывод: по итогам сравнительного анализа в следующих главах и для дальнейшего исследования будет использоваться метод С4.5, что позволит получить наиболее удовлетворяющие результаты. Будет рассматриваться и возможная оптимизация процесса для упрощения и ускорения работы метода.

Глава 3 Моделирование системы поддержки принятия решений

3.1 Платформа поддержки принятия решений для работы с кадровыми ресурсами

3.1.1 Построение системы

Информационная платформа источника данных для управления человеческими ресурсами относительно широка [8]. Имеется большой объем данных и широкий спектр характеристик данных изомеризации, поэтому можно использовать методы расчета данных облачных вычислений для построения модели платформы для реализации эффективного, научного и стандартизированного управления. Структура платформы поддержки принятия решений в области информационных архивов человеческих ресурсов на основе облачных вычислений показана на рисунке 5.

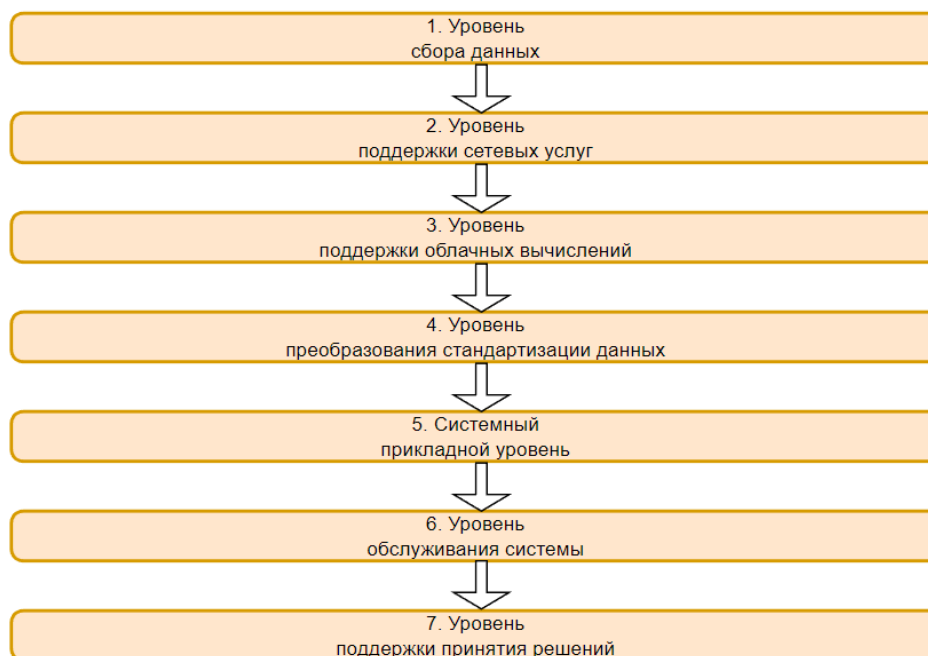


Рисунок 5 – Архитектура системы поддержки принятия решений в области информационных файлов человеческих ресурсов (СППР)

Как видно из рисунка 1, платформа состоит из 7 уровней [20], включая следующие:

- уровень сбора данных: основываясь на концепции диалектики, элементы системы представляют собой не просто «накопление» или «смешивание», а взаимосвязь между количеством элементов в определенной комбинации, и между элементами существует причинно-следственная связь, а взаимосвязь между ними определяется взаимное ограничение;

- уровень поддержки сетевых услуг: передача данных осуществляется с помощью сетевых настроек, в которых основное внимание уделяется созданию сетевой системы связи с адаптивными и самоорганизующимися характеристиками и построению сети сбора информации на основе гибридных точек конвергенции;

- уровень поддержки облачных вычислений: через этот уровень данные, передаваемые с уровня поддержки сетевых служб, могут быть переданы в «облако», чтобы реализовать совместное использование источников капитала и обработку данных на стороне облака;

- уровень преобразования стандартизации данных: роль этого уровня заключается в стандартизации данных из «облака», создании унифицированного описания модели представления данных архива с несколькими кадровыми ресурсами и поддержке унифицированного доступа ко всем компонентам системы специализированного интегрированного промежуточного программного обеспечения для обработки данных;

- системный прикладной уровень: он предоставляет пользователям такие услуги, как обслуживание файлов человеческих ресурсов и обслуживание авторизации управления файлами человеческих ресурсов;

- уровень обслуживания системы: он предоставляет пользователям службы направления файлов, службы интеграции информационных ресурсов и т.д.;

- уровень поддержки принятия решений: с помощью «облачных вычислений» в качестве основного метода может быть реализован пул

ресурсов данных для интеграции данных каждого узла и выполнения задачи интеллектуального анализа данных и анализа информации. Этот уровень реализует режим управления оптимизацией человеческих ресурсов поисковой системы и обеспечивает поддержку информационных технологий для принятия решений пользователями.

Целью уровня сбора данных (1 уровень) является сбор данных среды в процессе найма, производства, маркетинга и так далее [22]. Эти данные структурированы или не структурированы и будут преобразованы в уровень поддержки связи с помощью определенных технических средств. Поскольку целью системы является не просто «складывать» или «смешивать» данные, а выполнять необходимую комбинацию и преобразование определенных взаимосвязанных элементов в соответствии с требованиями, необходимо, чтобы уровень сбора данных обеспечивал достаточное качество и количество ресурсов.

Уровень поддержки облачных вычислений (3 уровень) заключается в отправке данных, собранных уровнем сбора данных, в «облако». Основное внимание на этом уровне уделяется реализации адаптивной и самоорганизующейся сетевой коммуникации посредством проектирования топологии, поддержки аппаратного и программного обеспечения. В то же время этот уровень также предоставляет менеджерам информацию разного уровня, разной частоты и разной точности через различные службы алгоритмов, службы экспертной поддержки и шаблоны отчетов, предоставляемые следующим уровнем (уровнем преобразования стандартизации данных).

Уровень поддержки принятия решений (7 уровень) объединяет данные каждого уровня и каждого узла и предоставляет такие услуги, как оптимизированная интеграция данных, чтобы обеспечить техническую поддержку для окончательного решения пользователя.

3.1.2 Проектирование системы

Информационная платформа управления персоналом, основанная на облачных вычислениях и больших данных, может проводить интеллектуальный анализ данных, обработку и анализ расчетных данных, чтобы обеспечить информационную поддержку принятия решений менеджерами по персоналу. Это также может помочь менеджерам повысить уровень управления, повысить научность, точность и стандартизацию принятия решений, а также повысить эффективность и уровень [23]. Эта система состоит из пула информационных ресурсов для принятия решений, платформы анализа информации о решениях и реализации службы информации о решениях, как показано на рисунке 6.

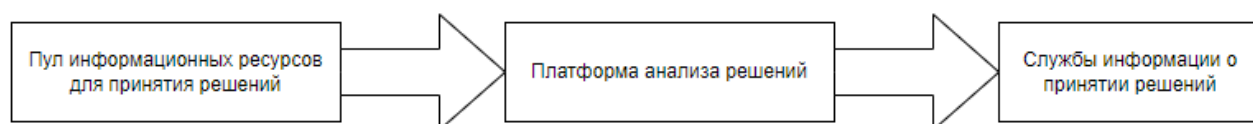


Рисунок 6 – Техническая основа СППР информационной платформы архива человеческих ресурсов на основе облачных вычислений

Пул информационных ресурсов для принятия решений является источником данных для всей системы и является основой эффективности информации для поддержки принятия решений. Качество ее данных и скорость реагирования сильно повлияют на всю систему. Пул ресурсов включает в себя пул вычислительных ресурсов, пул ресурсов хранения и пул ресурсов данных. Среди них пул вычислительных ресурсов отвечает за вычислительную функцию системы, которая объединяется и координируется серверами, рабочими станциями и ПК. Пул ресурсов хранилища предназначен для подключения и виртуализации нескольких дисковых массивов, дисков и других устройств хранения для формирования единого механизма хранения. Пул ресурсов данных поступает из облака и поступает в пул ресурсов данных

после интеллектуального анализа данных и аморфизации разнородных данных.

