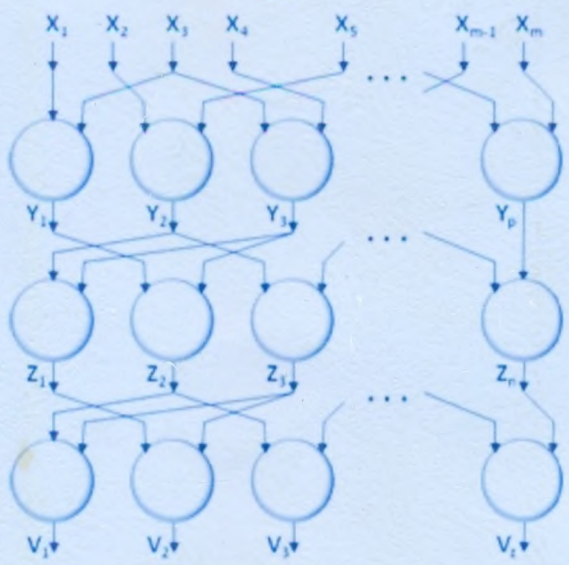


32.97
Н13

Н.Д. АБДРАХИМОВА

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ МЕНЕДЖМЕНТА ЗНАНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

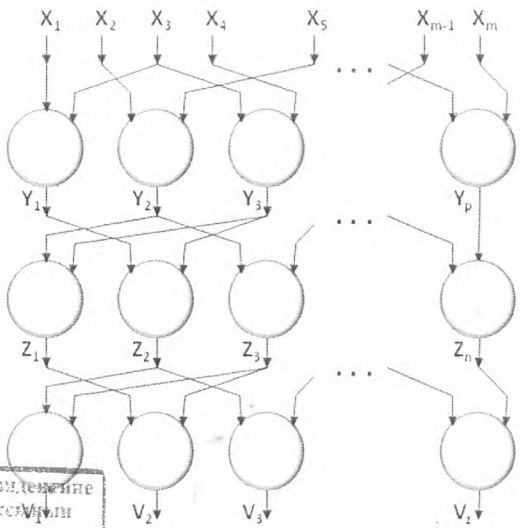


32.97
Н13

ИЛИМ • 2011

Н.Д. АБДРАХИМОВА

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ МЕНЕДЖМЕНТА ЗНАНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ



Кыргыз Республикасынын Президентине каршындагы Илимдер Академиясынын «Финанс жана банк иштеринин өсөшү» бөлүмүнүн директорунун орун басары
№ 07499

Кыргыз Республикасынын Президентинин алдындагы башкаруу Академиясынын Илимий Техникалык Китепканасы
№

БИШКЕК • ИЛИМ • 2011

УДК.004.9:001

ББК 32.97

А 13

Ответственный редактор: академик НАН КР, д-р. техн. наук, профессор
В.П. Живоглядов

Рецензенты: д-р. техн. наук, профессор В.Ф. Бабак
д-р. физ.- мат. наук, профессор Г.С. Денисов

Рекомендовано к печати Ученым советом Академии Управления
при Президенте Кыргызской Республики

Абдрахимова Н.Д.

А 13 МОДЕЛИ И МЕТОДЫ МЕНЕДЖМЕНТА ЗНАНИЙ В

ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ. – Бишкек: Илим, 2010. – 143 с.

ISBN 978-9967-12-153-9

Показано как на основе системного структурного подхода решена актуальная научно-техническая задача разработки моделей, алгоритмов и компьютерных программ менеджмента знаний и применения их в прикладных информационных системах различного назначения.

Монография предназначена специалистам в области информационных систем и технологий, менеджмента знаний, а также аспирантам и студентам вузов.

А 1404000000-11

УДК.004.9:001

ББК 32.97

ISBN 978-9967-12-153-9

© Абдрахимова Н.Д., 2011г.

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	6
1 ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ, СИСТЕМАТИЗАЦИИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМАХ	10
1.1 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ МЕНЕДЖМЕНТА ЗНАНИЙ	10
1.1.1 Основные понятия и функции систем менеджмента знаний.....	10
1.1.2 Классификация информационных ресурсов	11
1.1.3 Элементы теории систем и системного анализа.....	13
1.2 РАЗРАБОТКА ФОРМАЛИЗОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАНИЙ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМАХ	16
1.2.1 Построение модели извлечения знаний в технической системе на примере многорядной модели водопотребления растений	16
1.2.2 Модель извлечения знаний в человеко-машинной системе: многокритериальный выбор на основе предпочтений.....	26
1.3 РАЗРАБОТКА ФОРМАЛИЗОВАННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ЗНАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБЛИЖЕННЫХ МНОЖЕСТВ	35
1.3.1 Нечеткие множества и нечеткие выводы	35
1.3.2 Приближенные множества	39
1.3.3 Построение модели информационной системы на основе теории приближенных множеств.....	45
1.4 РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ.....	47
1.4.1 Структура системы знаний.....	48
1.4.2 Типы отношений.....	49
1.4.3 Синтез модели представления знаний	52
1.5 Выводы.....	53

2 МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ЗНАНИЙ	55
2.1 МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ТРЕХАСПЕКТНЫХ СИСТЕМ.....	55
2.1.1 Анализ систем менеджмента знаний	56
2.1.2 Синтез систем менеджмента знаний	58
2.1.3 Перспективы автоматизации процессов менеджмента знаний	60
2.2 МЕТОДИКА АНАЛИЗА И ВЫБОРА СУЩЕСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ОСНОВЕ ГРУППОВОГО УЧЕТА АРГУМЕНТОВ	61
2.3 РАЗРАБОТКА МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА НА ОСНОВЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ.....	64
2.3.1 Структура системы экспертного оценивания.....	64
2.3.2 Методы поиска оптимальных решений.....	64
2.3.3 Метод многокритериального выбора на основе предпочтений..	66
2.3.4 Анализ особенностей системы критериев.....	69
2.4 ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБЛИЖЕННЫХ МНОЖЕСТВ К АНАЛИЗУ И СИСТЕМАТИЗАЦИИ ЗНАНИЙ.....	70
2.4.1 Методика анализа и систематизации четких и нечетких знаний	70
2.4.2 Анализ и систематизация нечетких знаний	72
2.5 МЕТОДИКА РАБОТЫ С ОНТОЛОГИЧЕСКИМИ ЗНАНИЯМИ.....	75
2.6 ВЫВОДЫ.....	83
3 КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	84
3.1 КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАНИЙ	84
3.2 КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА НА ОСНОВЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ.....	87
3.3 КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ АНАЛИЗА ЗНАНИЙ	96
3.3.1 Функциональная структура системы анализа знаний.....	96

3.3.2 Экспертная система.....	99
3.4 КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ.....	102
3.5 ВЫВОДЫ.....	108
4 ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В МЕНЕДЖМЕНТЕ ЗНАНИЙ.....	109
4.1 СПЕЦИФИКА РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПОЗИЦИЙ МЕНЕДЖМЕНТА ЗНАНИЙ	109
4.2 РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	116
4.3 ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ПРОГРАММЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА НА ОСНОВЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ.....	118
4.4 ПРИМЕР КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТОВ	119
4.5 ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ, В ОБРАЗОВАНИИ	122
4.6 О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕНЕДЖМЕНТА ЗНАНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНОВ	127
4.7 Выводы.....	130
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	131
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	132
Печатные источники информации	132
Публикации в Интернет	142
Электронный ресурс на компакт диске.....	142

Введение

Если на начальном этапе информационной революции основное внимание общества уделялось развитию и освоению новых информационных технологий, то в последние годы, с наступлением второго этапа информационной революции, фокус внимания переместился на знания.

Современные тенденции в развитии информационных систем все больший упор делают на знание. С развитием высоких технологий и сервиса произошла смена приоритетов в бизнесе и управлении, причем информационный аспект вышел на первый план, приобретая форму менеджмента знаний. В данной работе приняты следующие толкования понятий «данные», «информация», «знания» [Э1], «менеджмент знаний»:

Данные – это любые измеримые и пригодные для представителя сведения, поступающие из внешней среды. Данные могут быть представлены в различной форме: цифровой, аналоговой, графической и т.д.

Информация – наделенные семантикой данные, сведения об объектах и предметах живой природы, событиях, явлениях, лицах, независимо от формы их представления.

Знания (Knowledge) – это определенным способом систематизированная и структурированная необходимая людям информация о внешней среде, природе, человеке и обществе, событиях, явлениях, объектах.

Менеджмент знаний – это вид деятельности, связанный с выполнением функций добывания, систематизации, диффузии, использования знаний.

Извлечение, накопление, оценка и развитие знаний и управление ими для достижения целей в бизнесе и управлении стало главной задачей для ведущих мировых компаний, систем образования и повышения квалификации кадров, в государственном управлении.

Ввиду сложности и взаимосвязанности функций менеджмента знаний предлагается комплексный подход [1] к решению его задач (рисунок 1) в разрезе перечисленных выше

процессов работы со знаниями. Он имеет две стороны: прикладную, ориентированную на решение задач конкретных типов; общую или онтологическую.

Прикладное моделирование знаний связано с вопросами:

- извлечения (добывания) знаний, выражающееся в выявлении существенных факторов, предпочтений и взаимосвязей;
- анализа и систематизации четких и нечетких знаний;
- извлечения предпочтений и многокритериального выбора на их основе.



Рисунок 1 – Комплекс задач менеджмента знаний

Онтологическое моделирование знаний предполагает:

- построение предельно общей модели представления знаний присущих любым предметным областям;
- разработку технологии целевого распространения и доставки знаний для типичных аудиторий и целевых групп.

Из возможного огромного множества задач менеджмента знаний в информационных системах в данной работе рассмотрены только те задачи, с которыми автор сталкивался в своей практической деятельности.

Одной из актуальных задач извлечения (добывания) знаний является определение факторов, существенно влияющих на характеристики процесса. Оно непосредственно связано с проблемой структурной идентификации. Известные методы отбора факторов характеризуются тем, что в их основе лежит

предположение о конкретном виде зависимости. Задача выбора при неизвестном виде зависимости рассматривается в данной работе.

Существуют разнообразные формализмы и модели представления знаний. Между тем с содержательной точки зрения в любых областях знания и деятельности есть немало общего. Выявления общих универсальных форм представления знаний и типовых процедур по работе с ними является актуальной задачей инженерии знаний.

Поддержка и принятие решений в условиях информационной неполноты и неопределенности специфичны для государственного управления и бизнеса на самых различных уровнях. Оптимальное использование творческих, интуитивных способностей человека и вычислительных, интерфейсных возможностей компьютеров в задачах разработки и принятия решений является одним из резервов повышения качества и оперативности решений, эффективности использования ресурсов. Извлечение предпочтений и многокритериальный выбор на их основе – следующая из рассматриваемых задач.

Проблема анализа и систематизации знаний охватывает все разнообразие задач, решаемых в социально-экономических и технологических системах. Существуют исследования по описанию знаний с помощью приближенных множеств. Особенности теорий приближенных и нечетких множеств наилучшим образом сочетаются именно в аспектах: 1) описание знаний – аппарат нечетких знаний; 2) систематизация знаний – аппарат приближенных множеств. В этом существо третьей задачи, решаемой в рамках данной работы.

Знания важны не сами по себе. Они необходимы для достижения целей. Остается открытым вопрос о том, как представлять знания в условиях распространения и доставки для целевой аудитории и как в последующем их эффективно использовать, поскольку совершенствование этих механизмов в организации процесса обучения является одним из важных рычагов повышения качества образования.

Таким образом, имеется необходимость в научно обоснованных моделях и методах извлечения, систематизации,

представления знаний и выбора на основе предпочтений в целях разностороннего анализа знаний в задачах проектирования ряда прикладных компьютерных информационных систем менеджмента знаний.

Автором выражается искренняя признательность научному руководителю – академику НАН КР Живоглядову В.П. за полезные советы, рекомендации и доброжелательное внимание к этой работе.

1 ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ, СИСТЕМАТИЗАЦИИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМАХ

1.1 Системный анализ в задачах менеджмента знаний

Менеджмент знаний как относительно самостоятельный вид деятельности неотделим от процессов управления в организационно-экономических системах, и всегда являлся одной из важных функций руководства любого уровня, однако в виде самостоятельной ветви теории и практики управления сформировался в конце прошлого века. Под менеджментом знаний понимают [Э2,Э3] создание и обработку информационных ресурсов организации, направленных на достижение ее целей. Термином "информационный ресурс" обозначается знание (управленческая информация самой различной природы).

1.1.1 Основные понятия и функции систем менеджмента знаний

Существуют различные декомпозиции систем управления знаниями. В [Э2] рассматривается приведенный ниже состав задач системы менеджмента знаний:

- достижение поставленных целей организации за счет роста интеллектуального капитала и эффективного его использования;
- повышение эффективности принимаемых решений;
- создание предпосылок для появления инноваций;
- использование бенчмаркинга во всех сферах деятельности;
- обучение и мотивация сотрудников;
- повышение эффективности процессов проектирования, изготовления, закупок и маркетинга.

В [Э3] менеджмент знаниями включает следующие процессы:

- создание или извлечение, добывание знаний;
- формализация знаний – разработка принципов, правил и процедур для представления и обработки информационных ресурсов; к формализации знаний относится также представление информации в структурированном виде;
- сохранение знаний – определение и использование подходящего типа носителей для хранения информационных ресурсов, которые допускают распределенное хранение знаний;
- диффузия знаний – распределение знаний в пределах организации и обеспечение доступа к ним в приемлемой для сотрудников организации форме, в том числе, в процессе индивидуального или коллективного обучения работников организации;
- координация и контроль знаний – обеспечение того, что организационное знание точно и постоянно используется.

1.1.2 Классификация информационных ресурсов

Рассмотрим классификации информационных ресурсов по нескольким основаниям, которые представляются наиболее важными с точки зрения задач анализа и синтеза систем управления знаниями [2].

По степени доступности: документированная и скрытая.

Документированная информация зафиксирована на каких-либо носителях (бумажных, фотографических, магнитных и т.п.) и обычно имеет определенный правовой статус. Она включена в документооборот организации, создается, регистрируется и обращается и используется по общим (определенным законами или иными нормативными актами) или специфическим правилам организации.

Скрытая информация не рассматривается как официальная, но непосредственно используется должностным лицом при

выполнении его функций. Как правило, она представляет наибольшую ценность. Место ее хранения – голова сотрудника и его личные архивы.

По степени формализации: неформализованные и формализованные ресурсы. Степень формализации может быть различной. Широко используются, например, средства и системы формального описания библиотечно-библиографического типа, основанные на классификации наук. Альтернативная и одновременно дополняющая система применяет дескрипторные языки для описания документов, а совокупность понятий и множество терминов организует в тезаурусы. Применение компьютеров в организационно-экономической деятельности значительно расширяет и углубляет требования к степени формализации, так как в той или иной степени охватывает все функции объекта.

По степени автоматизации функций управления знаниями: от "полностью ручных" до имеющих высокую степень автоматизации.

Степень автоматизации может быть различной и определяется многими факторами. К их числу следует отнести следующие:

- наличие четко определенных прав, обязанностей и внутренних стимулов для реализации функций менеджмента знаний;
- выделение ресурсов, необходимых для реализации этих функций;
- наличие системы оценивания эффективности выполнения работ и стимулирования по результатам деятельности;
- при выполнении перечисленных условий потенциальная возможность автоматизации подкрепляется ее мотивированной необходимостью.

1.1.3 Элементы теории систем и системного анализа

Система есть совокупность элементов, взаимосвязанных и взаимодействующих, образующих единство, которое обладает свойствами и поведением, не присущими его отдельным составляющим [3]. Система есть наше представление о сложном объекте или явлении.

Системы могут быть иерархическими, т.е. состоящими из подсистем различных уровней. В основе выделения подсистем лежит критерий силы связей между элементами. Система всегда обладает сильными внутренними связями элементов, причем их интенсивность непременно превышает интенсивности связей элементов системы с элементами среды. Аналогично рассматриваются и подсистемы. Интенсивности связей их элементов между собой выше силы связей между элементами разных подсистем.

Графически систему представляют с помощью организационных диаграмм. Количество уровней иерархии в различных системах может быть различным. Разные ветви системы могут иметь различную глубину. Все определяется спецификой описываемого или моделируемого объекта.

Реальные объекты или явления обычно чересчур сложны, чтобы их можно было описать с помощью большой системы. Поэтому для них существует такое средство, как сложная система. Сложная система есть описание или модель объекта в нескольких аспектах, рассматривающих его с различных точек зрения.

В системном анализе рассматриваются два основных аспекта: схемный и функциональный. Первый наиболее прост для понимания и нагляден. Мы можем сказать, что в схемном аспекте рассматриваются физические составляющие объекта и связи между ними. Схему, или оргструктуру (применительно к гуманитарным системам) проще всего наблюдать, изучать и моделировать.

Функциональный аспект объектов и явлений подчас не наблюдаем непосредственно, и именно поэтому необходимо решать задачу анализа. Суть ее заключается в восстановлении функциональной структуры объекта по его известной схеме

(организации). Функциональная модель объекта изображается также с помощью организационных диаграмм. Необходимо иметь в виду, что функциональная структура, как правило, в корне отличается от организационной структуры (схемы).

Задача анализа заключается в построении функциональной структуры исходя из известной организационной. Суть задачи синтеза – в построении организационной структуры на основе известной функциональной.

В основу анализа и построения структур могут быть положены различные виды отношений. Наиболее часто используются следующие типы.

1. Отношение «целое – часть». Показывает, из чего состоит целое и как соотносятся друг с другом и с целым его части.
2. Отношение подчинения. Связывает начальников и подчиненных. Между подчиненными оно имеет смысл соподчинения. Используется при построении оргструктур. Нежелательно на одной организационной диаграмме использовать оба вида отношений сразу.

Целевая структура и задачи системного анализа.

Гуманитарные системы не могут быть описаны без использования понятий цели или системы целей. В этом их отличие от технических систем. Специфика целевого аспекта в том, что он явно противоречив. Некоторые цели противоречат друг другу, другие в определенной степени направлены согласно. Анализ и увязка совокупности целей в систему является одной из важнейших задач системного анализа организационно-технических систем.

Какой вид отношений связывает цели между собой? Целевая структура может быть основана на отношениях «целое-часть». В этом случае нижележащие подсистемы и элементы выступают как составные части или подцели целей более высокого уровня. Нередки случаи, когда в целевой структуре используются отношения типа «цель – средство». В частности, метод дерева целей ориентирован именно на этот вид отношений. Здесь нижележащие элементы (цели) выступают в качестве средств достижения целей непосредственно вышележащего уровня.

Таким образом, модель объекта организационно-экономического вида может быть адекватно представлена в виде сложной системы, рассматриваемой как минимум в трех аспектах: целевом, функциональном и организационном [2,4]. В следующем разделе рассмотрим методы анализа и синтеза таких трехаспектных систем.

1.2 Разработка формализованных моделей извлечения знаний в технических и человеко-машинных системах

Извлечение знаний в технических системах включает выделение существенных факторов из множества факторов, доступных для наблюдения, и построение модели преобразования данных наблюдений за изменением этих факторов в информацию, важную для пользователей систем, т.е. в знания о состоянии объекта наблюдения. Данная задача рассмотрена на примере отбора существенных факторов, влияющих на водопотребление растений. В настоящее время эта задача достаточно актуальна, так как Кыргызстан находится в аридной зоне и имеет место дефицит водных ресурсов. Прогресс в земледелии, а значит и в животноводстве выражается прежде всего в повышении урожайности и качестве сельскохозяйственных культур, сохранении и приумножении плодородия земель и обеспечении экологически чистого производства. Он достигается оптимизацией технологии сельскохозяйственного производства и, прежде всего, оптимальным удовлетворением потребностей возделываемых растений, рациональным использованием водных ресурсов.

1.2.1 Построение модели извлечения знаний в технической системе на примере многорядной модели водопотребления растений

Модели группового учета аргументов. Сущность рассматриваемого подхода заключается в целенаправленном переборе постепенно усложняющихся структур моделей и их отборе по ряду целесообразных эвристических критериев [5].

Основную ценность имеют сложные многоуровневые алгоритмы самоорганизации. Метод имеет свою область приложения и свои границы применимости. Он зарекомендовал себя работающим методом, об этом свидетельствуют работы [6–10]. Результатом перебора является модель оптимальной структуры в виде одного уравнения или системы уравнений.

Особенность применения критериев отбора такова, что усложнение структуры модели, повышение ее сложности в начале

вызывает уменьшение значения критерия, его стабилизацию, а затем рост.

Наиболее простой из обычно используемых критериев – критерий регулярности. Он применим для моделей, цель которых заключается в прогнозировании. Кроме того, он часто применяется совместно с другими критериями для ликвидации многозначности. При этом вычисляется как среднеквадратическая ошибка на отдельной выборке данных. Среди других критериев следует отметить критерий непротиворечивости и баланса переменных. Они обычно используются для идентификации связей и для долгосрочного прогноза соответственно.

Среди многорядных алгоритмов выделяют по виду опорной функции следующие [5]:

Модель с линейными полиномами. В них используются описания вида

$$y_i = a_0 + a_1x_i + a_2x_j, \quad 0 \leq i \leq m \quad (1.1)$$

где m – число входных аргументов.

Усложнение модели происходит только за счет увеличения числа учитываемых аргументов: на первом ряду селекции синтезируются модели, содержащие по два аргумента, на втором по три и четыре, на третьем до восьми аргументов и т.д. Число рядов можно наращивать до $S = m - 1$ ряда, где все аргументы уже исчерпываются.

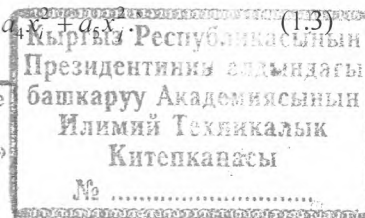
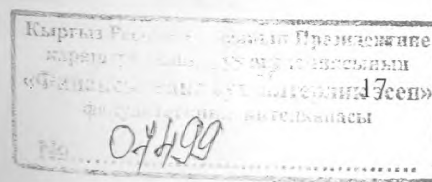
Модель с ковариациями представим в виде

$$y_1 = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{12}x_1x_2. \quad (1.2)$$

Данная модель учитывает совместное влияние двух факторов и этим значительно отличается от линейной модели.

Модель с ковариациями и квадратичными членами. Может быть представлена следующими частными описаниями

$$y_k = a_0 + a_1x_i + a_2x_j + a_3x_ix_j + a_4x_i^2 + a_5x_j^2. \quad (1.3)$$



От ряда к ряду селекции сложность модели увеличивается как по числу учитываемых аргументов, так и по степени сложности модели. На первом ряду – квадратичные описания, на втором – четвертой степени, на третьем – восьмой, на четвертом – шестнадцатой степени и т.д. В связи с этим минимум критерия селекции находится быстро, но не совсем точно. Кроме того, имеется опасность потери существенного аргумента, особенно на первых рядах селекции в случае отсутствия протекции. Специальные теоремы теории МГУА устанавливают условия, при которых результат селекции не отличается от результата полного перебора моделей.

Модель со случайным выбором партнеров. В случае малой обусловленности матриц перебор расширяется и включает в себя пары переменных разных рядов. Число выбранных случайным образом пар не следует увеличивать больше чем до двенадцати. Использование случайного подхода к селекции позволяет решить задачу с числом аргументов до тысячи.

Модель с последовательным выделением трендов. Трендами называют уравнения регрессии по любому одному аргументу $f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_m)$. Описываемая модель использует частные описания в классе сумм отдельных трендов.

$$y = a_0 + a_1 f(x_1) + a_2 f(x_2) + \dots + a_m f(x_m). \quad (1.4)$$

Каждый из трендов может быть полиномом любой степени от одного аргумента. Последовательность построения алгоритма следующая:

- выделяется первый тренд и вычисляется разность (первый остаток) истинных значений функции и тренда.
- этот остаток аппроксимируется вторым трендом и находится вторая разность (второй остаток и т.д.).

Практически удается выделить до пяти – шести трендов, причем этот процесс продолжается до тех пор, пока снижается критерий селекции. При переборе трендов с целью нахождения x_1, x_2, \dots, x_m следует включить время (текущее время), даже если выделяется отдельный временной тренд f_i .

В силу рассмотрения моделей наилучшей представляется базовая модель с ковариациями. Достоинство ее в том, что:

- во-первых, нет катастрофического роста степеней в результирующей модели;
- во-вторых, учитывается влияние не только каждого из факторов в отдельности, но и их взаимное усиливающее, либо ослабляющее воздействие на зависимый показатель.

Анализ существующих моделей водопотребления.

Суммарное водопотребление в практике орошения определяется формулой [11]

$$E_{ис} + E_{тр} = M_{инт} + P + \Delta W, \quad (1.5)$$

где $E_{ис}$ – расход воды на испарение с поверхности почвы;
 $E_{тр}$ – расход воды на транспирацию растений;
 $M_{инт}$ – оросительная норма, нетто;
 P – осадки, поступающие в активный слой почвы в течение вегетационного периода;
 ΔW – запасы влаги в почве, используемые за период вегетации.

В связи с тем, что определение суммарного водопотребления сопряжено с трудоемкими и длительными полевыми исследованиями, а также сложностью учета и измерения всех действующих факторов, в настоящее время как в странах СНГ, так и за рубежом получили широкое развитие методы, основанные на эмпирической связи водопотребления с метеорологическими показателями, что позволяет без проведения трудоемких опытных исследований, использовать для этих целей метеорологические данные наблюдений государственной сетью гидрометеорологической службы. Так, в практике проектирования оросительных систем в странах СНГ, НРБ, Чехословакии используется биоклиматический способ, основанный на анализе приходно-расходных элементов водного баланса орошаемой площади. Согласно данному способу суммарное испарение определяют как сумму среднесуточных дефицитов влажности

Суммарное водопотребление с учетом формулы Иванова Н.И. будет иметь вид

$$U = K \times 0.0018 \times (25 + t)^2 \times (100 - a). \quad (1.13)$$

Анализируя результаты экспериментальных данных, характеризующих суммарное водопотребление, полученные в разных природных зонах страны в условиях высоких урожаев, Алпатов А.М. предложил определить E по формуле

$$E = 0.65 \times \sum d, \quad (1.14)$$

где E – потребность в воде, мм;
 $\sum d$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за вегетационный период данной культуры, мм.

