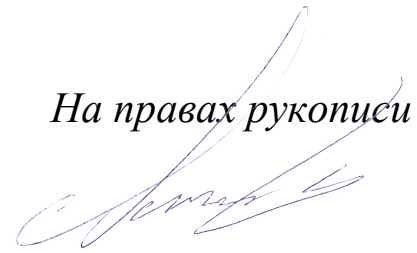


На правах рукописи



Акперов Гурру Имран-оглы

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ
СО СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ
СВЯЗЯМИ НА ОСНОВЕ АППАРАТА МЯГКИХ МОДЕЛЕЙ**

Специальность: 2.3.4. Управление в организационных системах

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Работа выполнена в частном образовательном учреждении высшего образования «Южный университет (ИУБиП)» на кафедре «Информационные технологии и прикладная математика».

Научный руководитель: **Храмов Владимир Викторович,**
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Россихина Лариса Витальевна,**
доктор технических наук, доцент, профессор
кафедры информационных технологий
Федеральное государственное казенное
образовательное учреждение высшего
образования «Ордена Трудового Красного
Знамени Академия управления Министерства
внутренних дел Российской Федерации», г.
Москва

Горбанева Ольга Ивановна,
доктор технических наук, доцент, профессор
кафедры прикладной математики и
программирования, федеральное
государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Южный
федеральный университет», г. Ростов-на-Дону

**Ведущая
организация -**

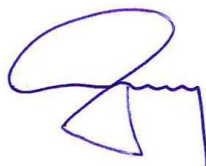
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Кубанский государственный
университет», г. Краснодар

Защита состоится 26 июня 2026 года в 14:00 в конференц-зале на заседании диссертационного совета 24.2.286.04 на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» по адресу: г. Воронеж, Московский проспект, 14, ауд. 216.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» и на сайте <https://cchgeu.ru/>

Автореферат диссертации разослан «04» мая 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Гусев
Константин Юрьевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования обусловлена процессами активной цифровизации различных классов организационных систем, в том числе со слабоструктурированными информационными связями. Учитывая тенденции применения в указанных процессах аппарата искусственного интеллекта, осуществляющего функции обеспечения требуемой эффективности принимаемых решений на основе гибкости функциональной и содержательной структуры, целесообразно проведение соответствующих исследований в этой области.

На сегодняшний день отсутствуют универсальные средства моделирования процессов принятия решений в рамках организационных систем, в том числе и образовательных, позволяющие учитывать всю структурную сложность организации деятельности вуза. Представляется актуальной разработка объектно ориентированных моделей, предназначенных для решения задач управления и сценарного планирования. Методологической основой для указанных моделей должны выступать подходы, обеспечивающие интеграцию экспертных знаний, а также количественных и качественных параметров, характеризующих систему.

В качестве перспективного направления рассматривается когнитивный подход, реализуемый посредством построения нечетких когнитивных карт (НКК). Данный инструмент моделирования процессов, протекающих в системе, базируется на комбинации аппарата нечеткой логики и теории графов. При этом число качественных характеристик организационных систем, из-за сочетания «искусственный + естественный интеллекты», постоянно растет, усложняя управляемость этих систем. Возникает естественное *противоречие* между требуемой точностью управления и ростом числа нечетких, неопределенных и неполных данных в контурах управления. Альтернативой здесь выступает использование «мягких» моделей на основе реализации когнитивного подхода и анализа слабоструктурированных иерархий.

Когнитивная модель репрезентирует субъективные представления о проблематике, связанной с функционированием и развитием организационной системы. Ключевыми элементами нечетких когнитивных карт (НКК) являются базисные (или значимые) факторы. Содержательно базисные факторы детерминируют и ограничивают наблюдаемые явления и процессы в слабоструктурированной системе и окружающей среде, выступая существенными параметрами и признаками указанных явлений и процессов. Формально НКК представляет собой взвешенный ориентированный граф, где вершинам соответствуют факторы, а ребрам – веса, определяемые в заданной шкале.

Целью диссертационного исследования является разработка моделей и алгоритмов принятия решений в слабоструктурированных организационных системах на основе реализации интеллектуальных средств управления и аппарата мягких моделей.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

– провести анализ эффективности управления в организационных системах с использованием системной методологии и обосновать выбор средств ее повышения в контексте цифровой трансформации экономики и общества;

– разработать средства нечеткого математического моделирования и соответствующее программное обеспечение для поддержки процессов принятия решений в слабоструктурированных организационных системах;

– разработать мягкую модель системы управления высшим учебным заведением на основе нечетких когнитивных карт (НКК) с целью повышения эффективности процессов функционирования вузом;

– разработать когнитивные модели процессов управления информационными объектами в слабоструктурированных организационных системах, позволяющие формировать оптимальные варианты альтернатив принятий решений;

– разработать программный комплекс интеллектуализации процессов принятия решений в рамках слабоструктурированных организационных систем на основе мягких моделей.

Объект исследования: процессы управления в организационных системах со слабоструктурированными информационными связями.

Предмет исследования: модели и алгоритмы интеллектуализации процессов принятия решений в рамках организационных систем с нечеткими связями.

Методы исследования: методы теории математического моделирования, теории систем, теории нечетких множеств и нечеткой логики, теории когнитивного моделирования, а также математической статистики.

Диссертационная работа выполнена в следующих областях исследований, указанных в паспорте научной специальности **2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки):**

п. 3 – Разработка методов и алгоритмов решения задач управления в организационных системах;

п. 4 – Разработка информационного и программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений в организационных системах;

п. 5 – Разработка методов получения данных и идентификации моделей, прогнозирования и управления организационными системами на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации;

п. 9 – Разработка методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах.

В диссертационном исследовании получены следующие результаты, обладающие признаками **научной новизны:**

– предложена модификация механизмов управления в организационных системах с нечеткими связями, характеризующаяся внедрением специализированных методов;

– разработаны оптимизационные модели управления информационными объектами организационной системы на базе нечеткого бенчмаркинга и многопараметрического нечеткого выбора в рамках когнитивного подхода, отличающиеся использованием одновременно качественной и количественной информации с поддержкой управляемости слабоструктурированных процессов;

– осуществлена алгоритмизация процессов принятия решений в рамках слабоструктурированных организационных систем на основе процедуры нечеткого сравнения, когнитивного прогнозирования и анализа иерархий, отличающаяся реализацией экспертного и иерархического подходов с элементами попарных сравнений;

– разработан алгоритм выделения значимых концептов для оценки интернет-ресурсов организационной системы при анализе и прогнозировании ее устойчивого развития, отличающийся интеллектуализацией использования интернет-статистики пользователей ресурсов, повышающей достоверность результатов;

– предложена и реализована структура программного комплекса экспресс-анализа текущего состояния процессов управления в слабоструктурированной организационной системе и его прогнозирования, отличающаяся реализацией механизмов встраивания в инструментальные программные системы.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии инструментария моделирования и алгоритмизации процессов принятия решений с учетом специфики функционирования слабоструктурированных организационных систем.

Практическая значимость работы заключается в:

– возможности применения разработанных моделей и алгоритмов для обеспечения поддержки процессов принятия управленческих решений при реализации адекватной решаемым задачам структуры организационной системы, а также в условиях их оперативной корректировки;

– возможности применения разработанных средств для прогнозирования динамики поведения слабоструктурированных организационных систем, а также управления их развитием и функционированием.

Обоснованность результатов исследования подтверждается корректным использованием математического аппарата при формализованном описании и реализации рассмотренных в работе задач.

Достоверность результатов исследования базируется на данных сравнительного анализа результатов вычислительных и натуральных экспериментов и теоретических исследований.