Платформа анализа решений включает в себя следующие функциональные модули:

- классификация данных: классификация и индексация данных из пула информационных ресурсов для принятия решений;

- обработка данных: реорганизация, организация и интеграция данных после классификации данных и отправки их в пул компьютерных ресурсов или пул ресурсов хранения;

- интерпретация решений: предоставление пользователям унифицированной, интегрированной и совместно используемой стандартной среды для поддержки комплексного процесса принятия решений в области управления человеческими ресурсами. Платформа анализа решений использует метод комбинированного анализа "человек-машина" для обработки собранной информации для достижения порядка, иерархии и систематизации. Она также преобразует информацию в необходимую программу принятия решений для определения целей оценки сотрудников и выплаты заработной платы с помощью определенных аналитических методов, математических методов и математических моделей.

Службы информации о принятии решений предоставляют пользователям регулярные и случайные услуги. Регулярная услуга заключается в предоставлении годовых отчетов, ежемесячных отчетов и т.д. В соответствии с требованиями пользователя, которые часто отображаются вверху и используются для стратегического планирования управления персоналом, среднесрочных и долгосрочных целей для оказания поддержки. Случайное обслуживание – это быстрое реагирование на изменения окружающей среды и случайность случайных событий. Информационная служба принятия решений заключается в основном в преобразовании большого объема данных в аналитические отчеты, диаграммы, таблицы и

другие формы и предоставлении их пользователям в соответствии с требованиями к информации о решениях.

3.1.3 Ключевая технология и алгоритм системы

Технология больших данных фокусируется на хранении, анализе и обработке массивной информации. Облачные вычисления фокусируются на способе вычисления данных. С точки зрения информационного потока, информационная платформа содержит большой объем данных многих типов. Таким образом, во всей информационной сети появляется все больше и больше источников информации и размещения. Из-за большого количества информационных источников и хранилищ в системе будет генерироваться много информации, то есть больших данных. Для извлечения и использования ценной информации из этих больших данных необходимо использовать технологии облачных вычислений с высокой масштабируемостью и сверхбольшими масштабами, а также технологии интеллектуального анализа данных для поддержки: процесс интеллектуального анализа данных представляет собой большое количество циклических процессов, которые подразделяются на сбор, преобразование, обработку и другие этапы, как показано на рисунке 7.

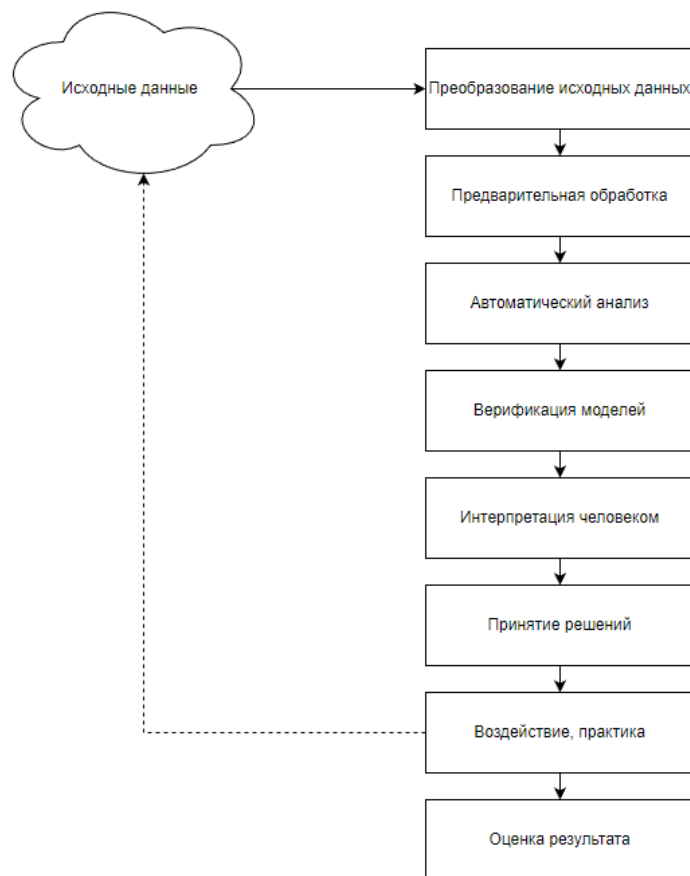


Рисунок 7 – Процесс интеллектуального анализа данных

Процесс интеллектуального анализа данных разделен на три этапа непрерывного сбора, корректировки, модификации и цикла, которые будут продолжаться до тех пор, пока не будут выполнены требования, а именно:

- этап предварительной обработки данных: включая очистку данных, интеграцию, выбор и преобразование данных;
- этап интеллектуального анализа данных: через множество алгоритмов интеллектуального анализа данных и обнаружение необходимых знаний в предварительно обработанных данных;
- этап оценки и представления, включая этап представления знаний и этап оценки.

Конечными пользователями этой системы являются сотрудники отдела кадров. Часто бывает трудно понять знания интеллектуального анализа данных и результаты после интеллектуального анализа. Однако после

интеллектуального анализа с использованием алгоритма дерева решений результатом является древовидная структура с высокой способностью к пониманию.

Алгоритм дерева решений, принятый этой системой, представляет собой алгоритм оптимизации, основанный на алгоритме C4.5, показанном на рисунке 8.