Расчет испарения почвой Тюрком [16] производится на основании данных о температуре, осадках, солнечной радиации, запасах воды в почве, виде растения, возделываемого на орошаемом поле

$$E = \frac{P + 2}{\sqrt{1 + \left(\frac{P + a}{e}\right)^2}}, \quad (1.15)$$

где E – испарение почвой за декаду, мм;
 P – сумма осадков, мм за декаду, и количество поданной поливной воды за эту же декаду, мм;
 a – слой воды, испаряющейся за декаду из почвы, мм;
 e – максимальное значение декадного испарения, мм.
 e зависит от суммарной солнечной радиации, ккал/см² и от t – воздуха.

Определение водопотребления по Penman Н.Л. [17] производится на основе учета солнечной радиации, суточного тепла и испарения с водной поверхности

$$H = R_A(1 - r) \left(0.16 + 0.55 \frac{n}{N}\right) \sigma T_a^4 \left(0.56 - 0.092 \sqrt{l_d}\right) \left(0.01 + 0.90 \frac{n}{N}\right), \quad (1.16)$$

$$E_a = 0.35(l_a - l_d) \left(1 + 0.0098 U_2\right), \quad (1.17)$$

$$E_T = \frac{\Delta H + 0.27 E_a}{\Delta + 0.27}, \quad (1.18)$$

где H – суточное количество тепла на поверхности земли;
 R_A – вычисленная радиация, которая поступила бы на землю при отсутствии атмосферы;
 r – коэффициент отражения от поверхности;
 n – фактическая продолжительность солнечного освещения;
 N – максимально возможная продолжительность яркого освещения;
 $\sigma \times T_a^4$ – теоретическое излучение черных тел при температуре T_a ;
 l_d – давление насыщенных паров при средней точке росы, т.е. фактическое давление паров в воздухе, мм ртутного столба;
 l_a – давление насыщенных паров при средней температуре воздуха, мм ртутного столба;
 E_a – испарение, мм воды в сутки;
 E_T – водопотребление, мм воды в сутки;
 Δ – коэффициент, равный $\frac{l_a}{t}$;
 t – температура воздуха, град. С;
 U_2 – средняя скорость ветра на высоте 2 метра от земли, миль в сутки.

На моделях суммарного испарения основаны методы расчета водопотребления сельскохозяйственных культур, предложенные Талалаевским Г.В., Харченко С.И. [18], Данильченко Н.В. [19] и другими. Одни модели более универсальны, другие требуют сложных расчетов, третьи основаны на факторах, не измеряемых на

большинстве метеорологических станций. Кроме того, в основном модели ориентированы на определенный регион. Поскольку эти зависимости эмпирические, ошибки при определении водопотребления достаточно велики.

Анализ существующих моделей для определения водопотребления с использованием эмпирических зависимостей показывает, что основными факторами при определении водопотребления являются: испарение, дефицит влажности воздуха, почвы, осадки, скорость ветра, солнечная радиация, продолжительность яркого освещения, атмосферное давление, влажность почвы, температура поверхности земли, а также биологические свойства растений, оказывающие влияние на их режим водопотребления. Эти свойства связаны с видом растений, их фазой развития. Все изменения, связанные с различными приемами агротехники, биологическими свойствами растений (селекция, предпосевная обработка семян и т.д.) учитываются через влияние основных факторов. Многофакторная связь испарения с определяющими характеристиками чрезвычайно усложняет исследование режима водопотребления растений. Выявляемые закономерности являются отражением неких существенных сторон или моментов строения или функционирования рассматриваемого объекта моделирования. Прямое установление количественных зависимостей основных факторов, характеризующих внутренние закономерные связи в данных, затруднительно.

Специфические особенности объекта и очень большое количество данных многолетних наблюдений, необходимых для конструирования и идентифицирования модели взаимосвязей, а также требования точности исключают возможность использования традиционных методов. Одним из наиболее эффективных инструментов создания моделей водопотребления является использование одного из классов нового направления в развитии системного анализа – системы Data Mining [20–25, Э4, Э5], а именно эволюционного программирования, связанного с поиском зависимости целевых переменных от остальных в форме функций какого-то определенного вида. Наиболее удачными алгоритмами этого типа являются алгоритмы, применяемые в методе группового учета аргументов (МГУА) [5]. Зависимость ищется в форме полиномов.

Многорядная модель водопотребления растений. Из рассмотренных выше моделей наилучшей представляется базовая модель с ковариациями (1.2)

$$y_1 = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{12}x_1x_2.$$

Данная модель учитывает совместное влияние двух факторов и этим значительно отличается от линейной модели.

Достоинство ее в том, что:

- во-первых, нет катастрофического роста степеней в результирующей модели;
- во-вторых, учитывается влияние не только каждого из факторов в отдельности, но и их взаимное усиливающее, либо ослабляющее воздействие на зависимый показатель.

Выбранная базовая модель явилась элементом для построения многорядной модели водопотребления растений. Последняя представляется в следующем виде [Э6,26,27]

$$\begin{aligned} f_i^1 &= a_{0_i}^1 + a_{1_i}^1 x_{k_i} + a_{2_i}^1 x_{l_i} + a_{3_i}^1 x_{k_i} x_{l_i}, & i = \overline{1, m} \\ f_i^2 &= a_{0_i}^2 + a_{1_i}^2 f_{k_i}^1 + a_{2_i}^2 f_{l_i}^1 + a_{3_i}^2 f_{k_i}^1 f_{l_i}^1, & i = \overline{1, m} \\ &\vdots \\ f_i^j &= a_{0_i}^j + a_{1_i}^j f_{k_i}^{j-1} + a_{2_i}^j f_{l_i}^{j-1} + a_{3_i}^j f_{k_i}^{j-1} f_{l_i}^{j-1}, & i = \overline{1, m} \\ &\vdots \\ f_i^n &= a_{0_i}^n + a_{1_i}^n f_{k_i}^{n-1} + a_{2_i}^n f_{l_i}^{n-1} + a_{3_i}^n f_{k_i}^{n-1} f_{l_i}^{n-1}, & i = \overline{1, m} \end{aligned} \quad (1.19)$$

где m – количество селектированных моделей;
 n – показатель степени сложности модели;
 $a_{0_i}^j$ – свободный член;
 $a_{p_i}^j$ – регрессионный коэффициент ($p = 1, 2, 3$);
 f_i^1 – модель первой степени сложности из числа селектированных в первом ряду;

f_i^n – модель n степени сложности из числа селектированных в n ряду;

f_i^j – модель j степени сложности из числа выбранных на j ряду селекции;

$k_i, l_i \in \{1, 2, \dots, m\}$ – индексы моделей предшествующего уровня селекции, включаемые в данную модель.

В качестве критерия использовалась зависимость, по смыслу соответствующая критерию регулярности. Минимум суммы квадратов отклонений на данных проверочной совокупности.

Выбранный способ формирования совокупности наблюдений применим в тех случаях, когда в исходных данных отсутствуют периодические составляющие высоких порядков. Данные наблюдений, использованных при построении модели водопотребления, удовлетворяют этому условию.

1.2.2 Модель извлечения знаний в человеко-машинной системе: многокритериальный выбор на основе предпочтений

Извлечение знаний в человеко-машинной системе рассмотрено на примере преобразования неформальных предпочтений лица, принимающего решение (ЛПР) в формализованные знания.

Процессы извлечения, формализации, преобразования и обработки необходимы, в конечном счете, для выработки и принятия решений. В данном разделе рассмотрим исходные предпосылки и задачи многокритериального выбора на основе предпочтений.

Постановка задачи. Многокритериальный выбор (многокритериальная оптимизация) является наиболее распространенным в практике планирования и управления.

Подходы к решению задач многокритериальной оптимизации развиваются уже не одно десятилетие. Существуют различные методы решения таких задач [28–45], которые могут

быть классифицированы так, как это представлено на диаграмме (рисунок 1.1).

Все перечисленные типы методов, за исключением последнего (в соответствии с рисунком 1.1), являются количественными, т.е. они предполагают наличие количественных ограничений и выражений для целевых функций.

Модель или задача представляются или могут быть представлены в следующем виде [28]:

$$F(X) \rightarrow \text{Ext}r, A \leq \Phi(X) \leq B. \quad (1.20)$$

Здесь: X – вектор искомых переменных;

$F()$ – целевая вектор-функция;

$\Phi()$ – вектор выражений над искомыми переменными, на которые накладываются ограничения;

A и B – векторы нижних и верхних границ.

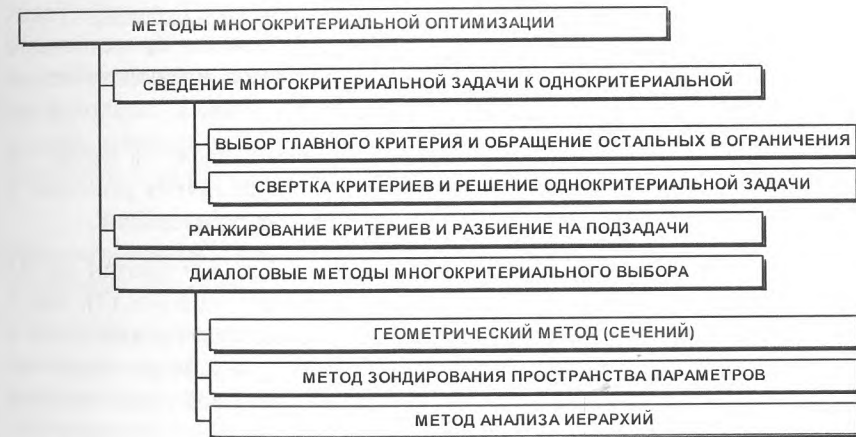


Рисунок 1.1 – Классификация методов многокритериальной оптимизации

В практике работы над задачами нередко случаются случаи, когда известны критерии, но нет возможности выразить их в виде целевых функций, когда известны некоторые ограничения, определяющие

допустимые решения, но количественное представление их в виде системы ограничений либо невозможно, либо делает нерациональным постановку и решение оптимизационной задачи. В подобных ситуациях неоценимую помощь могут оказать методы, базирующиеся на неколичественных (качественных) оценках эксперта или лица, принимающего решение (ЛПР) [44,45]. Особое место среди них занимает метод анализа иерархий [44], наиболее известный и проработанный до коммерческой компьютерной реализации. Он позволяет в диалоге с экспертом решать задачи, для которых нет адекватных количественных методов и моделей и занимает промежуточное положение между методами обработки количественной и качественной информации. Его недостаток с точки зрения использования, заключается в необходимости оценки соотношений по шкале, которая сложна для пользователя (эксперта). Кроме того, нередки ситуации, когда возможности оценивания очень ограничены в силу значительной неопределенности ситуации по точности или степени подробности исходной информации. Это затрудняет использование метода и может приводить к ухудшению получаемого решения, если исходная информация не имеет градаций качества. В этих случаях желательно иметь более простое в использовании средство для целей извлечения предпочтений, их обработки и представления результатов для принятия компромиссных решений.

Задача выбора на основе предпочтений является одной из наименее разработанных в теории и практике принятия решений и методов поиска экстремума при наличии многих критериев.

Именно для решения таких задач и был разработан метод многокритериального выбора на основе предпочтений [46,47]. Как и другие методы многокритериальной оптимизации, он реализуется в диалоге с пользователем, но опирается исключительно на информацию качественного характера, которой располагает эксперт.

Для изложения сущности метода определены основные понятия, свойственные данной области знания. Источниками для них послужили публикации [48–55].

Проблемой называют ситуацию, характеризующуюся наличием существенных различий между существующим положением дел и тем, каким его хотелось бы видеть.

Формальными признаками проблемной ситуации являются:

- несоответствие между действительным и желаемым состоянием объекта либо течением процесса;
- наличие возможностей достижения желаемого (целевого) состояния исходя из существующего;
- наличие возможностей выбора путей достижения целей.

Если отсутствует хотя бы одна из этих составляющих, то мы не можем говорить о наличии проблемы. Если отсутствует несоответствие, то вообще не имеет смысла говорить о проблеме. Если есть несоответствие, но не существует никаких возможностей ее преодоления, то проблема просто неразрешима, а значит и заниматься ею – пустая трата сил. Если возможность есть, но она является единственной, то нет выбора, а значит нечего решать.

Задача. В отличие от проблемы, где известны, пусть в самых общих чертах то, что “дано” – исходная ситуация, и “что требуется найти” – целевое состояние, в задаче определено и “как” получить из исходных данных желаемый результат. Задача состоит из трех частей, взаимосвязь и развитие которых в процессе формирования проблемы и ее преобразования в задачу показаны на рисунке 1.2

Задача разработки и принятия управленческого решения рассматривается как множество, состоящее из следующих элементов, как показано в таблице 1.1.

Для дополнения (доопределения) приведенной в таблице 1.1 проблемы до задачи требуется указать метод решения или, хотя бы, пути, которые могли бы привести к ее решению. Для этого следует остановиться на специфике задач разработки решений. Задачи этого класса характеризуются значительной неопределенностью исходных данных. Поэтому возможности применения количественных методов сильно ограничены.

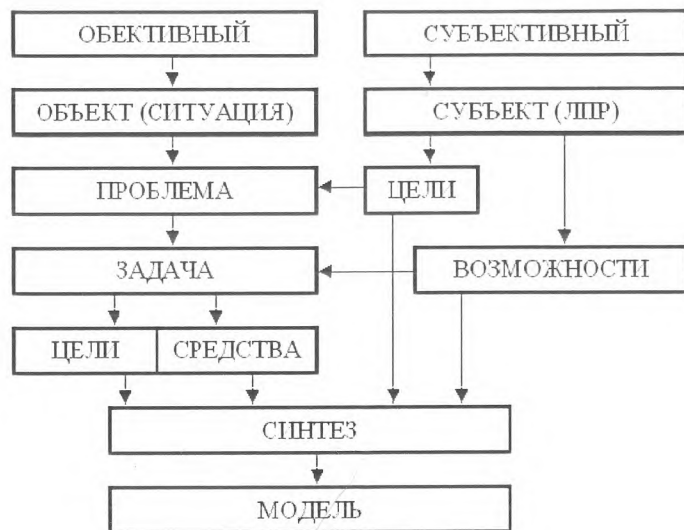


Рисунок 1.2 – Генезис постановки задачи

Вычислительная техника и программные средства являются вспомогательными и необходимы для выполнения рутинных операций. Основная роль отводится интуитивному (подсознательному) мышлению эксперта и лица, принимающего решение. Поэтому субъективный аспект процесса разработки решения наряду с объективным выходит на первый план.

Технология решения задач. Процесс решения задачи состоит в поэтапном снижении степени неопределенности задачи до тех пор, пока не будет получено оптимальное или приемлемое решение. Он состоит из следующих шагов: структуризация; характеристика; оптимизация.

Структуризация предполагает выделение основных аспектов рассмотрения проблемы, вычленение в разрезе каждого из них структурных элементов и выявление их взаимных связей. Проблема или задача рассматривается как сложная (многоаспектная) и большая (состоящая из элементов и подсистем различных уровней).

Характеризация заключается в оценке как самих аспектов, так и отдельных составляющих проблемы или задачи по каждому из аспектов. Оценки могут быть как качественными, так и количественными.

Оптимизация состоит в выборе наилучшего решения. Она обычно осуществляется в неявном виде на основе критерия и системы предпочтений, которые также могут не иметь определенного формального представления.

Таблица 1.1 — Атрибуты проблемы и задачи

Что дано	Что следует определить
1. Исходная ситуация.	1. Множество гипотетических ситуаций, доопределяющих исходную проблемную ситуацию.
2. Ресурс времени на разработку и принятие управленческого решения.	2. Множество вероятностных характеристик перечисленных выше гипотетических ситуаций.
3. Ресурсы различных видов (кроме временного).	3. Множество целей (желаемые результаты).
	4. Множество ограничивающих условий (физические, экономические, правовые ограничения).
	5. Множество возможных (допустимых) решений.
	6. Функция предпочтения решений.
	7. Критерий выбора.

Отношение. Бинарным отношением называют множество пар объектов, для которых справедливо $\langle x, y \rangle \in R$, где R — отношение, а x и y — объекты. Отношения задаются перечислением, с помощью таблиц либо методом сечений.

$$A = \{a_i : i = 1, \dots, n\}, \quad (1.21)$$

где A – множество альтернатив мощности n ,
 i – индекс альтернативы,
 a_i – i – ая альтернатива.

Конечное множество критериев

$$B = \{b_j : j = 1, \dots, m\}, \quad (1.22)$$

где B – множество критериев мощности m ,
 j – индекс критерия,
 b_j – j – критерий.

Тогда отношение предпочтительности Q на множестве B критериев мощности m будет определено следующим способом

$$Q = \{q_{ij} = (b_i, b_j) : (q_{ij}) \in Q\}, \quad (1.23)$$

где $q_{i,j}$ – пара критериев b_i, b_j , связанных отношением предпочтительности Q .

Рассмотрим отношение альтернатив в аспекте отдельного критерия k . Для определения отношения предпочтительности по критерию k на множестве альтернатив A введем в рассмотрение конечное множество пар элементов декартова произведения альтернатив $r_{ij}^k = (a_i, a_j)^k$, связанных бинарным отношением R_k , называемое отношением предпочтительности по критерию k на множестве альтернатив A .

$$R_k = \{r_{ij}^k = (a_i, a_j)^k : r_{ij}^k \in R_k\}, \quad k = 1, \dots, m. \quad (1.24)$$

Определение Q, R_k позволяет поставить и решить задачу извлечения и формализации предпочтений в диалоге путем предъявления альтернатив, фиксации и последующего анализа ответов эксперта.

1.3 Разработка формализованной модели систематизации знаний с использованием приближенных множеств

Существуют различные формализмы для описания, представления и использования знаний. Это обусловлено многообразием знаний, тем не менее, существуют некоторые общие универсальные формы, раскрытию и описанию которых посвящен данный раздел.

Содержание знаний системно по своей природе. Однако для разработки формальных методов требуется моделирование свойств, отношений и более глубоких связей, что охватывается понятием моделей.

1.3.1 Нечеткие множества и нечеткие выводы

Пусть U полное множество, охватывающее всю проблемную область. Нечеткое подмножество F множества U согласно [56,57] определяется через функцию принадлежности $\mu_F(u)$, где u – элемент множества U на множестве чисел в отрезке $[0,1]$, которые указывают степень принадлежности каждого элемента нечеткому множеству F . Если полное множество U состоит из конечного числа множеств u_1, u_2, \dots, u_n , то нечеткое множество F можно представить в виде.

$$F = \mu_F(u_1)/u_1 + \mu_F(u_2)/u_2 + \dots + \mu_F(u_n)/u_n = \sum_{i=1}^n \mu_F(u_i)/u_i \quad (1.25)$$

В данной формуле знак "+" не означает сложения и имеет несколько отличный от традиционного смысл – объединение элементов, где знаменатель – совокупность элементов множества, числитель – принадлежность.

Операции с нечеткими подмножествами множества U .

Операция дополнения соответствует отрицанию

$$\bar{F} = \sum_i (1 - \mu_F(u_i)) / u_i \quad \text{или} \quad \mu_{\bar{F}}(u) = 1 - \mu_F(u) \quad (1.26)$$

Объединение множеств соответствует или

$$F \cup G = \sum_i^n (\mu_F(u_i) \vee \mu_G(u_i)) / u_i \text{ или } \mu_{F \cup G}(u) = \mu_F(u) \vee \mu_G(u) \quad (1.27)$$

где \vee – знак операции взятия максимума.

Пересечение множеств

$$F \cap G = \sum_i^n (\mu_F(u_i) \wedge \mu_G(u_i)) / u_i \text{ или } \mu_{F \cap G}(u) = \mu_F(u) \wedge \mu_G(u) \quad (1.28)$$

где \wedge – знак операции взятия минимума.

Операции с нечеткими отношениями.

Нечетким отношением R между полным множеством $U = \{u_1, u_2, \dots, u_l\}$ и другой областью полным множеством $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ называется нечеткое подмножество прямого произведения $U \times V$, определяемое следующим образом

$$R = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \mu_R(u_i, v_j) / (u_i, v_j). \quad (1.29)$$

Для знания – правила типа "если F , то G ", где $F(\subset U)$ и $G(\subset V)$ нечеткие множества, одним из способов построения нечеткого отношения из соответствующей области полного множества U в область полного множества V может быть описано в виде

$$R = F \times G = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m (\mu_F(u_i) \wedge \mu_G(v_j)) / (u_i, v_j) \text{ или} \\ \mu_R(u, v) = \mu_F(u) \wedge \mu_G(v) \quad (1.30)$$

Помимо этого данное отношение можно представить в виде матрицы отношений. В качестве элементов матрицы записываются

значения принадлежности $\mu_F(u_i), \mu_G(v_j)$, указанные в числителе формулы вычисления

$$\rightarrow v_j \\ R = u_i \downarrow \begin{bmatrix} \mu_F(u_1) \wedge \mu_G(v_1) & \mu_F(u_1) \wedge \mu_G(v_2) & \dots & \mu_F(u_1) \wedge \mu_G(v_j) \\ \mu_F(u_2) \wedge \mu_G(v_1) & \mu_F(u_2) \wedge \mu_G(v_2) & \dots & \mu_F(u_2) \wedge \mu_G(v_j) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \mu_F(u_l) \wedge \mu_G(v_1) & \mu_F(u_l) \wedge \mu_G(v_2) & \dots & \mu_F(u_l) \wedge \mu_G(v_j) \end{bmatrix}, \quad (1.31)$$

здесь \wedge – операции взятия минимума

Пусть R – нечеткое отношение из области U в область V , а S – нечеткое отношение из области V в область полного множества W определяется как свертка

$$R \circ S = \sum_{i=1}^l \sum_{k=1}^n \sum_{j \in V} \vee (\mu_R(u_i, v_j) \wedge \mu_S(v_j, w_k)) / (u_i, w_k), \quad (1.32)$$

где знак \circ – обозначает свертку max-min.

$$\rightarrow v_j \\ R \circ S = u_i \downarrow \begin{bmatrix} \mu_F(u_1) \wedge \mu_G(v_1) & \mu_F(u_1) \wedge \mu_G(v_2) & \dots & \mu_F(u_1) \wedge \mu_G(v_j) \\ \mu_F(u_2) \wedge \mu_G(v_1) & \mu_F(u_2) \wedge \mu_G(v_2) & \dots & \mu_F(u_2) \wedge \mu_G(v_j) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \mu_F(u_l) \wedge \mu_G(v_1) & \mu_F(u_l) \wedge \mu_G(v_2) & \dots & \mu_F(u_l) \wedge \mu_G(v_j) \end{bmatrix} \circ$$

$$\rightarrow w_k \\ \circ v_j \downarrow \begin{bmatrix} \mu_F(v_1) \wedge \mu_H(w_1) & \mu_F(v_1) \wedge \mu_H(w_2) & \dots & \mu_F(v_1) \wedge \mu_H(w_k) \\ \mu_F(v_2) \wedge \mu_H(w_1) & \mu_F(v_2) \wedge \mu_H(w_2) & \dots & \mu_F(v_2) \wedge \mu_H(w_k) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \mu_F(v_j) \wedge \mu_H(w_1) & \mu_F(v_j) \wedge \mu_H(w_2) & \dots & \mu_F(v_j) \wedge \mu_H(w_k) \end{bmatrix} =$$

$$\rightarrow w_k$$

$$= u_i \downarrow \left[t_{ik} = \bigvee_j ((\mu_{F'}(u_i) \wedge \mu_G(v_j)) \wedge (\mu_{F'}(v_j) \wedge \mu_H(w_k))) \right] \quad (1.33)$$

Нечеткие выводы

Если знания представлены нечеткими множествами (F, G, F', G') , где $F, F' \subset (U = \{u_1, u_2, \dots, u_i\})$, $G, G' \subset (V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\})$. Вывод G' из F' по правилу $F \Rightarrow G$ записывается в следующем виде

$$F \Rightarrow G, \quad \frac{F'}{G'}$$

Множества F и F' не обязательно совпадают, они могут быть близки к друг другу и сопоставимы, в этом случае можно получить вывод G' .

Нечеткое отношение правила $F \Rightarrow G$ может быть определено по формуле (1.30). Если это цепочка из нескольких правил, то отношение находится как свертка \max - \min

$$R \circ S = \sum_{i=1}^l \sum_{k=1}^n \bigvee_{v_j \in V} (\mu_R(u_i, v_j) \wedge \mu_S(v_j, w_k)) / (u_i, w_k). \quad (1.34)$$

Вывод G' определяется из свертки \max - \min нечеткого множества F' и отношения R

$$G' = F' \circ R = \sum_{i=1}^m \bigvee_{u_i \in U} (\mu_{F'}(u_i) \wedge \mu_R(u_i, v_j)) / v_j. \quad (1.35)$$

F' представлено в виде матрицы строки. В итоговой матрице каждый элемент j представляет значение принадлежности v_j множества G' .

1.3.2 Приближенные множества

Считается, что человеку, вполне по силам создать базу знаний, состоящую из нескольких десятков правил. Первые, реально функционирующие экспертные системы, насчитывали сотни правил, на подготовку которых затрачивалось по несколько человеко-лет. Создать и вести базу знаний с количеством правил больше тысячи вручную, оказывается вовсе невозможным. Высокая трудоемкость моделирования проблемной области обуславливает необходимость компьютерной поддержки процессов извлечения, формализации, проверки знаний на полноту и непротиворечивость, а также последующей систематизации для включения в базу знаний.

Выполнением перечисленных функций не исчерпывается этап создания экспертной системы. Процессы совершенствования и развития системы знаний требуют систематического пополнения базы знаний. При этом общий объем работ возрастает. Требуется обеспечить согласованность всей совокупности, а не только вновь вводимой порции знаний.

