На правах рукописи



Закиева Елена Шавкатовна

МЕТОДОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СОЦИЕТАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Специальность:
2.3.4. Управление в организационных системах

Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук

Уфа – 2022

Работа выполнена на кафедре технической кибернетики ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Научный консультант:
заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор
Ильясов Барый Галеевич

Официальные оппоненты:

Бурков Владимир Николаевич, заслуженный деятель науки РФ, академик Российской академии естественных наук, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук

Кравец Алла Григорьевна, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

Горбанева Ольга Ивановна, доктор технических наук, доцент кафедры «Прикладная математика и программирование» ФГАОУ ВО «Южный Федеральный Университет»

Ведущая организация: Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Самара

Защита диссертации состоится 08 июня 2022 г. в 10^{00} часов на заседании диссертационного совета 24.2.427.04 на базе ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» по адресу: 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» и на сайте *www.ugatu.su*.

Автореферат разослан «____» _____20___ года.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор технических наук, доцент Сметанина Ольга Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Познание общества, законов его организации, основных тенденций и закономерностей функционирования и развития общества, поиск путей, способов и средств его рационального и справедливого устройства является научной проблемой, интересующей человечество на протяжении многих веков. Несмотря на то, что человечеством накоплен огромный объем научных знаний об обществе, нередко возникают серьезные социально-экономические, политические и другие кризисы глобального и локального характера. Это свидетельствует о том, что люди так и не познали должным образом собственное социальное устройство и законы социального развития, не научились находить равновесие между социальной стабильностью и социальным обновлением, предвидеть ход социальных изменений и их последствия.

В связи с этим особую актуальность приобретают исследования, направленные на изучение динамических свойств общества как социетальной системы, как целостной, единой системы взаимосвязанных отношений и процессов, для выявления основных тенденций и закономерностей функционирования и развития общества, а также для поиска научно обоснованных путей повышения эффективности управления им при действии различных факторов.

Общество представляет собой устойчивую системную организацию социального взаимодействия и социальных связей, обеспечивающую удовлетворение всех основных потребностей людей. Современное общество организовано на основе множества экономических, политических, социальных и духовно-культурных детерминант, каждой из которых в той или иной мере присущи автономность, самоорганизация и саморазвитие. Однако ни одна из этих составляющих не является самодостаточной и только рассматриваемые во взаимосвязи социальные общности, социальные группы, социальные организации и социальные институты (семья, образование, экономика, политика и другие) составляют общество в целом – социетальную систему, обладающую самодостаточностью.

Автор рассматривает **социетальную систему как организационную систему макроуровня**, представленную в виде единого динамического комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем (сфер жизнедеятельности общества) с развитыми и разветвленными социальными структурами, институтами и организациями.

Степень разработанности темы исследования

Проблемы управления социальными системами разного уровня, изучения динамики их функционирования и развития находятся в центре внимания многих ведущих специалистов в области управления, системных исследований, философов и социологов.

Значительный вклад в исследование динамики социальных систем внес Т. Парсонс, который выделил два типа изменений социальных систем. Первый тип изменений не приводит к преобразованию структуры системы, приспособление

системы к изменившимся условиям осуществляется за счет внутренних резервов, общество как система обладает устойчивостью, способностью к самовоспроизводству. Второй тип изменений связан с преобразованием структуры системы, это происходит, если система не способна восстановить утраченное равновесие при действии на нее внутренних и внешних факторов.

Автор работы придерживается точки зрения Т. Парсонса и рассматривает первый тип изменений как процесс функционирования социетальной системы, а второй тип – как процесс ее развития.

Моделирование динамики социальных систем является одной из наиболее сложных научных задач, что обусловлено большим количеством параметров системы, слабой формализуемостью и динамической неустойчивостью социальных процессов, их многоуровневостью и разномасштабностью (микро- и макропроцессы), непредсказуемостью поведения системы и внешней среды, необходимостью учета различных факторов и другими причинами.

На сегодняшний день разработано большое количество моделей социальных систем, наиболее известными среди которых являются:

- модели мировой динамики Дж. Форрестера, Д.Л. Медоуза;
- модели глобального равновесия В.А. Егорова, В.М. Матросова и К.В. Матросовой;
- модель экологических последствий ядерной войны Н.Н. Моисеева;
- модель глобального демографического перехода С.П. Капицы;
- модели экономических систем А.А. Петрова и И.Г. Поспелова;
- модели системы образования Г.Г. Малинецкого и др.

Следует отметить, что в настоящее время наиболее перспективными являются междисциплинарные исследования, которые применяются в стратегическом планировании, при анализе исторических альтернатив, в поиске путей решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством. Это, например, модели социодинамики В. Вайдлиха, модели клиодинамики П.В. Турчина, А.В. Коротаева, С.Ю. Малкова, А.С. Малкова и другие.

В работе автор, в отличие от упомянутых моделей, рассматривает разработку моделей социетальной системы как единого динамического комплекса взаимосвязанных экономической, политической, социальной и духовно-культурной подсистем.

Одним из важнейших критериев социального развития, а также критерием оценки эффективности управления социетальной системой является качество жизни. Изучение проблем качества жизни нашло отражение в трудах таких исследователей, как Н.М. Римашевская, С.А. Айвазян, А.И. Бестужев-Лада, В.Н. Бобков, А.И. Субетто, Б.В. Бойцов, Е.И. Капустин, О.С. Сухарев, В.Ф. Безъязычный, В.М. Жеребин, П.С. Мстиславский, Е.Е. Задесенец, Г.М. Зараковский, В.Н. Азаров, А.И. Татаркин, Х.Н. Гизатуллин, З.З. Биктимирова, А.М. Нагимова, Е.В. Фахрутдинова, Л.А. Беляева, А.А. Давыдов, М.Б. Лига, И.А. Щеткина, Т.В. Гаврилова, Б.И. Герасимов, В.В. Окрепилов, В.В. Коссов, С.П. Спиридонов и др.

Следует отметить, что исследования ученых направлены, в основном, на

разработку методик оценки качества жизни и изучению структуры данного интегрального показателя. Однако оценка качества жизни, являясь необходимым элементом управления, не решает полностью задачу управления социетальной системой. Автор работы, в отличие от других исследователей, изучает влияние качества жизни на функционирование и развитие социетальной системы. Кроме того, автор ориентируется не только на данный показатель, но и на другие показатели, характеризующие состояние системы, такие, как валовой внутренний продукт, рождаемость, смертность и др.

Решаемая в работе проблема состоит в разработке методологических основ поддержки принятия решений при управлении процессами функционирования и развития общества как социетальной системы, разработке динамической модели социетальной системы, моделей качества жизни, а также интеллектуальных алгоритмов поддержки принятия решений с целью повышения эффективности управления обществом.

В процессе решения данной проблемы автор опирался на труды отечественных и зарубежных ученых, внесших значительный вклад в разработку подходов и моделей социальных систем:

- в разработку теории управления организационными системами (В.Н. Бурков, Д.А. Новиков, Н.А. Коргин, М.В. Губко, В.В. Кульба, Р.М. Юсупов, О.И. Горбанева и другие);
- в разработку когнитивного подхода к моделированию сложных слабоструктурированных систем и ситуаций (Н.А. Абрамова, З.К. Авдеева, Г.В. Горелова, В.И. Максимов, Р. Аксельрод, Ф. Робертс, Дж. Касти и другие);
- в разработку нечетких когнитивных моделей сложных слабо формализуемых систем (В.Б. Силов, В.В. Борисов, А.С. Федулов, В.И. Васильев, Л.Р. Черняховская, Б. Коско, П. Грумпос и другие);
- в разработку междисциплинарных исследований сложных систем (Г. Хакен, И.Р. Пригожин, С.П. Курдюмов, Д.И. Трубецков, Д.С. Чернавский, Г.Г. Малинецкий и другие);
- в разработку агент-ориентированного моделирования сложных систем (В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин, Е.Д. Сушко и другие);
- в разработку интеллектуальных алгоритмов поддержки принятия решений и ситуационного подхода (В.А. Виттих, С.В. Смирнов, Н.И. Юсупова, М.Б. Гузаиров, А.Г. Кравец, Б.Г. Ильясов, Е.А. Макарова и другие);
- в разработку методик оценки качества жизни (С.А. Айвазян, В.Н. Бобков, Е.Е. Задесенец, Г.М. Зараковский, А.И. Татаркин, З.З. Биктимирова, Л.А. Беляева, Б.И. Герасимов, С.П. Спиридонов и другие);
- в разработку моделей управления качеством жизни (Х.Н. Гизатуллин, В.П. Чичканов, С.Н. Мартышенко и другие).

Несмотря на большое количество работ в исследуемом направлении, следует признать, что в силу сложности социетальной системы как объекта исследования и многоаспектности решаемых проблем, некоторые особенности управления процессами функционирования и развития социетальной системы не нашли полного отражения в предложенных моделях. В частности, проблемы

управления социетальной системой как единым динамическим комплексом взаимосвязанных экономической, политической, социальной и духовно-культурной подсистем, остаются малоизученными.