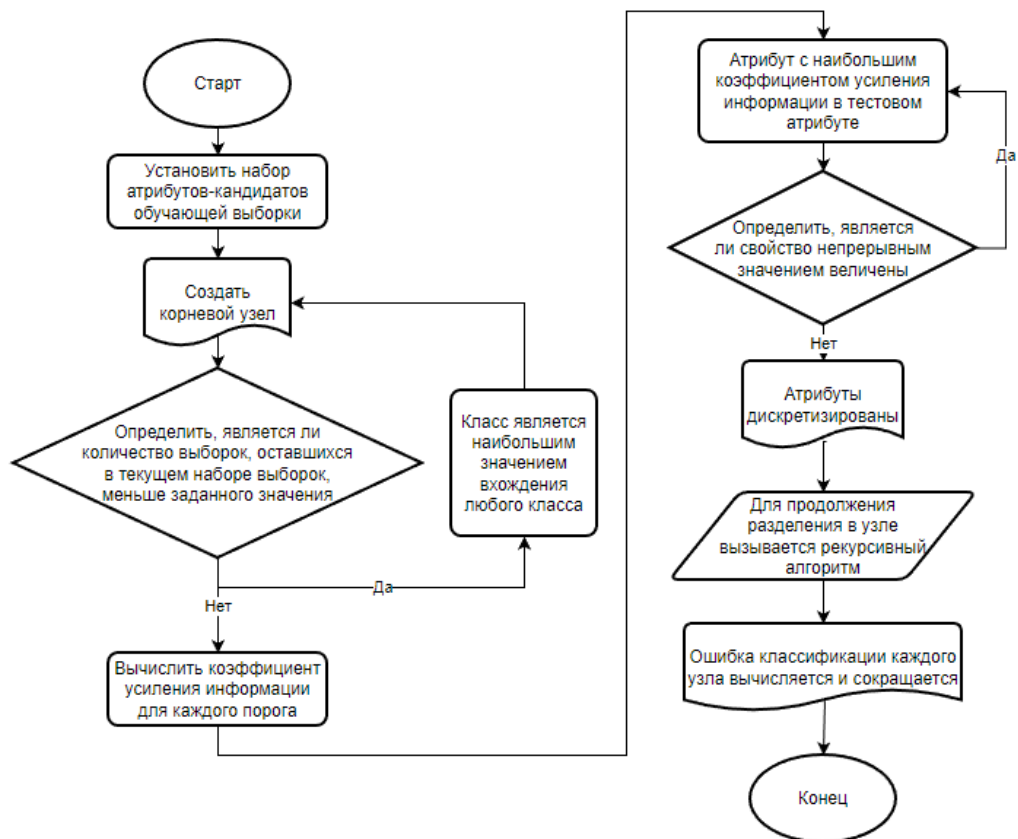


Рисунок 8 – Блок-схема алгоритма основы

3.2 Оптимизация системы

3.2.1 Оптимизированное усовершенствование для вычисления информации

Чтобы проверить эффективность улучшенного метода в приведенном выше разделе и его превосходство над оригинальным алгоритмом C4.5

выбирается набор данных из хранилища машинного обучения для сравнительного анализа. В то же время информация хранится в генераторе хранимых баз данных. Набор данных содержит больше смежных атрибутов и имеет умеренный размер.

В ходе теста проверяются и подсчитываются данные оригинального алгоритма C4.5 и улучшенного алгоритма по трем индексам размера дерева решений, времени выполнения алгоритма и точности классификации дерева решений, и рисуется линейная диаграмма для формирования сравнительной диаграммы двух алгоритмов по этим трем индексам, как показано на рисунке 9 соответственно, с единицей времени в миллисекундах.

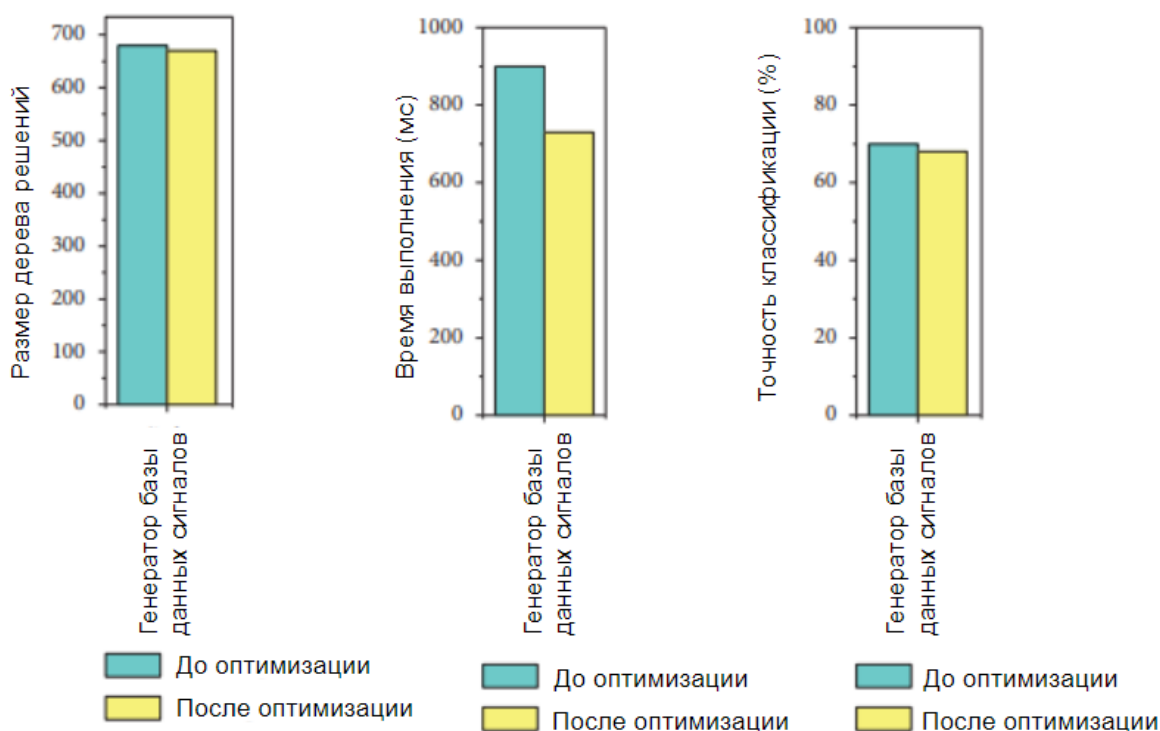


Рисунок 9 – Оптимизация расчета информационного содержания в размере дерева решений, времени вычисления и точности классификации

Как видно из рисунка 9, улучшенный алгоритм не имеет существенной разницы в размере дерева решений. Однако два алгоритма существенно отличаются по времени выполнения. Доказано, что, когда количество атрибутов относительно велико и набор данных относительно велик,

улучшенный алгоритм, основанный на оригинальном алгоритме, обеспечивает относительно значительное улучшение времени вычислений. Кроме того, два алгоритма обладают схожей производительностью по точности классификации дерева решений. Следовательно, улучшенный алгоритм, основанный на оригинальном алгоритме С4.5, может эффективно снизить временную сложность алгоритма, гарантируя при этом, что размер и точность классификации дерева решений остаются в основном неизменными.

3.2.2 Модель принятия решений на основе улучшенного алгоритма

Алгоритм С4.5 (см. Рисунок 8) изучается и совершенствуется, а алгоритм слияния применяется к системе принятия решений для создания модели принятия решений. Пол, возраст, рабочее время, математические способности, способность к пространственному суждению, интеллект, способность к речи, стабильность, постоянство, возбудимость, чувствительность, профессиональная проверка способностей и информация об уровне производительности персонала устанавливают модель дерева принятия решений по классификации уровня производительности для персонала.

Шаги по созданию модели дерева решений с использованием улучшенного алгоритма заключаются в следующем:

- вычисление скорости получения информации для каждого тестового атрибута в наборе данных. При расчете скорости получения информации необходимо рассчитать прирост информации и разделение информации;
- определение, является ли тестовый атрибут непрерывным значением. Если это непрерывное значение, выполняется дискретизация. При дискретизации значений атрибутов оптимизируется процесс нахождения локального порога и порога сегментации. Сокращается время сортировки и поиска, а также уменьшается количество проверяемых атрибутов;
- выбор атрибута с наибольшим коэффициентом получения информации в качестве корневого узла и разделение набора данных в

соответствии с его значением. Если этот атрибут имеет только одно значение, то происходит прекращение деления;

– рекурсивное выполнение для каждого разделенного набора подданных и повторите предыдущие два шага. Модель дерева решений, построенная с помощью улучшенного алгоритма, показана на рисунке 10.