Наиболее проработаны вопросы анализа и систематизации четких знаний. Данный раздел посвящен средствам, позволяющим облегчить подготовку базы нечетких знаний.

Для целей анализа и систематизации знаний плодотворным оказалось применение теории приближенных множеств [58-61].

Приближенные множества базируются на понятии пространства аппроксимации и способе аппроксимации множества и семейства множеств.

Пространство аппроксимации - это упорядоченная пара $A = \langle U, R \rangle$, в которой U является универсумом, а R - бинарное отношение $R \subseteq U \times U$.

Определенное на универсуме U бинарное отношение R (отношение неразличимости) является отношением эквивалентности и разбивает множество, на котором определено, на классы эквивалентности (R -элементарные множества), образующие фактор - множество этого отношения. R -

элементарное множество, которое содержит элемент $x \in U$ обозначается через $\{x\}_R$.

Свойство 1. R – различимым множеством называется конечная сумма R –элементарных множеств.

Свойство 2. R – неразличимым или приближенным множеством в пространстве аппроксимации $A = \langle U, R \rangle$ называется каждое множество, которое не является R – различимым.

Приближенным называется множество, которое не является конечной суммой R – элементарных множеств.

Для аппроксимации подмножества X универсума U вводится понятие R – нижняя аппроксимации X

$$\underline{R}X = \{x \in U : [x]_R \subseteq X\}, \quad (1.36)$$

и R – верхняя аппроксимации X

$$\overline{R}X = \{x \in U : [x]_R \cap X \neq \emptyset\}. \quad (1.37)$$

Свойство 3. Для произвольного подмножества $X \subseteq U$, если $\underline{R}X = \overline{R}X$, то X – R -различимое. Если $\underline{R}X \neq \overline{R}X$, тогда X приближенное множество.

На основе введенных понятий вводятся определения точности и приближенности аппроксимаций множества и определения по аппроксимации семейства множеств.

Единица знаний характеризует некоторый объект через его свойства и отношения с другими объектами. Объект характеризуется некоторой совокупностью атрибутов.

Определение 1. Информационная система – это упорядоченная четверка

$$S = \langle U, Q, V, f \rangle, \quad (1.38)$$

где U – непустое конечное множество-универсум,
 Q – непустое конечное множество атрибутов,

$V = \bigcup_{q \in Q} V_q$, где V_q – домен атрибута $q \in Q$,

$f : U \times Q \rightarrow V$, функция информации, для которой $f(x, q) \in V_q$ для каждого $q \in Q$ и $x \in U$.

Информацией о x в S называют функцию $f_x : Q \rightarrow V$ такую, что $f_x(q) = f(x, q)$ для каждого $q \in Q$.

Информационная система в [61] представлена в виде таблицы 1.2.

Таблица 1.2 — Информационная система

Элементы универсума	Значения атрибутов из множества Q				
	q_1	...	q_i	...	q_m
U	q_1	...	q_i	...	q_m
X_1	V_{11}	...	V_{1i}	...	V_{1m}
\vdots	\vdots		\vdots		\vdots
X_j	V_{j1}	...	V_{ji}	...	V_{jm}
\vdots	\vdots		\vdots		\vdots
X_n	V_{n1}	...	V_{ni}	...	V_{nm}

Пусть $P \subseteq Q$ (Q -множество атрибутов). Через \tilde{P} обозначим бинарное отношение на множестве объектов, для которых совпадают значения атрибутов для каждого $q \in P$. Или $\tilde{P} = \bigcap \tilde{q}$ для каждого $P \subseteq Q$. Множество атрибутов B зависит от множества атрибутов P в записи $P \rightarrow B$, если $\tilde{P} \subseteq \tilde{B}$.

Определение. Подмножество атрибутов P независимое в S , если для каждого $B \subset P$, $\tilde{P} \neq \tilde{B}$, в противном случае P зависимое в S .

На понятии зависимости между атрибутами объектов вводится определение редукта:

Определение. Подмножество $P \subseteq B \subseteq Q$ является редуктом в S , если P максимальное (в смысле включения) независимое подмножество B . Принципиально важным для построения модели предметной области является следующий вывод: если R – редукт P , то $\tilde{R} = \tilde{P}$.

Определение. Атрибут $p \in P$ лишний в P , если $\tilde{P} \setminus \{\tilde{p}\} = \tilde{P}$, в противном случае p не удаляемый из P .

Определение. Множество всех не удаляемых атрибутов называется ядром P в записи

$$CORE(P) = \{p \in P : \tilde{P} \setminus \{\tilde{p}\} \neq \tilde{P}\}. \quad (1.39)$$

Свойство. Пусть $RED(P)$ обозначает семейство всех редуктов P . Верно, что

$$CORE(P) = \bigcap_{B \in RED(P)} B. \quad (1.40)$$

Определение. Множество атрибутов B зависит в степени k ($0 \leq k \leq 1$) от множества атрибутов P в системе S , в записи $P \xrightarrow{k} B$, если $k = \gamma_p$, где γ_p – является P – качеством аппроксимации в системе S . Если

$k = 1$, то B в целом зависит от P ,

$0 < k < 1$, то B частично зависит от P ,

$k = 0$, то B не зависит от P .

В [61] рассматривается применение теории приближенных множеств для устранения противоречивости и избыточности системы продукций частного вида – таблицы решений. Путем

вычисления редуктов исходного множества правил, из таблицы решений удаляются лишние атрибуты и правила. Для этого множество атрибутов Q разбивается на два непересекающихся подмножества C – условные атрибуты и D – решающие атрибуты.

$$C \cup D = Q, \quad C \cap D = \emptyset. \quad (1.41)$$

Таблица решений представляется в виде упорядоченной пятерки:

$$DT = \langle U, C, D, V, f \rangle, \quad (1.42)$$

где U – конечное множество, универсум;

C – конечное множество условных атрибутов;

D – конечное множество решающих атрибутов;

$V = \bigcup_{a \in C \cup D} V_a$, V_a – домен атрибута a ,

$f: U_x(CUD) \rightarrow V$ решающая функция такая, что

$f(x, a) \in V_a$ для каждого $a \in CUD$ и $x \in U$.

Пусть $DT = \langle U, Q, V, f \rangle$ – таблица решений и пусть $A \subseteq Q$. Подмножество A независимо в DT , если для каждого $B \subset A$, $\tilde{B} \subset \tilde{A}$. Подмножество A зависимо в DT , если существует $B \subset A$ такое, что $\tilde{B} = \tilde{A}$.

Подмножество $B \subseteq A$ называется редуктом множества A в DT , если B максимальное независимое подмножество в DT .

Подмножество $B \subseteq A$ есть редукт множества A относительно $C \subseteq Q$ в DT , если B – независимое подмножество множества A , такое, что $POS_B(C^*) = POS_A(C^*)$. Если $A = C$, редукт A относительно C совпадает с редуктом A . Если $A \xrightarrow{k} B$ в DT и C редукт A или редукт A относительно B в DT , то $C \xrightarrow{k} B$.

Определение. Функция $q: CUD \rightarrow V$ называется правилом решения в DT , если существует $x \in U$ такое, что $q = f_x$.

Проекция q на $C(q/C)$ и проекция q на $D(q/D)$ называется соответственно условиями и решениями правила решения q .

Определение. Правило решения f называется детерминистическим правилом решения в DT , если для каждого $x, y \in U$, $x \neq y$, из $f_x/C = f_y/C$ вытекает $f_x/D = f_y/D$, в противном случае f – недетерминистическое правило решения.

Определение. Таблица решений DT называется корректно определенной, если все правила решения являются детерминистическими, в противном случае DT не корректно определена.

Свойство. Таблица решений $DT = \langle U, C, D, V, f \rangle$ корректно определена тогда и только тогда, когда $C \xrightarrow{1} D$.

Множество атрибутов D зависит от множества атрибутов C в DT , в записи $C \rightarrow D$, если $\tilde{C} \subseteq \tilde{D}$.

Если C редукт условных атрибутов C в таблице решений DT и $C \rightarrow D$, то $c \rightarrow D$. Это значит, что DT можно упростить, редуцируя множество условных атрибутов. Существование зависимости между атрибутами используем для уменьшения их количества.

Определение. Подмножество $C \subseteq D \subseteq Q$ является редуктом D в DT , если C максимально независимое подмножество D .

Для выделения недетерминистических правил решения находим проекцию f на U_1 , то есть f_1 и на U_2 – f_2 , где $U_1 = POS_C(D^*)$, $U_2 = \bigcup_{x \in D} B_n(x)$. Согласно свойству можно провести декомпозицию таблицы решений $DT = \langle U, C, D, V, f \rangle$, равнозначно разложив ее на две таблицы решений

$$DT_1 = \langle U_1, C, D, V_1, f_1 \rangle \text{ и } DT_2 = \langle U_2, C, D, V_2, f_2 \rangle \quad (1.43)$$

такие, что $C \xrightarrow{1} D$ для DT_1 и $C \xrightarrow{0} D$ для DT_2 , где V_1, V_2 – преобразы функций f_1, f_2 .

Использование этих базовых понятий позволяет применить формализм приближенных множеств для идентификации, анализа и оценки точных знаний. Применительно к неточным знаниям, их необходимо дополнить следующими положениями из теории нечетких множеств и нечетких выводов.

1.3.3 Построение модели информационной системы на основе теории приближенных множеств

В основе модели нечеткого знания лежит понятие нечеткого отношения. Минимальная единица знания представляет собой правило продукции вида «ЕСЛИ ..., ТО ...», где – левая часть образуется совокупностью атрибутов действия. Следует различать нечеткость, свойственную отдельным атрибутам и правилу в целом.

При помощи понятия информационной системы [61] представим элементы (четкие и нечеткие) принадлежащие множеству U , посредством конечной последовательности значений описывающих их атрибутов, а также конструктивного определения отношения неразличимости $R \subseteq U \times U$.

Таблицу решений [62–67] представим в виде

$$DT = \langle U, C, D, E, V, f \rangle, \quad (1.44)$$

где E – конечное множество атрибутов, характеризующих нечеткость информации об объекте;

$V = \bigcup_{a \in C \cup D \cup E} V_a$, $f: U_x(C \cup D \cup E) \rightarrow V$ – решающая функция такая, что $f(x, a) \in V_a$ для $a \in C \cup D \cup E$ и $x \in U$.

Правило решения называется детерминистическим, если для каждого $x, y \in U$, $x \neq y$ из $f_x/C = f_y/C$ вытекает $f_x/D = f_y/D$.

Правило f_{x_0} называется нечетким, если

$$Card\{f_x \in U : f_x/C = f_{x_0}/C\} > 0 \quad (1.45)$$

Обозначим это множество PN и для него выполняется $f_{x1}/D = f_{x2}/D$ для всех $f_{x1} \in PN, f_{x2} \in PN$.

Множество этих правил образуют полную систему

$$F\{f_{xi}/E : f_{xi} \in PN\} = TRUE, \quad (1.46)$$

где F – функция полноты, которая определяется в зависимости от конкретной формы представления нечеткости.

Тогда детализированную структуру правил можно представить в следующем виде.

1. Идентификатор правил

2. Решающие атрибуты

2.1. Решающий атрибут 1.

2.1.1. Значение атрибута 1

2.1.2. Характеристика принадлежности атрибута 1

2.2. Решающий атрибут 2.

2.2.1. Значение атрибута 2.

2.2.2. Характеристика принадлежности атрибута 2

...

2.К. Решающий атрибут К

2.К.1. Значение атрибута К

2.К.2. Характеристика принадлежности атрибута К.

...

3. Атрибуты действия.

3.1. Атрибут действия 1.

3.2. Атрибут действия 2.

...

3.L. Атрибут действия L.

4. Характеристика принадлежности правила.

В предложенном варианте модели представления знаний характеристика принадлежности правила может рассматриваться как общая характеристика принадлежности атрибута действия.

1.4 Разработка модели представления знаний

Рассмотрим основные системные понятия, необходимые для построения модели представления знаний, и наиболее важные с точки зрения целей анализа:

- под системой понимают взаимосвязанную совокупность элементов;
- система наблюдаема (взаимодействует со средой и наблюдателем) и может быть выделена из среды;
- внутренние связи элементов системы являются более тесными, чем их связи с элементами среды;
- большая система представляет собой иерархию элементов различной степени сложности (подсистем и собственно элементов);
- сложная система рассматривается в нескольких аспектах, в каждом из которых она мыслится или описывается, обычно, как большая система;
- аспекты, как правило, выделяются в соответствии с существенными типами связей или отношений, присущими объекту;
- представление объекта как системы предполагает (явно или неявно) наличие ряда целей у субъекта, моделирующего объект (система целей обуславливает необходимость моделирования объекта именно как системы);
- большие системы в составе сложной системы определенным образом связаны друг с другом. Эти связи вытекают из связей между целями в системе целей субъекта, но имеют, видимо, и определенную объективную составляющую, обусловленную спецификой объекта.

1.4.1 Структура системы знаний

Как известно, одна и та же совокупность объектов может быть классифицирована различным образом (по различным основаниям). Выбор того или иного основания диктуется целями классификации. Мы рассмотрим совокупность знаний как систему. Такой подход [68] предполагает, как минимум, выделение следующих основных моментов:

- множество элементов – элементарных в некотором смысле фрагментов знания, которые исчерпывают содержание некоторой дисциплины (курса);
- выбор существенного отношения или множества отношений, которые связывают элементы первого множества и должны быть обязательно сохранены в учебном процессе. Выбранные отношения мы будем рассматривать как системообразующие;
- построение структуры системы (знаний) в одном или нескольких аспектах, соответствующих выбранным отношениям;
- установление взаимных связей между структурами, построенными в рамках различных отношений. Синтез знаний как единой системы.

Перечисленные моменты можно рассматривать и как этапы построения системы знаний [68]. Для наглядности мы можем представить их в графическом виде (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Этапы построения системы знаний

Отбор элементов для включения в систему знаний является первым и определяющим этапом, но он не может выполняться абсолютно изолированно от второго этапа – этапа выбора существенных типов отношений [68–70]. Остановимся на нем подробнее.

1.4.2 Типы отношений

1. Главенствующую роль в структуре любой дисциплины играют отношения «род – вид». Достаточно вспомнить, как определяются понятия. Обычно определение заключается в подведении определяемого понятия под другое, более общее, родовое, после чего указываются специфические особенности, отличающие определяемое понятие от других видовых. Любая наука или дисциплина обязательно представляет собой некоторую классификацию. Процесс познания включает в себя, как непрменный элемент, абстрагирование. Все второстепенное отбрасывается. Выявляется закономерное и существенное. Знание строится как система классов понятий различной общности. Основой классификации являются родо– видовые отношения (классификационные отношения).

2. В некоторых случаях понятие вводится другим способом, путем перечисления его составных частей. В этом варианте другой, пожалуй, не менее важный вид отношений – отношение «целое – часть». В некотором смысле этот вид отношений аналогичен предыдущему, но показывает не наличие общих черт, а «объем» понятия. Сложность объекта проявляется в том, что он состоит из частей, которые, в свою очередь, также могут быть расчленены. Причем такое расчленение объекта может производиться по различным признакам (основаниям). Между целым и частями существуют отношения, которые обычно так и называют – отношения «целое – часть». Другое, нередко встречающееся название – отношения агрегации. Зависимость от основания деления уже говорит о том, что отношения этого типа достаточно многообразны.

3. Объект существует и развивается во времени. Следовательно, он должен рассматриваться как динамическая система. Элемент динамики привносится причинно–следственными отношениями. Они обуславливают возникновение цепочек причинно–следственных взаимодействий, характеризующих процессы функционирования объекта. Без отношений этого типа мы можем получить только временной срез, состояние в отдельный момент времени, безжизненную «фотографию» объекта, что, конечно, не может трактоваться как полноценная теория. Таким

образом, третий вид отношений, характеризующий динамический аспект в системе знаний, отношение «причина – следствие». Этот вид в корне отличается от предыдущих двух. Соответственно, и средства отображения отношений этого типа, по-видимому, будут отличаться от средств отображения других видов отношений.

Три рассмотренные типа отношений являются предельно общими. Они свойственны любой дисциплине. Кроме того, существуют другие как общие, так и специфические виды отношений. Мы пока ограничимся перечисленными типами и вернемся к этапам построения системы знаний.

В разрезе основных видов отношений строятся структуры. Суть этого процесса в выявлении отношений между отношениями. На этой основе осуществляется построение системы знаний в определенном аспекте. Затем осуществляется синтез разноаспектных структур – объединение их в единую систему. Результат представляет собой большую (многоуровневую) и сложную (многоаспектную) систему.

Однако построение системы еще не означает завершение работ по подготовке материалов для образовательного процесса. Система знаний это то, что требуется дать студентам или другим категориям обучаемых. Знания важны не сами по себе. Они необходимы для достижения целей, а значит, их надо передать субъекту. Остается открытым вопрос о том, как представить знания и как в последующем их эффективно использовать. Мы рассматривали знания с точки зрения их смысла. Теперь необходимо их рассмотреть с прагматической точки зрения [68].

Выполнение функций анализа и синтеза знаний предполагает, что предварительно сформулирована цель или совокупность целей, стоящая перед субъектом. В данном случае это – преподаватель. Результатом выполнения перечисленных выше функций (см. 1.4.1) будет систематизированная и формализованная совокупность знаний. Для ее организации и использования требуется выбрать формализмы представления знаний, типы структур, которые смогут моделировать их отношения, разработать методы и средства, необходимые для организации и проведения процессов обучения (усвоения знаний, выработки навыков и управления процессом) с адаптацией к особенностям обучаемого.

Одна из простейших моделей представляет систему знаний как иерархию понятий. На самом вершине иерархии располагаются наиболее общие понятия. По мере продвижения вниз постепенно переходим к понятиям все менее общим, пока не достигнем подножия, где располагаются простейшие и наиболее простые понятия – элементы системы знаний. Геометрическая интерпретация системы знаний представлена на рисунке 1.4.

Однако такое представление является неполным. Оно одномерно (одноаспектно) и характеризует систему знаний лишь с одной стороны.

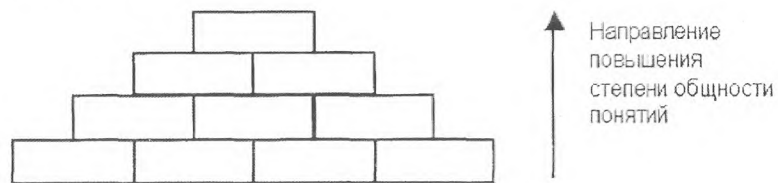


Рисунок 1.4 – Иерархия понятий

В действительности знание многоаспектно и, соответственно, более адекватная геометрическая модель должна быть хотя бы трехмерной, как представлено на рисунке 1.5.

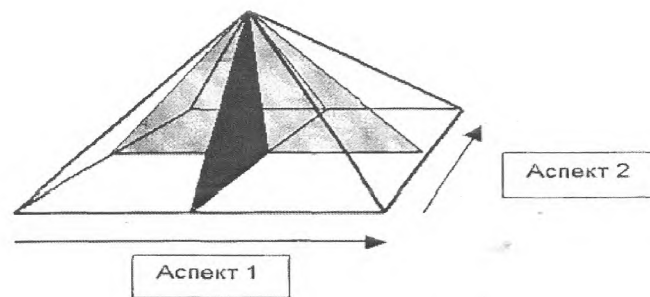


Рисунок 1.5 – Пирамида понятий

1.4.3 Синтез модели представления знаний

Модель конкретной области знания имеет несколько аспектов по числу наиболее существенных типов связей. Подробно они были рассмотрены в 1.4.2. Наряду с такими общими для многих наук и дисциплин аспектами, каждая частная область знания или деятельности может иметь свои, специфические для нее признаки или точки зрения. К примеру, в экономической теории важную роль играют балансовые соотношения между показателями (и соответствующими им понятиями). Они не могут быть не отражены в теории, а значит и язык представления теории должен содержать средства для выражения отношений этого типа. Это касается и расчетных отношений, без которых невозможны разработка, обоснование, принятие и выполнение решений в любых звеньях и на любых уровнях управления.

Базовый формализм для описания знаний [71] может иметь графическое представление как на рисунке 1.6.

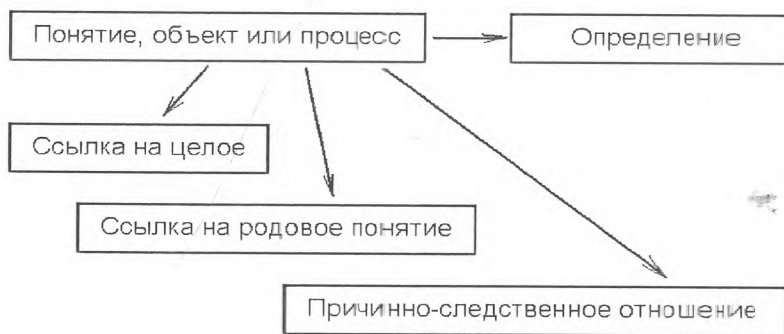


Рисунок 1.6 – Базовый формализм представления знаний

Подобный формализм представления знаний позволяет моделировать обучение как многоаспектную систему, но при этом организовать процесс освоения таким образом, что последовательно наращивается понимание явления обучаемым, обогащаются его видение, обнаруживаются скрытые механизмы и существо происходящих изменений, развитие объекта. Для достижения этих целей важны три аспекта: организационный, классификационный и динамический.

Для полной характеристики задачи представления знаний опишем ее в теоретико-множественной нотации. Элементы – это определения и понятия. Обозначим через O – определения и через P – понятия. Итак, на множестве определений и понятий заданы отношения D . Это подмножество декартова произведения понятий и определений, для которых справедливо, что определение раскрывает содержание соответствующих понятий

$$D = \{ (p_i, p_j) : p_i \in P, o_i \in O, p_i D o_i \}. \quad (1.47)$$

Отношение род-вид

$$R = \{ (p_i, p_j) : p_i, p_j \in P, p_i R p_j \}. \quad (1.48)$$

Отношение целое-часть

$$C = \{ (p_i, p_j) : p_i, p_j \in P, p_i C p_j \}. \quad (1.49)$$

Отношение причина-следствие

$$S = \{ (p_i, p_j) : p_i, p_j \in P, p_i S p_j \}. \quad (1.50)$$

Введем определение элементарного понятия – части. Множество элементарных частей может быть записано в виде

$$H = \{ p_i : \forall j (p_i, p_j) \notin C \}. \quad (1.51)$$

Определим наиболее общее родовое понятие. Множество таких понятий запишется так

$$G = \{ p_j : \forall i (p_i, p_j) \notin R \}. \quad (1.52)$$

1.5 Выводы

Совокупность аспектов системного анализа дополнена целевым. Модель объекта представляется в виде сложной системы в аспектах целей, функций и организаций.

Показаны возможности построения моделей в части выбора существенных факторов (часть задачи структурной идентификации).

Осуществлен выбор базовой модели и опорной функции для моделирования водопотребления растений методами группового учета аргументов (МГУА).

Проведенный анализ существующих методов решения задач многокритериальной оптимизации позволил сделать вывод об актуальности разработки модели и метода многокритериального выбора на основе предпочтений.

Освещены основные понятия, свойственные данной области знания, и послужившие исходными положениями для предлагаемой модели.

Предложена модель многокритериального выбора на основе предпочтений, использующая теоретико-множественную нотацию, максимально приближенную к системе понятий практически любой области знаний и деятельности.

Представлены базовые понятия теории нечетких множеств, описана модель, построенная на теории приближенных множеств.

Проведен анализ нечетких знаний с точки зрения использования теории приближенных множеств для их систематизации. Разработана модель представления нечетких знаний с использованием теории приближенных множеств.

На основе введенных основных системных понятий предложена модель знаний как многоуровневая и многоаспектная система. Выделены основные аспекты (типы отношений). Изучена взаимосвязь между аспектами с точки зрения процесса преподавания. Модель представления знаний описана в теоретико-множественной нотации.

2 МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ЗНАНИЙ

2.1 Методы анализа и синтеза трехаспектных систем

В системном анализе [3] выделяют два типа задач: анализ - по заданной схеме найти реализуемую ею функцию; синтез - по заданной функции найти реализующую ее схему. Там же отмечается, что на практике процесс познания и реализации полученных знаний для улучшения или создания новых объектов, методов всегда представляет собой сложную, переплетающуюся и многократно повторяемую последовательность операций анализа и синтеза.

Применительно к системам организационно-экономического типа задачи анализа и синтеза можно представить [2] в виде следующей диаграммы (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Задачи анализа и синтеза

Промежуточным между этапами анализа и синтеза является этап реорганизации целей системы. Последние выражают требования среды и определяются извне. Посредством этого, в частности, проявляется неразрывное единство объекта и среды, постулируемое системным анализом.

Цель рассматривается как желаемое состояние, ход процесса либо эффект функционирования объекта.

2.1.1 Анализ систем менеджмента знаний

Анализ объекта в плане выявления и "восстановления" существующей системы управления знаниями проводится в указанной выше последовательности от организационной структуры (схемы) к системе целей объекта [72]. Однако прежде необходимо зафиксировать ряд общих сведений об объекте, таких, как: краткая характеристика объекта, его основные параметры, сведения о среде функционирования (окружение), декларируемые цели и задачи. Здесь же желательно указать цели проведения анализа. Если цель не одна, желательно представить их не разрозненно, а во взаимной связи и обусловленности. Противоречия в целях не должны сглаживаться. Противоречивость – неотъемлемое свойство любой системы целей. В противном случае результаты анализа могут оказаться далеко не наилучшими.

Организационная структура объекта. Обычно она изображается с помощью организационной диаграммы [4], имеющей вид перевернутого дерева, в нижней части которого располагаются подчиненные элементы, а в верхней – управляющие. Желательно располагать элементы по уровням иерархии. Это облегчает последующее чтение и использование диаграмм. Диаграммы очень лаконичны, поэтому к ним прилагаются описания и комментарии к элементам диаграммы и связям между ними.