Объект исследования – процессы функционирования и развития общества как социетальной системы при действии управляющих и возмущающих факторов.

Предмет исследования – совокупность различных типов моделей, методов анализа и алгоритмов поддержки принятия решений при управлении социетальной системой.

Цель и задачи исследования

Целью исследования является решение актуальной научно-практической проблемы, заключающейся в разработке методологических и теоретических основ поддержки принятия решений при управлении процессами функционирования и развития социетальной системы, включающих разработку комплекса моделей социетальной системы и ее подсистем, моделей качества жизни и его компонентов, интеллектуальных алгоритмов поддержки принятия решений, а также применении полученных результатов для определения путей повышения эффективности управления обществом.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать методологию поддержки принятия решений при управлении социетальной системой как организационной системой макроуровня.
2. Разработать когнитивную и динамическую модели социетальной системы и оценить ее рефлексию (отклики) при действии внешних и внутренних факторов.
3. Разработать иерархическую, когнитивную и динамическую модели качества жизни как критерия развития социетальной системы.
4. Разработать комплекс динамических моделей интегральных показателей социетальной системы.
5. Разработать метод формирования структуры динамической модели интегрального показателя социетальной системы.
6. Разработать интеллектуальные алгоритмы поддержки принятия решений при управлении социетальной системой.
7. Провести экспериментальные исследования эффективности предложенных алгоритмов поддержки принятия решений при управлении социетальной системой.

Методы исследования

При проведении исследований использованы методы системного анализа, теории управления, искусственного интеллекта, теории принятия решений, имитационного моделирования, нечеткого когнитивного моделирования, проектирования информационных систем.

Положения, выносимые на защиту

1. Методология поддержки принятия решений при управлении социетальной системой, основанная на интеграции общенаучных подходов,

законов и принципов, и рассматривающая ее как организационную систему макроуровня, представленную в виде единого динамического комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем.

2. Когнитивная модель социетальной системы, отражающая функциональную взаимосвязь между экономической, политической, социальной и духовно-культурной подсистемами общества. Динамическая модель социетальной системы, описывающая взаимосвязь динамических процессов, происходящих во всех подсистемах под действием внешних и внутренних факторов.

3. Иерархическая, когнитивная и динамическая модели качества жизни как критерия развития социетальной системы, отражающие многогранность данного показателя, взаимосвязи между его отдельными компонентами, а также динамику их взаимодействия.

4. Комплекс динамических моделей интегральных показателей социетальной системы в виде качества человеческого потенциала, качества здоровья, качества окружающей природной среды, уровня социальной напряженности.

5. Метод формирования структуры динамической модели интегрального показателя социетальной системы, основанный на использовании результатов интеллектуального анализа статистических данных о состоянии системы.

6. Интеллектуальные алгоритмы поддержки принятия решений при управлении социетальной системой, основанные на взаимосвязанном применении комплекса методов интеллектуального анализа данных, нейросетевых, нейро-нечетких технологий и технологии нечеткого когнитивного моделирования.

7. Результаты экспериментальных исследований эффективности предложенных алгоритмов поддержки принятия решений при управлении социетальной системой.

Научная новизна результатов заключается в следующем

1. Разработанная методология поддержки принятия решений при управлении социетальной системой *основана* на системной композиции когнитивной, иерархической и многосвязной организационных структур, а также на интеграции системного, структурно-функционального, динамического, когнитивного и других общенаучных подходов, законов и принципов, *отличается* тем, что рассматривает социетальную систему как организационную систему макроуровня, представленную в виде единого динамического комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем (сфер жизнедеятельности общества), и *позволяет* изучить структуру и разработать модели социетальной системы, выявить основные тенденции и закономерности ее функционирования и развития и определить пути повышения эффективности управления обществом.

2. Разработанная когнитивная модель социетальной системы *отличается* тем, что она отражает взаимодействие основных сфер жизнедеятельности общества: экономической, политической, социальной и духовно-культурной, как единого целого, и *позволяет* выявить основные функциональные связи между

подсистемами, а также влияние на них внешней среды. Разработанная динамическая модель социетальной системы *отличается* тем, что она представлена в виде единой структуры и описывает взаимосвязь и динамические особенности процессов, происходящих во всех подсистемах общества. Это *позволяет* моделировать и исследовать поведение системы при одновременном действии как управляющих, так и возмущающих факторов.

3. Разработанная иерархическая модель качества жизни *отличается* тем, что она представлена в виде триад взаимосвязанных компонентов, характеризующих жизнедеятельность человека (группы, населения в целом), и *позволяет* изучить многогранность интегрального показателя качества жизни. Разработанная когнитивная модель качества жизни *отличается* тем, что она представлена как многосвязная система, это *позволяет* изучить взаимосвязи между отдельными компонентами качества жизни, формирующими системный (эмерджентный) эффект их взаимодействия. Разработанная динамическая модель качества жизни *отличается* тем, что она описывает в виде непрерывных нелинейных уравнений динамику изменения качества жизни при действии управляющих и возмущающих факторов.

4. Разработанный комплекс динамических моделей интегральных показателей социетальной системы в виде качества человеческого потенциала, качества здоровья, качества окружающей природной среды, уровня социальной напряженности, *отличается* тем, что модели представлены в виде непрерывных нелинейных уравнений и *позволяют* провести оценку и исследовать динамику изменения показателей при действии управляющих и возмущающих факторов.

5. Разработанный метод формирования структуры динамической модели интегрального показателя *отличается* тем, что он основан на использовании результатов интеллектуального анализа статистических данных о состоянии социетальной системы. Применение данного метода *позволяет* определить направления вложений финансовых средств в развитие системы.

6. Разработанные интеллектуальные алгоритмы поддержки принятия решений при управлении социетальной системой *отличаются* тем, что они основаны на взаимосвязанном применении комплекса методов интеллектуального анализа данных, нейросетевых, нейро-нечетких технологий и технологии нечеткого когнитивного моделирования. Это *позволяет* обеспечить гибкость управления в условиях неопределенности и оценить результаты управления.

Практическая значимость и внедрение результатов

Практическую значимость составляют результаты исследований в виде динамических моделей социетальной системы и ее подсистем, динамических моделей интегральных показателей, алгоритмов поддержки принятия решений, программного обеспечения системы динамического моделирования и оценки качества жизни, которые позволили выявить основные тенденции и закономерности поведения социетальной системы при действии управляющих и возмущающих факторов, оценить эффективность алгоритмов поддержки принятия решений при управлении социетальной системой на основе применения динамических моделей интегральных показателей и определить

приоритетные направления вложений финансовых средств в развитие социетальной системы с целью повышения ее качества.

Динамические модели, интеллектуальные алгоритмы поддержки принятия решений, программное обеспечение системы динамического моделирования и оценки качества жизни используются в научно-исследовательской деятельности сектора экономико-математического моделирования Института социально-экономических исследований Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, в Отделе статистики уровня жизни и обследований домашних хозяйств Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан, в Европейском центре по качеству, в учебном процессе кафедры технической кибернетики Уфимского государственного авиационного технического университета.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных научных результатов исследования подтверждается корректностью применения общенаучных подходов, законов и принципов при разработке моделей социетальной системы. Проведенные автором исследования подтверждают работоспособность предложенной методологии поддержки принятия решений при управлении социетальной системой. Разработанные автором модели и алгоритмы прошли апробацию на статистических данных, что подтверждается актами внедрения.

Основные положения и результаты диссертационной работы регулярно докладывались и обсуждались на конференциях, наиболее значимые их которых: Международная научно-практическая мультиконференция «Управление большими системами-2011», IX Международная конференция «Когнитивный анализ и управление» (CASC) (Москва, ИПУ РАН, 2011), II Всероссийская междисциплинарная конференция «Социофизика и социоинженерия’2018» (Москва, ИПУ РАН, 2018), Международная научно-практическая конференция «Теория активных систем - 50 лет» (ТАС-50) (Москва, ИПУ РАН, 2019), XII Всероссийское совещание по проблемам управления (Москва, 2014), XVI, XVIII Международная конференция «Проблемы управления и моделирования в сложных системах (CSCMP)» (Самара, 2014, 2019), XXI Международная научно-практическая конференция «Системный анализ в проектировании и управлении» (Санкт-Петербург, 2017), II Сибирский научный семинар «Data Analysis Technologies with Applications (SibDATA-2021)» (Красноярск, 2021), VI Международная научно-практическая конференция «Менеджмент качества, транспортная и информационная безопасность, информационные технологии» (IT&QM&IS) (Ярославль, 2021), IX, XIII, XV, XVI, XVIII, XIX Международные семинары «Компьютерные науки и информационные технологии (CSIT)» (2007, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017), Международная научно-практическая конференция «Наука и образование для устойчивого развития экономики, природы и общества» (Тамбов, 2013), Международная научно-практическая конференция «В.И. Вернадский: устойчивое развитие регионов» (Тамбов, 2016), I Международная научно-практическая конференция «Статистические методы исследования социально-экономических и экологических систем региона»

(Тамбов, 2017), I Всероссийская научно-практическая конференция «Исследование социально-экономического развития территорий в условиях санкций и угроз глобальных вызовов» (Тамбов, 2020), II – IX Международные конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS)» (Уфа, УГАТУ, 2014-2021), XI – XXI Международные научные конференции «Управление экономикой: методы, модели, технологии» (Уфа, УГАТУ, 2011-2021), Международная научно-практическая конференция «Информационные инновационные технологии (I2T)» (Москва, 2014, Прага, 2018).