Положения, выносимые на защиту:

– модели интеллектуализации управления процессами функционирования слабоструктурированных организационных систем и предложенные критерии оценки их эффективности позволяют получать результаты, обладающие необходимой достоверностью в условиях неполноты и нечеткости доступной для мониторинга информации;

– предложенные способы оценки состояния объекта исследования обеспечивают эффективное управление развитием и функционированием слабоструктурированных организационных систем;

– алгоритм поддержки процесса принятия решений, связанных с выбором новых интеллектуальных платформ и технологий, позволяет обеспечить требуемый уровень эффективности функционирования организационных систем;

– алгоритмы поддержки принятия решений по адаптации к динамике внутренних и внешних условий функционирования на основе принципов обратной связи позволяют содержательно отслеживать результаты сценарного анализа.

Реализация и внедрение результатов работы осуществлены:

– при планировании и проведении мероприятий по разработке программы развития территориальных образовательных учреждений Южного региона России (2021–2025 гг.);

– при проведении организационно-штатных мероприятий в ЧОУ ВО «Южный университет (ИУБиП)» (2021–2025 гг.);

– при выполнении научно-исследовательской работы по теме «Исследование связности компонентов единого информационного пространства региона (образовательный аспект)» (2025 г.) (с внедрением в учебные процессы ЧОУ ВО «Южный университет (ИУБиП)» и ФГБОУ ВО Ростовский государственный университет путей сообщения» (РГУПС)).

Апробация результатов исследования. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на ряде научно-практических конференций всероссийского и международного уровня, среди которых: VII–X международные социально-экономические форумы «Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию» (Ростов-на-Дону, 2019–2023 гг.); 9–12th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perception, ICSCCW (Budapest, Hungary, Warsaw, Poland, Prague, Czech Republic, 2019–2023); международные научно-практические конференции «Транспорт: наука, образование, производство» («Транспорт-2021», «Транспорт-2022» и «Транспорт-2023», «Транспорт-2024», Ростов-на-Дону, 2021–2024 гг.); Международная научно-практическая конференция «Информационная безопасность: вчера, сегодня, завтра» (Москва, Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ), 2020–2022 гг.); VIII и IX международные научно-практические конференции «Инновационные технологии в науке и образовании» («ИТНО 2020», «ИТНО 2021», г. Ростов-на-Дону, 2020–2021 гг.), Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России» («ТрансПромЭк»), Воронеж, 2021 г.), а также на научных семинарах кафедры «Информационные технологии и прикладная математика» ЮУ (ИУБиП) (2021–2026 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликованы 23 научные работы в ведущих российских научных изданиях, в том числе 7 – в рецензируемых научных изданиях перечня ВАК Минобрнауки РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук и кандидата наук, а также в шести зарубежных изданиях

(индексируемых в библиографической и реферативной базе данных Scopus). По результатам диссертационных исследований разработан программный комплекс, включающий восемь программ, на которые получены свидетельства о государственной регистрации.

В указанные публикации включены результаты работы, проведенной непосредственно автором, основные выводы и положения диссертации.

Структура и объем работы. Диссертация включает в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы, работа изложена на 132 страницах, содержит 41 рисунок, одну таблицу, список литературы из 123 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, степень ее разработанности, определены объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, представлены сведения о научных результатах и практической значимости исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе проанализированы пути повышения эффективности цифрового управления в слабоструктурированной организационной системе. В ней уточняются основные понятия предметной области, в частности понятие слабоструктурированной системы. Под этим термином будем понимать всякую динамическую систему, в структуре и функционировании которой важную роль играет человеческий фактор. Наличие человеческого фактора, эргатического компонента, для различных проявлений которого практически невозможно построить точные математические модели, позволяет считать такие системы слабоструктурированными системами. А появившиеся тенденции к цифровизации управления в организационных системах предполагают включение в контур управления компонентов с элементами искусственного интеллекта, тесно взаимодействующими с человеческим интеллектом. Речь идет о гибридном человеко-машинном интеллекте, для которого характерны так называемые НЕ-факторы: неточность, неполнота, недоопределенность, нечеткость и т. д. Ранее такие системы включались в эргатические (эрготехнические) комплексы и характеризовались определенной степенью активности (по Д. А. Новикову).

Модели, описывающие эргатические системы управления (ЭСУ) и соответствующий математический аппарат, используют нечеткие (мягкие) методы и вычисления. Имеются и хорошо проработаны методы мягкого (субъективного) моделирования, в частности метод анализа иерархий Т. Саати, когнитивное моделирование, связанное с работами Б. Коско, Б. В. Силова, А. А. Кулинича и др.

Далее вводится понятие интеллектуального управляющего модуля (ИУМ) как основного компонента современной эргатической системы управления организацией. В его задачу должно входить осуществление информационной, алгоритмической и методической поддержки деятельности пользователя при

решении задачи обработки управленческой информации. В работе сформулированы требования к характеристикам, параметрам ИУМ и его компонентам.

Особенностью ИУМ как сложной системы является трудность определения единого критерия эффективности функционирования. Обычно имеется несколько критериев, каждый из которых может стать доминирующим в зависимости от внешних условий и состояния ЭСУ. Единый обобщенный (агрегированный) критерий должен численно характеризовать степень удовлетворения требований, оценивать уровень влияния на эффективность ИУМ различных показателей, факторов и параметров.

В работе при решении задачи выбора структуры и состава ИУМ обработки производственной и управленческой информации предлагается формализовать обобщенные требования к нему в виде лингвистических оценок с использованием аппарата теории нечетких множеств и разработать структуру данных для представления параметров и требований в ЭВМ.

Показано, что только при формализации всех основных видов неопределенности имеющихся в описании технических характеристик и требований метод выбора ИУМ может быть автоматизирован.

Сформулируем постановку задачи управления организационной системой (в том числе управления подсистемами, входящими в ее состав), которое осуществляется за счет формирования вектора управляющих воздействий.

Условно примем, что текущее состояние производственного процесса определяется набором n определенных числовых показателей, образующих нечеткий вектор $X = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$. Количество показателей n определено конечным набором нечетких чисел. Правильно выбрав наиболее важные направления воздействий, можно получить значительную часть от необходимого результата.

Для практического использования необходимо выделить минимально необходимое количество показателей, которое обеспечит достижение необходимого результата при минимизации затрат.

Задачей управления организационной системой является приведение текущего показателя уровня системы к требуемому (максимальному) значению показателя.

$$X \rightarrow X_{\text{треб}},$$

где X – текущий показатель качества подготовки обучающегося;

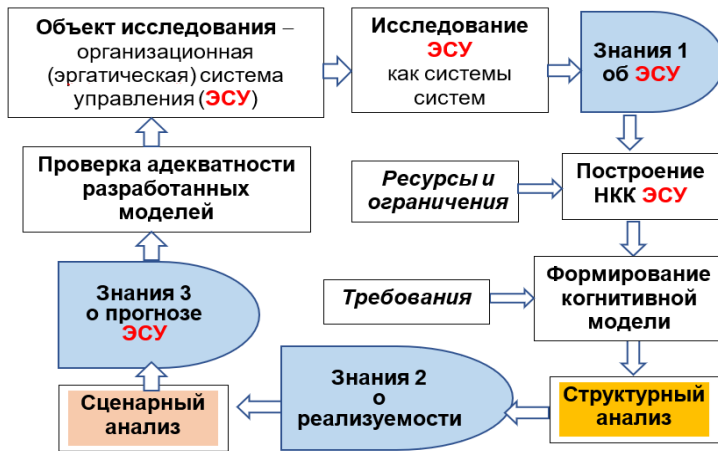
$X_{\text{треб}}$ – требуемый показатель уровнем качества подготовки.

По закону Парето основная доля потерь качества возникает из-за небольшого количества показателей.

Каждый из компонентов $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ будет вносить определенный вклад в показатель X . В изменении значений непосредственно управляемых компонентов будет выражаться управляющее воздействие. Совокупность управляющих воздействий образует вектор управляющего воздействия.

При формировании вектора управляющих воздействий необходимо определить, на какие из компонентов необходимо оказать воздействие, чтобы добиться результата.