В зависимости от конкретных целей анализа тип отображаемых на диаграмме отношений может быть различным. Линии между элементами могут означать отношение подчинения "начальник – исполнитель" либо, реже, отношение агрегации "целое – часть". Смешение различных видов отношений в одной диаграмме нежелательно и может быть оправдано лишь в особых случаях.

Функциональная структура объекта. Она изображается с помощью тех же графических элементов, что и организационная диаграмма, но элементами здесь выступают функции объекта. Связи между элементами также имеют иной смысл. Нижележащие элементы рассматриваются как подфункции вышележащих. Названия элементов функциональной структуры выражаются глаголами или отглагольными существительными.

Обычная ошибка – подмена функций чем-либо связанным с элементами оргструктуры или с их целями. Функции реализуются как процессы, но в функциональной структуре не находят отражения динамический аспект. Здесь должно быть показано, как самая общая функция распадается на подфункции различных уровней, и каковы связи между ними.

В некоторых случаях анализ системы в функциональном аспекте оказывается затруднительным. Причиной может служить сложность объекта, слабая подготовка аналитика, либо и то и другое вместе. В этом случае может быть рекомендовано проведение предварительного анализа с фиксацией процессов выполнения функций в форме сценария. Сценарий нагляден, но в нем смешаны различные аспекты. Основная часть анализа сводится к вычленению из сценария функций и их увязке в единую структуру.

Система целей объекта. Отображается на диаграмме целей. Для ее построения производится анализ результатов выполнения каждой функции, и осуществляется их синтез. При этом объединяются сходные цели, достигаемые различными функциями, определяются соотношения между целями, их соподчиненность, а следовательно, и место в иерархии целей. При этом нередко цели нижележащих уровней выступают как средства достижения целей вышележащих уровней. В этом случае следует различать такие виды отношений, как "целое – часть" и "цель – средство". Выбор того или иного вида отношений определяется целями анализа и, в некоторой мере, предпочтениями исследователя.

Классифицирование элементов среды. Как и любое классифицирование, производится для снижения излишнего разнообразия. Выделяются типовые представители классов, описываются их особенности и существенные моменты взаимодействия с объектом. Система классов может быть как

простой (линейной), так и иерархически организованной. Основным видом отношений, подлежащих анализу на данном этапе, являются отношения "род – вид".

Для каждого класса строится система целей. Как и в вышеописанных пунктах, вместе с диаграммой целей дается развернутая текстовая информация о диаграмме в целом, ее элементах и связях. Если классы элементов среды образуют иерархическую структуру, то система целей представителя или класса вида может содержать не все, а только специфические характеристики (цели) вида и ссылки на структуру (систему) характеристик родового класса.

Формулирование задачи. Сопоставление декларируемых и фактических (выявленных на этапе анализа) целей организации. Сопоставление позволяет выявить проблему – несоответствие желаемого состояния или течения процессов тому, что имеет место в организации (объекте). Явно сформулированная и четко очерченная проблема является исходным пунктом для реорганизации (синтеза) системы. Наряду с целями самого объекта при этом обязательно должны рассматриваться цели представителей классов (элементов среды).

При формулировании проблемы одним из основных видов отношений являются причинно–следственные. Поскольку воздействия на следствия не бывают результативными, и, прежде всего, должны быть направлены на причины, на данном этапе требуется явно представить цепочки и перекрестные связи между причинами и следствиями. Во главу последующего рассмотрения должны быть поставлены первопричины, устранение или минимизация воздействия которых является единственно действенным и эффективным средством решения проблемы.

2.1.2 Синтез систем менеджмента знаний

Анализ начинается с того, что лежит на поверхности, и что легко наблюдать и описать, и продвигается от явления к сущности. Синтез производится в порядке, обратном порядку анализа. Цель синтеза – воплощение сущности и ее представление в явлении.

Синтез системы целей. Исходя из выявленной на этапе анализа системы целей объекта, а также систем целей, свойственных классам элементов среды, формулируется целевая структура системы менеджмента знаний. Здесь фиксируются не цели объекта или клиентов, а именно цели, ради достижения которых создается или совершенствуется организация. Систему целей получают путем анализа и синтеза целей, преследуемых объектом и элементами среды. При этом, прежде всего, ориентируются на цели объекта и клиентов, имеющие общие точки соприкосновения. Важная особенность системы целей – в ее противоречивости. Это обусловлено, в конечном счете, сложностью среды. Сложность среды является причиной сложности объекта. Последняя неизбежно порождает сложность моделей объекта, если мы желаем обеспечить их адекватность.

Синтез системы функций. На этом этапе синтеза систематически конструируются и описываются требования к системе, рассматриваемой в функциональном аспекте. Функциональная структура строится сверху – вниз. Она может иметь многоуровневую организацию: система в целом, функциональные подсистемы различных уровней, элементарные функции в составе подсистем. Синтез заключается в последовательной все более глубокой конкретизации функций таким образом, чтобы их выполнение приводило к достижению поставленных перед объектом целей. В процессе синтеза постоянно проверяется соответствие результатов выполнения функций, сформулированным на предыдущем шаге целям.

Синтез организации. Требования формулируются в целом и в разрезе отдельных подаспектов, из числа которых можно выделить следующие:

- Человеческий. Подразделения, исполнители и руководители. То, что обычно понимают под организационной структурой. Этот аспект регулируется системой норм и правил (организационно–правовое обеспечение).
- Технический. Система технических средств, облегчающих выполнение функций работниками и руководителями.

- Программный. Система программных средств различного назначения, дополняющих вычислительные технические средства и обеспечивающая требуемую функциональность.
- Лингвистический (интерфейсный). Система языков и языковых средств, с помощью которых обеспечивается описание и обмен информацией как внутри системы, так и со средой, а также хранение информации.

Не существует одно—однозначного соответствия между функциями и средствами, их реализующими. Одна и та же функция может выполняться человеком либо программно—техническими средствами, либо некоторым образом разделяться между человеком и машиной. Последний вариант широко используется в решении задач, для которых характерно сочетание большого числа рутинных операций и необходимости использования творческих, интуитивных способностей человека.

2.1.3 Перспективы автоматизации процессов менеджмента знаний

Будущее систем управления знаниями определяется тремя факторами: потребностями, возможностями и экономическим интересом.

Потребности:

- количественный рост приводит к непропорциональному увеличению связей в социально-экономических системах, что обуславливает возрастание роли информации;
- разделение труда в рамках предприятий, отраслей, территорий и государств увеличивает число агентов, а значит и потребности в услугах, в особенности информационных;
- ускорение технологического прогресса, выдвинувшее на первый план требования постоянных инноваций, и определяющее развитие как развитие в области исследований, разработок, работы с информацией и ее использования, снижает сроки актуальности информации, но повышает ее ценность, определяемую возможной выгодой.

Возможности:

- наличие технических и программных средств, удовлетворяющих потребностям обработки и хранения информации;
- наличие средств коммуникаций как между людьми, так и между техническими средствами, используемыми в информационных системах;
- достаточно высокий уровень развития средств представления информации (мультимедийность);
- интеграция средств обработки, хранения, передачи и отображения (представления) информации.

2.2 Методика анализа и выбора существенных факторов на основе группового учета аргументов

Методы делятся на комбинаторные и многорядные [5]. В комбинаторных заранее задается некоторая модель наивысшей сложности и на оптимум проверяются различные подмодели.

В многорядных (пороговых алгоритмах) процесс построения модели расчленяется на несколько рядов селекции. Каждому ряду соответствует определенная степень сложности модели. Из множества возможных моделей отбираются по заданному критерию лучшие для использования в следующем ряду. Ряды селекции наращиваются до тех пор, пока значение критериальной функции имеет тенденцию к уменьшению.

Многорядные алгоритмы отличаются друг от друга видом частных описаний, способом выбора переменных в модель, способом перебора комбинаций и некоторыми другими признаками.

Получаемая при этом структура напоминает нейронную сеть. В рассматриваемой задаче использовалась сеть вида, представленного на рисунке 2.2.

Полный перебор можно заменить поиском оптимальных значений в пространстве коэффициентов.

Анализ совместного влияния факторов на результирующий показатель проводится рассмотрением совместного влияния каждой пары факторов на результирующий показатель [Э6,26,27].

На первом шаге было выбрано фиксированное число пар факторов, которые давали наилучшее значение критерия отбора. На втором шаге отбирались парные комбинации из полученного списка, которые также давали наилучшее значение критерия. Процедура повторялась до тех пор, пока значения критерия приближались к оптимуму.

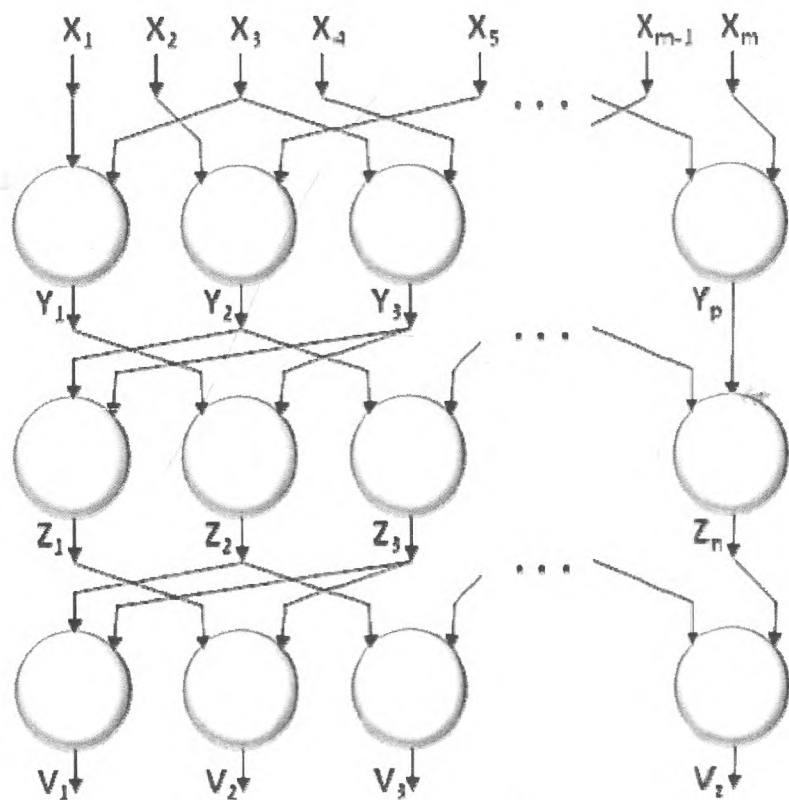


Рисунок 2.2 – Схема нейроподобной сети

Основные характеристики примененного метода представлены ниже.

Исходные данные разбиваются на два подмножества (обучающая и проверочная последовательности).

Один из наиболее простых вариантов заключается в следующем способе формирования последовательности

$$A_1 = \{a_i : i = 2k - 1, k = (n+1) \setminus 2\}, \quad (2.1)$$

где A_1 - обучающая последовательность;
 a_i - отдельное наблюдение;
 n - количество наблюдений;
 \setminus - целочисленное деление.

$$A_2 = \{a_i : i = 2k, k = n \setminus 2\}, \quad (2.2)$$

где A_2 - проверочная последовательность.

Связи анализировались в классе полиномиальных частных моделей второго порядка без квадратичных членов (1.2).

$$y_1 = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{12}x_1x_2$$

Это обусловлено тем, что квадратичные члены вызывают очень быстрый рост степени общего полинома, что снижает аналитическую ценность модели. Ковариации позволяют учесть совместное влияние факторов, а также вводят в общую модель степени, но не позволяют им очень быстро расти.

В качестве критерия использовалась зависимость, по смыслу соответствующая критерию регулярности.

Минимум суммы квадратов отклонений на данных проверочной совокупности

$$s^2 = \sum_{i=1,2,3,\dots}^{m/2} (y_i - y'_i)^2, \quad (2.3)$$

где s^2 - критериальное значение;
 y_i - наблюдаемое значение зависимой переменной;

y'_i – теоретическое значение, вычисленное по модели, построенной на основе обучающей совокупности.

Необходимо отметить, что выбранный способ формирования совокупности наблюдений применим в тех случаях, когда в исходных данных отсутствуют периодические составляющие высоких порядков. Данные наблюдений, использованных при построении модели водопотребления, удовлетворяют этому условию.

2.3 Разработка метода решения задач многокритериального выбора на основе предпочтений

В задачах многокритериального выбора особое место занимают методы, базирующиеся на неколичественных (качественных) оценках эксперта или лица, принимающего решение (ЛПР). В качестве основного элемента или элементарной процедуры преобразования оценок принят метод решения задачи о лидере [73]. Для синтеза решения использован метод свертки критериев [74,75].

2.3.1 Структура системы экспертного оценивания

Отношения между элементами в системе оценивания представлены структурой, верхний уровень которой занимают методы и средства управления процессами анализа и синтеза управленческого решения, а также выбора наилучшего из множества допустимых решений. Ниже располагаются: методы интуитивно – логического анализа различных аспектов проблемной ситуации (выполняются человеком); качественные и количественные методы обработки результатов оценивания (выполняются человеком и программно – техническими средствами); методы выбора единственного решения (выполняются человеком, возможно, с помощью компьютера).

2.3.2 Методы поиска оптимальных решений

Иерархия решений. Процесс нахождения оптимального решения может быть представлен как последовательное сужение

области поиска от всего множества исходных решений к единственному оптимальному (в соответствии с таблицей 2.1). Этот процесс представлен в самом общем виде. Он правилен, но вряд ли применим непосредственно для решения конкретных задач.

В зависимости от специфики задачи каждый из этапов или каждое из средств могут быть конкретизированы.

Мы будем рассматривать ситуацию, при которой отсутствуют какие-либо количественные данные, которые можно было бы использовать при решении задачи и требуется найти решение, руководствуясь только качественными оценками.

Таблица 2.1 – Иерархия решений

Иерархия решений	Что используется для сужения области поиска
1. Исходное множество альтернативных решений.	
	1. Множество ограничений. Их учет позволяет отсеять ряд решений, не удовлетворяющих тому или иному ограничению.
2. Множество допустимых (приемлемых) решений.	
	2. Система предпочтений. С их помощью формируется множество Парето (множество недоминируемых решений).
3. Множество эффективных решений.	
	3. Выбор оптимального решения “волевым” порядком либо с привлечением дополнительной информации.
4. Оптимальное (единственное) решение.	

2.3.3 Метод многокритериального выбора на основе предпочтений

Технология решения задачи при наличии одного критерия очевидна и сводится к реализации метода, известного как метод решения задачи о лидере [73].

Задача о лидере. Одним из самых простых и наиболее приемлемых средств выявления и фиксации предпочтений человека – эксперта является метод парных сравнений. Он требует указания отношения порядка или частичного порядка на каждой из пар элементов, в качестве которых могут выступать допустимые решения. Введем следующие обозначения: $X = \{X_i : i = 1, 2, \dots, n\}$, где X – множество решений, мощность которого равна n ; $A = (a[i, j])$ – квадратная матрица, элементы которой показывают отношения между решениями с индексами i и j , где: $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, n$.

В [73] описан алгоритм преобразования матрицы парных сравнений в ранжировку. Сущность его применительно к нашей задаче сводится к следующему.

1. Интегрированная сила (предпочтительность) порядка 1 каждого из решений образуется сложением элементов матрицы A по строкам, т.е. $K[i, 1] = \text{Sum}(A[i, j])$, где суммирование ведется по индексу j .

Однако в таком виде предпочтительности неудобно сравнивать, хоть они и выражены в натуральных единицах. Разделив эти величины на их общую сумму, получим интегрированные предпочтительности в безразмерных единицах: $K[i, 1] = K[i, 1] / \text{Sum}(K[i, 1])$, где суммирование ведется по индексу i .

2. Силу (предпочтительность) порядка 2 каждого из решений можно найти путем сложения предпочтительностей тех решений, которые эквивалентны данному, и удвоенных предпочтений решений, для которых данное предпочтительней: $K[i, 2] = \text{Sum}(A[i, j] \times K[j, 1])$, где суммирование ведется по индексу j .

Как на первом шаге, коэффициенты необходимо нормировать, используя для этих целей их сумму: $K[i, 2] = K[i, 2] / \text{Sum}(K[i, 2])$, где суммирование ведется по индексу i .

3. На третьем и последующих шагах вычисляются интегрированные предпочтительности решений $K[i, t] = \text{Sum}(A[i, j] \times K[j, t-1])$, где суммирование ведется по индексу j . $K[i, t] = K[i, t] / \text{Sum}(K[i, t])$, где суммирование ведется по индексу i .

Здесь: t – номер шага. Количество требуемых шагов определяется скоростью, с которым будут сходиться вычисленные предпочтительности решений. Как только они стабилизируются (с заданной точностью), процесс вычислений может быть прекращен.

Как показано в [76], согласно теоремы Перрона – Фробениуса предел значений коэффициентов при номере шага, стремящемся к бесконечности, всегда существует, и он стремится к значениям одного из собственных векторов матрицы парных сравнений.

Порядковые номера решений, упорядоченных по предпочтительности, являются их рангами. Непосредственно сами коэффициенты интегральной предпочтительности могут использоваться как оценки весов решений при сравнении или выборе.

Наличие нескольких критериев, что свойственно задачам организационно-экономического типа, требует рассмотрения их взаимосвязей и разработки методов их человеко-машинного соизмерения для комплексной оценки потенциальных решений.

Предполагаем, что каждая из целевых функций формулируется содержательно и не может быть вычислена для рассматриваемых решений. При этом каждая из них отличима от других и характеризует свой аспект видения проблемы. Иными словами, количество аспектов, в которых должны анализироваться возможные решения, равно количеству целевых функций.

В разрезе каждого из неформализованных критериев (целевых функций) необходимо выявить систему предпочтений. Она извлекается в виде совокупности результатов парных сравнений альтернатив и, затем, преобразуется в систему интегральных предпочтений, как это было описано выше.

Для учета важности отдельных аспектов при соизмерении альтернатив, требуется осуществить оценку аспектов (целевых функций). Для этого мы можем произвести серию попарных сравнений и составить таблицу типа "объект – объект", задав, таким образом, отношение порядка или частичного порядка на множестве аспектов. Далее матрица парных сравнений преобразуется в вектор интегральных коэффициентов либо рангов соответствующих аспектов.

Простейший вариант метода поиска компромиссного решения, который далее может быть осуществлен без вмешательства человека, может быть представлен предлагаемой последовательностью шагов [47].

Для их описания введем следующие обозначения.

$V = (v_1, v_2, \dots, v_m)$ – вектор весовых коэффициентов (интегральных предпочтительностей) критериев. Общее число аспектов равно m .

$K = (k[i, l])$ – матрица интегральных предпочтительностей вариантов решений (индекс, изменяющийся от 1 до n) в разрезе аспектов (индекс l , изменяется от 1 до m).

В принятых обозначениях формула вычисления предпочтительности решения, учитывающая все аспекты вместе с их важностями, может быть представлена (в матричных обозначениях) так: $P = K' \times V$. Лицо, принимающее решение, выбирает решение, которое имеет наибольшую предпочтительность. Это не составляет никакого труда, так как это решение соответствует наибольшей компоненте вектора P .

Недостатком этого метода является то, что весовые коэффициенты позволяют определить относительный порядок решений в разрезе того или иного критерия либо относительную

важность критериев, но не являются в полном смысле коэффициентами важности. В некотором смысле они занимают промежуточное положение между рангами и действительными весами. Поэтому, если требуется более обоснованное решение, необходимо включить человека в процесс его уточнения. Этому посвящен следующий параграф.

2.3.4 Анализ особенностей системы критериев

Цели, присущие субъекту, описываются с помощью систем предпочтений критериев и предпочтений возможных вариантов решений. Однако взаимосвязь между ними может быть недостаточно наглядной для обоснования того или иного выбора. Поэтому имеет смысл рассмотреть методы анализа взаимосвязей критериев по оценкам, полученным в соответствии с описанными выше алгоритмами.

Наиболее известным и отработанным средством анализа взаимосвязей между переменными является коэффициент корреляции. Он является мерой линейной зависимости. Имея интегральные оценки важности альтернатив в разрезе критериев, мы можем рассчитать коэффициенты корреляции. При наличии n альтернатив мы получим матрицу коэффициентов корреляции соответствующей размерности: $R = K' \times K / n$. Здесь предполагается, что векторы предпочтений центрированы и нормированы.

Коэффициент корреляции имеет смысл косинуса угла между векторами (точками в многомерном пространстве). Если он близок к единице, то соответствующие цели согласны. В противном случае они качественно разнородны. Если же знак коэффициента корреляции отрицателен, то цели направлены в противоположные стороны и явно противоречат друг другу. В этом случае выбор компромисса осложняется, но это не значит, что его не существует. Близость коэффициента корреляции к его минимально возможному значению говорит о том, что рассматриваемые аспекты совпадают с точностью до знака. Один из критериев фактически может быть заменен на другой с изменением знака на противоположный. Геометрическая интерпретация приведена на рисунке 2.3.

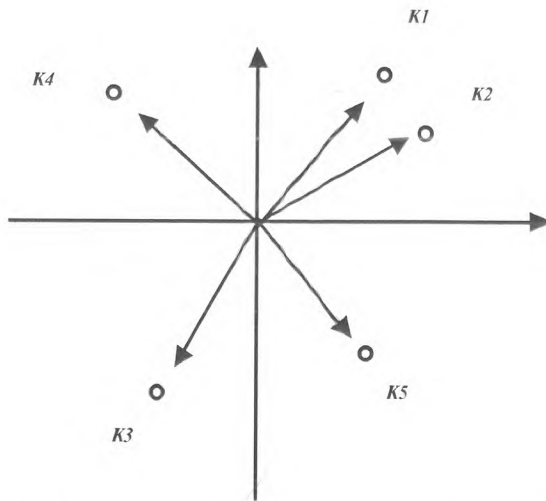


Рисунок 2.3 – Геометрическая интерпретация системы критериев

Соотношения между векторами на рисунке 2.3 следующие: K1 и K2 являются согласованными. Им противоречит K3. Векторы K4 и K5 взаимно противоречивы, но слабо связаны с первыми тремя векторами.

Соотношения между векторами на рисунке следующие: K1 и K2 являются согласованными. Им противоречит K3. Векторы K4 и K5 взаимно противоречивы, но слабо связаны с первыми тремя векторами.

2.4 Применение приближенных множеств к анализу и систематизации знаний

2.4.1 Методика анализа и систематизации четких и нечетких знаний

1. Если множество атрибутов Q разделить на два непересекающихся подмножества, а именно пространство наблюдений представить конечным множеством координат c_1, c_2, \dots, c_n , а пространство решений – конечным множеством координат

d_1, d_2, \dots, d_k , определить каждому наблюдаемому атрибуту $c_i, i=1, n$ конечное множество его значений V_{ai} и соответствующее ему пространство решений через $U_{d_j}, j=1, \dots, k$, то получим таблицу решений DT .

Структура таблицы решений представляется в форме протокола (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Структура таблицы решений

U	Значения условных атрибутов					Значения решающих атрибутов				
	c_1	...	c_i	...	c_n	d_1	...	d_j	...	d_k
1	V_{11}	...	V_{1i}	...	V_{1n}	U_{11}	...	U_{1j}	...	U_{1k}
⋮										
L	V_{L1}	...	V_{Li}	...	V_{Ln}	U_{L1}	...	U_{Lj}	...	U_{Lk}
⋮										
N	V_{N1}	...	V_{Ni}	...	V_{Nn}	U_{N1}	...	U_{Nj}	...	U_{Nk}

2. Для таблицы решений осуществляется проверка правил решения f на наличие недетерминистических правил:

- если хотя бы одно правило является недетерминистическим правилом решения в DT , т.е. для каждого $x, y \in U, x \neq y$, из равенства проекций x на C, y на C в записи $f_x / C = f_y / C$ не следует равенство проекций $f_x / D \stackrel{0}{=} f_y / D$, то таблица решений определена некорректно и $C \rightarrow D$;

– если для всех правил решений f в DT выполняются равенства проекций $f_x/C = f_y/C$ и $f_x/D = f_y/D$, для $x, y \in U$, $x \neq y$, то f является детерминистическим правилом решения в DT . Таблица решений определена корректно, в этом случае $C \xrightarrow{1} D$.

3. При наличии недетерминистических правил решения производится декомпозиция таблиц решений на две таблицы DT_1 и DT_2 :

$DT_1 = \langle U_1, C, D, V_1, f_1 \rangle$ такая, для которой $C \xrightarrow{1} D$, f_1 является проекцией f на U_1 , $U_1 = Pos_c(D^*)$, V_1 – прообраз функции f_1 , и $DT_2 = \langle U_2, C, D, V_2, f_2 \rangle$, для которой $C \xrightarrow{0} D$, f_2 является проекцией f на U_2 , $U_2 = \bigcup_{x \in D^*} Bn_c(x)$, V_2 – прообраз функции f_2 .

2.4.2 Анализ и систематизация нечетких знаний

Таблицу решений представим в виде

$$DT = \langle U, C, D, E, V, f \rangle, \quad (2.4)$$

Структура таблицы решений выглядит в форме протокола следующим образом (таблица 2.3).

В виде строк записаны правила продукции, каждое из которых представлено множествами условий и действий. Условная часть правил определяется конъюнкциями элементарных условий. Решающая часть правил определяется конъюнкцией элементарных решений.

Правила продукции в данном протоколе имеют вид:

$$\begin{aligned} & IF \{T_{L(c_1)} \& T_{L(e_1)} \& T_{L(c_2)} \& T_{L(e_2)} \& \dots \& T_{L(c_n)} \& T_{L(e_n)}\} THEN \\ & \{P_{L(d_1)} \& P_{L(d_2)} \& \dots \& P_{L(d_k)} P_{L(e_0)}\} \end{aligned} \quad (2.5)$$

где: c_1, c_2, \dots, c_n – условные атрибуты;
 d_1, d_2, \dots, d_k – решающие атрибуты,
 $e_1, e_2, \dots, e_n, e_0$ – атрибуты, характеризующие нечеткость информации об объекте.