Связь исследований с научными программами

Исследования в данном направлении выполнялись в период с 2011 по 2021 гг. на кафедре технической кибернетики УГАТУ в рамках НИР «Методологические и теоретические основы проектирования и исследования интеллектуальных многоуровневых систем управления сложными динамическими объектами различной физической природы в условиях неопределенности, риска и развития критических ситуаций» (2011-2013 гг.); Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы», проект № 14.514.11.4113 «Информационное моделирование социальной напряженности общества на основе данных из открытых источников с целью оценки вероятности возникновения гражданских волнений и войн»; гранта РФФИ № 14-08-00673 А «Интеллектуальное управление сложным многопрофильным производственным комплексом как динамическим мультиагентным иерархическим объектом в условиях неопределенности на основе инженерии знаний» (2014-2016 гг.), гранта РФФИ № 17-08-01155 А «Интеллектуальная поддержка принятия решений при управлении многоотраслевым производственным комплексом как многосвязным динамическим объектом на основе нейросетевого и имитационного моделирования» (2017-2019 гг.), гранта РФФИ № 20-08-00796 А «Интеллектуальное управление промышленным комплексом как динамическим многоагентным объектом на основе методов когнитивного моделирования и машинного обучения» (2020-2022 гг.).

Публикации

По результатам диссертационного исследования опубликовано 55 научных работ, в том числе 20 статей – в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 10 статей – в журналах и изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, 2 монографии, 4 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ, 19 статей в других научных изданиях. Список основных публикаций приведен в конце автореферата.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 260 наименований, изложенных на 310 страницах машинописного текста, содержит 88 рисунков и 34 таблицы.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность и признательность научному консультанту, члену-корреспонденту АН РБ, заслуженному деятелю науки и техники РБ и РФ, профессору, доктору технических наук Б. Г. Ильясову за высококвалифицированные консультации, за неиссякаемую энергию и огромный труд по продвижению системных знаний и идей в области динамического моделирования и управления социетальной системой, а также за всестороннюю помощь и поддержку при подготовке диссертации к защите. Автор выражает глубокую и искреннюю благодарность профессору, доктору технических наук Е. А. Макаровой за обсуждение вопросов в области разработки алгоритмов интеллектуального анализа данных и поддержки принятия решений, за постоянную помощь и поддержку.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы управления обществом как социетальной системой, которая рассматривается как организационная система макроуровня; формулируются цель и задачи работы; представлены положения, выносимые на защиту; изложены краткая характеристика и сведения об апробации работы.

Первая глава посвящена анализу проблемы управления обществом как социетальной системой. Анализ особенностей социетальной системы позволил определить ее как организационную систему макроуровня, представленную в виде единого динамического комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем: экономической, политической, социальной и духовно-культурной. Определены понятия процессов функционирования и развития социетальной системы. В качестве критерия развития социетальной системы рассмотрено повышение качества жизни населения. Сформированы основные группы проблем, связанных с моделированием процессов функционирования и развития общества как социетальной системы.

Проведенный анализ существующих подходов к моделированию и управлению социетальной системой показал, что на сегодняшний день предложено большое количество моделей социальных систем, но они либо носят глобальный характер, как, например, модели мировой динамики, либо охватывают большие временные интервалы, как модели волновой динамики и модели исторической динамики, либо отличаются высокой степенью детализации, как агент-ориентированные модели. Анализ показал также, что большинство известных моделей направлены на изучение одной из сторон функционирования общества: экономической, социальной, политической или духовно-культурной. Отмечено, что проблемы управления социетальной системой как единым динамическим комплексом взаимосвязанных подсистем (сфер жизнедеятельности общества), остаются малоизученными.

Проведенный анализ существующих концепций исследования качества жизни позволил сделать вывод о том, что данное понятие развивается в сторону расширения и углубления, от уровня общества к индивиду, от объективных оценок условий существования к субъективным оценкам. Рассмотрены

основные методологические подходы к измерению и оценке качества жизни. Показано, что научные интересы смещаются в сторону интегрального подхода, в соответствии с которым качество жизни определяется через синтез объективного и субъективного подходов. Отмечено, что недостаточно внимания уделяется вопросам моделирования и управления качеством жизни. Сформулирована цель исследования, определен круг научных и практических задач.

Во второй главе предложена методология поддержки принятия решений при управлении социетальной системой как организационной системой макроуровня, включающая в себя следующие основные компоненты:

- концепцию поддержки принятия решений при управлении социетальной системой;
- комплекс моделей социетальной системы и ее подсистем, комплекс моделей качества жизни и его компонентов;
- комплекс принципов управления, интеллектуальных методов и алгоритмов поддержки принятия решений при управлении социетальной системой (рисунок 1).

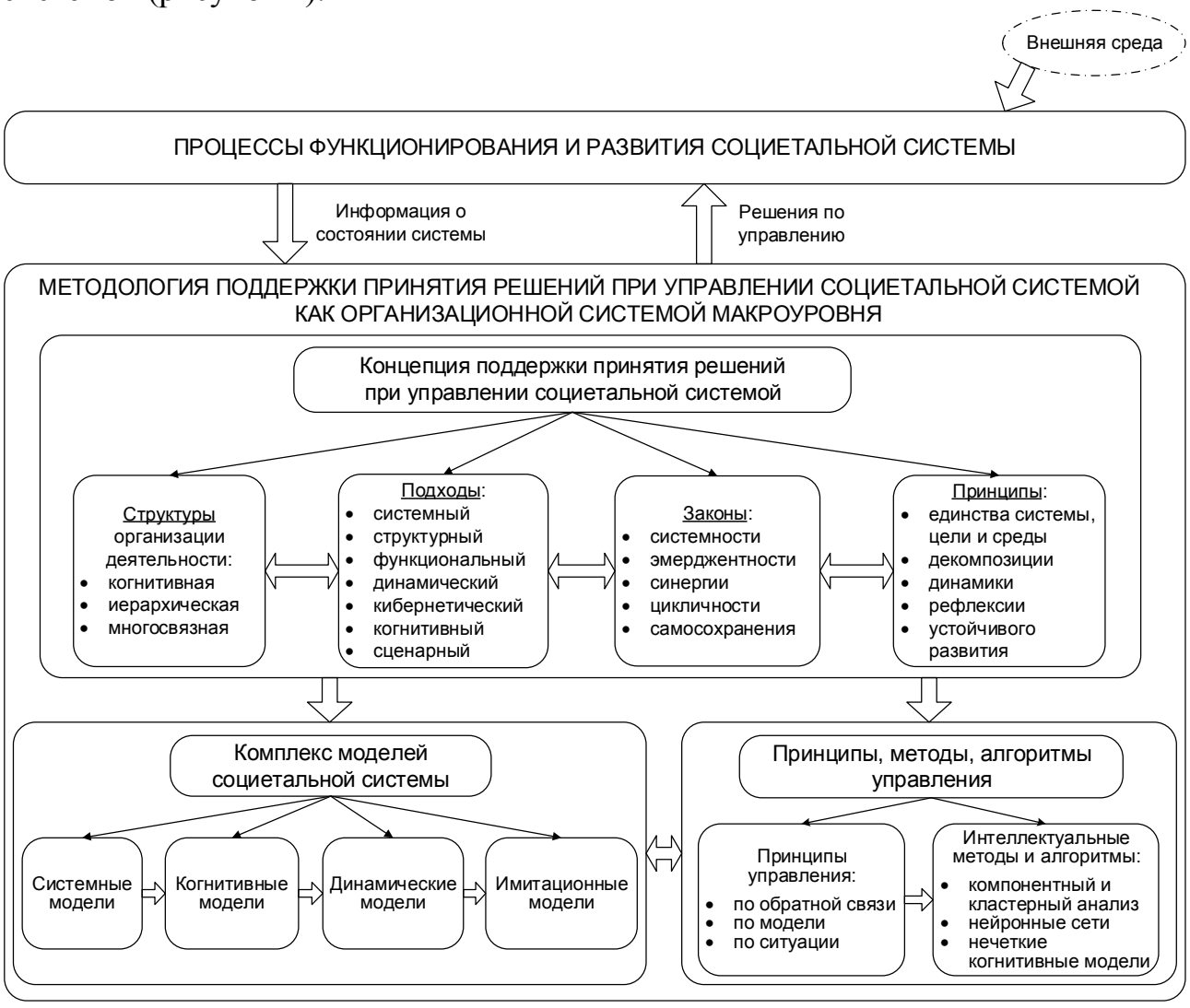

Рисунок 1 – Методология поддержки принятия решений при управлении социетальной системой

Сформулированы основные положения концепции поддержки принятия решений при управлении социетальной системой, которые основаны на системной композиции когнитивной, иерархической и многосвязной организационных структур, а также на интеграции общенаучных подходов, законов и принципов. Применение предложенной концепции позволило формализовать задачу управления социетальной системой, разработать комплекс моделей социетальной системы и ее подсистем, моделей качества жизни и его компонентов, а также интеллектуальных алгоритмов поддержки принятия решений при управлении социетальной системой, для исследования качественных и количественных характеристик системы и повышения эффективности управления ею.