По результатам управляющего воздействия необходимо оценить эффективность данного управляющего воздействия – было ли оно рациональным и позволило ли добиться необходимых результатов (рисунок 1).



Так как вектор X – многомерный, то в зависимости от конкретной цели j производится агрегирование частных показателей и формируется функциональная шкала $F_j = f\{X_i\}$, позволяющая получать адекватную оценку состояния и/или поведения организации как сложной эргатической системы.

Рисунок 1 – Структура исследования

Математическая постановка задачи исследования

Дано: X – нечеткий вектор уровня готовности организации к решению задач всех трех миссий университета; $X_{\text{треб}}$ – нечеткий вектор требуемого уровня готовности организации к решению задач;

Найти: Для $\forall (X, X_{\text{треб}})$, $U_{\text{доп}} : R = |X - X_{\text{треб}}|$, где $U_{\text{доп}}$ – допустимая совокупность управляющих воздействий (из доступных на уровне организации), обеспечивающих минимизацию нечеткого вектора рассогласования R за конечное число итераций.

Таким образом, общая задача, решаемая в работе, – определить характеристики исходных данных, виды их нечеткости, выбрать или разработать инструменты формирования конкретных функциональных шкал F_j и интеллектуальные способы интерпретации получаемых результатов.

Для формирования управляющего вектора необходимо не только получать данные о текущем состоянии предметной области (рынка труда, запросах работодателей, научно-технических возможностях программно-технического комплекса СППР), но и иметь информацию о типах нечеткости этих данных, допустимых, теоретических и практических, моделях этих нечеткостей. Это отражает первый новый результат по управлению слабоструктурированными системами.

Вторая глава посвящена когнитивному моделированию процесса управления функционированием в слабоструктурированных организационных системах.

Показано, что для разработки проблемно ориентированных средств управления в первую очередь требуется структурировать процесс когнитивного моделирования, под которым понимается разработка формализованного описания, объединяющего экстремальные и граничные требования выбора оптимальной альтернативы – варианта структуры программы воздействия на

слабоструктурированные компоненты, обеспечивающей эффективную деятельность организационной системы в новых условиях.

Для универсального описания параметров необходимо использовать лингвистический подход на основе нечетких множеств. Тогда описание ИУМ можно представить в виде нечеткого вектора параметров:

$$\bar{P}_c = [p_{c1}, p_{c2}, p_{c3}, \dots], \quad (1)$$

где p_{ci} – нечеткое значение i -го параметра системы.

Чтобы определить, в какой степени ИУМ удовлетворяет требованиям технического задания, необходимо сравнить между собой описание системы и требований к ней. Поэтому требования предлагается описывать в векторном виде аналогично описанию системы

$$\bar{P}_T = [p_{T1}, p_{T2}, p_{T3}, \dots], \quad (2)$$

где p_{Ti} – нечеткие значения i -го параметра требований

Тогда в качестве оценки степени удовлетворения требованиям технического задания может выступать некоторая мера рассогласования между описанием системы и требованиями к ней:

$$L_c = f(P_c, \bar{P}_T). \quad (3).$$

Критерием выбора ИУМ из множества вариантов примем минимум меры рассогласования $L_c \rightarrow \min$.

Критерий (или критерии) должен учитывать все используемые параметры и их важность для решения поставленной задачи. Для этой цели в задачах многокритериальной оптимизации применяются обобщенные критерии различных типов, наиболее распространенными из которых являются:

$$\left[\begin{array}{l} \text{взвешенный мультипликативный критерий: } R = \prod_{i=1}^n w_i l_i, \\ \text{взвешенный аддитивный критерий: } R = \sum_{i=1}^n w_i l_i, \\ \text{а также критерий-отношение: } R = \min (l_i / w_i). \end{array} \right. \quad (4)$$

Далее предложено и рассмотрено нечеткое сравнение информационных объектов как способ управления качеством функционирования организационной системы и соответственно система нечеткого сравнения (бенчмаркинг) информационных объектов (СНБ ИО).

Если рассматривать направляющие векторы как нечеткие, то процедура сравнения имеющей системы управления образованием с желаемой, идеальной, требуемой и т. д. может быть сведена к нахождению рассогласования между двумя нечеткими векторами:

$$\bar{L}_i = \bar{P}_i - \bar{P}_T. \quad (5)$$

Тогда разность между двумя нечеткими множествами, соответствующими параметрам P_{Tj} и P_{ij} , состоит из двух элементов: детерминированной составляющей l_{ij}^d и неопределенной составляющей l_{ij}^f . Графически детерминированная часть оценки l_{ij}^d интерпретируется как длина отрезка, соединяющего два центра тяжести соответствующих функций

принадлежности (центроиды) к множествам A и B (рисунок 2) с координатами (μ_a, u_a) и (μ_b, u_b) .

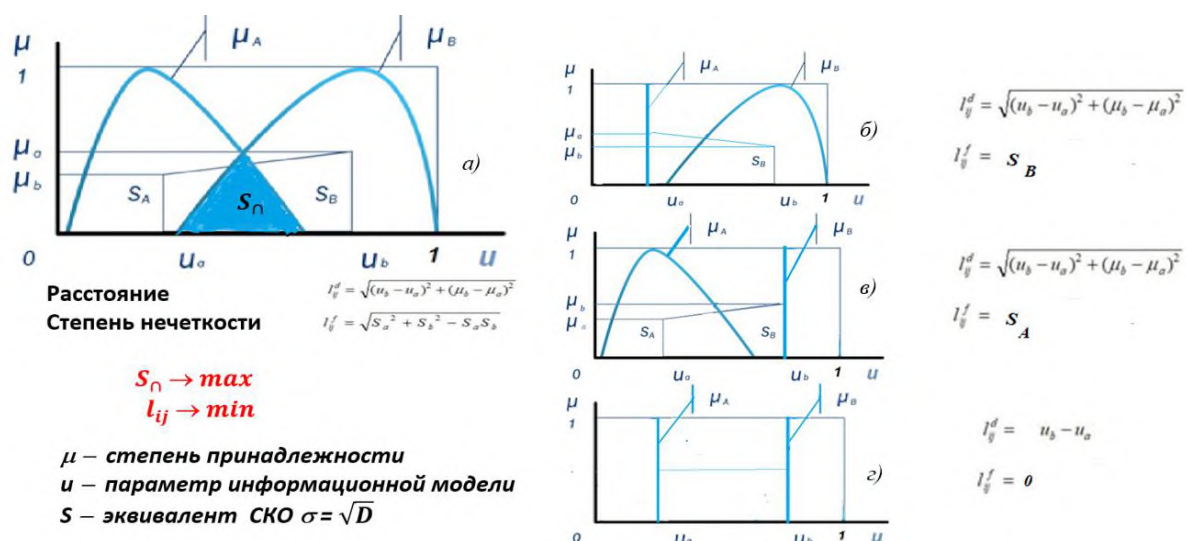


Рисунок 2 – Мягкая модель сравнения двух нечетких объектов (одномерный случай)

Оценку расстояния l_{ij}^d можно вычислять по формуле Евклида:

$$l_{ij}^d = \sqrt{(u_b - u_a)^2 + (\mu_b - \mu_a)^2}. \quad (6)$$

Оценка l_{ij}^f представляет собой величину:

$$l_{ij}^f = \sqrt{S_a^2 + S_b^2 - S_a S_b}, \quad (7)$$

где S_a и S_b – площади, ограниченные функциями принадлежности к множествам A и B соответственно. Площади S_a и S_b в данном случае оценивают уровень неопределенности каждого из параметров P_{Tj} и P_{ij} .