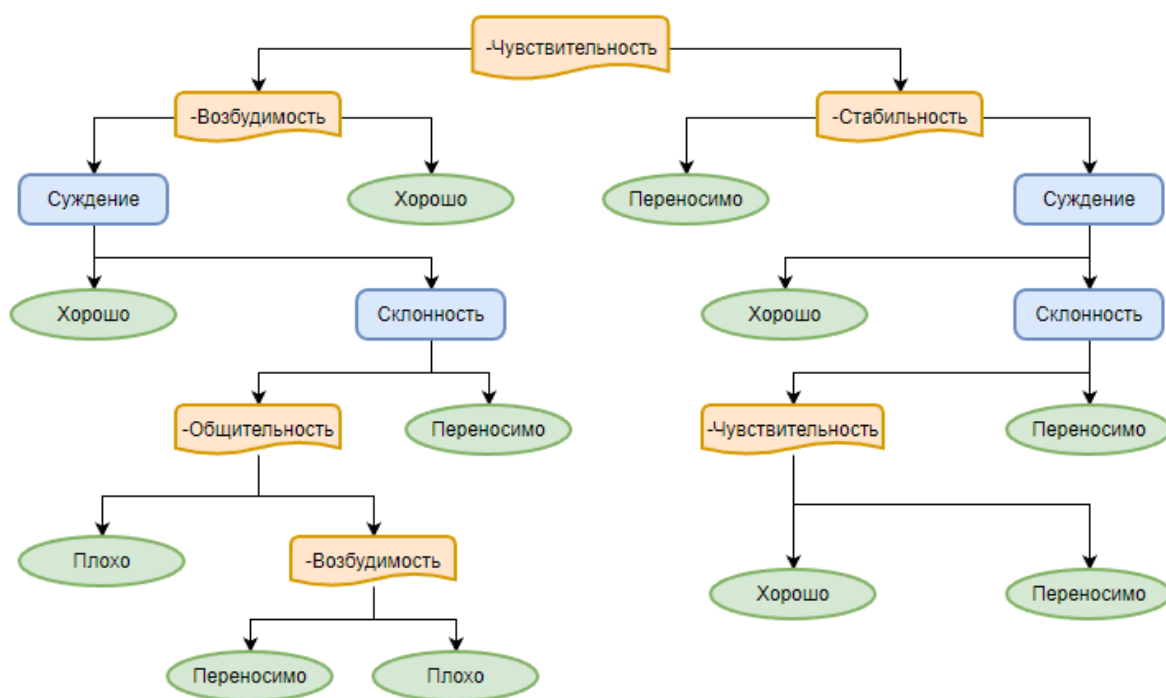


Рисунок 10 – Оптимизация процесса обхода значений атрибутов в размере дерева решений

Уровень узла в дереве решений напрямую связан с его важностью. Чем выше уровень, тем важнее или ближе узел.

Первый уровень – это чувствительность личностного теста, который представляет чувствительность сотрудника, которая наиболее тесно связана с прогнозируемой целью, а именно с эффективностью работы.

Второй уровень – это стабильность и живость личностного теста, который представляет стабильность и бодрость сотрудника, тесно связанные с прогнозируемой целью, а именно с эффективностью работы. Чем меньше размер дерева решений, тем лучше эффект, хотя не всегда возможно получить

минимальный размер. Те поля в дереве решений, которые находятся очень близко к конечному узлу или появляются редко, как упоминалось в первом абзаце, указывают на то, что их месячная цель прогнозирования не очень тесно связана и может рассматриваться для удаления или замены в зависимости от ситуации.

На рисунке 11 количество ветвей и листьев является умеренным. Те поля в дереве решений, которые находятся очень близко к конечному узлу или появляются редко, указывают на то, что их месячная цель прогнозирования не очень тесно связана и может рассматриваться для удаления или замены в зависимости от ситуации.

3.2.3 Система анализа изменений в человеческих ресурсах

С быстрым развитием информационных технологий, увеличением объема бизнеса и увеличением типов бизнеса отделы предприятий не только быстро растут в количестве и разнообразии, но и часто перемещаются, что затрудняет техническим отделам управление персоналом предприятий. Это требует научного планирования будущей работы с персоналом на предприятии, а прогноз спроса и предложения на человеческие ресурсы является предпосылкой анализа текущей ситуации с кадровой работой и планирования мер по управлению персоналом на предприятии.

Целью данного исследования является построение разумной системы математического анализа изменений в человеческих ресурсах. Используя матрицу вероятности переноса в сочетании со статистической технологией для прогнозирования изменения человеческих ресурсов в будущем, она может описывать приток, отток и внутренние процессы персонала предприятия, анализировать тенденции человеческих ресурсов предприятия и обеспечивать основу для будущего направления развития человеческих ресурсов предприятия.

Согласно предыдущей практике найма, новые сотрудники на административные должности составляли 3% от общего числа принятых на работу, должности по продажам – 12%, технические должности – 65% и

рабочие должности – 20%. Аналогичным образом можно получить количество записей, переводов и увольнений с каждой должности в другие годы. Создание динамической системы поддержки принятия решений о спросе и предложении человеческих ресурсов полезно для прогнозирования ситуации с предложением и спросом на человеческие ресурсы в соответствии с фактической ситуацией.

Выводы и результаты по 3 главе:

- описан процесс построения системы поддержки принятия решений;
- описан процесс интеллектуального анализа данных и алгоритм построения дерева решений;
- была разработана и описана оптимизированная модель принятия решений на основе алгоритма C4.5;
- Главным плюсом оптимизированной модели является время выполнения, но данная модель требует также дополнительного сравнительного анализа с основным алгоритмом.

Вывод: в следующей главе алгоритм основы C4.5 будет подвергнут сравнительному анализу с оптимизированным алгоритмом. Будет проведена подготовка данных для тестирования и оба алгоритма пройдут тестирование на подготовленных данных. Также будет разработана концептуальная модель системы поддержки принятия решений.

талантами, например, для прогнозирования талантов, планирования карьеры и найма талантов с использованием подхода интеллектуального анализа данных. В менеджменте используемый метод интеллектуального анализа данных фокусируется на подборе персонала, особенно для выбора подходящих кандидатов на работу.

В этом исследовании делается попытка использовать методы классификации интеллектуального анализа данных для прогнозирования потенциальных сотрудников как существенных задач управления талантами с использованием знаний из прошлого опыта.

4.1.2 Управление талантами и интеллектуальный анализ данных

В любой организации управление талантами становится все более важным подходом в функциях управления персоналом. Талант рассматривается как способность любого человека существенно повлиять на текущую и будущую эффективность организации. На самом деле управление талантами включает в себя планирование человеческих ресурсов, в котором особое внимание уделяется процессам управления людьми в организации. Кроме того, управление талантами можно определить, как процесс, обеспечивающий преемственность лидерства на ключевых позициях и поощряющий личное продвижение. Управление талантами очень важно и требует некоторого внимания со стороны специалистов по персоналу. Цыпленкова М.В. в своей работе [14] показала, что среди главных текущих и будущих проблем управления персоналом находятся:

- развитие персонала;

- обеспечение разнообразного кадрового резерва;

- прогнозирование потребности в персонале, обладающем определёнными способностями;

- привлечение и удержание подходящего руководства и ключевых участников;

- привлечение и удержание подходящего персонала, обладающего лидерскими качествами;

отсутствие лидерских способностей на старших уровнях;

выявление способностей и талантов среди потенциальных сотрудников.

Чтобы выявить и привлечь человека, обладающего определёнными талантами и способностями необходимо проанализировать сотрудников организации, собрать данные по их подготовке, развитию в компании и в учебном заведении. По ходу решения задачи выявления таких людей для сохранения старых сотрудников и привлечения новых необходимо также подготавливать сотрудников к переходу на более высокие должности. Данные процессы являются управленческой деятельностью, которую возможно внедрить в определённую систему, схема данной системы показана на рисунке 11.