Задача управления социетальной системой формулируется следующим образом.

Дано: $Q^0(t) = \{q_1^0(t), q_2^0(t), \dots, q_n^0(t)\}$ – *целевые показатели* функционирования и развития социетальной системы;

$Q(t) = \{q_1(t), q_2(t), \dots, q_n(t)\}$ – *фактические показатели* функционирования и развития социетальной системы;

$F(t) = \{f_1(t), f_2(t), \dots, f_k(t)\}$ – *возмущающие воздействия.*

Требуется: найти такие *управляющие воздействия* $U(t) = \{U_1(t), U_2(t), \dots, U_g(t)\}$, которые обеспечат достижение $Q^0(t)$.

Принятие решений по управлению социетальной системой осуществляется в условиях неопределенности, связанной с непредсказуемостью поведения внешней среды, со сложностью объекта управления, с наличием человека в контуре управления, а также с недостаточностью, неполнотой и противоречивостью информации о протекающих в системе процессах. Это обусловило необходимость разработки трех контуров (уровней) управления (рисунок 2).

Первый (нижний) контур управления построен на базе принципа обратной связи и предназначен для регулирования фактических показателей подсистем в соответствии с заданными показателями путем формирования управляющих воздействий $U_1(t) = \{U_{11}(t), \dots, U_{1l}(t)\}$. Управляющие воздействия первого уровня реализуются при разработке динамических моделей подсистем социетальной системы. *Второй контур управления* построен на базе принципа адаптации (управления по модели) и предназначен для формирования управляющих воздействий $U_2(t) = \{U_{21}(t), \dots, U_{2q}(t)\}$ в виде корректировки распределения ресурсов и повышения самоорганизации подсистем. Управляющие воздействия второго уровня реализуются при имитационном моделировании. *Третий (верхний) контур управления* построен на основе принципа ситуационного управления и предназначен для формирования управляющих воздействий $U_3(t) = \{U_{31}(t), \dots, U_{3p}(t)\}$ в виде правил поддержки принятия решений. Разработка управляющих воздействий третьего уровня выполняется с использованием интеллектуальных технологий.

Для решения задачи управления разработан комплекс моделей социетальной системы, ее интегральных показателей и алгоритмов поддержки принятия решений.

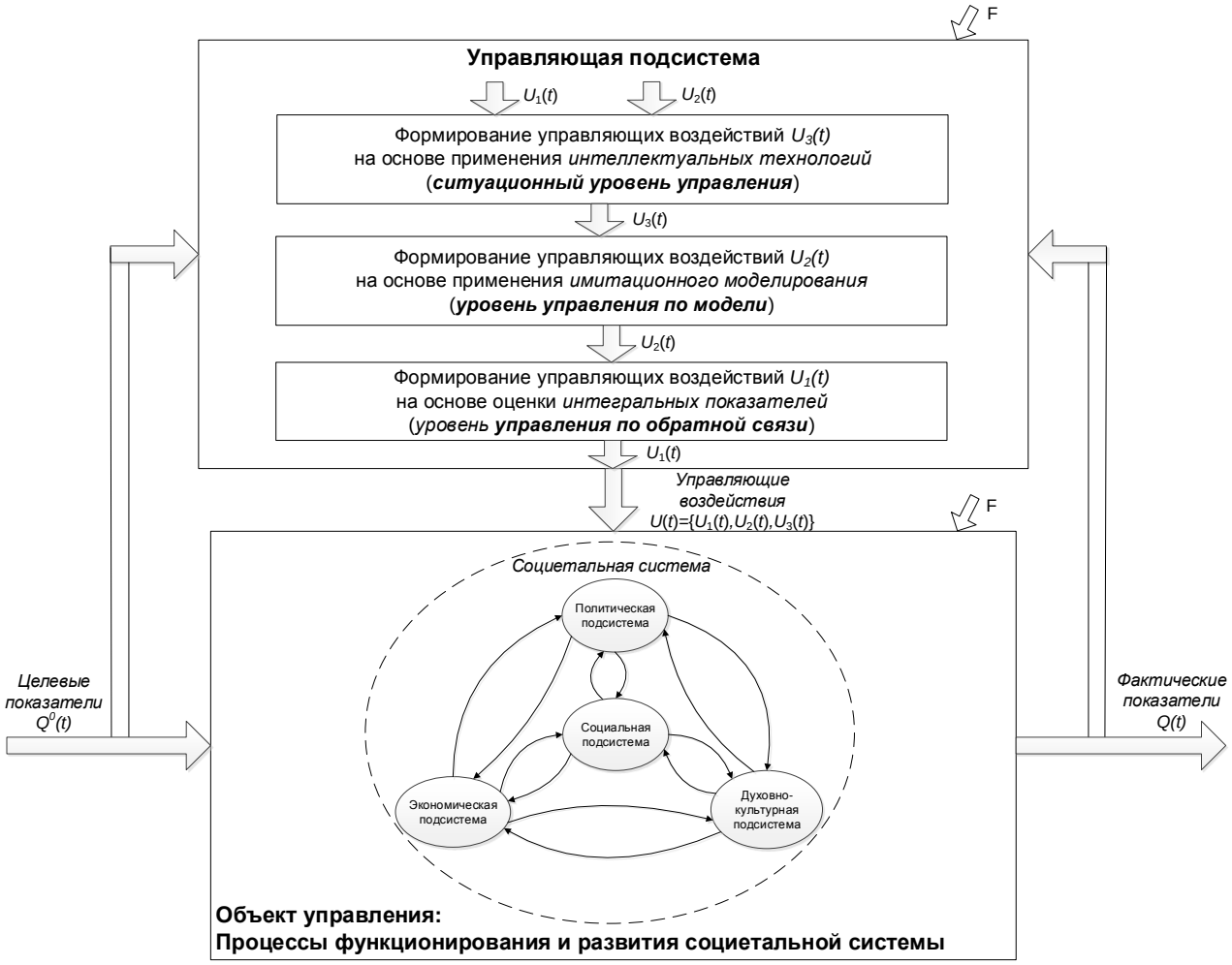

Рисунок 2 – Структурная схема управления социетальной системой

Разработка моделей общества проводится в три этапа. На *первом этапе* определяется состав компонентов социетальной системы: это экономическая, политическая, социальная и духовно-культурная подсистемы, а также основные функции, выполняемые подсистемами. На *втором этапе* разрабатывается когнитивная модель социетальной системы, отражающая взаимодействие выделенных компонентов. При этом в соответствии с принципом декомпозиции сначала разрабатывается обобщенная когнитивная модель, которая затем детализируется.

Выделены следующие типы концептов детализированной когнитивной модели (рисунок 3). *Первый тип* концептов – *подсистема*. Социальная и духовно-культурная подсистемы образуют *благоприятную* социальную среду. Выделена также и *неблагоприятная* социальная среда, включающая социально-опасные элементы общества.

Второй тип концептов – *социальный институт* как форма организации совместной деятельности людей, регулирующая определенную сторону общественных отношений с целью удовлетворения индивидуальных и общественных потребностей. Социальные институты входят в состав подсистем.

В работе выделены следующие институты: в экономической подсистеме – институт производства, составляющий основу жизнедеятельности общества; в политической подсистеме – государство как основной политический институт; в социальной подсистеме – институты социальной защиты, здравоохранение, жилищно-коммунальное хозяйство; в духовно-культурной подсистеме – институты образования, науки и культуры. Выделен также институт, осуществляющий правоохранительную деятельность и компенсирующий воздействия неблагоприятной социальной среды.