Как показали исследования, проведенные в работе, рассмотренный одномерный вариант может быть расширен и на многомерный случай. Кроме того, расстояния между центрами тяжести функций принадлежности могут в ряде случаев заменяться на меры Махаланобиса, Чебышева и ряд других, характерных для процедур распознавания образов. В ряде практических случаев компоненты этих нечетких векторов могут иметь различные уровни предпочтения. В этом случае выбран вектор весовых коэффициентов \bar{W} размерности m , по числу используемых параметров, компоненты которых удовлетворяют условию:

$$\sum_{j=1}^m W_j = 1; \quad 0 \leq w_j \leq 1, \quad j = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Для всех n вариантов оценки меры рассогласования могут быть сведены в матрицу размерности $m \times n$, которую можно назвать матрицей решения. Каждая i -я строка матрицы решения характеризует i -й вариант по m параметрам.

Уровень относительной неопределенности оценки l_{ij} определяется по формуле: $\Delta l_{ij} = l_{ij}^f / l_{ij}^d$. (9)

Это графическая модель метода сравнения нечетких информационных объектов, на который получено свидетельство о регистрации.

Нечеткий информационный объект характеризуется функцией принадлежности (ФП): в общем виде ФП объектов A и B имеют вид кривых, обозначенных на рисунке 2 «гауссианами» $\mu = e^{-\frac{1}{2}(\frac{x-c}{s})^m}$. Вид этих кривых для конкретных условий при разных значениях x , c , s , m может иметь форму треугольников, трапеций, быть похожими на функции распределения вероятностей (Гаусса, Вейбулла, экспоненциальной и т. д.). Чем больше значение S_{\cap} (пересечения ФП) или чем меньше расстояние между центроидами $I_{A,B}$, тем ближе между собой нечеткие значения

Теория нечетких множеств (ТНМ) включает понятие «нечеткого числа», которое является обобщением понятия числа вообще, поэтому можно также сравнивать в рамках этого метода нечеткие числа с четкими и даже четкие с четкими (примеры b , v , z рисунка 2).

Примечания: 1. График (см. рисунок 2) приведен для одномерной ФП, но метод допускает многомерность.

2. Многие авторы при сравнении нечетких информационных объектов в качестве критерия схожести выбирают площадь S_{\cap} . Однако выбранный нами подход обеспечивает большую гибкость в использовании, когда один из сравниваемых объектов будет четким (например, задаваться государством).

Таким образом, после определения меры рассогласования (5), (6) можно определить суммарное рассогласование для i -го варианта как сумму рассогласований по каждому из m параметров:

$$L_i = \sum_{j=1}^m l_{ij}, \quad i=\overline{1,n}.$$






Далее рассмотрен метод нечеткого многопараметрического выбора (НМВ) (рисунок 3), обобщающий и расширяющий СНБ ИО.



Рисунок 3 – Метод нечеткого многопараметрического выбора

Вариант реализации метода НМВ представлен в таблице 1.

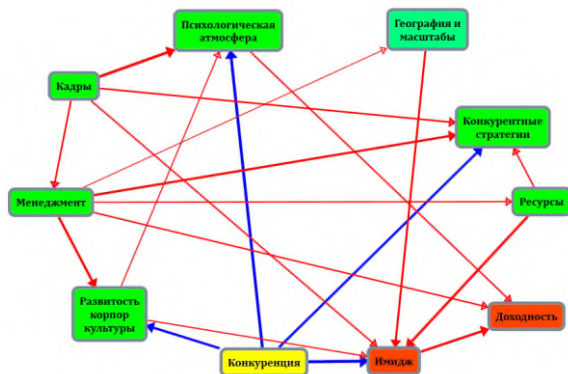
Таблица 1 – Матрица решений проблемной ситуации

| Вес $\sum_{j=1}^m W_j = 1;$ $0 \leq w_j \leq 1, j=1, m$ | Учитываемые параметры | | | | | | $i^* = \arg [\min_i \{ D_i \pm F_i / 2 \}]$ | |
|--|---|---|---|-----|---|---|---|-----------------------------------|
| | P_1 | P_2 | P_3 | ... | P_{n-1} | P_n | | |
| Вектор 1 V_1 | w_1 | w_2 | w_3 | ... | w_{n-1} | w_n | | |
| Вектор 2 V_2 | l_{11} | l_{12} | l_{13} | ... | l_{1n-1} | l_{1n} | | |
| Вектор 3 V_3 | l_{21} | l_{22} | l_{23} | ... | l_{2n-1} | l_{2n} | | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | | |
| Вектор m V_m | l_{m1} | l_{m2} | l_{m3} | ... | l_{mn-1} | l_{mn} | | |
| Вектор требований V_T |  |  |  | |  |  | $D_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}^d$ | $F_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}^f$ |
| 1 V_{1n} | r_{11} | r_{12} | r_{13} | ... | r_{1n-1} | r_{1n} | D_1 | F_1 |
| 2 V_{2n} | r_{21} | r_{22} | r_{23} | ... | r_{2n-1} | r_{2n} | D_2 | F_2 |
| 3 V_{3n} | r_{31} | r_{32} | r_{33} | ... | r_{3n-1} | r_{3n} | D_3 | F_3 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| m V_{mn} | r_{m1} | r_{m2} | r_{m3} | ... | r_{mn-1} | r_{mn} | D_m | F_m |
| | Невязки | | | | | | Рассогласования | |

Каждая строка таблицы представляет собой вектор рассогласования описания варианта с требованиями. Сами требования представлены строкой в нижней части таблицы. Структура предпочтений задается строкой весовых коэффициентов по каждому из параметров.

Два столбца в правой части таблицы содержат детерминированную D и неопределенную F составляющие суммарной оценки рассогласования описания варианта 4 с требованиями.

Данные, приведенные в таблице принятия решения, являются основной для ранжирования вариантов и выбора из них наилучшего управления развитием организационных систем предполагают формирование на их основе нечетких когнитивных карт (НКК). Существуют множество научных школ по-разному понимающие ключевые понятия этих объектов. Коротко зафиксируем основные из них, применительно к данному исследованию. В когнитивной модели НКК отражает субъективные представления исследуемой проблемы, связанной с функционированием и развитием ССС. Основными элементами НКК являются базисные (или значимые). Содержательно базисные факторы



определяют и ограничивают наблюдаемые явления и процессы в ССС и окружающей ее среде: существенные, ключевые параметры, признаки этих явлений и процессов. Формальное представление НКК – взвешенный ориентированный граф, вершинам которого соответствуют факторы, а ребрам – веса в той или иной шкале. Стандартная НКК для исследуемой в работе организационной системы представлена на рисунке 4.

Рисунок 4 – НКК организационной системы общего вида

Таким образом, используя метод нечеткого многопараметрического выбора и СНБ, как инструментов реализации поставленной задачи можно сформировать необходимые информационные модели и, соответственно, обеспечить достижение цели диссертационного исследования. Тем самым получен второй из заявленных новых результатов исследования.

В третьей главе представлена алгоритмизация процесса принятия решения при оптимальном выборе структуры цифрового управления в организационной системе. Каждый алгоритм ориентирован на реализацию многовариантного моделирования влияния разнообразия структурных решений на экстремальные и граничные требования к показателям эффективности перемещения материальных и информационных потоков в организационной системе. Рассматриваются математические аспекты мягких моделей и методов, проведен анализ известных и предложена разработка перспективных информационных моделей для интеллектуального анализа данных (ИАД) в управлении качеством функционирования организационной системы.

В настоящее время в России используются следующие методы и подходы: оценочный метод управления качеством деятельности; концепция, основанная на принципах «всеобщего управления качеством», TQM; подход, основанный на требованиях международных стандартов качества ISO 9000:2000.

1 Нечеткий алгоритм выбора языка программирования (ЯП) для интеллектуальной поддержки управления эргатической системой (рисунок 5).

Цель задачи выбора – выделение из множества существующих языков программирования наиболее перспективных и их ранжирование по степени удовлетворения требований к программному комплексу ИУМ на основе имеющихся к моменту начала решения задачи нечетких исходных данных.

Исходя из сказанного, требования системы зададим в виде вектора требований (ВТ), представленных нечетко.