Используя метод классификации интеллектуального анализа данных и предыдущие записи сотрудников в базах данных сосредоточимся на задаче выявления способностей и талантов среди потенциальных сотрудников.

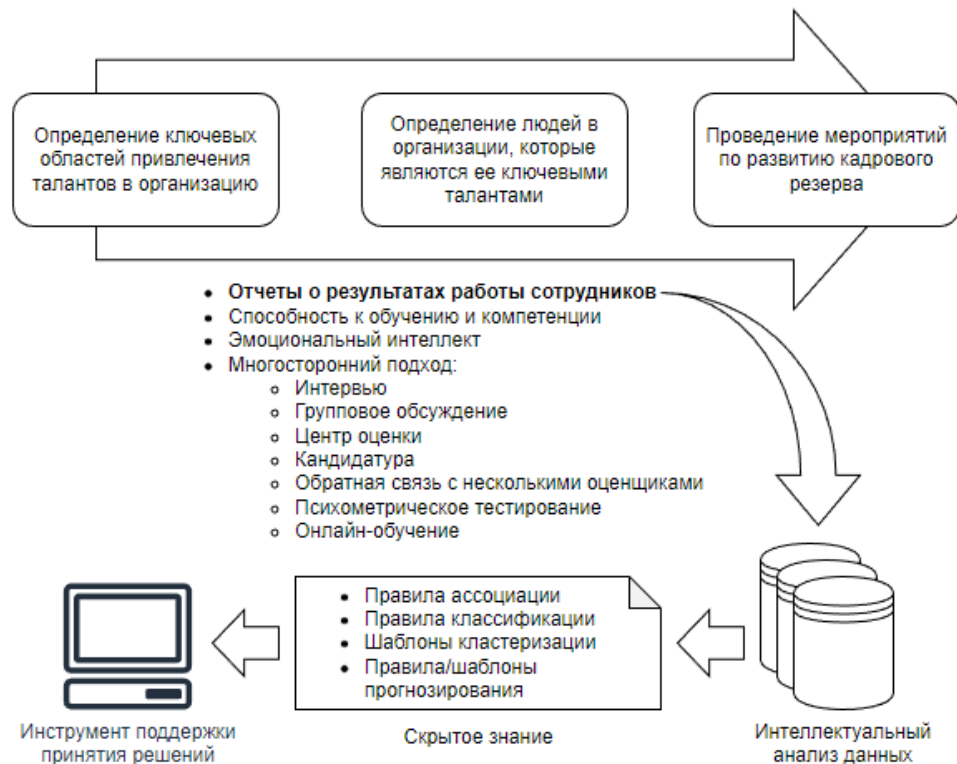


Рисунок 11 – Интеллектуальный анализ данных и управление талантами

Концептуальная модель такой системы показана на рисунке 12.

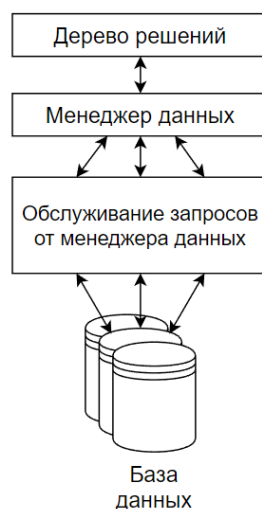


Рисунок 12 – Концептуальная модель информационной системы индукции дерева решений

4.1.3 Прогнозирование человеческого таланта

Данное исследование будет сосредоточено на выявлении закономерностей при анализе данных сотрудников. Закономерность и ассоциации будем прослеживать в способностях сотрудника и его истории. Под историей подразумевается его образование, заслуги, годы работы и так далее.

Менеджмент всё больше стремится к стратегической роли и мыслит далеко наперёд в связи с повышением прозрачности, новым спросом, обращаясь к методам интеллектуального анализа [13]. В базах данных компании можно обнаружить сгенерированные шаблоны, которые являются полезными знаниями. Данные шаблоны могут быть сгенерированы с помощью методов интеллектуального анализа данных и использовать для прогнозирования производительности, определения профиля для сотрудников и так далее (Рисунок 13). Важнейшим фактором подбора подходящих методов интеллектуального анализа данных является соответствие интеллектуального анализа и потребностей управления.



Рисунок 13 – Задачи интеллектуального анализа данных для управления талантами

4.2 Настройка эксперимента

Настройка эксперимента является одним из первых этапов разработки системы принятия решений. В данном эксперименте из-за трудностей с получением данных от кадрового отдела, а именно из-за вопросов конфиденциальности и безопасности, в исследовательских целях будут использоваться сгенерированные данные. Попытка предложения классификатора интеллектуального анализа необходима для создания шаблонов классификации эффективности производительности сотрудников компании. Установка эксперимента заключается в построении сгенерированных данных, размещение выбросов, уменьшение атрибутов и определение точности модели (Рисунок 14). Выбросами в данном эксперименте являются данные, которые резко отличаются от большинства сгенерированных наборов данных.



Рисунок 14 – Схема эксперимента

Набор факторов и атрибутов, а также правил по которым выставляются оценки показан в таблице 3. На основе этой таблицы будут созданы несколько наборов данных, с которыми будет проводиться работа по тестированию алгоритма основы, то есть алгоритма C4.5, а также алгоритма оптимизации, который является оптимизированным алгоритмом C4.5. Первый набор данных будет содержать сто данных (набор данных 1), а второй набор данных будет содержать тысячу данных о производительности (набор данных 2), основанных на факторах производительности человеческого таланта. Во многих случаях смоделированные или синтаксические данные являются идеальными данными и могут создать хорошую модель интеллектуального анализа данных. По этой причине в этом исследовании используется задача размещения выбросов для набора данных 1 для решения этой проблемы и этого нового набора данных, известного как набор данных 3. Выбросами являются резко отклоняющиеся (отличающиеся) от большинства наборы данных. Различные наборы данных необходимы для тестирования алгоритмов в разных условиях, поскольку человеческий актив также может достаточно разношёрстным.

Таблица 3 – Правила создания смоделированного набора данных

Фактор и атрибуты	Правила
Предыстория и демография	Атрибуты включают в себя год рождения, годы работы по специальности, возраст, годы повышения, предыдущая должность. На основе данных выставляется оценка совместимости человека с должностью, на которую он претендует. Оценка выставляется как случайное число от 1 до 10.
Предыдущие оценки эффективности	Оценка происходит на основе предыдущего опыта работы, исследований и научных публикаций. Эффективность измеряется в процентах. Генератор выставляет оценку в качестве случайного числа от 75 до 100.
Знания и навыки	Оценка знаний по интересующим работодателя критериям. Например, знание иностранных языков, навыки владения языками программирования и уровень. Уровень выставляется как случайное число от 1 до 10.
Управленческие навыки	Включают в себя любые проекты, в которых человек занимал управленческую должность, наличие подопечных на предыдущих должностях, административные задачи. Уровень выставляется как случайное число от 1 до 10.
Индивидуальные качества	Обучение, награждения, признательность. Уровень выставляется как случайное число от 1 до 10.

Фактор человеческого таланта в данном примере касается академического таланта в высшем учебном заведении. Факторы академического таланта извлекаются из общепринятой практики оценки документов по оценке эффективности и экспертного опыта. Помимо факторов производительности человека, в процессе выявления потенциальных талантов также учитываются опыт работы и управленческие навыки. Индивидуальные качества, такие как награждения, признательность тоже играют не маловажную роль в факторе академического таланта, также, как и знания и

навыки в определённой сфере деятельности. Значения и атрибуты показаны в таблице 4.