Таблица 2.3 – Таблица решений

U	Значения условных атрибутов					Значения решающих атрибутов			
	c_1	e_1	...	c_n	e_n	d_1	...	d_k	e_0
X_1	V_{c11}	V_{e11}	...	V_{cn1}	V_{en1}	V_{d11}	...	V_{dk1}	V_{e10}
⋮						⋮			
X_L	V_{cL1}	V_{eL1}	...	V_{cLn}	V_{eLn}	V_{dL1}	...	V_{dLk}	V_{eL0}
⋮									
X_N	V_{cN1}	V_{eN1}	...	V_{cNn}	V_{eNn}	V_{dN1}	...	V_{dNk}	V_{eN0}

Анализ данных протокола производится в следующем порядке:

- Разделение четких и нечетких знаний;
- если знания четкие, то производится анализ на корректную определенность таблицы решений. Осуществляется проверка равенства проекций $f_x/C = f_y/C$ и $f_x/D = f_y/D$, для каждого $x, y \in U$, $x \neq y$. Если равенства имеют место, то f является детерминистическим правилом решения в DT .

– Таблица решений определена корректно и в этом случае $C \xrightarrow{1} D$. Если таблица решений некорректна и для нее $C \xrightarrow{0} D$ необходимо разложение таблицы;

– разложение таблицы решений на две таблицы DT_1 и DT_2 с целью редуцирования знаний, т.е. устранение недетерминистических правил аналогично описанному выше для четких знаний;

– если знания нечеткие, то необходимо различить нечеткость, свойственную отдельным атрибутам и правилу в целом.

1. Если $Card\{f_x \in U : f_x / C = f_{x_0} / C\} > 0$, то f_{x_0} является нечетким. Обозначим это множество PN и для него должно выполняться условие

$$f_{x_1} / D = f_{x_2} / D \text{ для всех } f_{x_1} \in PN, f_{x_2} \in PN. \quad (2.6.)$$

2. Множество этих правил образуют полную систему

$$F\{f_{x_i} / E : f_{x_i} \in PN\} = TRUE, \quad (2.7.)$$

В предложенном варианте модели представления знаний характеристика принадлежности правила может рассматриваться как общая характеристика принадлежности атрибута действия.

Функциональная структура системы анализа четких и нечетких данных приведена на рисунке 2.4.

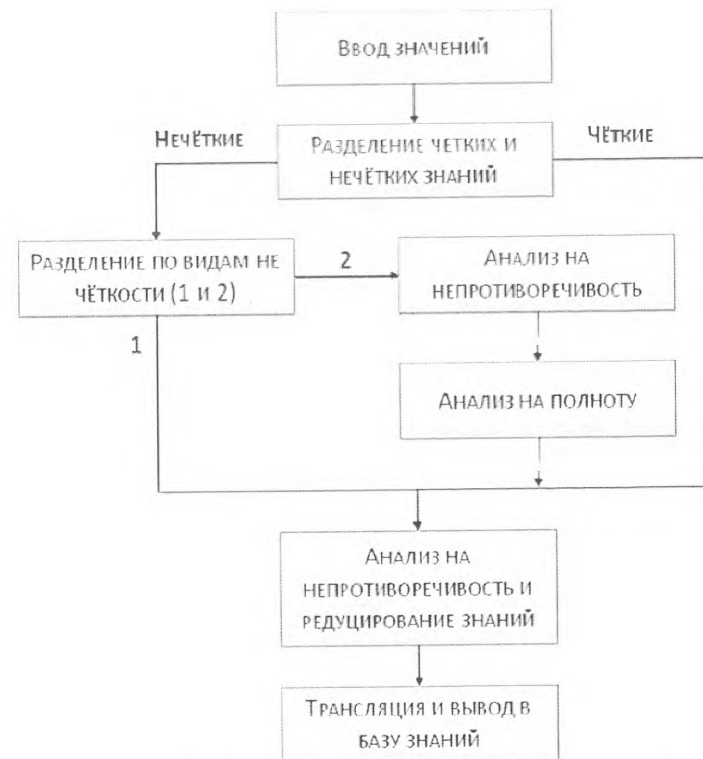


Рисунок 2.4 – Функциональная структура системы

2.5 Методика работы с онтологическими знаниями

Объект изучения любой науки или учебной дисциплины всегда неэлементарен (в противном случае нет необходимости в науке либо в преподавании дисциплины). Поэтому модель конкретной области знания должна иметь несколько аспектов по числу наиболее существенных типов связей [3,68-71], как это было рассмотрено в 1.4.

Здесь мы остановимся на основных моментах, имеющих существенное значение для использования знаний, прежде всего в целях обучения.

Аспекты обучения или изучения. Содержание и формы представления знаний в любом случае предполагает, что изложенное будет изучаться, анализироваться, усваиваться и использоваться для некоторых целей. Тем не менее, значительная часть материалов ориентируется на специальные нужды обучения, и это накладывает определенный отпечаток на форму и порядок изложения. В методике преподавания дисциплины учитываются особенности процессов изучения теоретических положений и выработки навыков их применения в практической деятельности. Мы можем отметить следующие моменты, связанные с преподаванием.

Изложение не может не вестись в аспектах, присущих знаниям данной науки (дисциплины). В противном случае, обучаемые не получают адекватного и полного представления об объекте.

Кроме структуры самой системы знаний необходимо построить динамическую структуру процесса обучения, которая учитывает цели обучения и целевые установки обучаемых, мотивы их деятельности, а также возможности и способности.

Какие подходы существуют к изложению учебного материала? Вернемся к иерархической схеме системы знаний, представленной рисунком 2.5.

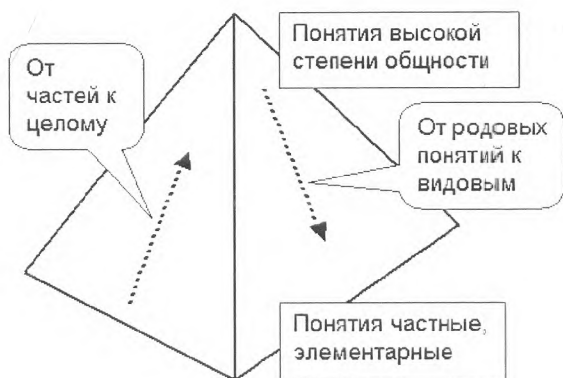


Рисунок 2.5 – Связь порядка изложения с основными аспектами

1. Изучение начинается с наиболее простых понятий, которые конкретны и легки для усвоения. Постепенно в рассмотрение вводятся понятия все более высокой степени абстрактности. Движение идет «снизу – вверх». К недостаткам такого порядка обучения относят то, что обучаемые на всем протяжении изучения дисциплины (вплоть до самых последних этапов) не имеют целостного представления об объекте.

2. Изучение начинается с наиболее общих и абстрактных понятий. На каждом из последующих шагов они раскрываются с помощью понятий нижележащего уровня, пока не будут достигнуты и изучены понятия самого нижнего и конкретного слоя. Такой подход позволяет сразу увидеть целое, общее, но оно оказывается слишком абстрактным и тяжелым для понимания. Отсутствует опора на конкретное. Реализация этого подхода в обучении предполагает наличие значительного запаса знаний и немалых способностей у обучаемых.

3. Одновременное изучение и общих, и частных понятий. Движение осуществляется не снизу – вверх и не сверху – вниз, а по горизонтали. Возможны отклонения в ту или иную сторону, обусловленные спецификой излагаемого материала или особенностями обучаемых.

На рисунке 2.6 представлена графическая иллюстрация перечисленных выше технологий.



Рисунок 2.6 – Варианты технологий обучения

Необходимо отметить, что ни одно из направлений, представленных на рисунке, не используется в чистом виде. Они,

так или иначе, комбинируются. Иногда, даже трудно выяснить, какое из них преобладает.

Наряду с порядком рассмотрения в одном из аспектов, следует учитывать и характер связывания самих аспектов в процессе изложения материала. Здесь тоже нет единого подхода. Наряду с поаспектным изложением наблюдается и «сквозное» освещение тех или иных вопросов. Кроме того, некоторые из аспектов не являются даже относительно независимыми и служат объединению других разрезов, позволяя увидеть объект как комплексное образование.

Предлагаемая последовательность освоения материала [2] базируется на выявленных особенностях знания как системы [68,69] и, как нам представляется, в наименьшей мере противоречит специфике познавательного процесса.

Подобный формализм представления знаний позволяет моделировать обучение как сложную, многоаспектную систему, но при этом организовать процесс таким образом, что последовательно наращивается понимание явления обучаемым, обогащаются его видение, обнаруживаются скрытые механизмы и существо происходящих изменений, развитие объекта. Для достижения этих целей важны три аспекта: организационный, классификационный и динамический.

В первом, наиболее простом для понимания аспекте, изучение начинается с элементарных (неделимых на данном уровне рассмотрения и изучения) объектов. Далее, следуя отношениям «целое – часть» в базовой модели знания, изучаются более крупные образования (агрегаты). Процесс изучения продолжается до тех пор, пока не останется объектов, частями которых являются уже изученные. Отношение «целое – часть» является самым простым и наглядным. Поэтому у обучаемых не возникает барьера непонимания и им не приходится перелопачивать большие объемы материала, чтобы хоть что-нибудь понять. «Прозрение» не отодвигается на более поздние этапы обучения а наступает незаметно и постепенно, ограничиваясь пройденным материалом.

Знания, полученные в рамках организационного аспекта, служат основанием и материалом для обобщений и уяснения

понятий и их родо-видовых отношений в классификационном аспекте. Здесь изучение начинается «сверху», с наиболее общих понятий. Этому благоприятствуют два момента. Первый заключается в том, что уже есть достаточно обширное и в определенной мере освоенное поле знаний. Второй обусловлен спецификой определения понятий. Как правило, в определении понятия используется понятие, являющееся родовым для него. Поэтому путь последовательной конкретизации вдоль отношений «род – вид» представляется оптимальным для освоения понятий и классификационных отношений любой дисциплины.

Теперь, когда изучены структуры объектов, понятия и их отношения, может быть начато изучение процессов. Основой динамического аспекта в изучении являются причинно-следственные связи. Они позволяют показать и объяснить изменения и развитие, которое мы наблюдаем в действительности и, может быть, которым хотели бы управлять. Динамический аспект позволяет нам сделать шаг и в этом направлении. Не только понимать и осознавать, но и эффективно действовать человек может только на основе целостного знания [71]. Графическая иллюстрация методики обучения представлена на рисунке 2.7.

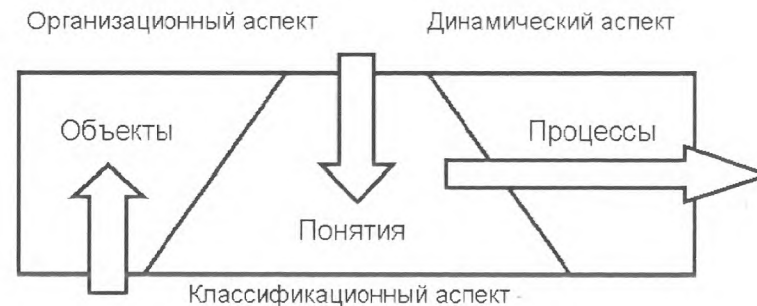


Рисунок 2.7 – Поаспектная методика изучения дисциплины

1. Изучение материала в аспекте отношений "целое – часть". Сначала изучение простых элементов, затем более сложных образований и, наконец, самых сложных понятий.
2. Изучение материала в аспекте родо-видовых отношений. Сначала изучаются предельно общие понятия, занимающие самые верхние позиции в системе понятий. Затем

осуществляется спуск к видовым понятиям и далее вниз по иерархии до элементарных понятий, не являющихся родовыми ни для каких других.

3. Изучение материала в аспекте причин и следствий. Когда изучена "анатомия" дисциплины, можно приступить к ее физиологии. Понятия рассматриваются с точки зрения причин и следствий. Естественно, это требует информации о характере их взаимодействия.
4. Изучение материала в других аспектах. Это может быть, к примеру, аспект использования объектов, изучаемых в рамках дисциплины, аспект их проектирования или изготовления, или, наконец, аспект преподавания самой дисциплины.

Почему выбрана именно такая последовательность? Во-первых, изучение начинается с элементов, которые просты и наглядны. Из них "собирается" все более сложное. Правда, при этом мы ограничиваемся рамками отношения "часть – целое".

Во-вторых, мы не ограничиваемся изучением материала "снизу – вверх", а дополняем этот подход изучением "сверху – вниз". Но при этом мы уже имеем определенную базу для понимания общих понятий. Затем мы развертываем и конкретизируем общие понятия более частными, спускаясь по иерархии знаний в аспекте отношения "род – вид".

В-третьих, лишь освоив материал в двух предыдущих аспектах, имеет смысл рассматривать процессы движения и развития в данной области знания. А лишь изучив объект как динамический (если он действительно динамичен), мы можем изучить приемы или технологию его использования, управления им, его проектирование. Все это, в свою очередь, является необходимой основой для преподавания.

Опишем технологию обучения в теоретико-множественной нотации.

Первый этап (в разрезе целое – часть)

1. Выбираем множество элементарных частей H .

2. Формируем новое множество H_1 понятий – частей первого порядка

$$H_1 = \{ p_i : (p_i, p_j) \in C, p_j \in H \}, \quad (2.8)$$

где (p_i, p_j) – элемент отношения, C – целочастное отношение

3. После освоения этих понятий определяем множество H_2

$$H_2 = \{ p_i : (p_i, p_j) \in C, p_j \in H_1 \}. \quad (2.9)$$

Процедуру выборки и обучения повторяем до тех пор, пока не будет исчерпано все множество и на очередном шаге будет получен результат

$$H_k = \emptyset \quad (2.10)$$

Второй этап (в разрезе род – вид):

1. Формируем множество G предельно общих родовых понятий и представляем его обучаемому;

2. Формируем множество G_1 по правилу

$$G_1 = \{ p_j : (p_i, p_j) \in R, p_i \in G \}, \quad (2.11)$$

где G_1 – множество непосредственно – видовых понятий для родовых понятий множества G ;
 R – отношение род – вид.

После освоения этих понятий переходим к следующему пункту.

1. Формируем множество G_2 понятий непосредственно видовых к понятиям множества G_1 :

$$G_2 = \{ p_j : (p_i, p_j) \in R, p_i \in G_1 \}; \quad (2.12)$$

2. Итерации выделения видовых понятий и обучение повторяем до тех пор, пока не будет достигнут самый нижний уровень иерархии понятий, т.е.

$$G_k = \emptyset. \quad (2.13)$$

Однако мы не абсолютизируем предлагаемую последовательность. Она может корректироваться в зависимости от особенностей дисциплины или от методики преподавания. В частности, для некоторых дисциплин могут быть определяющими другие аспекты (мы этого не исключаем). Либо контингент обучаемых может иметь предварительную подготовку в некотором разрезе, что не может не повлиять на порядок или содержание преподавания. Последовательность может быть представлена в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4 – Базовая последовательность преподавания

Этап	Объект	Направление	Объект	Примечания
1	Часть	→	Целое	
2	Частное	←	Общее	
3	Причина	→	Следствие	
4	Создание	←	Использование	
5	Знание	→	Преподавание	

2.6 Выводы

Уточнено содержание задач анализа и синтеза для систем организационно – экономического типа, показаны методы и технологии их решения, базирующиеся на трехаспектных моделях объектов и процессов.

Разработана методика анализа и выбора существенных факторов на основе МГУА. Решена конкретная задача идентификации факторов модели водопотребления растений.

Предложен и обоснован метод решения задачи многокритериального выбора на основе предпочтений, а также подход к анализу результатов в целях более глубокой интерпретации решения.

Рассмотрен метод систематизации знаний на основе приближенных множеств и предложен вариант метода анализа и систематизации для четких и нечетких знаний.

В рамках задачи представления и использования знаний предложены: поаспектная последовательность изложения и освоения материала; форма представления результатов анализа; метод обучения. Он описан с применением теоретико–множественных обозначений.

3 КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

3.1 Компьютерная реализация системы извлечения знаний

Метод выделения существенных факторов реализуется в два прохода. На первом проходе путем анализа совместного влияния пар факторов строятся списки наиболее существенных из них. Это соответствует построению некоторой подсети полной сети всех возможных комбинаций факторов. На каждом из уровней сети остается много висячих вершин, которые связаны с исходными факторами, но не соединены с вершинами, соответствующими оптимальным комбинациям. Для достижения поставленных целей необходимо выполнение и второго прохода. На втором проходе (обратный ход) – анализ проводился "снизу" от оптимальных комбинаций к исходным факторам. При этом отбрасывались все висячие вершины – тупиковые участки сети.

В результате выполнения второго прохода получается список исходных показателей, вошедших в выбранные оптимальные комбинации, как представлено на рисунке 3.1.

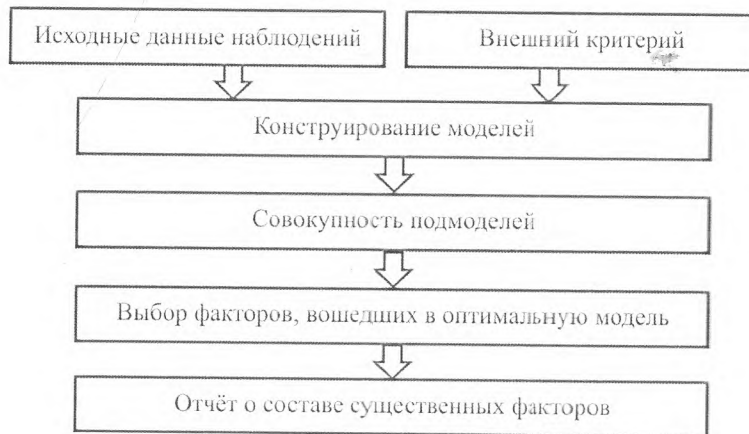


Рисунок 3.1 – Модель водопотребления

Программа написана на языке Фортран для эксплуатации в пакетном режиме.

Описание исходных данных

Исходные данные должны быть организованы в матрицу размерности $N \times M$, где N – число наблюдений, M – число факторов. Каждое из наблюдений занимает одну строку в формате 10F7.2 (до десяти чисел в поле из семи позиций, две из которых отводятся под дробную часть). Матрице данных должны предшествовать два числа: количество строк и количество столбцов в ней. Под каждое отведено по три позиции.

Описание выходной информации

Результаты представляются в виде таблиц (образец представлен таблицей 3.1), которые имеют одинаковую структуру и содержат:

- номер переменной – номер модели;
- номер члена – порядковый номер члена в рассматриваемой модели;
- коэффициенты (параметры) модели;
- 1, ..., 12 – номера переменных (моделей) следующего уровня, входящих в рассматриваемую модель (переменную).

Таблица 3.1 – Характеристики модели водопотребления

№ переменной	№ члена	Коэффициенты	Степени переменных												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	0.003452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	0.356134	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
...													

В табличной части показаны степени, с которыми входят указанные переменные в состав следующего члена модели. Например, в первой строке таблицы 3.1 содержится информация о том, что в первую модель входит член (первый) с коэффициентом 0,003452 и все переменные следующего уровня с нулевыми показателями степеней. Во второй строке – второй член с коэффициентом 0,356134 с нулевыми показателями степеней всех переменных за исключением второй, имеющей показатель степени, равный единице.

Исходные переменные первой таблицы вычисляются с помощью таблицы 2, второй – с помощью таблицы 3 и так далее до исходных переменных таблицы 6. Последние являются существенными факторами водопотребления люцерны. Порядок расчетов с помощью таблиц одинаков на всех уровнях.

Для анализа были взяты общедоступные данные управления гидрометслужбы Кыргызстана: дата, начальная влажность в слое, количество дней от укуса, солнечная активность, температура воздуха, температура поверхности почвы, относительная влажность, дефицит насыщения, атмосферное давление, скорость ветра, сумма осадков за сутки. Расчеты проводились многократно в различных вариантах. Удовлетворительные результаты получены при следующих характеристиках процесса

- количество рядов селекции – 12;
- количество комбинаций, отбираемых на каждом ряду селекции – 12;
- количество факторов на каждой частной комбинации – 2;
- монотонность снижения до 11 ряда и стабилизация на 12-том.

После отбора остались следующие исходные факторы: дата, начальная влажность в слое, солнечная активность, температура воздуха, относительная влажность, атмосферное давление, скорость ветра, сумма осадков за сутки.

В процессе анализа были исключены следующие факторы: количество дней от укуса, солнечная активность, температура поверхности почвы, дефицит насыщения.

Всего получено двенадцать моделей примерно одинакового качества. Каждая из моделей предполагает выполнение вычислений на шести уровнях.

Характер изменения внешнего критерия иллюстрируется рисунком 3.2.

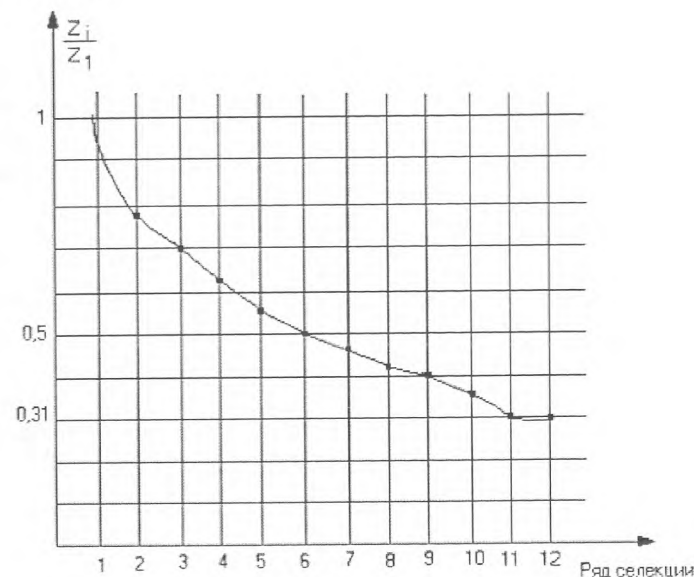


Рисунок 3.2 – Характеристика изменения внешнего критерия Z_1 – значение критерия в первом ряду, Z_i – значение критерия в ряду N_i .

3.2 Компьютерная реализация задачи выбора на основе предпочтений

Назначение пакета: решение плохо формализуемых задач при наличии нескольких возможных решений (или классов решений), нескольких критериях и отсутствии возможностей

количественной оценки решений, последствий их выбора и критериев.

Данное приложение реализует функции системы поддержки принятия решений в условиях неопределенности (получено свидетельство – П.А.1) [77]. Причем неопределенность касается как важностей критериев, так и оценок альтернатив – возможных решений. Предполагается, что количественных оценок нет, и требуется извлечь из эксперта информацию качественного характера, а на ее основе выделить наилучшее решение по нескольким критериям сразу.

Поскольку чисто машинных методов подобного рода не существует, задача решается во взаимодействии пользователя с компьютерным приложением. Последнее облегчает процесс извлечения знаний и осуществляет рутинную вычислительную работу.

Исходные данные:

- множество критериев;
- множество решений;
- отношения предпочтительности, эквивалентности и не предпочтительности на множестве решений в разрезе каждого из критериев.

Выходные данные: показатели относительных предпочтительностей альтернатив.

Функции, реализуемые программой для решения задач многокритериального выбора на основе предпочтений следующие:

1. Ввод размерностей задачи и генерация форм ввода данных.
2. Ввод наименований критериев и альтернатив.
3. Ввод результатов попарных сравнений.
4. Логическая проверка результатов оценивания.
5. Расчет относительных весов альтернатив и критериев.
6. Синтез итоговых оценок.

7. Вывод результатов расчета.

При необходимости, как исходные данные, так и результаты могут быть сохранены в файле для последующего использования пакетом или документирования процесса и результатов решения задачи.

Программа для решения задач многокритериального выбора на основе предпочтений предъявляет следующие требования к системному программному обеспечению:

- операционная система – любая ОС с поддержкой Java 2 (java.sun.com);
- программа написана на языке Java и для работы требует установленной виртуальной машины;
- программа тестировалась с версией 1.5.0 интерпретатора.

Минимальные требования к аппаратному обеспечению:

- процессор –586 и более поздние версии;
- наличие принтера (если есть необходимость печати выходных документов).

Функциональная структура приложения представлена диаграммой (см. рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Состав и взаимосвязи функций приложения

Приложение реализует обычный IPO–цикл:

I – ввода и проверки исходных данных.

P – преобразования во внутреннюю числовую форму:

- решения подзадач в разрезе каждого из критериев;
- решения синтезирующей задачи.

O – вывода результатов решения пользователю.

Бинарные отношения между критериями и бинарные отношения между решениями в разрезе каждого из критериев задаются в табличной форме. Это возможно потому, что между парой решений или критериев может иметь место только одно из отношений.

Предпочтительность обозначается знаком «>», эквивалентность – «=», неpreferredность – «<». После ввода и проверки исходных данных они, для последующей обработки, преобразуются в числовую форму: (предпочтительность – 2; эквивалентность – 1; неpreferredность – 0)

Функциональность обеспечивается виртуальной машиной. Интерфейс программы и ее ядро реализованы на языке программирования Java. Диаграмма классов программы представлена на рисунке 3.4.