Введем понятие лингвистической переменной, значениями которой могут являться слова или предложения естественного или искусственного языка, и на ее базе реализуем лингвистический подход к принятию решения выбора языка программирования в условиях неопределенности.

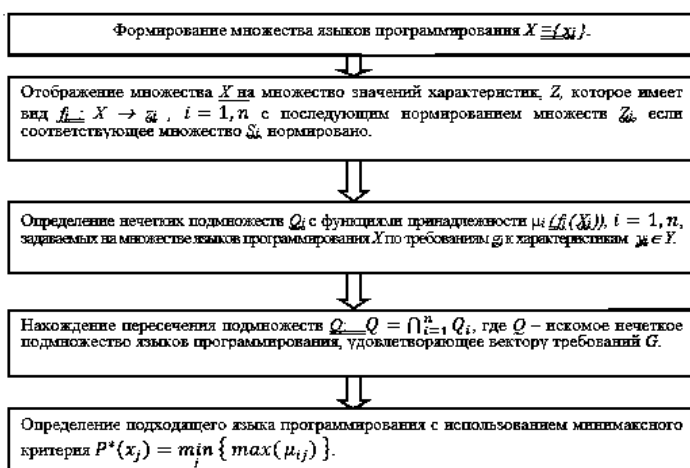


Рисунок 5 – Алгоритм выбора языка программирования для СППР ИУМ

Пусть Y – универсальное множество выходных характеристик ЯП, а Z_i – множество значений характеристик $y_i \in Y, i = \overline{1, n}$.

Нечеткое множество S_i , определяемое на множестве Z_i с функцией

принадлежности μ_i , задает требование g_i к характеристике y_i ЯП. Совокупность таких требований образует ВТ $G = \{g_1, \dots, g_n\}$.

При определении пересечения нечетких множеств воспользуемся мультипликативной формой представления функции принадлежности множества-пересечения $P(x_j)$ через функции принадлежности составляющих множеств:

$$P(x_j) = \prod_{i=1}^n \mu_i^\alpha(f_i(x_j)), j = \overline{1, n}. \quad (10)$$

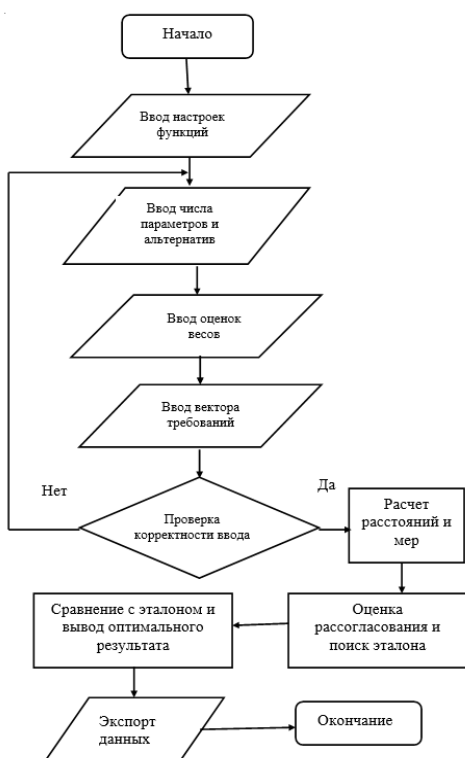


Рисунок 6 – Алгоритм сравнения нечетких информационных объектов

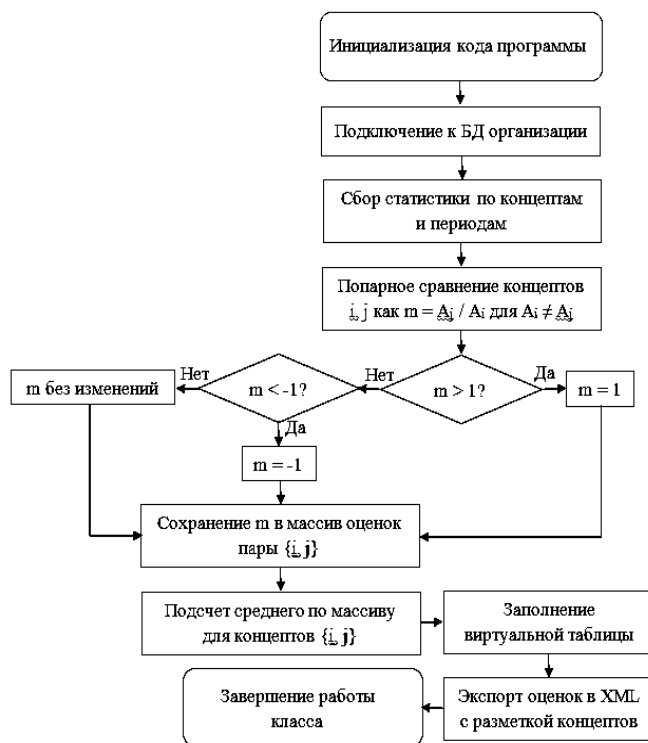


Рисунок 7 – Алгоритм формирования интернет-статистики по концептам

Выражение (10) учитывает вес (коэффициенты предпочтения) α отдельных характеристик.

2 Алгоритм реализации сравнения нечетких информационных объектов (рисунок 6).

Алгоритм обеспечивает выполнения процедуры сравнения характеристик нечетких информационных объектов, представленных моделью (см. рисунок 7).

3 Алгоритм выделения значимых концептов для оценки интернет-ресурсов организации (рисунок 7).

Алгоритм обеспечивает выполнения процедуры интернет-поиска значимых концептов когнитивной модели организационной системы для оптимизации управления этой системой в реальном времени.

4 Алгоритм реализации нечеткого многопараметрического выбора (рисунок 8).

Алгоритм обеспечивает выполнения процедуры сравнения многомерных характеристик нечетких альтернатив в управлении информационными объектами, представленной моделью (см. рисунок 3).

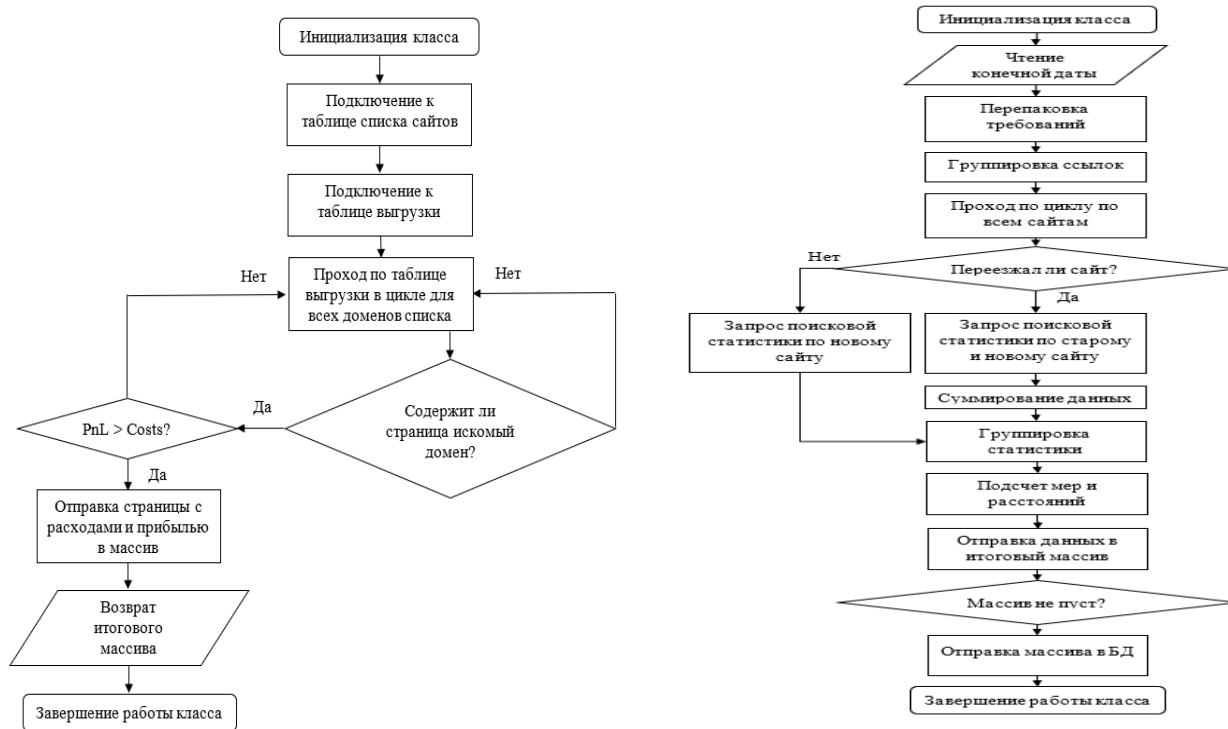
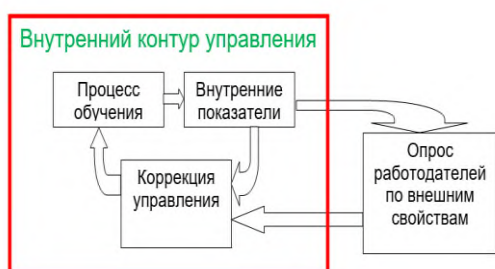