Таблица 4 – Факторы и атрибуты академического таланта

Фактор и атрибуты	Значения
Предыстория и демография (6)	Возраст, пол, годы работы, год повышения 1, год повышения 2, год повышения 3
Предыдущие оценки эффективности (15)	Оценки за последние 15 лет
Знания и навыки (18)	Профессиональная классификация, образование, исследования, публикации, конференции
Управленческие навыки (6)	Обязанности и административные задачи
Индивидуальные качества (5)	Сертификаты, награждения, признательность

Эксперимент состоит из двух фаз.

В первой фазе используется алгоритм выбранного классификатора для данных, имеющих полное количество выбранных атрибутов. Главная цель этой фазы – определение точности классификатора для дальнейшего определения потенциальных алгоритмов, которые лучше справляются с поставленной задачей.

Во второй фазе происходит снижение количества атрибутов. Наиболее важные атрибуты сокращаются, а именно удаляются из списка атрибутов для текущего набора данных. Выявление таких атрибутов происходит на основе логических рассуждений. Затем также определяется точность классификатора, как и в первой фазе. После выбираются только атрибуты важности, то есть текущий набор будет состоять только из наиболее важных атрибутов. И для этого набора данных также определяется точность.

Результаты первой фазы и второй фазы эксперимента будут выставлены в таблицы для наглядного сравнения точности используемых в данной работе алгоритмов.

4.3 Результат и обсуждение

В первой фазе эксперимента оптимизированный алгоритм C4.5 и оригинальный алгоритм C4.5 прошли тестирование на наборах данных с полными атрибутами. Точность алгоритмов для трёх наборов данных показана в таблице 5. По результатам тестирования модель C4.5 показала наибольшую точность и возможность её использования как индикатор для нахождения наиболее точного алгоритма классификации данных о человеческих способностях.

Таблица 5 – Точность модели для полных атрибутов

Алгоритм классификации данных	Набор данных 1	Набор данных 2	Набор данных 3
C4.5	94.03%	98.79%	89.43%
Оптимизированный алгоритм C4.5	86.05%	98.73%	83.44%

Результаты тестирования показали, что количество данных и наличие выбросов в данных влияют на точность классификации. При большем количестве данных точность алгоритма увеличивается, а при наличии выбросов в данных точность алгоритма уменьшается.

Момент кластеризации данных при тестировании оптимизированного алгоритма C4.5 для разных наборов данных показан на рисунках 15, 16 и 17 соответственно.



Рисунок 15 – Кластеризация оптимизированным алгоритмом C4.5 набора данных 1 (100 данных)

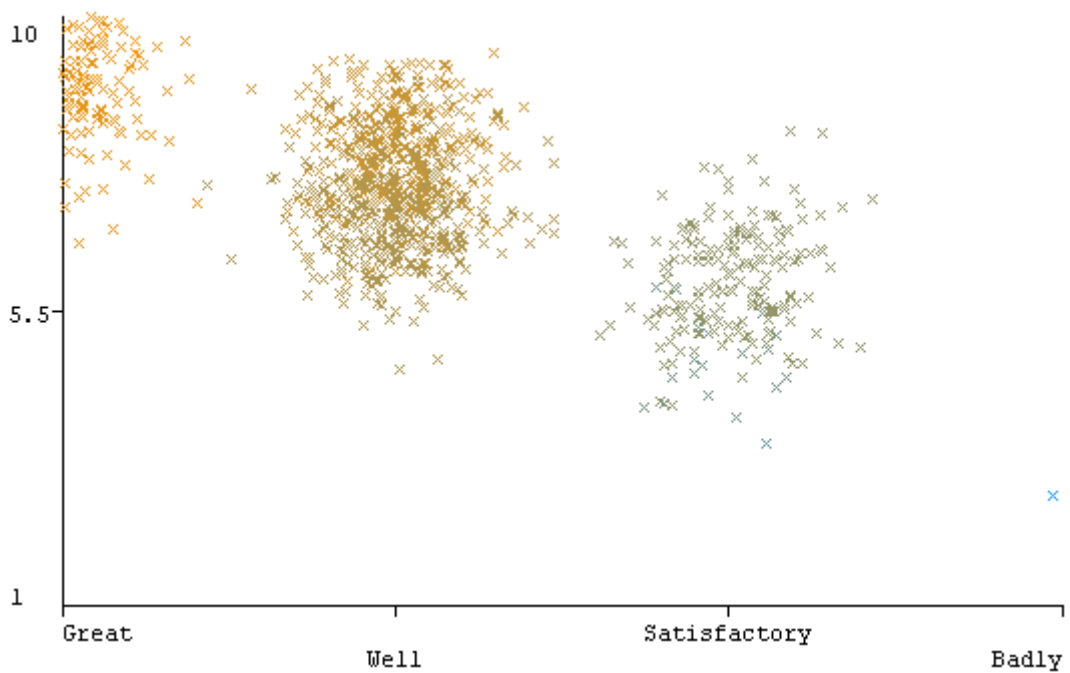


Рисунок 16 – Кластеризация оптимизированным алгоритмом C4.5 набора данных 2 (1000 данных)

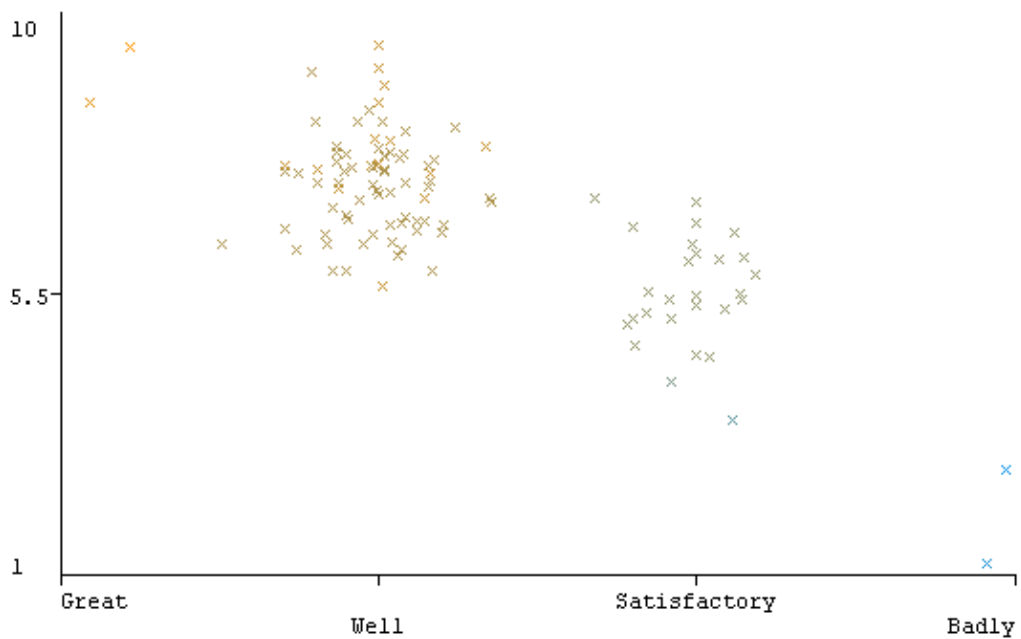


Рисунок 17 – Кластеризация оптимизированным алгоритмом C4.5 набора данных 3 (100 данных с выбросами)

Во второй фазе данного эксперимента сравнивается точность избранных алгоритмов на наборах данных, в которых наиболее важные атрибуты сокращаются. В этом эксперименте сосредоточимся на наборе данных 1 и наборе данных 2. Целью процесса сокращения атрибутов является выбор наиболее релевантного атрибута в наборе данных. Процесс редукции реализуется с использованием техники логических рассуждений. Благодаря уменьшению атрибутов можно уменьшить время и пространство предварительной обработки. Таблица 6 представляет атрибуты, которые будут сокращены и удалены из исходного набора данных для тестирования сокращённых атрибутов с целью выявления точности избранных алгоритмов. Данные атрибуты были выбраны на основе логических рассуждений.