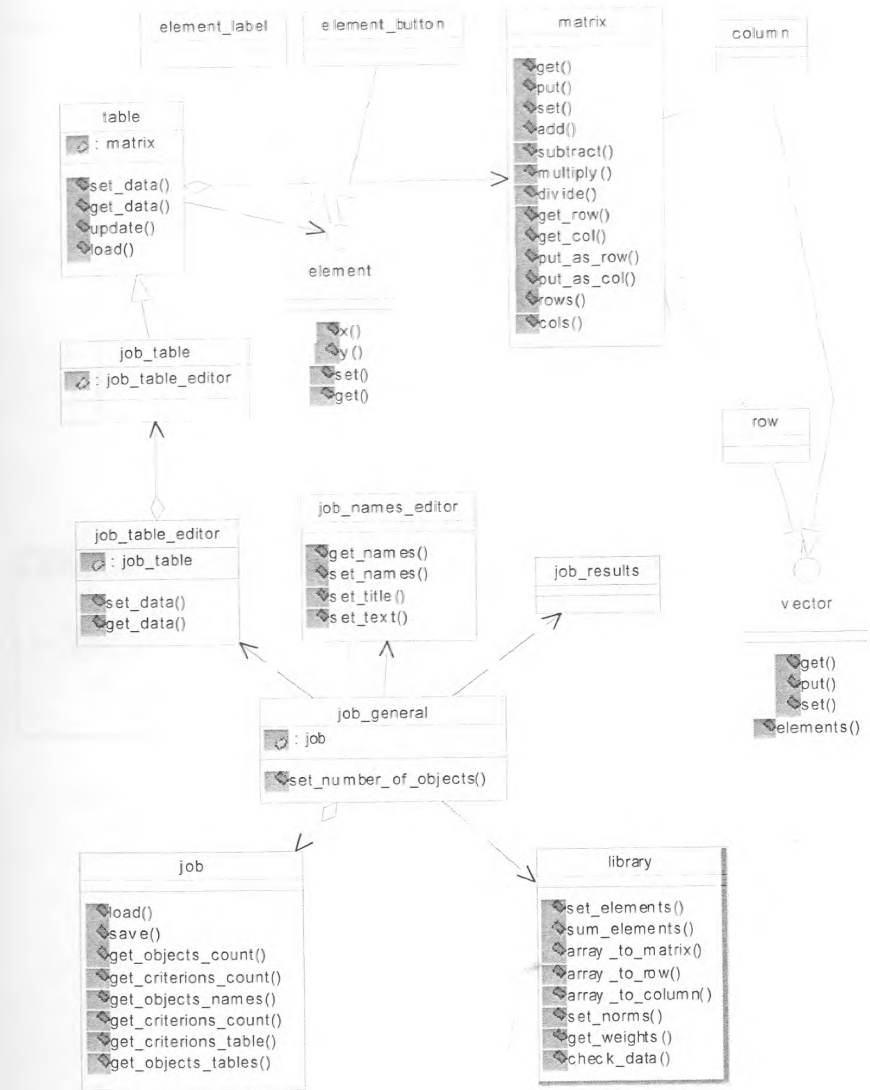


Рисунок 3.4 – Диаграмма классов программы выбора на основе предпочтений

Диалоговые окна приложения

Ниже на рисунках 3.5 – 3.13 представлены основные окна приложения:

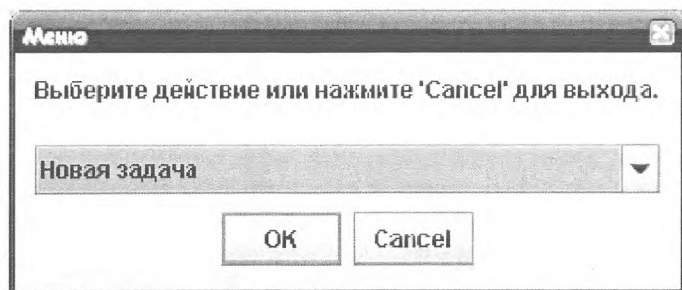


Рисунок 3.5 – Выбор действия

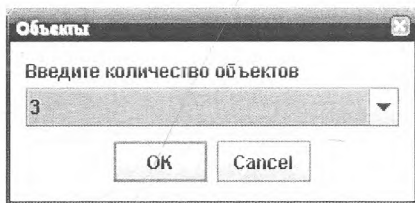


Рисунок 3.6 – Панель ввода количества объектов

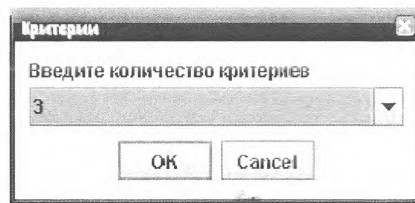


Рисунок 3.7 – Панель ввода количества критериев

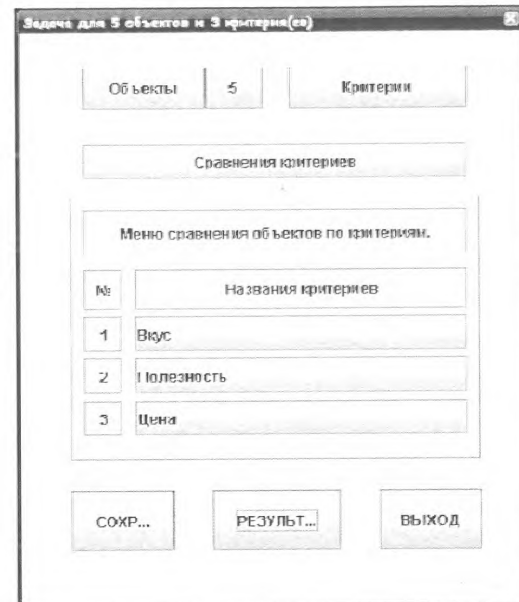


Рисунок 3.8 – Главное окно ввода



Рисунок 3.9 – Панель ввода информации об объектах

Критерии

Введите наименования критериев

1	Вкус
2	Полезность
3	Цена

Готово

Рисунок 3.10 – Панель ввода информации о наименовании критериев

Критерии

Сравните критерии

		1	2	3
1	Вкус	=	>	<
2	Полезность	<	=	>
3	Цена	>	<	=

DONE

Рисунок 3.11 – Сравнение объектов по одному из критериев

Критерий: Полезность

Сравните объекты по критерию: "Полезность"

		1	2	3	4	5
1	Кола	=	<	<	<	<
2	Сок	>	=	>	>	<
3	Вино	>	<	=	>	<
4	Чай	>	<	<	=	<
5	Максым	>	>	>	>	=

DONE

Рисунок 3.12 – Сравнение объектов по одному из критериев

Результаты

Веса объектов

1	Кола	1.9
2	Сок	17.7
3	Вино	22.8
4	Чай	0.7
5	Максым	56.7

ЗАКРЫТЬ

Рисунок 3.13 – Панель вывода результатов

3.3 Компьютерная реализация систем анализа знаний

3.3.1 Функциональная структура системы анализа знаний

На основе теории приближенных множеств разработаны технологичные, с точки зрения эксплуатации, алгоритмы, организованные в ряд модулей – функции [62]. Состав последних и их соподчиненность представлены в структурной схеме на рисунке 3.14 программы анализа знаний и построения системы продукции. Наименование функций отражает их семантику.

Пакет программ анализа и систематизации знаний, разработанный на основе теории приближенных множеств, служит для анализа совокупности знаний и построения корректно определенной системы продукций.

Для нормального функционирования любой экспертной системы совокупность знаний должна обладать двумя свойствами. Полнотой и непротиворечивостью.

Их наличие позволяет рассматривать знание как систему. Специально разработанный пакет анализа и систематизации знаний (получено свидетельство – П.А.2.) [78] производит детальный разбор исходной информации, выявляет несоответствия, дает возможность пользователю (инженеру по знаниям) внести изменения и транслирует знания в форму, удобную для интерпретации.

Функции, реализуемые пакетом программ анализа и систематизации знаний, следующие:

- детальный разбор исходной информации на корректную определенность,
- выявление несоответствий,
- разложение таблиц решений,
- выделение недетерминистических правил,
- внесение изменений пользователем (инженером по знаниям) и трансляция знания в форму, удобную для интерпретации,
- вывод данных.

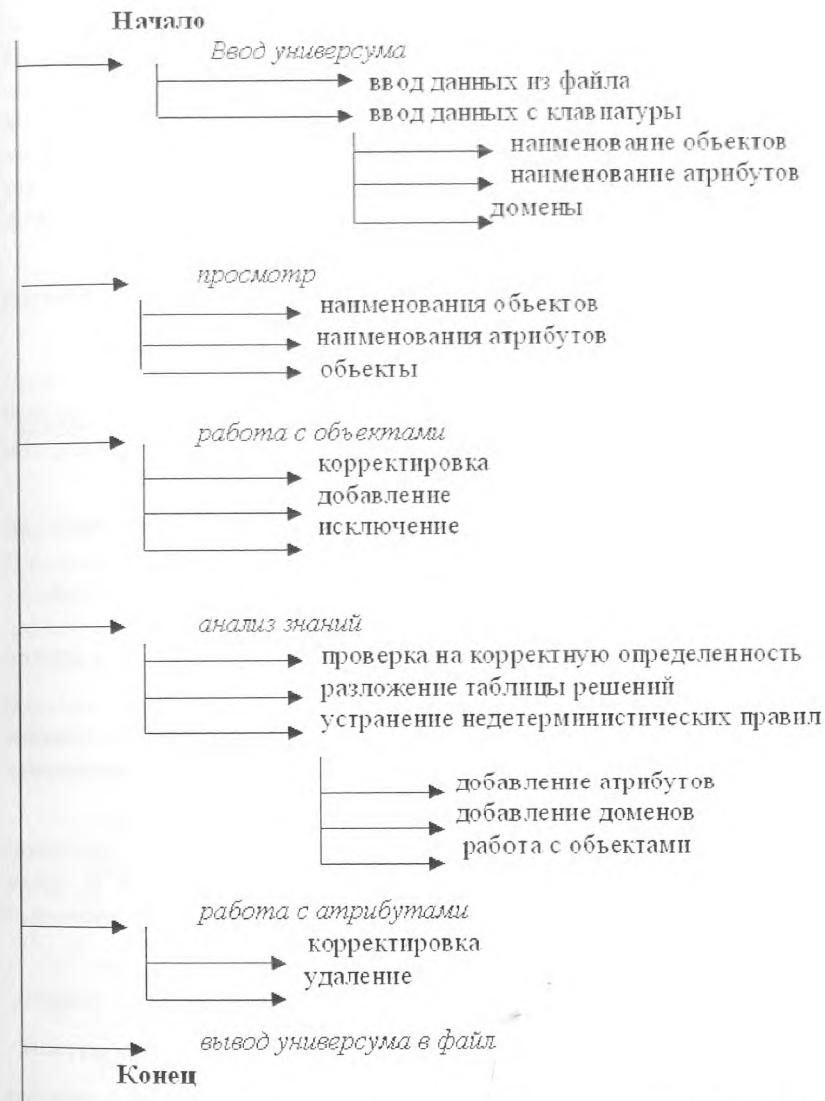


Рисунок 3.14 – Структурная схема программы анализа знаний и построения системы продукции

Знания сохраняются в файле, носящем название универсума. Он может считываться и корректироваться в случае необходимости.

Последующим редакциям файла могут присваиваться другие имена. В качестве входной информации используются наименования объектов, наименования атрибутов, домены, название универсума. В качестве выходных документов могут быть выданы: список объектов, список атрибутов, таблица решений. Вывод списков наименований и универсума на печать выполняется отдельными программами. Каждая из них требует указания наименования файла, содержащего универсум.

Программа печати наименований объектов вызывается программой

PRIO имя_файла > *PRN* :

Программа печати списка атрибутов вызывается по команде

PRIA имя_файла > *PRN* :

Программа печати объектов универсума вызывается по команде

PRIV имя_файла > *PRN* :

Последующим редакциям файла могут присваиваться другие имена.

Данная версия пакета программ анализа и систематизации знаний предъявляет следующие требования к программному обеспечению:

- ориентирована на эксплуатацию в среде дисковой операционной системы, но может запускаться и в среде Windows (в окне DOS) на IBM-совместимых персональных компьютерах.
- пакет не требует каких-либо классификаторов или словарей,
- допустимо задавать до шестидесяти различных показателей,
- длина наименований условных атрибутов не должна превышать 16 символов,
- количество элементов отношения между показателями не ограничено,

- максимальная глубина поиска не может превысить количества показателей в модели. Этого достаточно, чтобы отследить самую длинную цепочку связей (максимальная по длине цепочка может включить все показатели модели),
- интерфейсные возможности и программная функциональность обеспечивается языком Fortran, и для работы не требует ничего дополнительного.

3.3.2 Экспертная система

Метод анализа и систематизации четких и нечетких знаний был использован при разработке экспертно-советующей системы по устранению вредного влияния солнечных и магнитных бурь на человека [79–81].

Программа (получено свидетельство – П.А.3.) [81] предназначена для консультирования по вопросам предупреждения (профилактики) и лечения негативных последствий неблагоприятного влияния гелиогеометеоусловий на здоровье людей.

Консультации для профилактики могут быть получены для больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, гипертонией, ишемической болезнью сердца, заболеваниями легких, заболеваниями печени, а также относительно здоровых людей.

Программа выдает рекомендации в следующих разрезах:

- режим питания;
- общие рекомендации по режиму;
- физиотерапия и физическая культура;
- медикаментозное лечение.

Входными данными являются ответы на вопросы программы, формируемые в виде меню. Выходная информация выдается на экран сразу после того, как программа получит всю необходимую для ответа информацию. В случае, если в процессе вывода потребуется дополнительная информация, программа выдаст соответствующий вопрос в форме меню.

В процессе вывода после выдачи отдельной порции выходных данных программа ожидает команды для выдачи следующей порции.

Программа построена по модульному принципу и включает в себя модули трех типов: ввода-вывода, анализа и построения причинно-следственных связей, подготовки рекомендаций.

Функции программы:

- ввод данных;
- организация диалога;
- анализ и построение причинно-следственных связей;
- подготовка рекомендаций;
- выдача рекомендаций.

Состав экспертно-советующей системы и соподчиненность элементов представлены в структурной схеме на рисунке 3.15. Наименование функций отражает их семантику.

Тип ЭВМ – процессор 386 и выше. Язык программирования – Пролог (Турбо-Пролог версии 2.0). Операционная система MS DOS 4.0 и выше, Microsoft Windows любой версии. Объем программы 640 kb.

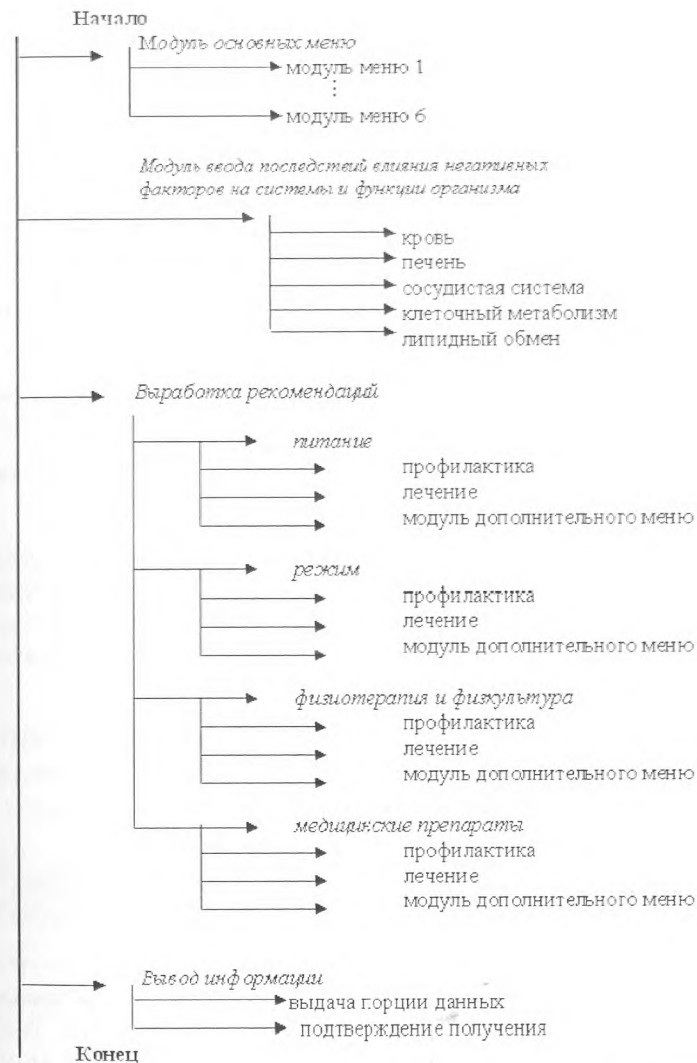


Рисунок 3.15 – Структурная схема ЭСС по устранению вредного влияния солнечных, магнитных бурь и погодных условий на человека

3.4 Компьютерная реализация системы представления знаний

Для внедрения предлагаемой методики [68–71], основанной на выявленных особенностях знаний, требуется выполнить два комплекса работ.

Первый – по анализу содержания некоторой дисциплины и оформлению материалов в требуемом виде.

Второй – по проектированию и изготовлению программного продукта.

Анализ содержания дисциплины затрудняется по целому ряду различных причин:

- в имеющихся материалах не всегда есть исчерпывающая информация во всех требуемых аспектах;
- даже если информация имеется, надо обладать определенными навыками, чтобы разделить ее по аспектам, если аспекты уже известны, но может быть, что систему аспектов придется разрабатывать параллельно с подготовкой материалов;
- внутри одного типа отношений могут встречаться подтипы, что может быть неочевидным, так как авторы редко акцентируют внимание на этом;
- среди материалов могут попадаться важные, но не укладываемые в сложившуюся классификацию, что порождает проблему идентификации знания, даже если это – исключения.

Оформление материалов неразрывно связано с процессом анализа, и изменения в результатах анализа требуют переоформления уже подготовленной информации. Поэтому для облегчения этих работ требуется какое-либо средство автоматизации подготовки данных.

Относительно второго комплекса работ можно сказать следующее:

- сам характер образовательного процесса обуславливает желательность построения приложений для функционирования в локальной либо глобальной сети, но это не должно исключать возможности его распространения на носителях, магнитных или оптических;
- характер основных функций, которые должны реализовываться приложением, таков, что они, в основной своей массе, могут с успехом выполняться интернет-браузерами;
- для кодирования данных вполне подходит язык разметки гипертекста, но, ввиду того, что гиперссылки должны быть качественно различными, в приложении необходимо использовать и неязыковые средства;
- дополнительная функциональность вполне может быть достигнута использованием возможностей скриптовых языков, исполняемых на стороне клиента.

Связи и структура системы знаний представлены на рисунке 3.16.

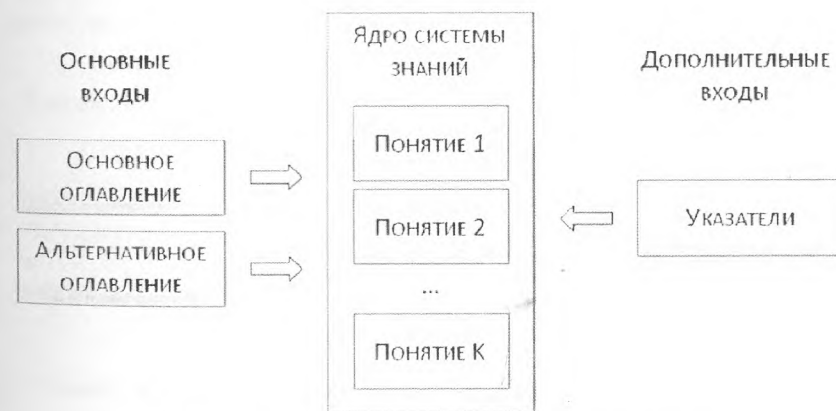


Рисунок 3.16 – Связи и структура системы знаний

Исходя из изложенных посылок, разработана программа, тестирующая на наличие знаний (получено свидетельство Кыргызпатента – П.А.4.) [82].

Программа, тестирующая на наличие знаний предназначена для тестирования обучаемых на предмет знания понятий и связей между ними. Основана на использовании системы знаний, представляемых как взаимосвязанные совокупности наименований понятий, определений, отношений.

Основные функции программы, тестирующей на наличие знаний следующие:

- проверка знания определений;
- проверка знания цело–частных отношений;
- проверка знания родо–видовых отношений;
- вывод результатов тестирования.

Исходная информация

Структура файла исходных данных:

```
<количество элементов>
<категория> <код элемента> <тип элемента> <текст элемента>
<категория> <код элемента> <тип элемента> <текст элемента>
...
<категория> <код элемента> <тип элемента> <текст элемента>
<количество пар>
<левая скобка> <номер элемента> <номер элемента> <правая скобка>
<левая скобка> <номер элемента> <номер элемента> <правая скобка>
...
<левая скобка> <номер элемента> <номер элемента> <правая скобка>
```

Под элементом понимается либо наименование понятия, либо его определение.

Для описания каждого элемента отводится одна строка, начинающаяся с номера группы (категория). Группе, к примеру, может соответствовать раздел дисциплины.

При подготовке вариантов ответов последние выбираются из категории вопроса. За категорией располагается номер элемента – код, в дальнейшем используемый для задания отношений.

Далее следует тип элемента. Допустимо использовать три типа элементов: 1 – определение (может использоваться только в качестве вопроса); 2 – ответ; 3 – вопрос или ответ. Текст элемента – это собственно определение либо его наименование.

Вторая часть файла начинается со строки, содержащей одно целое число. Оно означает количество заданных пар элементов, связанных отношениями. Вид отношения определяется используемыми скобками. Могут использоваться: фигурные скобки (определяющее отношение); угловые скобки (отношение целое–часть); квадратные скобки (родо–видовое отношение). Первым элементом пары может быть определение, родовое понятие или целое). Вторым – соответственно наименование понятия, видовое понятие или часть.

Строки разделяются переводом строки и возвратом каретки. В качестве разделителя элементов строки используется пробел.

Диалоговые окна приложения

Ниже представлены основные окна: проверка знания определений – рисунок 3.17, проверка знаний отношения «целое – часть» – рисунок 3.18, итоговая панель – рисунок 3.19.

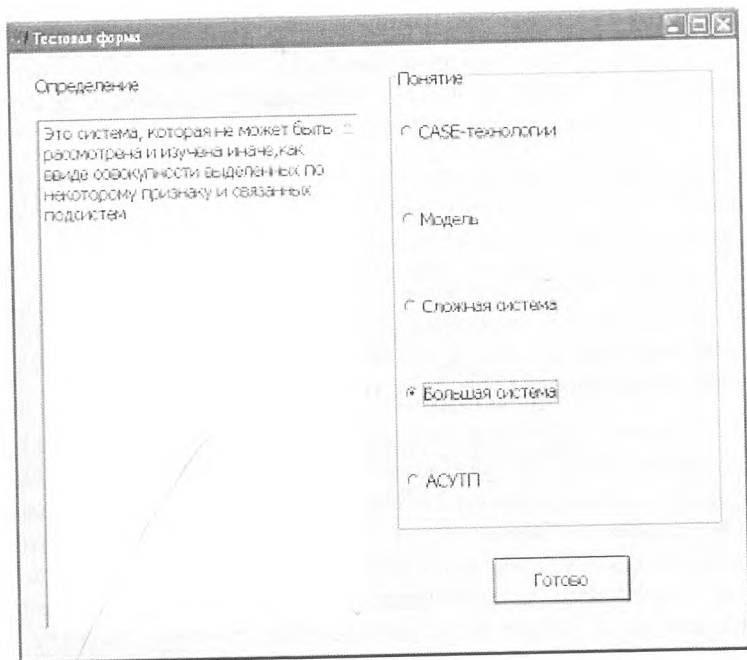


Рисунок 3.17 – Проверка знания определений

Программа, тестирующая на наличие знаний написана на языке C/C++ и предъявляет следующие требования к программному обеспечению: операционная система – MS Windows 2000 и выше. Минимальные требования к аппаратному обеспечению: процессор – Pentium III и выше. Оперативная память – 256 Мбайт и более.

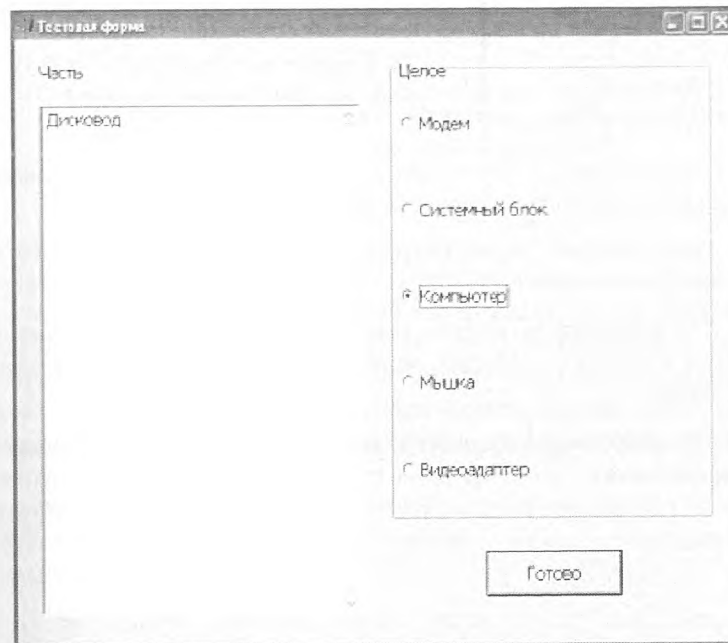


Рисунок 3.18 – Проверка знаний отношения «целое – часть»

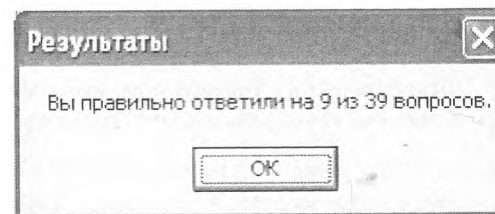


Рисунок 3.19 – Итоговая панель

3.5 Выводы

Разработана компьютерная программа для анализа и отбора существенных факторов.

Разработана компьютерная программа для решения задачи многокритериального выбора на основе предпочтений.

Разработана компьютерная программа для анализа и систематизации знаний.

Разработана экспертно-советующая система по устранению вредного влияния солнечных, магнитных бурь и погодных условий на человека.

Разработана компьютерная программа тестирующая на наличие знаний.