Рисунок 8а – Алгоритм реализации нечеткого многопараметрического выбора
 а – общая схема
 б – анализ эффективности выбора

Таким образом, алгоритмы управления принятием решений в слабоструктурированной организационной системе на основе нечеткого сравнения, когнитивного прогнозирования и анализа иерархий отличаются сочетанием экспертного и иерархического подходов с элементами попарных сравнений.

В четвертой главе рассматривается структура программного комплекса поддержки принятия управленческих решений – интеллектуальный управляющий модуль, а также результаты практического применения разработанных средств, полученных в ходе исследований: методов, способов и



методик поддержки управления организационной системой – региональным вузом. Обсуждаются проведение и анализ эксперимента по управлению второй миссией университета в региональном вузе в период 2021–2025 гг.

Рисунок 9 – Управление вузом на основе мягких моделей

В результате исследований было доказано, что предложенный подход в полной мере вписывается в «мягкую парадигму» оценок качества подготовки специалистов. С учетом этого подхода в работе предложена структура управления образованием, показанная на рисунке 9.

В состав мягких оценок в рамках этой работы включены следующие внутренние, связанные непосредственно с учебным процессом, и внешние показатели качества образования:

внутренние показатели:

- профессиональная компетентность;
- профессиональная направленность;
- учебная активность;
- умственная самостоятельность;
- академическая успеваемость и
- учебная успешность.

внешние показатели:

- адаптация выпускника на производстве;
- профессиональная устойчивость;
- темпы роста профессионального мастерства;
- служебная карьера

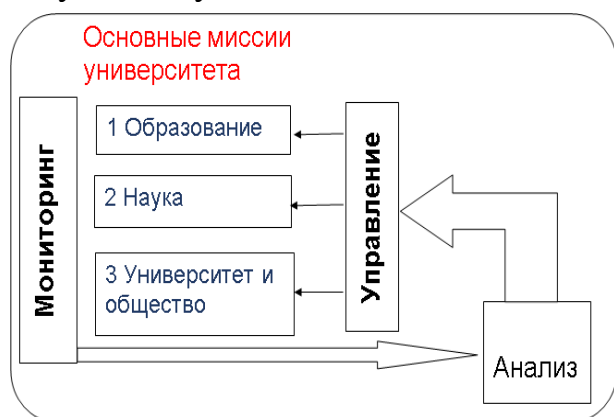


Рисунок 10 – Обобщенная схема оценки успешности вуза

Исходя из определения смысла и цели образования, данных в первой главе, перейдем от структуры, представленной на рисунке 9, к трехкомпонентной модели управления данными (см. рисунок 10), имея в виду следующее. Модель ориентирована на три миссии университета: учебную (Q_1), научную (Q_2) и социальную (инновационную) (Q_3). Для наглядности эти миссии можно представить в виде трех измерений (рисунок 11).

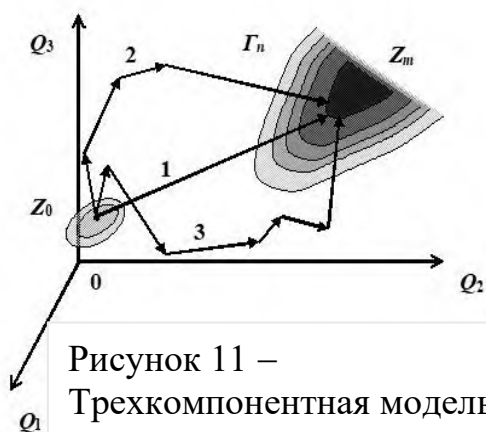


Рисунок 11 – Трехкомпонентная модель подготовки выпускника

Кроме того, с учетом сложившейся практики мониторинга образовательных учреждений в стране и мире управление эффективностью можно оценивать по критериям, связанным с известным разделением процесса образования на три миссии (рисунок 10).

Агрегирование компонентов миссий университета реализовано с использованием соответствующих шкал (функций агрегирования). Особенностью примененной в работе шкалы (как среднего взвешенного по отдельным показателям) является наличие весов $W = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$, с помощью которых учитывается «вклад» каждой частной оценки в обобщенную оценку, при этом вес отражает значимость соответствующего источника информации (показателя).

$$Q_i = \sum_{i=1}^{n_j} w_i x_i. \quad (10)$$

При этом для России принято n_j – количество источников для j - номера миссии, соответственно, $n_1 = 4$, $n_2 = 4$, $n_3 = 8$. Предполагается перевод обучаемого из нечеткого состояния Z_0 (абитуриент) в нечеткое состояние Z_m (специалист).

Рассматривая организационную структуру вуза (рисунок 12) можно оценить, с одной стороны (неформальной), привлекательность вуза, как некий образ (общественное мнение, слухи), который создается потребителями его услуг и другими имеющими отношение к образованию стейкхолдерами, с другой стороны эта оценка сочетается с оценками студентов, преподавателей вуза, родителей и даже конкурентов.

Несмотря на свою субъективность, этот вид оценки привлекательности вуза очень сильно влияет на его имидж и репутацию, а соответственно, и на конкурентоспособность высшего учебного заведения. Это влияние тем сильнее, чем менее развиты официальные механизмы оценивания и информирования общественности о качестве вузовской деятельности.

Для того чтобы вуз мог целенаправленно управлять формированием своего имиджа как привлекательного для потребителей, ему необходимо в своей деятельности систематически исследовать потребности рынка, тщательно анализировать и оценивать слабые и сильные стороны своей деятельности, правильно позиционировать себя на рынке образовательных услуг. Важным инструментом формирования привлекательности вуза является его реклама. Эффективно организованная реклама позволяет вузу систематически информировать общественность о своей деятельности и ее качестве и тем самым не допускать появления и распространения порочащей его информации.

Формальным аспектом проблемы оценки привлекательности вуза являются официально принятые в рамках государства или его национальной организационной системы механизмы ее оценивания. К их числу в РФ относятся следующие процедуры оценки качества вузовской деятельности: государственная аттестация, государственная аккредитация, ранжирование (определение рейтинга) вузов. При этом аттестацию и аккредитацию следует рассматривать как механизмы, формирующие и повышающие привлекательность вуза, а систему рейтинга – как механизм ее оценки и признания государством и общественностью, если иные официальные механизмы оценки независимого общественного мнения отсутствуют.