Таблица 6 – Важные атрибуты из сокращения атрибутов

Фактор	Значения
Предыстория и демография	Возраст, годы работы, год повышения 1, год повышения 2, год повышения 3

Результаты тестирования алгоритмов при снижении атрибутов показаны в таблице 7. Оригинальный алгоритм C4.5 снова показал большую точность по сравнению с оптимизированным алгоритмом C4.5, одна в общем виде точность обоих алгоритмов заметно снизилась.

Таблица 7 – Точность модели снижения атрибутов

Алгоритм классификации данных	Набор данных 1	Набор данных 2
C4.5	61.06%	63.21%
Оптимизированный алгоритм C4.5	55.32%	60.16%

В этом эксперименте результат указывает на то, что в наборе данных используется больше атрибутов, которые повлияют на точность классификатора. Следовательно, этот результат показывает, что большинство атрибутов в наборе данных важны и должны учитываться. Однако при сочетании атрибутов из процесса сокращения на втором этапе эксперимента точность классификатора выше по сравнению с атрибутами самой короткой длины.

Результаты тестирования алгоритмов на наборах данных, имеющих только важные атрибуты показана в таблице 8. На данном этапе эксперимента оригинальный алгоритм C4.5 также показал наибольшую точность на наборе данных, состоящем из 100 записей, однако на большем наборе данных (1000 записей) оптимизированный алгоритм оказался даже немного точнее.

Таблица 8 – Точность модели для атрибута важности

Алгоритм классификации данных	Набор данных 1	Набор данных 2
C4.5	95.63%	99.89%
Оптимизированный алгоритм C4.5	79.49%	99.91%

Хоть в экспериментах наблюдается недостаточная точность оптимизированного алгоритма в сравнении с оригинальным алгоритмом С4.5, бесспорным преимуществом оптимизированного алгоритма является время выполнения, проанализированное в предыдущей части работы. Но поскольку в данном случае ставка делается не на скорости выполнения, а на качестве.

В этих экспериментах наблюдается большой потенциал использования алгоритма классификации С4.5. Кроме того, эти результаты также показывают пригодность классификатора С4.5 в рамках рассматриваемой темы.

Выводы и результаты по 4 главе:

- в качестве идеального кандидата на должность является человек, имеющий определённые навыки, а также талант к данной должности, который можно и нужно оценивать при приёме на работу;

- для этого построена более точная модель процесса интеллектуального анализа данных в управлении талантами, а также концептуальная модель работы системы поддержки принятия решений;

- для создания набора данных для тестирования избранных методов был предложен набор факторов, атрибутов и правил, которые пересекаются с интересами работодателя;

- по итогам тестирования алгоритм С4.5 показал своё превосходство;

- оптимизированный алгоритм не сильно отставал по показателям от основного алгоритма С4.5, особенно при анализе большого количества данных, а главным его преимуществом всё ещё остаётся время отработки.

Вывод: для рассмотрения кандидатуры на определённую должность при малом количестве данных работодателю вернее всего будет использовать алгоритм построения дерева решений С4.5, а при большом количестве данных – оптимизированный алгоритм. Точность оптимизированного алгоритма не сильно разнится с точностью основного алгоритма С4.5, а главным преимуществом всё также является время выполнения, что особенно заметно при большом количестве наборов данных.

Заключение

В условиях информатизации архивов в эпоху больших данных мы должны придавать большое значение управлению кадровыми архивами, ускорить процесс информатизации кадровых архивов и в полной мере использовать роль информатизации кадровых архивов для оптимизации работы предприятия.

В процессе принятия управленческих решений необходимо учесть следующее:

- иметь четкое представление о цели. Нужно понимать, каков будет результат, прежде чем приходить к определенному заключению;

- определиться, кто будет участвовать в процессе принятия управленческого решения и какие функции выполнять. Следует установить, кого привлекать к работе, так как одни люди будут обеспечивать перспективу реализации, вторые заниматься сбором информации, третьи принимать решения на каждом этапе. Распределение ролей в этом процессе имеет критическое значение для успешного принятия руководителем управленческих решений;

- нужно уменьшить неопределенность и риск насколько это возможно прежде, чем делать какие-либо выводы. Это делается посредством сбора информации, что также требует времени, и создает риск появления новых переменных;

- требуется сделать выбор и поставить в известность коллектив. Объяснить сотрудникам, какое решение было принято и почему. Затем, на основе информации, полученной от сотрудников, необходимо оценить и скорректировать окончательное заключение.

Учитывая, что разные инструменты поддержки принятия решений, даже при наличии одних и тех же входных данных, могут генерировать разные результаты, предлагаемая процедура должна служить опорой для выбора

одного подходящего доминирующего инструмента с точки зрения решаемой проблемы.

Мир становится всё сложнее, тем самым становится сложнее и процесс принятия решений (ППР). Важно понимать, что ППР – это выбор из целого ряда возможных вариантов, с целью достижения конкретного результата. Вторым определением данного процесса является также способность сформировать мнение или прийти к какому-нибудь выводу, основываясь на уже имеющейся информации и предыдущем опыте.

Избрание наиболее эффективного метода принятия решений позволит в значительной степени облегчить задачи для управляющих должностей на предприятии.

В данной магистерской диссертации из-за трудностей с получением данных о человеческих талантах пришлось смоделировать данные для исследовательских целей и настроить классификационный эксперимент с использованием данных. В этом случае обнаруженные знания или построенная классификационная модель с использованием предложенного классификатора для наборов данных не могут быть использованы для представления реальных проблем. В будущем аналогичная установка эксперимента может быть применена к реальным данным, чтобы использовать классификационную модель, построенную предложенным классификатором, основанном на алгоритме C4.5.

В менеджменте человеческих ресурсов есть несколько задач, которые можно решить с помощью этого подхода, например, отбор новых сотрудников, подбор людей для работы, планирование карьерного роста, планирование потребностей в обучении для новых и старших сотрудников, прогнозирование производительности сотрудников, прогнозирование будущих сотрудников и так далее.

При грамотном составлении требований к системе поддержки принятия решений, а также при выполнении цели и задач можно будет получить

ожидаемое решение с наибольшей эффективностью в рамках рассматриваемой тематики.

В данной работе информационная система поддержки принятия решений в области людских ресурсов разработана для различных задач управления и принятия решений, используя преимущества характеристик облачных вычислений, таких как большой масштаб, высокая надежность, универсальность и высокая расширяемость.

Точное прогнозирование будущей тенденции развития управления кадровыми файлами может эффективно применять технологии больших данных и информационные технологии для обогащения данных о кадровых файлах и содействия реализации точного соответствия между людьми и должностями, всесторонней количественной оценки эффективности, а также стабильности и улучшения команды талантов, чтобы реализовать оптимизацию управления человеческими ресурсами. На этой основе автор продолжит изучение метода динамического принятия решений о спросе и предложении человеческих ресурсов с использованием интеграции нескольких стратегий, чтобы повысить точность принятия решений и обеспечить поддержку управления информацией о человеческих ресурсах предприятия.