4 Применение компьютерных информационных систем в менеджменте знаний

4.1 Специфика работ по созданию информационных систем с позиций менеджмента знаний

Компьютерные информационные системы становятся неотъемлемой частью как профессиональной деятельности в различных отраслях народного хозяйства, так и незаменимым средством обучения. Предлагаемый материал посвящен раскрытию содержания технологий создания информационных систем различного назначения от этапов предпроектного обследования объекта до разработки основных технических решений. При этом он содержит результаты новых разработок [4,72] в части целевого аспекта в системном анализе и сути его основных задач, специфических особенностей интернет-сайтов как одного из видов информационных систем, а также имеет определенную методическую направленность.

В задаче анализа цели выявляются как результат выполнения функций объектом. Порядок анализа задается цепью: организация; функции; цели. В задаче синтеза порядок обратный: от целей через функции к организации (схеме).

Таким образом, анализ начинается с выявления схемы или оргструктуры организации или подразделения. Затем определяются функции как объекта в целом, так и его отдельных элементов. Совокупность функций увязывается в функциональную структуру. После этого выявляются результаты выполнения функций. Это и есть цели. Ради их достижения и необходимы функции. Цели увязываются друг с другом и выявляется целевая структура.

Задача синтеза включает сходные элементы, но выполняется она в обратном порядке. Сначала определяются цели, затем выбираются средства их достижения, определяются функции, которые должны быть выполнены для этого. От функциональной структуры переходят к схемным (организационным, программным, техническим) решениям, т.е. конструируют организацию, которая оптимальным образом выполняла бы заданные функции.

Предпроектное обследование объекта. Обследование выполняется с целью выявления основных проблем и потребностей организации, которые могли бы быть решены путем реорганизации структуры и функций объекта и, может быть, автоматизацией ряда задач оперативной и управленческой деятельности. В процессе обследования выполняется анализ организации в основных аспектах, которые рассматривались нами выше. Порядок проведения анализа един: от оргструктуры к функциям, а от функций – к целям.

Результаты обследования оформляются в виде отчета о предпроектном обследовании. В соответствии с порядком проводимых работ, отчет содержит следующие разделы.

1. Введение. Общая характеристика организации и конкретные цели проведения обследования.
2. Организационная структура объекта. Состав подразделений, структура организации, должностной состав и подчиненность работников.
3. Функциональная структура объекта. Состав и содержание функций, их взаимосвязи и взаимодействия в процессах функционирования организации.
4. Целевая структура организации. Выявляется в результате анализа результатов выполнения функций. Показывает взаимосвязи целей различных типов и уровней.
5. Заключение и выводы с позиций целей проведения обследования. Если целью является последующая автоматизация административно-управленческих функций, то необходимо указать, какие именно рационально автоматизировать, и какие результаты при этом могут быть получены.

В качестве источников информации при проведении обследования могут выступать самые различные документы и литературные источники. Перечислим основные.

1. Устав или положение об организации. Этот документ, хоть и имеет в значительной степени декларативный характер, тем

не менее может служить для расстановки ориентиров последующей работы.

2. Положения о подразделениях. Это могут быть положения о конкретных подразделениях либо типовые, ориентированные на все подразделения сходного назначения.
3. Должностные инструкции. Могут быть как типовыми, так и специализированными. Достоинство положений в том, что они описывают и задачи, и функции должностного лица, права и обязанности, подчиненность и взаимодействие с другими должностными лицами при выполнении тех или иных функций.
4. Штатное расписание. Этот важный обобщающий документ содержит перечень всех подразделений и должностей, а также еще некоторую информацию, которая может быть полезна при подготовке отчета. Достоинство штатного расписания в том, что оно отражает текущий состав организации. Но необходимо иметь в виду, что ряд функций организации может выполняться внештатными сотрудниками.
5. Отраслевые, ведомственные или внутренние положения, инструкции и руководства, регламентирующие деятельность организации, ее подразделений, руководителей и работников. Документы нормативного характера играют очень важную роль в работе любой организации.
6. Планы и отчеты организации и/или подразделений. Они содержат описания работ в целом или поэтапно, требуемые для их выполнения ресурсы - времени, финансов, материальные ресурсы, плановые или фактические трудозатраты. При этом обычно указываются конкретные исполнители и формы представления результатов выполнения работ. Планы и отчеты дают одновременно комплексную и детальную картину функционирования организации.
7. Статьи, книги и ресурсы сети интернет по затрагиваемой в отчете тематике.

Если объект оказывается слишком сложным для лиц, проводящих обследование, отчет может содержать относительно сырую информацию в сценарной форме. Сценарий описывает процессы функционирования без четкого разделения аспектов целей, функций и элементов оргструктуры. На предварительных этапах он может быть незаменим, однако в последующем анализ крайне желательно довести до конца, так как попытка простого переложения процессов на программно-технические средства без достаточно глубокой проработки может дать неудовлетворительные результаты. Анализ для того и необходим, чтобы построить оптимальную или близкую к оптимальной систему. А если она сложна, то и описание должно быть выполнено в разрезе основных аспектов, имеющих существенное значение для достижения целей организации.

Замечание относительно цели организации. Необходимо четко осознавать, что цель организации не может определяться ею самой. Цель есть функция, рассматриваемая с позиций надсистемы. Только система вышележащего уровня может определять цели организации. К примеру, цель создания и функционирования фирмы определяется не работниками и даже не руководителями фирмы, а учредителями. Дирекция является исполнителем воли учредителей, назначается и контролируется ими. Точно также руководитель подразделения выполняет целевые установки дирекции, ставя цели своим подчиненным и контролируя их выполнение.

Сайт для всеобщего доступа является специфическим видом рассредоточенной компьютерной информационной системы [83]. Если другие виды информационных систем создаются для удовлетворения потребностей заказчика, то сайт ориентирован на использование не заказчиком, а пользователями всемирной сети. Поэтому выявление системы целей заказчика – только одна сторона дела. Вторая сторона связана с интересами и потребностями пользователей Интернет. Если их интересы не будут учтены, то сайт не будет посещаемым и затея заказчика будет обречена на провал. Платит деньги заказчик, но его цели должны быть преломлены через интересы пользователей, чтобы появился хотя бы шанс для достижения целей заказчика. Как обеспечить привлекательность сайта?

Пользователи Интернет сильно различаются со всех точек зрения. Учесть индивидуальные потребности практически невозможно. Но мы можем выделить основные типы или группы пользователей по сходству их интересов. Классификация пользователей является необходимым условием обеспечения возможности учета их потребностей. Задача классификации не является простой, но она достаточно хорошо изучена. В основе любой прикладной науки лежит систематизация или классификация. Она позволяет снизить излишнее разнообразие и делает обозримым множество изучаемых объектов.

Для каждой из групп пользователей строится система целей. Каждый из типовых пользователей представляется определенным профилем.

В процессе сопоставления целей представителей разных классов может оказаться, что цели одних пользователей противоречат целям других. Это не говорит об ошибках анализа. Но эти противоречия должны быть проанализированы и описаны в отчете. Результат сопоставления и синтеза целей пользователей и целей заказчика должен быть представлен в итоговой целевой структуре компьютерной информационной системы. Естественно, что при этом должны быть учтены возможности и специфика всемирной сети и ограничения, накладываемые местными особенностями.

Отчет о предпроектном обследовании является отправным пунктом для подготовки технического задания на проектирование.

Техническое задание на проектирование (ТЗ) и этапы проектных работ. Является основным документом, определяющим состав работ, сроки, требования к создаваемой системе в различных аспектах. При этом главное внимание уделяется функциональному аспекту, так как именно для автоматизации определенных функций организации и создается компьютерная информационная система.

Во введении указываются основания разработки, дается общая характеристика объекта, цели создания системы и сведения о самом задании.

Главный раздел ТЗ посвящен изложению функциональной структуры системы и требований к ней, как в целом, так и к

отдельным подсистемам и функциям. В следующем разделе излагаются требования к обеспечивающим подсистемам: информационной, математической, программной, технической и организационно-правовой. К техническому заданию обязательно прилагается план-график выполнения работ и смета затрат.

Современный подход к разработке информационных систем в самом укрупненном виде состоит из трех проектных этапов. Это: выявление проблем и анализ процессов (формулирование требований), моделирование системы, прототипирование. Рассмотрим их подробнее.

Этап формулирования требований обычно базируется на анализе реально протекающих информационных процессов в объекте (что есть и как он функционирует) и выявлении действительных информационных потребностей (что же все-таки надо иметь). Важнейшая особенность требований в том, что они должны отвечать на вопрос «что должна делать система», но никак не подменять его тем, «как это делать». В дополнение к этому, требования должны исходить из потребностей организации в целом и ориентироваться на последовательную нисходящую детализацию вниз по уровням иерархии. Эти два важнейших момента базируются на положениях теории систем и системного анализа и позволяют в определенной мере сделать процесс проектирования результативным при приемлемых затратах.

Техническое проектирование. Для целей моделирования широко используются графические средства. При исследовании объекта, описании бизнес-процессов, их рационализации и автоматизации находит применение язык описания потоков данных DFD (Data Flow Diagrams). Хотя он и называется языком описания потоков данных, но предназначен для специфицирования и последовательной детализации системы в функциональном аспекте. Ядром описания всегда является совокупность функций (подфункций) объекта. С их помощью описываются преобразования данных (обработка). Функции связываются потоками данных друг с другом и с внешними сущностями. Для передачи данных во времени используются хранилища данных. В таблице 4.1 охарактеризованы основные примитивы диаграмм.

Диаграммы дополняются словарями (описания потоков и хранилищ). В них задаются содержательные и формальные характеристики передаваемой или хранимой информации. Это могут быть структуры, таблицы, документы. Для показателей указываются их наименования, временные характеристики, единицы измерения, признак управления, объект и субъект, тип и значность числового значения.

Таблица 4.1 – Примитивы диаграмм

Примитив	Назначение и особенности
Внешняя сущность	Изображается на контекстной диаграмме и обозначает элементы среды, с которыми взаимодействует объект
Процесс	Обозначается прямоугольником и представляет функцию. Именуется глаголом или отглагольным существительным. Имеет уникальный иерархический код (идентификатор)
Поток	Обозначается стрелкой, показывающей направление потока. Имеет название. Сопровождается спецификацией (описанием) характеристик таких, как состав данных, периодичность, форма представления и т.п.
Хранилище	Предназначено для передачи данных во времени. Специфицируется так же, как и поток. Дополнительно могут указываться срок хранения, периодичность обновления и другие необходимые характеристики
Терминатор	Представляет сущность, внешнюю для детализируемой функции. Фактически идентифицирует поток на диаграмме вышестоящего уровня. Связывает диаграммы друг с другом по данным

Множество диаграмм образует иерархию. На самом верхнем уровне располагается контекстная диаграмма. Она показывает среду, в которой функционирует объект. Контекстная диаграмма содержит только один процесс – процесс, реализуемый информационной системой. Диаграммы нижних уровней

конкретизируют функции из диаграмм вышележащих уровней. На каждой из диаграмм (кроме контекстной) отображается от трех до семи процессов. Иерархия диаграмм представляет функциональную структуру информационной системы в терминах процессов, потоков данных и хранилищ.

Функции, которые уже достаточно просты и для описания которых графические возможности DFD уже не подходят, конкретизируются с помощью других средств. Это могут быть алгоритмы на псевдокоде (формализованном естественном языке), таблицы решений, автоматные описания и т.п. Их называют миниспецификациями. Для миниспецификаций нет стандартизованных специальных изобразительных средств и они могут создаваться в сравнительно свободном формате, что, однако, вовсе не предполагает произвола в выборе примитивов.

Этап рабочего проектирования состоит в компьютерной реализации технических решений. При этом используются структурные и объектно-ориентированные подходы. В последнее время популярен язык UML – универсальный язык моделирования программных систем.

4.2 Разработка технических решений автоматизации

В данном разделе описаны результаты исследований и разработок, на которые получены авторские свидетельства Государственного Комитета СССР по делам изобретений и открытий.

1. Устройство для программного управления потоком жидкости и сыпучих сред [84] может быть использовано в сельском хозяйстве на внутрихозяйственных оросительных системах для автоматического регулирования изменения струй в бороздах, а также для программного управления в заданной последовательности расходом жидкости и сыпучих сред в промышленности.

2. Устройство для управления обслуживанием объектов [85] относится к автоматическому управлению и может быть использовано при управлении поливом. Оно позволяет поставить в соответствие число обслуживаемых объектов и число

обслуживаемых каналов, при этом учитывается различное время обслуживания объектов.

3. Устройство для управления распределением воды на полив [86] относится к области автоматизации управления водораспределением во внутрихозяйственных оросительных системах для управления распределением воды между поливными участками с заданным приоритетом их полива. Данное устройство позволяет согласовывать количество стандартных водотоков, подаваемых на массив с количеством поливаемых участков.

4. Устройство для управления распределением воды между поливными участками [87]. Данное изобретение относится к области автоматики и предназначено для автоматического управления распределением воды между поливными участками. Известные системы не позволяют при случайном изменении забора воды на внутрихозяйственную оросительную сеть поддерживать соответствие между числом обслуживаемых участков и числом водотоков водозабора на внутрихозяйственную оросительную сеть. В результате автоматического перераспределения поступающей воды между обслуживаемыми участками, уменьшается струя в бороздах до критических расходов, которые перестают обеспечивать промачивание почвы на заданной длине борозд, сосредотачиваясь, главным образом, в начале борозды и не добегая до ее конца. Оросительная вода неравномерно распределяется вдоль борозд, приводит к заболачиванию начальной его части и к подсушке растений в конце участка. На случайное увеличение числа стандартных водотоков водозабора в системе формируются сигналы разрешения постановки на обслуживание участков. При отсутствии последних в очереди происходит автоматическое перераспределение воды между стоящими на обслуживании участками, вследствие чего увеличивается расход струй до критической величины. Это влечет за собой эрозию почв, может смыть растение и разрушить борозды. Данное изобретение позволяет учесть эти недостатки.

5. Способ полива, включающий определение на участках полива почвенной влажности и сравнение ее с оптимальной влажностью, отличающийся тем, что с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур путем недопущения ее

подсушки, устанавливают очередность полива участков по скорости убывания влажности от ее значения на 10–15% выше оптимальной влажности до фиктивной влажности завядания, превышающей оптимальную. Фиктивную влажность завядания принимают на 5% выше оптимальной влажности [88]. Устанавливают очередность полива по скорости убывания влажности от ее значения на 10–15% выше оптимальной влажности до фиктивной влажности завядания, превышающей оптимальную. Фиктивную влажность завядания принимают на 5% выше оптимальной влажности.

6. Многоканальное устройство для управления заполнением емкостей [89] предназначено для автоматического управления поливом на внутрихозяйственной оросительной сети, а также может быть использовано для обслуживания объектов в промышленности.

7. Устройство автоматического управления поливом [90] позволяет регулировать время обслуживания участков при изменении длины очереди на обслуживание, что делает возможным удовлетворить все заявки очереди за установленный плановый период времени с максимальной или средней поливной нормой. Это позволяет предотвратить потери урожайности сельскохозяйственных культур из-за сдвига срока начала полива по мере нарастания очереди на обслуживание.

4.3 Применение разработанной программы многокритериального выбора на основе предпочтений

Назначение программы для решения задач многокритериального выбора на основе предпочтений: поддержка принятия решений в условиях неопределенности, касающихся как важностей критериев, так и оценок альтернатив. Может быть использована в качестве советчика для разрешения споров и при принятии решений в условиях неопределенности в самых различных областях, например, следующих задач:

- оценка эффективности рекламной деятельности,
- оценка кредитоспособности физических лиц,
- оценка и подбор кадров,

- выбор банков,
 - выбор средств стимулирования продаж,
 - разработка мотивационной стратегии организации,
 - прогнозирование объемов продаж в условиях неопределенности,
 - анализ рынка СМИ,
 - для целей обучения студентов различных специальностей средствам компьютерной поддержки процессов анализа проблемы, формулирования альтернатив, выбора критериев, оценки решений и многокритериального выбора, связанным с системами поддержки принятия решений в условиях неопределенности, когда отсутствуют количественные данные и человеку требуется средство систематизации предпочтений по нескольким критериям.
- и многих – многих других.

4.4 Пример компьютерной системы анализа знаний экспертов

Пакет программ анализа и систематизации знаний предназначен для анализа совокупности знаний и построения корректно определенной системы продукций [78]. Может быть использован для некоторых применений в области извлечения знаний от экспертов и синтеза правил решений вида ЕСЛИ (условия), ТО (действия).

Протокол принятия решений экспертом представлен таблицей 4.2.

Результат работы программы анализа знаний и построения системы продукций представлен выходным документом “Объекты универсума”. Его содержание отличается наличием дополнительного условного атрибута C_4 , несущего смысловую нагрузку следующего характера: наличие пробельного домена говорит об отнесении соответствующего объекта к таблице

решений, для которой $C \xrightarrow{1} D$, и наличии цифрового домена к таблице решений, для которой $C \xrightarrow{0} D$.

Таблица 4.2 – Протокол принятия решений

U	$C 1$	$C 2$	$C 3$	$d 1$	$d 2$
$X 1$	1	0	2	2	0
$X 2$	0	1	1	1	2
$X 3$	2	0	0	1	1
$X 4$	1	0	0	2	2
$X 5$	1	0	2	0	1
$X 6$	2	2	0	1	1
$X 7$	2	1	1	1	2
$X 8$	0	1	1	0	1

Объекты универсума, образец выходного документа представлены в таблицах 4.3 – 4.5 соответственно порядка их следования

Таблица 4.3 – Список атрибутов универсума

№	Наименование
1	c_1
2	c_2
3	c_3
4	c_4
1	d_1
2	d_2

Таблица 4.4 – Список объектов универсума

№	Наименование
1	x_1
2	x_2
3	x_3
4	x_4
5	x_5
6	x_6
7	x_7
8	x_8

Таблица 4.5 – Образец выходного документа

	c_1	c_2	c_3	c_4	d_1	d_2
X_1	1	0	2	1	2	0
X_2	0	1	1	2	1	2
X_3	2	0	0		1	1
X_4	1	0	0		2	2
X_5	1	0	2	2	0	1
X_6	2	2	0		1	1
X_7	2	1	1		1	2
X_8	0	1	1	1	0	1

4.5 Применение систем, основанных на знаниях, в образовании

Электронные образовательные ресурсы могут быть классифицированы по различным основаниям [71]. Наиболее важными обычно считаются аспекты назначения, функций, организации и компьютерной (программно-технической) реализации. Рассмотрим структуру системы ресурсов в наиболее важном и определяющем аспекте – функциональном. Поскольку электронные образовательные ресурсы представляют собой разновидность компьютерных информационных систем, то на самом верхнем уровне вполне приемлема общепринятая классификация. Она образует второй уровень нашей диаграммы. Ниже находят отражение специфические особенности образовательных ресурсов.

По функциональному назначению ресурсы подразделяются так, как показано на рисунке 4.1.

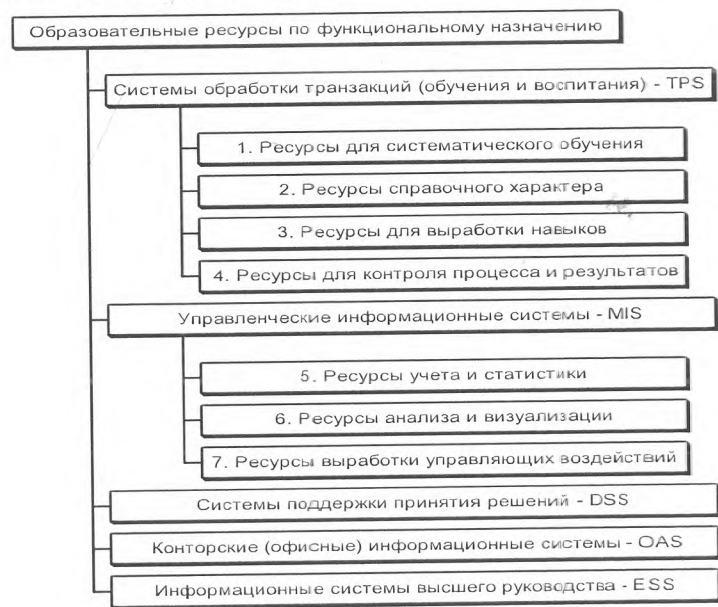


Рисунок 4.1 – Классификация ресурсов по функциональному назначению

Первые четыре типа образовательных ресурсов представляют собой информационные системы, называемые системами обработки транзакций (TPS – Transaction Processing System). Они автоматизируют текущую операционную деятельность. Причем наиболее широко распространенными типами ресурсов являются второй и четвертый. Объясняется это их простотой и минимальным уровнем автоматизации. Ресурсы, которые осуществляли бы целенаправленное и систематическое обучение и последовательно вырабатывали навыки, встречаются реже. Это обусловлено преимущественно их меньшей универсальностью в силу необходимости учета специфических особенностей преподаваемых дисциплин, разделов и, может быть, отдельных тем.

Пятый, шестой и седьмой типы ресурсов относят к управленческим информационным системам (MIS – Management Information System). Цель систем этого типа – оптимизация функционирования систем обработки транзакций. Подобные задачи автоматизируются только в составе больших комплексов и облегчают работу преподавателя по организации, координации и управлению, повышая качество образовательного процесса благодаря учету его различных характеристик. Однако некоторые типы ресурсов, предназначенные для решения отдельных задач, к примеру, сбора статистики (на стыке с TPS) или расчета итогов, встречаются довольно часто.

Рассмотрение ресурсов мы ограничим только рамками систем обработки транзакций и частью – управленческими системами. Именно они являются средствами автоматизации и поддержки деятельности преподавателя.

Наибольший интерес представляют ресурсы для систематического обучения. Существуют различные подходы к их построению, закладываемым в их состав методам, стратегиям управления процессом, организации и интерфейсам. Мы подробнее остановимся на ресурсах, в основу которых положены модели знаний и управление осуществляется, в некоторой мере, знаниями.

Формализм представления знаний (понятие объект или процесс, отношения между ними) позволяет моделировать обучение как сложную, многоаспектную систему, но при этом организовать

процесс таким образом, что последовательно наращивается понимание явления обучаемым, обогащаются его видение, обнаруживаются скрытые механизмы и существо происходящих изменений, развитие объекта. Для достижения этих целей важны три аспекта: организационный, классификационный и динамический как рассмотрено в разделе 2.5.

Ресурсы для выработки навыков, как и ресурсы для систематического обучения, являются основными, но наименее типизированными. В различных дисциплинах требуемые навыки могут иметь совершенно различную природу. Например, в языковых дисциплинах, таких, как естественные, формальные или языки программирования, в качестве простых навыков можно рассматривать навыки понимания, перевода и правописания. Обучение им сравнительно несложно автоматизировать, если в качестве элементарных единиц рассматривать слова, устойчивые словосочетания и выражения, а также типовые и часто используемые шаблоны фраз или синтаксис операторов и команд. Формализм для описания подобной информации предельно прост [71] и имеет вид, представленный на рисунке 4.2. Стрелка означает отношение эквивалентности.

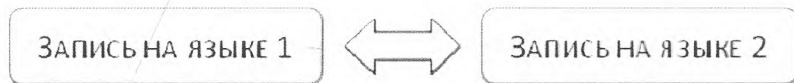


Рисунок 4.2 – Формализм представления эквивалентных выражений

Функциональная структура приложения включает в свой состав три основные подфункции и представлена на рисунке 4.3.

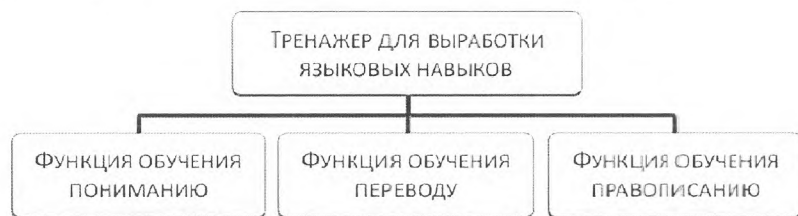


Рисунок 4.3 – Функциональная структура простого языкового тренажера

Каждая из подфункций, в зависимости от возможностей программно-технической реализации, может использоваться для выработки навыков как письменной, так и устной речи. Но для чисто письменных языков, таких, как языки программирования или языки команд, возможен только первый вариант. В ряде случаев возможно использование графических средств, например, при изучении команд операционной системы либо графических изобразительных возможностей языков технического или рабочего проектирования. В этом случае формализм для представления материала будет иметь три или четыре эквивалентных элемента, связанных каждый с каждым, если при обучении требуется обеспечить разностороннее усвоение.

В свете изложенного необходимо отметить, что ориентация на содержательное представление знаний в системах обучения приводит к появлению возможностей коренным образом изменить представления о контроле и сути контроля за процессом обучения, его результатами и, в частности, встроить тестирование в процесс передачи знаний и выработки навыков. Это становится возможным, если для этих целей используются те же формализмы, знания и данные, которые используются в обучающих ресурсах. Возможные варианты тестирования на основе одной и той же базы знаний представлены в таблице 4.6. В ней перечислены только некоторые из возможностей использования содержимого базы знаний. В действительности их может быть много больше.

В число обязательных аспектов предлагается включить аспекты родо-видовых отношений, и отношений агрегации (целое-часть). Если область знания предполагает обязательное представление своих объектов как динамических систем, то указанные аспекты должны быть дополнены аспектом причинно-следственных отношений.

Таблица 4.6 – Варианты тестирования

Аспект	Вариант 1	Вариант 2
Определе- ния	По названию объекта (понятия, процесса, события) выбрать определение	По определению выбрать название объекта (понятия, процесса, события)
Организа- ционный	Для объекта указать, какой из объектов является: а) его частью; б) частью его части.	Для объекта (части) указать: а) частью какого из объектов он является; б) другие части целого.
Классифи- кацион- ный	Для видового понятия указать: а) его родовое понятие; в) другие видовые того же родового; б) родовое понятие более высокого уровня иерархии.	Для родового понятия указать: а) его непосредственно видовое; б) видовое более низкого уровня иерархии; в) видовое понятие, выделенное по другому основанию классификации.
Динами- ческий	Указать: а) непосредственную причину события или изменения; б) опосредованную причину.	Указать: а) непосредственное следствие события или изменения; б) опосредованное следствие.
Комплек- сный	Различные межаспектные связи между понятиями, объектами, событиями и процессами.	