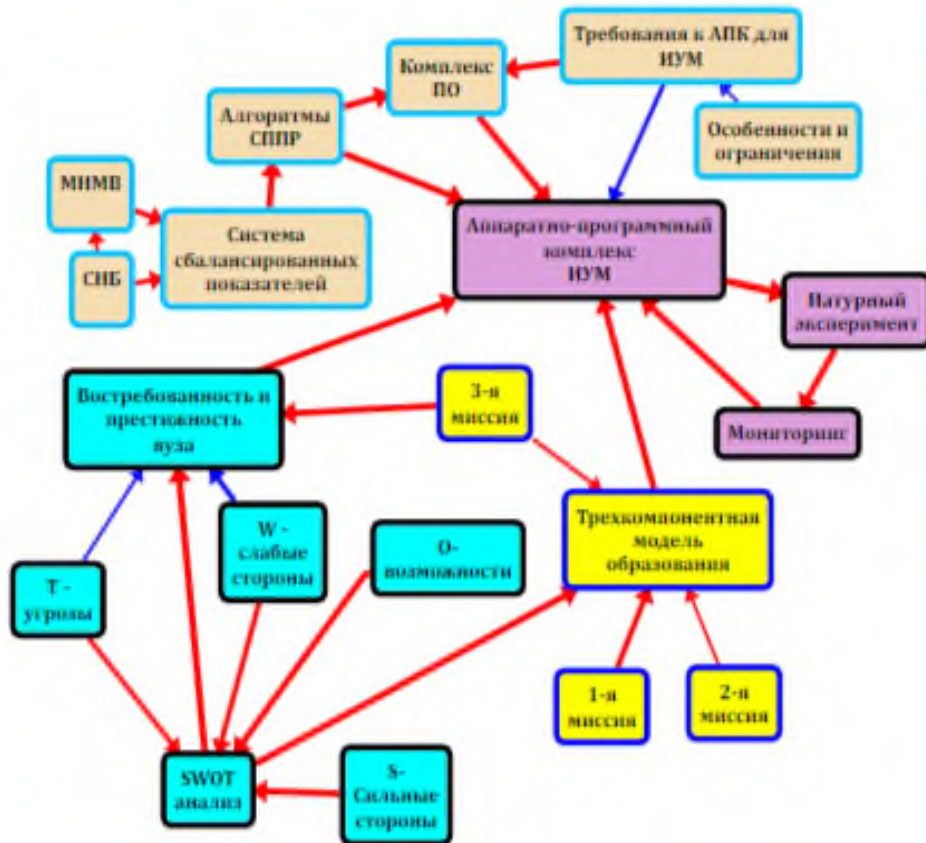


Рисунок 12 – Информационная структура вуза, как организационной системы, с учетом всех трех миссий университета

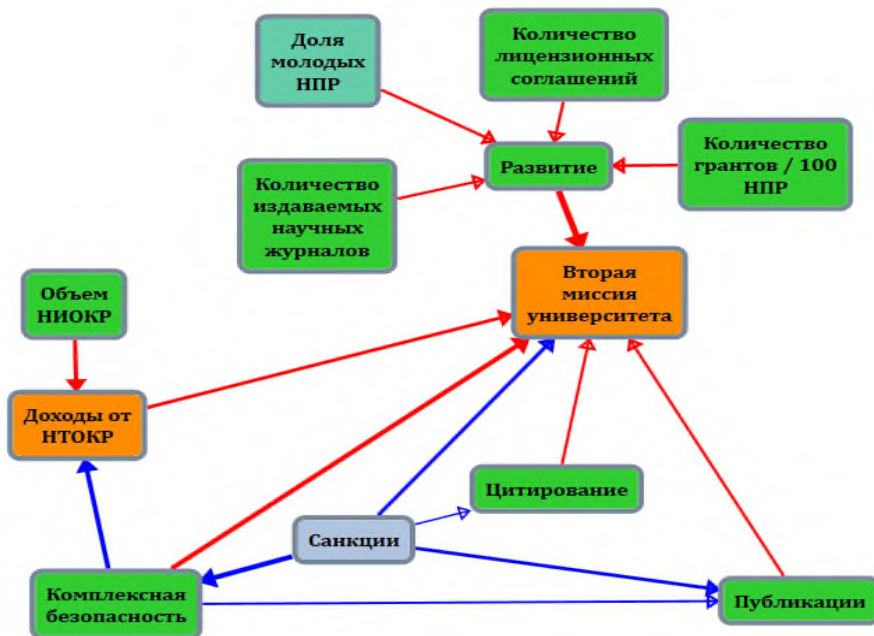


Рисунок 13 – НКК управления второй миссией университета

Одним из наиболее распространенных методов оценки привлекательности вузовской деятельности является процедура

ранжирования вузов и определения их рейтинга. Рейтинг по своей сущности является механизмом сопоставления качества вузов, определяющим позицию вуза по качеству образования в составе высших учебных заведений российской системы образования.

Оценка значимости связей в каждой цепи управления в рамках данного исследования выполнена с помощью метода анализа иерархий Т. Саати.

На основе когнитивной модели была построена социально-экономическая оценка привлекательности вуза, в которой учтены следующие положения:

а) объектом оценки является «привлекательность вуза» – интегральный показатель совокупности внешних и внутренних факторов, ее обеспечивающих, основообразующим среди которых является качество вузовской деятельности;

б) понятие «социально-экономическая оценка» подчеркивает ее направленность на учет мнения всех заинтересованных в ней лиц и инвариантность форм и технологий оценки;

в) социально-экономическая оценка как любой вид оценивания предполагает существование определенной процедуры, показателей и критериев оценки.

Таким образом, в результате вычислительного эксперимента были сформированы альтернативы воздействия на управляющие концепты когнитивной модели управления вузом, оценены перспективы развития вуза в 2021–2025 гг. в случае воздействия управления на образовательный менеджмент. Результаты сценарного анализа для второй, научно-исследовательской, миссии показаны на рисунке 14 (слева, черная линия).

Сопоставление результатов вычислительного эксперимента с практической реализацией стратегии развития научно-исследовательской миссии, полученной посредством мониторинга Министерства образования и науки РФ (рисунок 14 справа, красная линия) показывает, что за пять лет эксперимента качество реализации этой миссии соотносится со средним по стране, как 3:1.



Рисунок 14 – Результаты натурного эксперимента по управлению второй миссией вуза (ЧОУ ВО «Южный университет (ИУБиП)») в 2021–2025 гг.

Таким образом, результаты проведенного анализа подтверждают эффективность разработанных моделей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе диссертационного исследования были получены следующие основные результаты:

1 Обоснована перспективность прогнозирования и оптимизации процессов цифровой трансформации на основе когнитивного подхода.

2 Предложены критерии эффективности и механизмы управления в слабоструктурированных организационных системах, обеспечивающие устойчивость развития и повышение качества их функционирования.

3 Разработаны оптимизационные когнитивные модели процессов цифровой трансформации при управлении качеством функционирования в организационных системах.

4 Предложен алгоритм нечеткого бенчмаркинга (сравнения с эталоном, в том числе с требованиями Министерства образования и науки РФ) и алгоритм его реализации применительно к специфике слабоструктурированных организационных систем в условиях управления развитием и функционированием.

5 Разработаны алгоритмы интеллектуализации управления слабоструктурированными организационными системами на основе нечеткого многопараметрического выбора с использованием метода анализа иерархий.

6 Предложен способ выделения значимых концептов для оценки доступных информационных ресурсов организационной системы, а также алгоритм и программное средство его реализации.

7 Предложена структура программного комплекса в формате интеллектуального управляющего модуля, включающего разработанные в ходе исследования программные средства.

8 Проведена оценка результативности применения разработанных моделей, алгоритмов и программных средств в практике управления развитием слабоструктурированных организационных систем в условиях социальных, экономических, образовательных и административно-хозяйственных объектов.

Полученные в работе результаты исследования позволили выявить доступные для реализации альтернативы управления вузом и обеспечить устойчивый рост качества образования за пять лет (2021–2025 гг.) от 1,13 раза (первая миссия университета) до 1,85 раза (вторая, научно-исследовательская, миссия университета), по данным мониторинга Министерства образования и науки РФ.