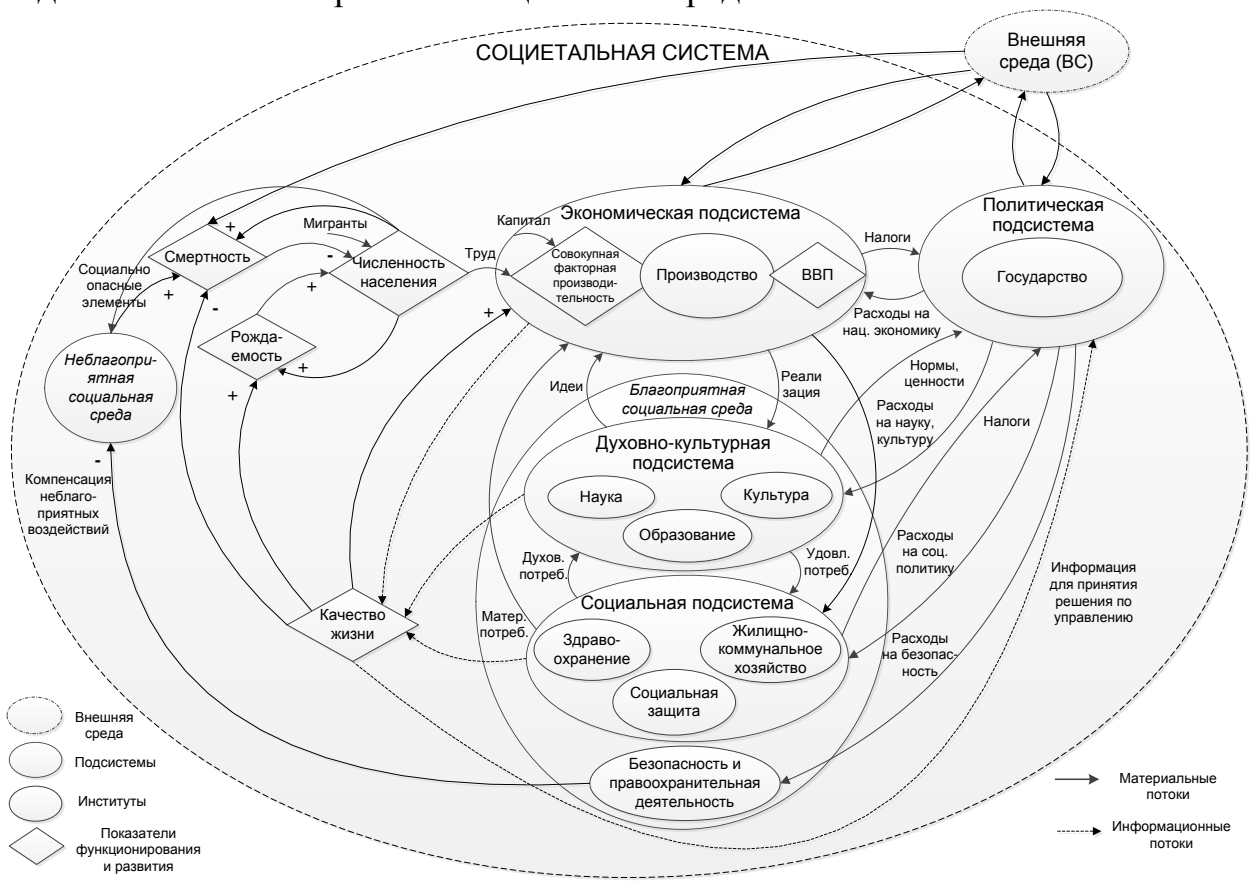

Рисунок 3 – Когнитивная модель общества как социетальной системы

Следует отметить, что в работе рассматривается *социальное государство*, деятельность которого направлена на всеобщее благо, утверждение в обществе социальной справедливости. Оно сглаживает имущественное и иное социальное неравенство, помогает слабым и обездоленным, заботится о предоставлении каждому работы или иного источника существования, о сохранении мира в обществе, формировании благоприятной для человека жизненной среды.

Третий тип концептов – *внешняя среда*, оказывающая влияние на все подсистемы общества. Политическая подсистема принимает меры по компенсации неблагоприятных воздействий внешней среды.

Четвертый тип концептов – *показатели* функционирования и развития социетальной системы. Это демографические показатели: численность населения, рождаемость, смертность, экономические показатели: совокупная факторная производительность, валовой внутренний продукт (ВВП), а также интегральный показатель функционирования и развития общества – качество жизни.

Показатель *качества жизни* характеризует интегральную степень удовлетворения материальных и духовно-культурных потребностей и формируется в результате системной интеграции показателей функционирования экономической, социальной и духовно-культурной подсистем общества, взаимодействие которых регулируется политической подсистемой. Повышение качества жизни способствует росту совокупной факторной производительности, повышению уровня рождаемости населения, снижению уровня смертности. На основе оценки показателя качества жизни вырабатываются рекомендации для принятия управленческих решений.

На *третьем этапе* исследования на основе когнитивной модели разрабатывается *динамическая модель* социетальной системы. Модель построена в классе непрерывных нелинейных систем и представлена в виде дифференциальных уравнений (уравнений динамики), позволяющих отразить динамические особенности протекающих в обществе процессов. Уравнения динамики характеризуют темпы прироста показателей в относительных единицах (процентах) и отражают характер и относительную величину изменения показателей во времени.

Общая численность населения P определяется уравнением демографического баланса:

$$P = \Delta E + \Delta M + P^0,$$

где P^0 – начальная численность населения (например, на начало года), эта величина принята за единицу, что соответствует 100%; $\Delta E = B - D$ – естественный прирост населения, равный разности между числом родившихся B и числом умерших D за определенный интервал времени (например, за год); ΔM – сальдо миграции, то есть разность между числом прибывших на рассматриваемую территорию (например, в страну, регион) и числом убывших с данной территории за определенный интервал времени.

Уравнение динамики изменения числа родившихся B построено с учетом инерционности данного процесса и имеет вид:

$$(\tau_B p + 1)B = n_1 P + n_2 P(Q),$$

где $p = d/dt$ – оператор дифференцирования; τ_B – постоянная времени; n_1 – доля родившихся в общей численности населения без учета влияния качества жизни. Величина n_1 имеет тот же смысл, что и общий коэффициент рождаемости, но отличается тем, что выражается в процентах, а не в промилле (на 1000 человек); n_2 – доля родившихся в общей численности населения с учетом влияния качества жизни Q, то есть основных факторов, способствующих повышению рождаемости, таких, как социальная помощь семьям и укрепление семьи как социального института. Следует отметить, что в модели через рождаемость осуществляется положительная обратная связь, влияющая на развитие отдельных подсистем и общества в целом.

Уравнение динамики изменения числа умерших D с учетом инерционности данного процесса имеет вид:

$$(\tau_D p + 1)D = m_1 P + m_2 P(Q) + m_3 P,$$

где τ_D – постоянная времени; m_1 – доля умерших в общей численности населения без учета влияния качества жизни и неблагоприятных факторов. Величина m_1 имеет тот же смысл, что и общий коэффициент смертности, но отличается тем, что выражается в процентах, а не в промилле (на 1000 человек); m_2 – доля умерших в общей численности населения с учетом влияния качества жизни Q, то есть основных факторов, влияющих на снижение смертности и увеличение продолжительности жизни, таких, как повышение эффективности здравоохранения, качества экологической среды, а также с учетом поведения, направленного на сохранение здоровья и продление жизни; m_3 – доля умерших в общей численности населения с учетом факторов, повышающих смертность. Это неблагоприятные факторы внутренней (социальной) среды, такие, как алкоголизм, наркомания, а также неблагоприятные факторы внешней среды, такие, как стихийные бедствия, пандемии и другие.

Экономическая подсистема рассматривается в работе на макроуровне как целостная неструктурированная единица, на вход которой поступают ресурсы, а на выходе получается результат функционирования в виде валового внутреннего продукта. Уравнение динамики изменения темпа прироста валового внутреннего продукта Y с учетом циклического характера производства имеет вид:

$$(\tau_Y^2 p^2 + 2\xi\tau_Y p + 1)Y = F(K, L),$$

где τ_Y – постоянная времени; ξ – коэффициент демпфирования (затухания); $F(K, L)$ – производственная функция, описывающая зависимость объема выпуска продукции Y от двух факторов: затрат капитала (производственных фондов) K и затрат труда L.

Политическая подсистема рассматривается в работе в качестве регулятора взаимодействия между экономической, социальной и духовно-культурной подсистемами общества путем формирования доходов государственного бюджета и его распределения.

Уравнение динамики изменения расходов государственного бюджета G_{out} составлено с учетом инерционности данного процесса и имеет вид:

$$(\tau_G p + 1)G_{out} = G_{in} + G_F + G_\varepsilon,$$

где τ_G – постоянная времени; $G_{in} = k_G Y$ – объем доходов госбюджета, рассчитанный в процентах от ВВП; G_F – расходы, связанные с влиянием неблагоприятных факторов внешней среды; G_ε – расходы, учитывающие отклонение $\varepsilon = Q^0 - Q$ текущего значения показателя качества жизни Q от целевого значения Q^0.