В качестве основного алгоритма принятия решений по приёму людей на работу при малом количестве потенциальных рабочих лучше всего использовать алгоритм построения дерева решений C4.5. Однако, при большом количестве соискателей следует использовать оптимизированный алгоритм, разработанный в данной работе. Точность этого алгоритма достаточно высока и не сильно уступает оригинальному алгоритму C4.5, а главным преимуществом является время выполнения.

Задачи исследования выполнены:

– проведено исследование современного уровня проработанности проблемы, описаны риски неверного принятия решений, и выявлены наиболее

популярные методы решения проблемы с принятием управленческих решений;

- выполнен сравнительный анализ существующих методов и подходов к процессу принятия управленческих решений;

- построена концептуальную модель системы поддержки принятия решений;

- проведён тестирование избранных методов на подготовленном наборе данных, выявлен наиболее эффективный метод.

Результаты работы обладают научной новизной в области концептуального проектирования систем поддержки принятия управленческих решений и практической значимостью для повышения эффективности и уменьшения рисков компаний.

При грамотном составлении требований к системе поддержки принятия решений, а также при выполнении цели и задач можно будет получить решение с наибольшей эффективностью в рамках рассматриваемой тематики.

Гипотеза исследования – применение системы информационных технологий управления персоналом позволит в значительной степени облегчить задачи для управляющих должностей, повысит эффективность и конкурентоспособность предприятия – подтверждена.

Список используемой литературы

1. Балдин К.В. Управленческие решения / К.В. Балдин, С.Н. Воробьев, В.Б. Уткин. – М.: Дашков и Ко, 2019. – 496 с.
2. Бернулли Д. Опыт новой теории измерения жребия. Вехи экономической мысли. Т. 1. Теория потребительского поведения и спроса. / Д. Бернулли. – СПб.: Экономическая школа, 1999. – 534 с.
3. Заруба Н.А. Методы принятия управленческих решений: система государственного и муниципального управления: учеб. пособие / Н.А. Заруба. – КузГТУ. – Кемерово: КузГТУ, 2017. – 182 с.
4. Зуб А.Т. Принятие управленческих решений. Теория и практика / А.Т. Зуб. – М.: Форум, Инфра-М, 2017. – 400 с.
5. Лойко А.О. Применение систем поддержки принятия решений на промышленных предприятиях / А.О. Лойко. – Вестник МФЮА, 2019. – 14 с.
6. Парето В. Компендиум по общей социологии / 2- издание / пер. с итал. Зотова А.А. / В. Парето, А.А. Зотова - М.: Изд. Дои ГУ ВШЭ, 2008. – 511 с.
7. Подиновский В.В. Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений / В.В. Подиновский – М.: Наука, 2019. – 103 с.
8. Ползунова Н. Н. Исследование систем управления / Н.Н. Ползунова, В.Н. Краев. – М.: Академический проект, 2017. – 240 с.
9. Постников В.М. Анализ подходов к формированию экспертной группы, ориентированной на подготовку и принятие управленческих решений / В.М. Постников – Наука и образование. – 2020. – 347 с.
10. Рязанцева Ю.А. Применение метода «мозговой штурм» в образовании / Теория и практика образования в современном мире: материалы VI Междунар. науч. Конф. Смирнова Э. А. Управленческие решения / Ю.А. Рязанцева, Э.А. Смирнов. – М.: РИОР, 2019. – 366 с.

11. Трофимов В.В. Методы принятия управленческих решений / В.В. Трофимов, Л.А. Трофимова. – М.: Юрайт, 2017. – 336 с.
12. Учитель Ю.Г. SWOT-анализ и синтез – основа формирования корпоративной стратегии / Ю.Г. Учитель, М.Ю. Учитель. – Москва: Высшая школа, 2019. – 763 с.
13. Фирсова И.А. Методы принятия управленческих решений. Учебник и практикум / И.А. Фирсова, М.В. Мельник. – М.: Юрайт, 2018. – 418 с.
14. Цыпленкова М В. Основы менеджмента: Учебное пособие / М.В. Цыпленкова, И.В. Моисеенко, Н.В.Гуреева, Ю.А.Бондарь. – М.: Академия естествознания, 2018. – 540 с.
15. Юкаева В.С. Принятие управленческих решений / В.С. Юкаева, Е.В. Зубарева, В.В. Чувикина. – М.: Дашков и Ко, 2019. – 324 с.
16. Baker D. Guidebook to Decision-Making Methods / D. Baker, D. Bridges, R. Hunter, G. Johnson. – ResearchGate. – 2001. – jan. – 40 с.
17. Bas E. The integrated framework for analysis of electricity supply chain using an integrated SWOT-fuzzy TOPSIS methodology combined with AHP: The case of Turkey. International Journal of Electrical Power & Energy Systems [Электронный ресурс]: ScienceDirect. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142061512004930>.
18. Brozova H., Houska M., Subrt T. Models for Multi-Criteria Decision Making / H. Brozova, M. Houska, T. Subrt. – Prague: Credit. – 2009. – 100 с.
19. David F.R. Strategic management: concepts and cases, 13th Edition / F.R. David. – Malawi Institute of Management. – 2011. – 290 с.
20. Drezner Z., Hamacher H. Facility Location: Applications and Theory. / Z. Drezner, H. Hamacher. – SpringerLink. – 2004. – 460 с.
21. Fiala P., Jablonsky J., Manas M. Multi-criteria decision-making / P. Fiala, J. Jablonsky, M. Manas. – Prague: University of Economics in Prague, – 1994. – 316 с.
22. Fotr J., Dedina J., Hruzova H. Managerial decision making / J. Fotr, J. Dedina, H. Hruzova. – Prague: Ekopress. – 2003. – 250 с.

23. Hill T., Westbrook R. SWOT analysis: It's time for a product recall. Long Range Planning [Электронный ресурс]: ScienceDirect – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024630196000957>.

24. Chang H., Huang W. Application of a quantification SWOT analytical method. Mathematical and Computer Modelling [Электронный ресурс]: ScienceDirect – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895717705004796>.

25. Keeney R., Raiffa H., Rajala D. Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs. / R. Keeney, H. Raiffa, D. Rajala. – ResearchGate. – 1979. – aug. – 403 с.

26. Koopmans T.C. Three Essays on the State of Economic Science / T.C. Koopmans – McGraw-Hill – 2013. – 244 с.

27. Kotler P., Keller K.L. Marketing management, 12th Edition / P. Kotler, K.L. Keller. – ResearchGate. – 2006. – jan. – 29 с.

28. Kurttila M. Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis — a hybrid method and its application to a forest-certification case. Forest Policy and Economics [Электронный ресурс]: ScienceDirect – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934199000040>.

29. Saaty T.L. Decision making — the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). Journal of Systems Science and Systems Engineering [Электронный ресурс]: SpringerLink – URL: <http://link.springer.com/10.1007/s11518-006-0151-5>.

30. Saaty T.L. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation, 2nd Edition / T.L. Saaty – WorldCat. – 1988. – 287 с.

31. Shahabi R.S. An ANP–SWOT approach for interdependency analysis and prioritizing the Iran 's steel scrap industry strategies [Электронный ресурс]: ScienceDirect – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142071400052X>.