4.6 О возможности применения менеджмента знаний в информационных системах государственных органов

Информационные системы и технологии (ИС и ИТ) составляли и составляют основное содержание процессов функционирования государственных органов всех уровней [91]. Это обусловлено информационным характером их деятельности, элементарной базовой единицей которой является процесс. Его назначение – в преобразовании входных данных в выходные. Информационный процесс совместно с данными образует так называемый IPO–цикл (Input–Process–Output). Подобный формализм используется в описании информационных систем и технологий любого уровня и назначения.

В последнее время наметился определенный прогресс в автоматизации различных функций и подфункций отдельных подразделений и рабочих мест в государственных органах. Общепринятая классификация информационных систем в функциональном аспекте представлена в [92].

Компьютерные информационные системы (КИС) предназначены для механизации и автоматизации информационной деятельности. Они не выполняют каких–либо принципиально новых функций. Они являются лишь средством: коммуникации, обработки и хранения данных.

В части коммуникаций, как внешних, так и внутренних, особую роль играют стандарты и средства Интернет. Причем они активно проникают в смежные области обработки и хранения. Так называемые гипертекстовые приложения играют существенную роль в корпоративных сетях (внутренних компьютерных сетях организаций).

Анализ данных предполагает построение моделей. Последние призваны отражать суть явлений, представляемых анализируемыми данными.

Анализ направлен на выявление структуры и идентификацию параметров – представление объекта в виде некоторой системы.

Классические методы математико-статистического анализа ориентированы преимущественно на параметрическую идентификацию. При этом задача структурной идентификации возлагается на человека. На комплексную автоматизацию обеих задач идентификации направлены методы группового учета аргументов. Они основаны на использовании некоторых базовых примитивов (элементов и отношений) и процедуре конструирования сложных образований, для отбора которых используются внешние критерии. Метод группового учета аргументов развился как самостоятельное направление, но содержит в своем составе идеи, нашедшие применение в таких направлениях моделирования, как искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы и некоторые другие.

Несмотря на комплексность, методы группового учета аргументов могут быть применены и для решения отдельной задачи выявления структурных элементов объекта, играющих наиболее важную роль в формировании качественной и количественной определенности объекта. Разработана методика выявления существенных факторов, создан соответствующий программный продукт. Они опробованы на задаче выбора факторов, влияющих на водопотребление растений [Э6]. Анализ данных может рассматриваться и фактически является одним из способов извлечения и формализации знаний.

Информационные системы для работы со знаниями первоначально развивались в форме экспертных систем. В последнее время значительно усилилось направление, называемое менеджментом знаний. Оно рассматривает знания как важнейшую и определяющую составляющую любой организации. Мы можем сказать, что любая область практики характеризуется системой определенных понятий. Причем эта система рассматривается как большая (иерархическая) и сложная (многоаспектная).

В качестве наиболее общих и присущих любой области деятельности системообразующих отношений следует использовать отношения "целое – часть" и "род – вид". Первое показывает состав целого и связи частей. Второе – результаты обобщения, свойственного процессам познания. Анализ взаимосвязей указанных отношений позволил разработать методику обучения,

одновременно и гармонично сочетающую как онтологические, так и гносеологические аспекты обучения [68–69]. Она доведена до компьютерной реализации [70,82] и опробована в образовательном процессе (П.Б.1).

В работе со знаниями остается актуальной проблема соответствия декларативного и процедурного смыслов. В значительной мере по этой причине анализ и систематизация знаний являются неотъемлемой составляющей при создании и сопровождении систем, работающих со знаниями. Один из подходов систематизации знаний основан на применении теории приближенных множеств [59]. Разработан программный продукт, позволяющий анализировать знания, представленные в форме продукций. Теория анализа и систематизации, основанная на теории приближенных множеств, доработана для применения к нечетким знаниям [62–67], что позволяет, используя разработанное программное обеспечение [78], систематизировать и четкие, и нечеткие знания.

Для решения проблем многокритериальной оптимизации (выбора) в условиях отсутствия количественных данных предложен метод многокритериального выбора в условиях неопределенности [46,47], который основан на внутренней системе предпочтений субъекта и требует указания лишь качественных попарных соотношений.

Предложенные решения охватывают основные области наиболее интенсивного развития теории и практики информационных систем и технологий. В методологическом плане системного анализа предложено дополнить традиционные аспекты (схемный и функциональный) [3] третьим, учитывающим социальную и гуманитарную сторону экономических и управленческих объектов или процессов [72]. Введение в рассмотрение целевого аспекта позволяет составить более целостное представление об объекте и логически увязать задачи анализа и синтеза с целесообразной деятельностью человека.

Рассмотренные результаты последних исследований и разработок дополняют теоретическую базу [1,2,4,26,27,46,47,62–72,79,80,91–92,Э6,Э7], методологический арсенал [93–105,Э8] и

набор программных средств [77,78,81,82,84–90] для создания и совершенствования информационных систем и технологий.

4.7 Выводы

Показаны возможности применения усовершенствованной методики и технологии анализа и синтеза информационных систем, в том числе и в процессах создания автоматизированных систем менеджмента знаний.

Для интернет – сайтов, как специфического типа информационных систем, описаны определяющие аспекты предпроектного обследования и разработки технического решения.

Приведены примеры использования информационных систем (извлечения знаний, их систематизации и представления), а также области эффективного применения приложения для решения задачи выбора на основе предпочтений. Разработаны способ и устройства управления поливом.

Изложены специфические особенности систем менеджмента знаний в информационных системах государственных органов и показаны возможности применения предложенной методики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе системного структурного подхода решена актуальная научно–техническая задача разработки моделей, алгоритмов и компьютерных программ менеджмента знаний и применения их в прикладных информационных системах различного назначения.

Однако предложенные подходы, модели и методы хоть и дают ответы на некоторые из вопросов автоматизации человеческой деятельности, тем не менее, огромная масса явлений, сущностных связей и отношений остаются пока не понятыми и не разработанными. Автор надеется, что ее посильный труд поможет коллегам ответить на эти вопросы и обогатить наши знания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Печатные источники информации

1. Абдрахимова Н.Д. Задачи менеджмента знаний. Вестник Международного университета Кыргызстана. №2(17), Б. 2008. – С.116–120.
2. Абдрахимова Н.Д., Яр – Мухамедов И.Г. Содержание и представление знаний в системе обучения // Матеріали міжнародної науково – практичної конференції Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. 19 – 20 травня 2005р. – Харків, 2005. – С. 389–396.
3. Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой. – М.: Экономика, 1975. – 190 с.
4. Абдрахимова Н.Д. Информационный аспект реинжиниринга бизнес-процессов. – Бишкек: АУППКР, 2006. – 21 с.
5. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. – Киев: Техніка, 1975. – 312 с.
6. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. – Киев: Наукова думка, 1981. – 296 с.
7. Ивахненко А.Г., Мюллер Й.А. Самоорганизация прогнозирующих моделей. – Киев: Техніка, 1985; Berlin: Verlag Technik, 1984. – 223 с.
8. Ивахненко А.Г., Степашко В.С. Помехоустойчивость моделирования. – Киев: Наукова думка, 1985. – 216 с.
9. Кречетов Н.. Продукты для интеллектуального анализа данных. – Рынок программных средств, № 14–15, 1997. – С. 32–39.
10. Киселев М., Соломатин Е. Средства добычи знаний в бизнесе и финансах. – Открытые системы, № 4, 1997. – С. 41–44.
11. Костяков А.Н. Основы мелиорации. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 622 с.
12. Шаров И.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 576 с.

13. Льгов Г.К. Орошаемое земледелие Северного Кавказа. – Орджоникидзе: Кн. издат Северной Осетии, 1967. – 327 с.
14. Алпатьев А.М. Влагооборот культурных растений. – Л.: Гидрометиздат, 1954. – 103 с.
15. Иванов Н.И. Об определении величины испаряемости / Известия ВГО, т.26, вып.2. – 1954. – 54 с.
16. Turc, L. Evaluation des besoins en eau d'irrigation evapotranspiration potentielle. – Ann. Agror., Paris, 12(1961), pp.13 – 49.
17. Penman H.L. Natural Evaporation from Open Water, Bare Soil and Grass. – Proc. Roy. Soc. London, 1948, A193; pp.120 – 146.
18. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. – Л.: Гидрометиздат, 1975. – 373 с.
19. Данильченко Н.В., Попыркин А.Н. Временные технические указания по расчету поливных режимов основных сельскохозяйственных культур, зернового и кормового севооборота в условиях Казахстана / Каз. НИИВХ – Джамбул, 1972. – 157 с.
20. Дюк В.А., Самойленко А.П. Data Mining: учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. – 368 с.
21. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Юнюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 608 с.
22. Эделстейн Г. Интеллектуальные средства анализа, интерпретации и представления данных в информационных хранилищах. Computer Week–Москва. – 1996. – № 16. – С. 32 – 33.
23. Чубукова И. А. Data Mining: учебное пособие. – М.: Интернет-университет информационных технологий: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2006. – 382 с.
24. Журавлёв Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. – М.: Фазис, 2006. – 176 с.

25. Зиновьев А. Ю. Визуализация многомерных данных. – Красноярск: Красноярский гос. техн. ун. – т, 2000. – 180 с.
26. Абдрахимова Н.Д. Методика отбора существенных факторов для моделей водопотребления сельхозкультур // Материалы XI Междунар. науч. – практич. конф. – выставки «Актуальные проблемы информатики и информационных технологий» (6 – 7 сент. 2007 г.) / Отв. ред. М.С. Чванова, Е.В. Клыгина; Федеральное агентство по образованию, Тамб. гос. ун-т им. Г.Р. Державина. Тамбов, 2007. – С. 89 – 96.
27. Абдрахимова Н.Д. Задача выбора существенных факторов // Materialy IV Mezinarodni vedecko – prakticka konference Veda a Technologie: krok do Budoucnosti – 2008. Matematika, Fyzika, Moderni informacni technologie Vystavba a architektura. 1 – 15 brezen 2008 roku. Dil 12. Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o. 2008. – С. 51 – 60.
28. Соболев И.М., Статников Р.Б. Наилучшие решения – где их искать. – М.: Знание, 1982. – 64 с.
29. Лотов А. В. Введение в экономико-математическое моделирование. – М.: Наука, 1984. – 392 с.
30. Соболев И.М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями: учеб. пособие для вузов / И.М. Соболев, Р.Б. Статников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2006. – 175, [1] с.: ил.
31. Ситникова А.В., Чирко М.С. Процедуры перепроектирования нечеткой допустимой области в задачах многокритериальной оптимизации. Методы и системы принятия решений. Системы, основанные на знаниях: Сб. науч. тр. – Рига: Риж. Политехн. Ин-т, 1989. – С. 102 – 108.
32. Подковальников С.В. Обоснование решений в энергетике в условиях неопределенности и многокритериальности. Методы и системы принятия решений. Системы, основанные на знаниях: Сб. науч. тр. – Рига: Риж. политехн. Ин – т, 1989. – С. 109 – 114.
33. Лактионова Н.А. Модель принятия решений для многокритериальных задач с интервальными оценками. Методы и системы принятия решений. Системы, основанные на

- знаниях: Сб. науч. тр. – Рига: Риж. политехн. Ин – т, 1989. – С. 130 – 136.
34. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.: ил.
35. Катулев А.Н. Математические методы в системах поддержки принятия решений. Учебное пособие /А.Н. Катулев, Н.А. Северцев. – М.: Высшая школа, 2005. – 205 с.
36. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной /А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, О.А. Крумберг и др. – Рига: Зинатие, 1982. – 256 с.
37. Теория выбора и принятия решений: Учебное пособие. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 328 с.
38. Айзерман М.А. Некоторые новые задачи общей теории выбора (обзор одного направления исследований) // Автоматика и телемеханика. – 1984. – №9. – С. 5 – 43.
39. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов (основы теории). – М.: Наука, 1990. – 236 с.
40. Ларичев О.И. Петровский А.Б. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития // Итоги науки и техники. Техн. кибернетика. – 1987. – Т.21. – С. 131 – 165.
41. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
42. Ландензон А.Б., Литвак Б.Г. Принцип упорядоченных критериев для многокритериальных альтернатив // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика, – 1988. – №6. – С. 49 – 54.
43. Яр-Мухамедов И.Г. Метод анализа иерархий Т. Саати: Пособие / Бишкек: Илим, 1997. – 12с.: ил.
44. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 154 с.

45. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений Вербальный анализ решений. – М.: Наука. Физматлит, 1996. – 208 с.
46. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Задача выбора на основе предпочтений // Межвузовская конф. Природа университетского образования и исследования. Сб. ст. АУЦА – Бишкек, 2004. – С. 80 – 91.
47. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Задача выбора на основе предпочтения // Материалы пятой Междунар. науч. – техн. конф. "Проблемы информатики и моделирования". Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний вып.: Інформатика і моделювання. Харків: НТУ «ХПІ». – 2005. – №56. – С. 41 – 49.
48. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филагов А.И.. Поиск новых идей: от озарения к технологии. – Кишинев: Картя Молдовеняска, 1989. – 381 с.: ил.
49. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. – М.: Наука, 1973. – 159 с.: ил.
50. Емельянов С.В., Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений. – М.: Знание, 1985. – 208 с.
51. Евланов Л.Г. Основы теории принятия решений. – М.:АНХ, 1979. – 212 с.: ил.
52. Оптнер С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. – М.: Сов. Радио, 1969. – 216 с.: ил.
53. Пфанцагль И. Теория измерений. – М.: Мир, 1976. – 248 с.: ил.
54. Райфа Г. Анализ решений: Введение в проблему выбора в условиях неопределенности. – М.: Наука, 1977. – 407 с.: ил.
55. Юдин Д.Б. Математические методы управления в условиях неполной информации. – М.: Сов. Радио, 1974. – 399 с.: ил.
56. Математика сегодня (Новое в жизни, науке, технике): Сб. ст. Перевод с англ. Серия "Математика и кибернетика", М.: Знание. – 1974. – № 7. – 64 с.

57. Представление и использование знаний: Пер. с япон. / Под ред. Х. Уэно, М. Исудзука. – М.: Мир, 1989. – 220 с., ил.
58. Rawlak Z. Rough Sets // Int. Inform. Comp. Sci. – 11 (1982). – PP. 341 – 386.
59. Pawlak Z. Rough Classification // Int. J. Man – Machine Studies. – 20(1984). – PP. 469 – 483.
60. Pawlak Z. Information Systems // Theoretical Foundations Inform. Syst. - 6 (1981). – PP. 20 – 218.
61. Мрузек А. Элементы теории приближенных множеств // Известия АН Кирг. ССР. Физико-техн. и математ. науки. –1990. – №4. – С. 33 – 44.
62. Абдрахимова Н.Д. Пакет систематизации знаний на основе теории приближенных множеств // Сб. науч. ст. Проблемы автоматизации и процессов управления. – Бишкек, 1994. – С. 184 – 186. – Библиогр.: с.190(6 назв.)
63. Абдрахимова Н.Д. Систематизация нечетких знаний // Тез. докл. Междунар. конф. "Природа университетского образования": – Бишкек, 1996. – С. 42.
64. Абдрахимова Н.Д. Анализ и систематизация нечетких знаний множеств // Материалы IV Республиканской науч. – методич. конф. «Компьютеры в учебном процессе и современные проблемы математики». Ч.1. – Бишкек, 1996. – С. 3 – 6.
65. Абдрахимова Н.Д. Анализ и систематизация нечетких знаний // Сб. науч. тр. Проблемы автоматизации и управления. – Бишкек, 1997. – С. 150 – 154.
66. Абдрахимова Н.Д. Метод систематизации знаний на основе теории приближенных множеств // Междунар. науч. конф. Информационные технологии в современном мире. Таганрог: ТРТУ, 2006. – С. 4 – 7.
67. Абдрахимова Н.Д. Метод систематизации знаний // Матеріали XV міжнародної науково. – практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». 17-18 травня 2007р. Харків, 2007. – С. 277 – 284.

68. Абдрахимова Н.Д., Яр–Мухамедов И.Г. Формы представления знаний // Сб. ст. Информационные технологии в высшем гуманитарном образовании: Б.: БГУ, 2003. – С. 200 – 208.
69. Абдрахимова Н.Д. Гипертекстовый тезаурус // Материалы междунар. науч.-техн. симпозиума "Образование через науку". т. 1. / Кырг. техн. ун – т; Бишкек, 2004. – С. 41 – 45.
70. Абдрахимова Н.Д., Яр–Мухамедов И.Г. Компьютерная технология освоения понятий // Междунар. Интернет-конф. "Информационные и коммуникационные технологии как инструмент повышения качества профессионального образования": сб. ст. – Екатеринбург: Рос. гос. проф. – пед. ун – т, 2005. – С. 49 – 53.
71. Абдрахимова Н.Д., Яр–Мухамедов И.Г. Классификация электронных образовательных ресурсов // Междунар. (XXVII науч. – метод. конф. Кем. ГУ. Инновационные процессы в образовании.) конф. (2006. Кемерово): сб. ст. под общ. Ред. Б.П. Невзорова; ГОУ ВПО «Кемеровский госуниверситет». – Кемерово, 2006. – С. 14 – 19.
72. Абдрахимова Н.Д., Яр – Мухамедов И.Г. Анализ и синтез информационных систем // Сб. науч. ст. Междунар. науч. – практ. конф. Современное образование: от традиций к инновациям. – М., 2006. – С. 227 – 234.
73. Берж К. Теория графов и ее применение. – М.: Иност. литература, 1962. – 119 с.: ил.
74. Ногин В.Д. Границы применимости распространенных методов скаляризации при решении задач многокритериального выбора // Методы возмущений в гомологической алгебре и динамика систем: Межвуз. сб. науч. тр. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. – С. 59-68.
75. Лотов А.В., Поспелова И.И.. Конспект лекций по теории и методам многокритериальной оптимизации. – М.: МГУ, 2006. – 130 с.
76. Ланкастер П. Теория матриц: Пер. с англ. – М.: Наука, 1982. – 272 с.

77. Абдрахимова Н.Д. Программа для решения задач многокритериального выбора на основе предпочтений // Интеллектуальная собственность. – 2007. – № 11 (104). – С. 75 – 76.
78. Абдрахимова Н.Д. Пакет программ анализа и систематизации знаний // Интеллектуальная собственность. – 2007. – № 11 (104). – С. 74 – 75.
79. Абдрахимова Н.Д. Приближенные множества и нечеткие знания в построении экспертных систем // Современные методы и средства информационных технологий. Ч.2. Интеллектуальные системы. Автоматизация технологических процессов и системы управления. Прикладная математика: Тез. докл. Междунар. науч. – практ. конф. – Ош, 1995. – С. 124.
80. Абдрахимова Н.Д. Экспертно – советующая система по устранению вредного влияния солнечных, магнитных бурь и погодных условий на человека // Сб. науч. ст. Проблемы автоматизации и процессов управления. – Бишкек, 1994. – С. 187 – 190. – Библиогр.: с.190(6 назв.)
81. Абдрахимова Н.Д. Экспертно-советующая система (ЭСС) по устранению вредного влияния солнечных, магнитных бурь и погодных условий на человека // Интеллектуальная собственность. – 2007. – № 11. – С. 82 – 83.
82. Абдрахимова Н.Д. Программа, тестирующая на наличие знаний // Интеллектуальная собственность. – 2007. – № 11 (104). – С. 81 – 82.
83. Абдрахимова Н.Д., Яр – Мухамедов И.Г. Задача анализа WEB – ресурса // Материалы Шестой междунар. науч. – метод. конф. "Информатика: проблемы, методология, технологии". – Воронеж: Воронежский гос. ун–т, 2006. – С. 3 – 7.
84. Абдрахимова Н.Д., Диденко В.П. Устройство для программного управления потоком жидкости и сыпучих сред. Автор. свидетельство № 581458, 1977.
85. Абдрахимова Н.Д., Диденко В.П. Устройство для управления обслуживанием объектов. Автор. свидетельство № 648986, 1978.

86. Диденко В.П., Абдрахимова Н.Д. Устройство для управления распределением воды на полив. Автор. свидетельство № 674026, 1979.
87. Диденко В.П., Абдрахимова Н.Д. Устройство для управления распределением воды между поливными участками. Автор. свидетельство № 792220, 1980.
88. Диденко В.П., Абдрахимова Н.Д. Способ полива Автор. свидетельство № 933051, 1982.
89. Диденко В.П., Абдрахимова Н.Д. Многоканальное устройство для управления заполнением емкостей. Автор. свидетельство № 1037213, 1983.
90. Диденко В.П., Абдрахимова Н.Д. Устройство автоматического управления поливом. Автор. свидетельство № 1085569, 1983.
91. Абдрахимова Н.Д. Функции анализа и оптимизации в составе информационных систем государственных органов // Вестник Академии управления при Президенте Кырг. Республики. – 2008. – № 7. – С.118 – 123.
92. Абдрахимова Н.Д. Краткий курс по информационным системам и технологиям: – Б.: АУпПКР, 2006. – 144 с.
93. Абдрахимова Н.Д. Методика обучения и использование компьютеров в образовательном процессе // Материалы II Междунар. науч. – практ. конф. «Бизнес и образование: взаимодействие и развитие». Бишкек, 2006. – С. 207 – 217.
94. Абдрахимова Н.Д. Управление знаниями в экономике и бизнесе // Материалы междунар. науч. – практ. конф. «Кыргызско-казахские отношения: вчера, сегодня, завтра». Бишкек, 2006. – С. 344 – 350.
95. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Метод анализа результатов контроля знаний // Материалы пятой региональной науч. – метод. конф. (с международным участием) Современные технологии оценки качества образования: модульно – рейтинговая система. – Псков, 2006. – С. 16 – 18.
96. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Математика и информационные технологии в бизнесе и образовании //

- Материалы Всероссийской конф. «Информатизация образования». – 2006. – 15 апр. – Барнаул: БГПУ, 2006. – С. 67 – 72.
97. Абдрахимова Н.Д., Деятков Г.А., Яр-Мухамедов И.Г. Практикум по дисциплине HTML и WEB – дизайн. Уч. – метод. пособие. – Б.: КРСУ, 2006. – 62 с.
 98. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Информационные системы и технологии в экономике и управлении. Практикум. – Б.: АУпПКР, 2006. – 18с.
 99. Абдрахимова Н.Д. Методические материалы по курсу Информационные системы и технологии: – Б.: АУпПКР, 2006. – 64 с.
 100. Абдрахимова Н.Д. Состав и содержание курсовой работы по дисциплине Информационные технологии в экономике и управлении / Метод. пособие. – Б.: АУпПКР, 2006. – 20 с.
 101. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Классификация и особенности языков программирования // Вестник КНУ им. Ж.Баласагына. Сер. 6. Наука и инновационные образовательные технологии в вузе. Труды ИИМОП – Вып. 5.: – Б.: КНУ им. Ж. Баласагына. – 2006. – С. 208 – 213.
 102. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Анализ недостатков систем контроля знаний // Вестник БГУЭ и П. – 2007. – №4, – С. 18 – 21.
 103. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Элементы системы управления образовательным процессом в системе высшего профессионального образования // Сб. науч. тр. по материалам I Всероссийской интернет-конф. Модернизация дополнительного профессионального образования. Март-апр. 2007г. / Под ред. Н.В. Силкиной, О.И. Сидорова. – Новосибирск, 2007. – С. 5 – 12.
 104. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Формы контроля знаний // Материалы междисциплинарной науч.-практ. конф. Дидактика и информационно-коммуникационные технологии в профессиональном образовании: современные тенденции. М.: СГУ, 2007. – С. 9 – 13.

105. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Проблемы контроля знаний в процессе подготовки специалиста // Сб. науч. тр. по материалам I Всероссийской интернет-конф. Модернизация дополнительного профессионального образования. Март – апр. 2007г. / Под ред. Н.В. Силкиной, О.И. Сидорова. – Новосибирск, 2007. – С. 214 – 220.

Публикации в Интернет

- Э2. Балашов Е.А. Менеджмент знаний: подход к внедрению
(на сервере <http://www.stq.ru/>).
- Э3. Курьян Андрей Г. Управление информацией в СМК на основе технологии менеджмента знаний. Минск, Республика Беларусь, февраль, 2002
(на сервере <http://www.orientsoft.by/>).
- Э4. Дюк В.А. Data Mining - интеллектуальный анализ данных
(на сервере http://www.iteanr.ru/publications/it/section_55/article_1448/).
- Э5. Data Mining – добыча данных
(на сервере http://www.basegroup.ru/library/methodology/data_mining/).
- Э6. Абдрахимова Н.Д. Задача выбора существенных факторов. II Междунар. науч. – практ. конф. «Наука и технологии: шаг в будущее – 2008» (1 – 15 марта 2008г.)
(на сервере <http://www.rusnauka.com/>).

Электронный ресурс на компакт диске

- Э1. Живоглядов В.П., Бримкулов У.Н., Бийбосунов Б.И., Сагынбаев А.А. Электронное управление: Электронные курсы / Кыргызстан: UNDP, 2009.
- Э7. Абдрахимова Н.Д. Системный подход и проектирование компьютерных информационных систем // Материалы Всероссийской науч. – практ. конф. Развитие университетского комплекса как фактор повышения инновационного и образовательного потенциала региона. 7 – 9 февр. 2007 г.

Секция 17. Информационные технологии в образовании, г. Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2007. – С. 5 – 12.

- Э8. Абдрахимова Н.Д., Яр-Мухамедов И.Г. Анализ состояния и альтернативы развития образования // Материалы Всероссийской науч. – практ. конф. Современные проблемы формирования конкурентоспособного специалиста. 6 апр. 2007г. Секция 4. Специфика и современные технологии подготовки специалиста, г. Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2007. – С. 1 – 8.