Структура расходов государственного бюджета определяется бюджетным кодексом государства. В работе рассматриваются укрупненные группы расходов госбюджета по подсистемам:

$$G_{out} = \mu_S G_{out} + \mu_H G_{out} + \mu_Y G_{out} + \mu_O G_{out},$$

где μ_S – доля расходов госбюджета на социальную политику; μ_H – доля расходов госбюджета на образование, науку и культуру; μ_Y – доля расходов госбюджета на национальную экономику; μ_O – доля прочих расходов госбюджета.

Уравнения динамики изменения интегральных показателей качества функционирования социальной и духовно-культурной подсистем построены с учетом инерционности освоения ресурсов и имеют вид

для социальной подсистемы S:

$$(\tau_S + 1)S = k_{inS}Y + \mu_S G_{out},$$

где τ_S – постоянная времени; k_{inS} – доля инвестиций (процент от ВВП) в социальную подсистему (строительство жилья, объектов здравоохранения и другое);

для духовно-культурной подсистемы H:

$$(\tau_H + 1)H = k_{inH}Y + \mu_H G_{out},$$

где τ_H – постоянная времени; k_{inH} – доля инвестиций (процент от ВВП) в духовно-культурную подсистему (объекты интеллектуальной собственности, НИОКР и другое).

Уравнение динамики прироста капитала K экономической подсистемы построено с учетом инерционности освоения ресурсов и имеет вид:

$$(\tau_K + 1)K = k_{inK}Y + \mu_Y G_{out} + K^0,$$

где τ_K – постоянная времени; k_{inK} – доля инвестиций (процент от ВВП) в основной капитал; K^0 – начальное значение капитала.

Качество функционирования и развития социетальной системы в целом оценивается по обобщенному интегральному показателю качества жизни, который рассчитывается в виде:

$$Q = \sqrt[3]{J_Y J_H J_S},$$

где $J_Y = \delta_1 Y$ – интегральный показатель качества функционирования экономической подсистемы; $J_H = \delta_2 H$ – интегральный показатель качества функционирования духовно-культурной подсистемы; $J_S = \delta_3 S$ – интегральный показатель качества функционирования социальной подсистемы; δ_i – коэффициент, характеризующий эффективность функционирования i-й подсистемы.

Предложена системная модель безопасности социетальной системы в виде триад взаимосвязанных компонентов. Рассмотрены факторы внешней и внутренней среды, представляющие угрозу безопасности социетальной системы и требующие организации противодействия им со стороны государства.

Предложена *иерархическая модель* качества жизни в виде триад взаимосвязанных компонентов. Выделены три уровня, при этом на каждом уровне формируется системный интегральный показатель, который может быть связан как с системными интегральными показателями других уровней, так и с их компонентами (рисунок 4).

На нижнем уровне формируется системный интегральный показатель «Уровень жизни», который включает триаду компонентов (частных интегральных показателей): «Уровень доходов и расходов», «Качество питания» и «Качество жилищных условий». Уровень жизни населения определяет степень удовлетворенности его основных физиологических потребностей и является одной из главных составляющих качества жизни. На втором уровне формируется системный интегральный показатель «Качество человеческого потенциала»,

который включает триаду компонентов (частных интегральных показателей): «Уровень образования», «Качество здоровья», «Уровень культуры», и является важнейшим фактором жизнеспособности общества.

На третьем уровне формируется системный интегральный показатель «Качество окружающий среды», который включает триаду компонентов (частных интегральных показателей): «Качество природной среды», «Качество социальной инфраструктуры» и «Качество трудовой жизни» и характеризует условия жизнедеятельности общества.

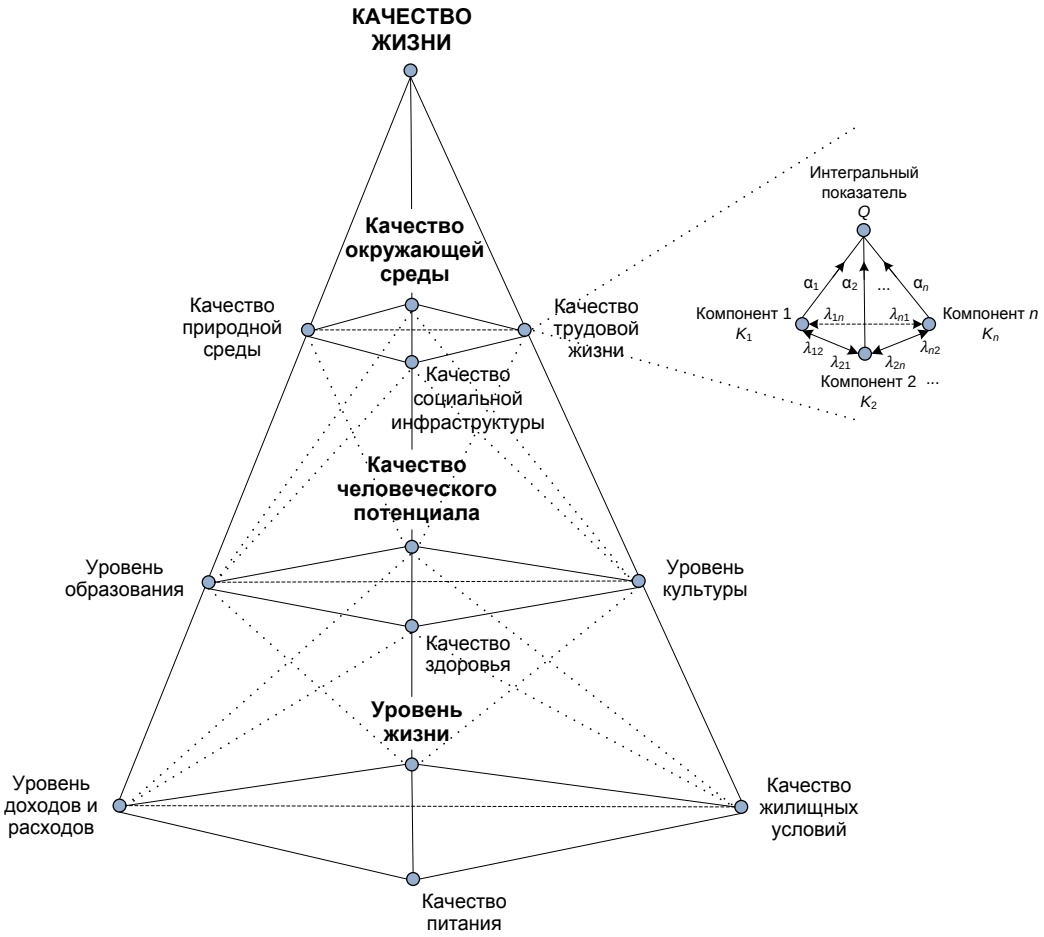

Рисунок 4 – Модель качества жизни в виде иерархии триад

Вершиной иерархии является обобщенный интегральный показатель «Качество жизни». Следует отметить, что структура каждого из компонентов качества жизни также является иерархической и подобна структуре интегрального показателя (рисунок 4).

В общем случае количество выделенных уровней иерархии, количество интегральных показателей, формируемых на каждом уровне, и количество компонентов, входящих в интегральный показатель, может быть произвольным. Тогда интегральный показатель Q может вычисляться в мультипликативной форме, которая учитывает нелинейный характер взаимодействия компонентов K_i, или в аддитивной форме, которая учитывает вес (значимость) компонентов в формировании интегрального показателя. В первом случае интегральный показатель равен среднегеометрическому значению его компонентов:

$$Q = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} K_i},$$

во втором случае – их взвешенной сумме:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i K_i,$$

где α_i – весовой коэффициент, определяющий значимость i-го компонента. Значения коэффициентов α_i определяются на основе экспертных оценок или на основе результатов анализа статистических данных, при этом должно выполняться равенство $\sum_{i=1}^{n} \alpha_i = 1$.

Особенностью предложенной модели качества жизни является то, что она построена в виде иерархии триад взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов, образующих целостность (единство), отражает многогранность и сложную структуру данного показателя, охватывает практически все стороны человеческой жизни. Модель используется для оценки интегрального показателя качества жизни, при этом применяется комбинированный подход, учитывающий как объективные, так и субъективные показатели.

Рассмотрен другой взгляд на формирование интегрального показателя качества жизни. Он сочетает иерархический подход к формированию интегрального показателя, объединяя в компоненты некоторые показатели предыдущего уровня, и синергетический подход, который сочетает процесс самоорганизации и нелинейный взгляд на динамику изменения показателя. При этом интегральный показатель представляется в виде *многосвязного многослойного динамического объекта*, сохраняя переход от вертикальных связей в иерархической структуре к горизонтальным связям.

Особенностью данной модели является то, что каждый системный и каждый частный интегральный показатель обладает собственным механизмом самоорганизации, реализованным в виде соответствующих коэффициентов обратных связей.