Перспективы дальнейшей разработки темы исследования могут быть связаны с рассмотрением более сложных систем организации управления ИТ-деятельностью образовательных учреждений за счет освоения методологии системной интеграции в нечетких человеко-машинных системах.

ПЕРЕЧЕНЬ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1 Cognitive modeling of university management support as a human-machine system / G. I. O. Akperov, S. G. Grigoriev, A. İşiklar [et al.] // Informatics and Education. – 2024. – Vol. 39, No. 1. – P. 65–73. – DOI 10.32517/0234-0453-2024-39-1-65-73. – EDN SOQNJY.

2 Акперов, Г. И. Способ нечеткого сравнения для управления функционированием организационной системой / Г. И. Акперов // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 10 (118). – С. 36–46. – EDN YRUCIB.

3 Задачи классификации управления организацией / И. М. Магеррамов, Г. И. Акперов, А. А. Бочаров, Е. В. Гребенюк, Д. В. Чеботов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2021. – Т. 17, № 1. – С. 135–144. – DOI 10.25559/SITITO.17.202101.135-144

4 Акперов, Г. И. Решение задач интернет-маркетинга средствами Python / Г. И. Акперов, И. М. Магеррамов // Вестник кибернетики. – 2022. – № 1 (45). – С. 54–62. – DOI 10.34822/1999-7604-2022-1-54-62.

5 Методика выбора языка программирования на основе мягких моделей / Г. И. Акперов, Т. С. Александрова, В. В. Дегтярев, В. В. Храмов // Вестник кибернетики. – 2022. – № 3 (47). – С. 6–13. – DOI 10.34822/1999-7604-2022-3-6-13.

6 Оценка комплексной безопасности системы управления вузом на основе мягких моделей / Г. И. Акперов, И. М. Магеррамов, А. А. Бочаров, Е. В. Гребенюк // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2021. – Т. 17, № 1. – С. 120–127. – DOI 10.25559/SITITO.17.202101.120-127.

7 Акперов Г.И. Когнитивная модель управления второй миссией университета: исследовательская функция в эпоху цифровой трансформации. – / Г. И. Акперов // Инженерный вестник Дона. – 2026. – № 4 (118). – С. 26–41. – EDN YRUCIB.

Публикации в изданиях Scopus:

8 Akperov, G. I. Method of Fuzzy Parametric Selection for Making a Reasonable Decision by an Intelligent Training Module / G. Akperov, I. Alekperov, A. Gorbacheva, I. Magerramov, A. Bocharov // E3S Web of Conferences. VIII International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Science and Education” (ITSE 2021). – 2021. – Article no. 18027.

9 Akperov, G. I. Methodological Foundations of Fuzzy-Multiple Assessment of the State of Economic Systems Based on Aggregation of Indicators / G. I. Akperov, L. V. Sakharova // 14th International Conference on Theory and Application of Fuzzy Systems and Soft Computing – ICAFS-2020, Budva, Montenegro, August 27–28, 2020. – Budva, Montenegro : Springer International Publishing, 2021. – P. 548–554.

10 Method of Student Individuality Identification for Adapting and Intelligent Training Module Based on Soft Models / I. Alekperov, G. Akperov, Yu. Prus, V. Khramov, S. Muradova // Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS). – 2023. – Vol. 510 – P. 1881–1888. – DOI 10.1007/978-3-031-11051-1_193.

11 Mathematical Models and Algorithms of an Intelligent Platform for the Implementation of an Individual Learning Trajectory / G. I. Akperov, A. G. Artamonova, V. V. Khramov, L. V. Sakharova // Proceedings of the Sixth International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (ITI'22). – 2022. – P. 424–436. – DOI 10.1007/978-3-031-19620-1_40.

12 Smart Home in Smart City / G. Akperov, A. I. Dubrovina, B. V. Martynov [et al.] // International Conference on Smart Environment and Green Technologies – ICSEGT2024, Baku, April 11–12, 2024. – Baku, Azerbaijan, 2024. – Vol. 1252-2. – P. 245–252. – DOI 10.1007/978-3-031-81564-5_30. – EDN AOCNJP.

13 Akperov, G. I. Identification of Extended Objects of Geoinformation Space by Semantic Triangulation / G. I. Akperov, V. V. Khramov // 14th International Conference on Theory and Application of Fuzzy Systems and Soft Computing – ICAFS-2020, Budva, Montenegro,

August 27–28, 2020. – Budva, Montenegro : Springer International Publishing, 2021. – P. 787–793. – EDN DLJAWH.

Публикации в других изданиях:

14 Мизюков, Г. С. Разработка веб-платформы оценки потенциала успешности стартапа на основе чат-бота ChatGPT / Г. С. Мизюков, Г. И. Акперов // Информационные технологии. – 2024. – Т. 30, № 12. – С. 640–645. – DOI 10.17587/it.30.640-645. – EDN MXRJFW.

15 Акперов, Г. И. Проблемы комплексной безопасности вуза: информационный аспект / Г. И. Акперов, А. А. Акперова, А. А. Бочаров // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2022. – № 1. – С. 11–17. – EDN ENLNUK.

Свидетельства о государственной регистрации программ:

16 Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2021615488. Система нечеткого бенчмаркинга / И. Г. Акперов, И. М. Магеррамов, В. В. Храмов, Г. И. Акперов ; заявитель : частное образовательное учреждение высшего образования «Южный университет». – № 2020665934 ; заявл. 04.12.2020; опублик. 08.04.2021. – EDN PNMUJH.

17 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2022614626. Система для поддержки принятия маркетинговых решений на основе нечеткого бенчмаркинга / И. Г. Акперов, И. М. Магеррамов, Г. И. Акперов [и др.] ; заявитель : частное образовательное учреждение высшего образования «Южный университет». – № 2022613543 ; заявл. 11.03.2022 ; опублик. 23.03.2022. – EDN VERCWY.

18 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2023610049. Способ выделения значимых концептов для оценки интернет-ресурсов организации / И. Г. Акперов, И. М. Магеррамов, Г. И. Акперов [и др.] ; заявитель : частное образовательное учреждение высшего образования «Южный университет». – № 2022683540 ; заявл. 02.12.2022 ; опублик. 09.01.2023.

19 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2025668587. Способ и система оценки уровня цифровизации личности / Г. И. Акперов, И. Г. Акперов, В. В. Довгополый [и др.] ; заявитель : частное образовательное учреждение высшего образования «Южный университет». – № 2025667177 ; заявл. 07.07.2025 ; опублик. 17.07.2025. – EDN JCXJNU.

20 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2023680084. Программа для интеллектуальной поддержки планирования технического обслуживания и ремонта объектов железнодорожной инфраструктуры / И. Г. Акперов, В. В. Храмов, Г. И. Акперов ; заявитель : частное образовательное учреждение высшего образования «Южный университет». – № 2023668722 ; заявл. 11.09.2023 ; опублик. 26.09.2023. – EDN IJZKKF.

21 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2023681343. Способ и система для анализа структурированности данных на базе меры Кульбака : / И. Г. Акперов, В. В. Храмов, Г. И. Акперов [и др.] ; заявитель : частное образовательное учреждение высшего образования «Южный университет». —№ 2023680431 ; заявл. 06.10.2023 ; опублик. 12.10.2023. – EDN KMWNNM.

22 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2023665463. Программа для комплексной оценки информационных мер системы / Г. И. Акперов, Т. И. Акперов, Т. С. Александрова [и др.]; заявитель : частное образовательное учреждение высшего образования «Южный университет». – № 2023663897 ; заявл. 04.07.2023 ; опублик. 17.07.2023. – EDN HOOINF.

Подписано в печать 24.04.2026.
Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.
Усл. печ. л. 1,0. Тираж 80 экз. Заказ № 4.
ООО Центр Печатных Технологий АртАртель
344064, г.Ростов-на-Дону, улица Вавилова 62 А/1.