Разработана *динамическая модель* качества жизни в виде непрерывных нелинейных дифференциальных уравнений, позволяющих отразить динамические особенности процессов формирования и управления качеством жизни. Обобщенный интегральный показатель качества жизни Q вычисляется как среднегеометрическое значение или взвешенное значение его компонентов. Уравнения динамики изменения системных интегральных показателей K_i с учетом их взаимодействия имеют вид:

$$\begin{cases} \dot{K}_1 = -A_1(z_1)K_1 + \lambda_{12}K_2 + \lambda_{13}K_3 + K_{10}, \\ \dot{K}_2 = -A_2(z_2)K_2 + \lambda_{21}K_1 + \lambda_{23}K_3 + K_{20}, \\ \dot{K}_3 = -A_3(z_3)K_3 + \lambda_{31}K_1 + \lambda_{32}K_2 + K_{30}, \end{cases}$$

где $K_{i0}, i = \overline{1,3}$ – начальные значения показателей K_i; $\lambda_{ij}, i \neq j$ – весовые коэффициенты, отражающие взаимное влияние показателей K_i; $A_i(z_i)$ – коэффициенты обратных связей системных интегральных показателей, которые зависят от административно-правовых управляющих воздействий z_i на уровне федеральных структур управления.

Начальное значение K_{i0} вычисляется как взвешенная сумма соответствующих частных показателей x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}:

$$K_{i0} = \beta_{i1}x_{i1} + \beta_{i2}x_{i2} + \beta_{i3}x_{i3},$$

где β_{ij} – весовые коэффициенты, характеризующие значимость частных показателей x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}. Значения коэффициентов β_{ij} определяются на основе экспертных оценок или на основе результатов анализа статистических данных, при этом $\sum_{j=1}^{3} \beta_{ij} = 1$.

Уравнения динамики изменения частных показателей x_{i1}, x_{i2}, x_{i3} с учетом их взаимодействия имеют вид:

$$\begin{cases} \dot{x}_{i1} = -a_{i1}(z_{i1})x_{i1} + \gamma_{i12}x_{i2} + \gamma_{i13}x_{i3} + u_{i1}, \\ \dot{x}_{i2} = -a_{i2}(z_{i2})x_{i2} + \gamma_{i21}x_{i1} + \gamma_{i23}x_{i3} + u_{i2}, \\ \dot{x}_{i3} = -a_{i3}(z_{i3})x_{i3} + \gamma_{i31}x_{i1} + \gamma_{i32}x_{i2} + u_{i3}. \end{cases}$$

где γ_{ijk} – весовые коэффициенты, отражающие взаимное влияние частных показателей x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}; $a_{ij}(z_{ij})$ – коэффициенты обратных связей частных интегральных показателей, которые зависят от административно-правовых управляющих воздействий z_{ij} на уровне региональных структур управления; u_{i1}, u_{i2}, u_{i3} – финансово-экономические управляющие воздействия в виде относительного изменения объема ресурсов, вложенных в повышение соответствующего показателя.

Предложенные модели качества жизни в виде многосвязного многослойного динамического объекта позволяют провести оценку данного показателя и исследовать динамику его изменения при действии управляющих и возмущающих факторов.

В третьей главе разработан комплекс динамических моделей интегральных показателей социетальной системы в виде качества человеческого потенциала, качества здоровья, качества окружающей природной среды, уровня социальной напряженности. Модели реализованы в классе непрерывных нелинейных систем и позволяют изучить структуру интегральных показателей, провести их оценку и исследовать динамику изменения показателей при действии управляющих и возмущающих факторов.

Предложены когнитивная и динамическая модели интегрального показателя «Качество человеческого потенциала» как важнейшего фактора жизнеспособности общества. Получен критерий статической устойчивости взаимодействия компонентов *качества человеческого потенциала* как трехсвязной динамической системы в виде:

$$D\big(\Phi(0), H(0)\big) = 1 + H_{12}(0)\Phi_1(0)\Phi_2(0) + H_{13}(0)\Phi_1(0)\Phi_3(0) + \\ + H_{23}(0)\Phi_2(0)\Phi_3(0) + H_{123}(0)\Phi_1(0)\Phi_2(0)\Phi_3(0) > 0,$$

где $\Phi_i(s)$ – индивидуальные характеристики подсистем (компонентов), которые на установившемся режиме равны $\Phi_i(0) = 1/\gamma_{ijk}$; $H_{12}(s), H_{13}(s), H_{23}(s)$ – интегральные характеристики связей второго класса (между двумя подсистемами); $H_{123}(s)$ – интегральная характеристика связи третьего класса (между тремя подсистемами).

Если связи между подсистемами описываются передаточными функциям вида $W_{ij}(s) = \gamma_{ijk},\ j \neq k$, то условие статической устойчивости запишется:

$$D\big(\Phi(0), H(0)\big) = 1 - \gamma_{212}\gamma_{221}\,1/\gamma_{211}\,1/\gamma_{222} - \gamma_{213}\gamma_{231}\,1/\gamma_{211}\,1/\gamma_{233} - \gamma_{223} \times \\ \times \gamma_{232}\,1/\gamma_{222}\,1/\gamma_{233} - (\gamma_{212}\gamma_{223}\gamma_{231} + \gamma_{221}\gamma_{213}\gamma_{232})\,1/\gamma_{211}\,1/\gamma_{222}\,1/\gamma_{233} > 0.$$

Разработанная динамическая модель позволила оценить интегральный показатель качества человеческого потенциала при различных значениях финансовых ресурсов, вкладываемых в повышение частных показателей; проанализировать влияние изменения коэффициентов обратных связей, реализующих механизм самоорганизации частных показателей, на изменение интегрального показателя, а также на его устойчивость; проанализировать устойчивость взаимодействия частных показателей при изменении коэффициентов взаимосвязей между ними.

Предложена системная иерархическая модель интегрального показателя *«Качество здоровья»* как одного из важнейших компонентов качества жизни. Выделены три уровня: на верхнем уровне расположен интегральный показатель «Качество здоровья», второй уровень образуют три взаимосвязанных компонента: «Уровень жизни», «Качество здравоохранения» и «Качество окружающей среды», на третьем уровне расположены показатели, характеризующие выделенные компоненты. Особенностью предложенной структуры является то, что она отражает взаимодействие показателей разных уровней иерархической модели качества жизни, а именно влияние системных интегральных показателей «Уровень жизни» и «Качество окружающей среды» первого и третьего уровней на частный интегральный показатель «Качество здоровья» второго уровня модели.

Проведена оценка качества здоровья в статическом режиме для разных ситуаций, отличающихся объемом дополнительных вложений финансовых ресурсов u_{ij} в повышение частных показателей x_{ij}. Ситуации задаются следующим множеством:

$$Sit_i = \{(u_{11}, u_{12}, u_{13}), (u_{21}, u_{22}, u_{23}), (u_{31}, u_{32}, u_{33})\}.$$

Ситуация Sit_{min} характеризуется низкими значениями дополнительных вложений финансовых ресурсов u_{ij}:

$$Sit_{min} = \{(0.05,\ 0.1,\ 0.15), (0.1,\ 0.15,\ 0.1), (0.1,\ 0.15,\ 0.1)\}.$$

В этом случае значение интегрального показателя $S = 0{,}13$ что соответствует *низкому* качеству здоровья. Данное значение интегрального показателя принято за минимально допустимое значение $S_{\min}$.

Ситуация Sit_{max} характеризуется высокими значениями дополнительных вложений финансовых ресурсов u_{ij}:

$$Sit_{max} = \{(0.9,\ 0.85,\ 0.8), (0.8,\ 0.85,\ 0.9), (0.9,\ 0.85,\ 0.8)\}.$$

В этом случае значение интегрального показателя $S = 1{,}0$ что соответствует *высокому* качеству здоровья. Данное значение интегрального показателя принято за максимально возможное значение $S_{\max}$.

Минимальное и максимальное значения интегрального показателя качества здоровья S определяют границы изменения данного показателя, внутри которых выделены пять диапазонов значений показателя и соответствующих им уровней качества здоровья:

1. $S = 0.9 \div 1.0$ – высокий уровень качества здоровья;
2. $S = 0.7 \div 0.89$ – средний уровень качества здоровья;
3. $S = 0.5 \div 0.69$ – удовлетворительный уровень качества здоровья;

4. $S = 0.3 \div 0.49$ – низкий уровень качества здоровья;

5. $S = 0.13 \div 0.29$ – неудовлетворительный уровень качества здоровья.

Предложенная модель позволила провести оценку интегрального показателя качества здоровья для разных ситуаций, отличающихся объемом дополнительных финансовых ресурсов, вкладываемых в повышение частных показателей.

Предложена когнитивная и динамическая модели интегрального показателя *«Качество окружающей природной среды»* как одного из важнейших показателей качества жизни. Интегральный показатель качества окружающей природной среды E включает три взаимосвязанных компонента: качество атмосферного воздуха K_1, качество водных ресурсов K_2, качество почв K_3. Выделены две группы факторов, оказывающих влияние на качество природной среды: негативные факторы Z_i, наносящие вред природной среде (загрязнения, деградация экологических систем, истощение природных ресурсов и другое), и позитивные факторы G_i (деятельность органов государственной власти по охране окружающей природной среды).

Динамика изменения интегрального показателя качества природной среды E описывается уравнением вида:

$$(\tau_E p + 1)E = K_1 K_2 K_3,$$

где τ_E – постоянная времени.

Динамика изменения качества компонент K_i окружающей природной среды с учетом их взаимодействия описывается уравнениями вида:

$$\tau_1 \dot{K}_1 = -K_1 + \lambda_{12} K_2 + \lambda_{13} K_3 - Z_1 + G_1 + U_{10};$$
$$\tau_2 \dot{K}_2 = -K_2 + \lambda_{21} K_1 + \lambda_{23} K_3 - Z_2 + G_2 + U_{20};$$
$$\tau_3 \dot{K}_3 = -K_3 + \lambda_{31} K_1 + \lambda_{32} K_2 - Z_3 + G_3 + U_{30};$$

где $\tau_i, i = \overline{1,3}$ – постоянные времени; Z_i – негативные воздействия; $G_i = a_i G$ – финансовые ресурсы, выделяемые на проведение мероприятий по компенсации негативных воздействий и охране природной среды; a_i – доля ресурсов G, выделяемых на компонент K_i; $\lambda_{ij}, i, j = \overline{1,3}, i \neq j$ – коэффициенты взаимного влияния компонент; U_{i0} – финансовые ресурсы, выделяемые на поддержку и улучшение качества компонент K_i.

Динамика освоения финансовых ресурсов G, выделяемых на проведение мероприятий по компенсации негативных воздействий и охране окружающей природной среды, описывается уравнениями вида:

$$\dot{G}(t - \tau) + G(t - \tau) = G^0(t) + G_E(t),$$

где τ характеризует временные задержки в освоении финансовых ресурсов; $G_E(t)$ – объем финансовых средств, учитывающий отклонение текущего значения показателя качества природной среды от желаемого; $G^0(t)$ – начальное значение объема финансирования.

Проведены исследования динамики изменения качества окружающей природной среды при действии различных факторов, результаты которых показали необходимость системно-сбалансированного решения социально-экономических проблем и проблем сохранения благоприятной окружающей среды, а также принятия срочных мер по охране природной среды.

Разработана динамическая модель интегрального показателя *«Уровень социальной напряженности»,* представленная в виде непрерывных нелинейных дифференциальных уравнений.

Уравнение динамики изменения уровня социальной напряженности Н:

$$(\tau_{\text{Н}}^2 p^2 + 2\tau_{\text{Н}}\xi p + 1)\text{Н} = k_{\text{Н}}\delta + \text{Н}^0 - \Delta\text{Н},$$

где $\tau_{\text{Н}}$ – постоянная времени; ξ – коэффициент затухания, характеризующий «чувствительность» (восприимчивость) населения к проводимым мероприятиям; $k_{\text{Н}}$ – степень неудовлетворенности; Н^0 – фоновый уровень социальной напряженности; δ – величина неудовлетворенности (недовольства), которая определяется как сумма неудовлетворенностей разными сферами жизни

$$\delta = \sum_{i=1}^{3} \delta_i, \quad \delta_i = X_i^0 - X_i,$$

X_i^0 и X_i – полная и частичная удовлетворенность i-й сферой общественной жизни (экономической, социальной и духовно-культурной), $\Delta\text{Н}$ – величина снижения уровня социальной напряженности вследствие проводимых мероприятий, при этом $\Delta\text{Н} = \sum_{i=1}^{2} \gamma_i \Delta\text{Н}_i$, $\Delta\text{Н}_1$ – величина снижения уровня социальной напряженности за счет дополнительного финансирования сфер общественной жизни, $\Delta\text{Н}_2$ – величина снижения уровня социальной напряженности за счет организационно-структурных преобразований сфер общественной жизни, γ_i – коэффициент интенсивности проводимых мероприятий.

Проведены исследования по оценке уровня социальной напряженности, которые позволили выявить, что ухудшение состояния социетальной системы, характеризующееся ростом неудовлетворенности качеством функционирования ее подсистем, ведет к повышению уровня социальной напряженности и ее переходу от латентной стадии к стадии социального конфликта, что несет с собой угрозу стабильному функционированию общества.

Показано также, что с ростом уровня социальной напряженности эффективность дополнительного вложения финансовых ресурсов в социетальную систему уменьшается. К значительному снижению уровня социальной напряженности приводят организационные преобразования системы управления социетальной системой.

В четвертой главе разработан метод формирования структуры динамической модели интегрального показателя социетальной системы, основанный на использовании результатов интеллектуального анализа статистических данных о состоянии системы. Предложенный метод состоит в выполнении двух основных этапов.

На *первом этапе* проводится интеллектуальный анализ данных о состоянии социетальной системы в выбранной сфере с учетом ее региональной декомпозиции. Результатом анализа, проводимого методом главных компонент, является построение кластеров регионов, определение их характерных особенностей, а также формирование иерархической структуры интегрального показателя. Источником информации для проведения анализа являются официальные статистические данные.

На *втором этапе* на основе разработанной структуры интегрального показателя строится его динамическая модель в виде дифференциальных

уравнений, учитывающих динамические особенности процесса формирования интегрального показателя. Динамическая модель используется для проведения экспериментальных исследований эффективности управления социетальной системой в выбранной сфере и определения приоритетных направлений вложений финансовых средств в развитие системы.

Рассмотрено применение первого этапа предложенного метода – проведение интеллектуального анализа данных (ИАД) о состоянии социетальной системы с учетом ее региональной декомпозиции в следующих сферах: качество жилищных условий населения регионов РФ, уровень доходов населения, качество трудовой жизни населения, качество социальной инфраструктуры, уровень безопасности населения регионов РФ. Применение второго этапа предложенного метода рассмотрено в главе 6.

Проведен интеллектуальный анализ данных о качестве *жилищных условий* населения регионов России, который позволил сделать следующие выводы. По интегральным показателям качества жилья и объема средств, выделяемых государством на социальную поддержку населения, все множество регионов России можно разделить на три группы кластеров. В первую группу входят регионы, которые характеризуются низким качеством жилья и малым объемом средств, выделяемых государством на социальную поддержку населения (Северо-Восточные регионы), во вторую группу – регионы, которые характеризуются средним качеством жилья и умеренным объемом средств, выделяемых государством на социальную поддержку населения (Республика Татарстан, Республика Башкортостан), и в третью группу – регионы с более высоким качеством жилья и достаточным объемом средств, выделяемых государством на социальную поддержку населения (Москва, Санкт-Петербург).

Результаты проведенного интеллектуального анализа данных об *уровне доходов* населения регионов РФ позволили сделать следующие выводы. Кластерная структура регионов является поляризованной, то есть в ней присутствуют малочисленные кластеры благополучных регионов с достаточно высоким уровнем доходов населения, а также многочисленные кластеры регионов с невысоким уровнем доходов. Результаты анализа позволили также выявить тенденцию увеличения объемов субсидий и субвенций регионам при уменьшении уровня жизни населения, однако, среди регионов с низким уровнем жизни, определены такие регионы, которые получают субсидии и субвенции в недостаточном объеме.

Проведен интеллектуальный анализ данных о качестве *трудовой жизни* населения регионов РФ, построены три главные компонент, определен их состав. Сформировано пять кластеров регионов, получены их характеристики и сформулированы правила кластеризации. Проведен интеллектуальный анализ данных об уровне развития *социальной инфраструктуры*, построены четыре главные компоненты, определен их состав. Сформировано девять кластеров регионов, которые разделены на три группы по уровню развития социальной инфраструктуры: в первую группу входят кластеры регионов с высоким уровнем развития, во вторую группу – со средним уровнем и в третью группу – с низким уровнем. Проведен интеллектуальный анализ данных *об уровне безопасности*

регионов, построены шесть главных компонент, определен их состав. Сформировано четыре кластера регионов, получены характеристики и сформулированы правила кластеризации. Результаты проведенного анализа используются при исследовании эффективности управления социетальной системой и определении приоритетных направлений вложений финансовых средств в развитие системы.

В пятой главе разработаны алгоритмы поддержки принятия решений ситуационного уровня управления, включающие: алгоритм анализа состояния социетальной системы и формирования интегрального показателя; алгоритм формирования правил принятия решений при управлении социетальной системой; алгоритм построения и анализа нечеткой когнитивной модели системы.

В основу алгоритма анализа состояния социетальной системы и формирования интегрального показателя положена идея последовательного объединения (композиции) исходных признаков, характеризующих состояние системы, в интегральные признаки, и формирование одного единственного признака, выступающего в качестве интегрального показателя (рисунок 5).

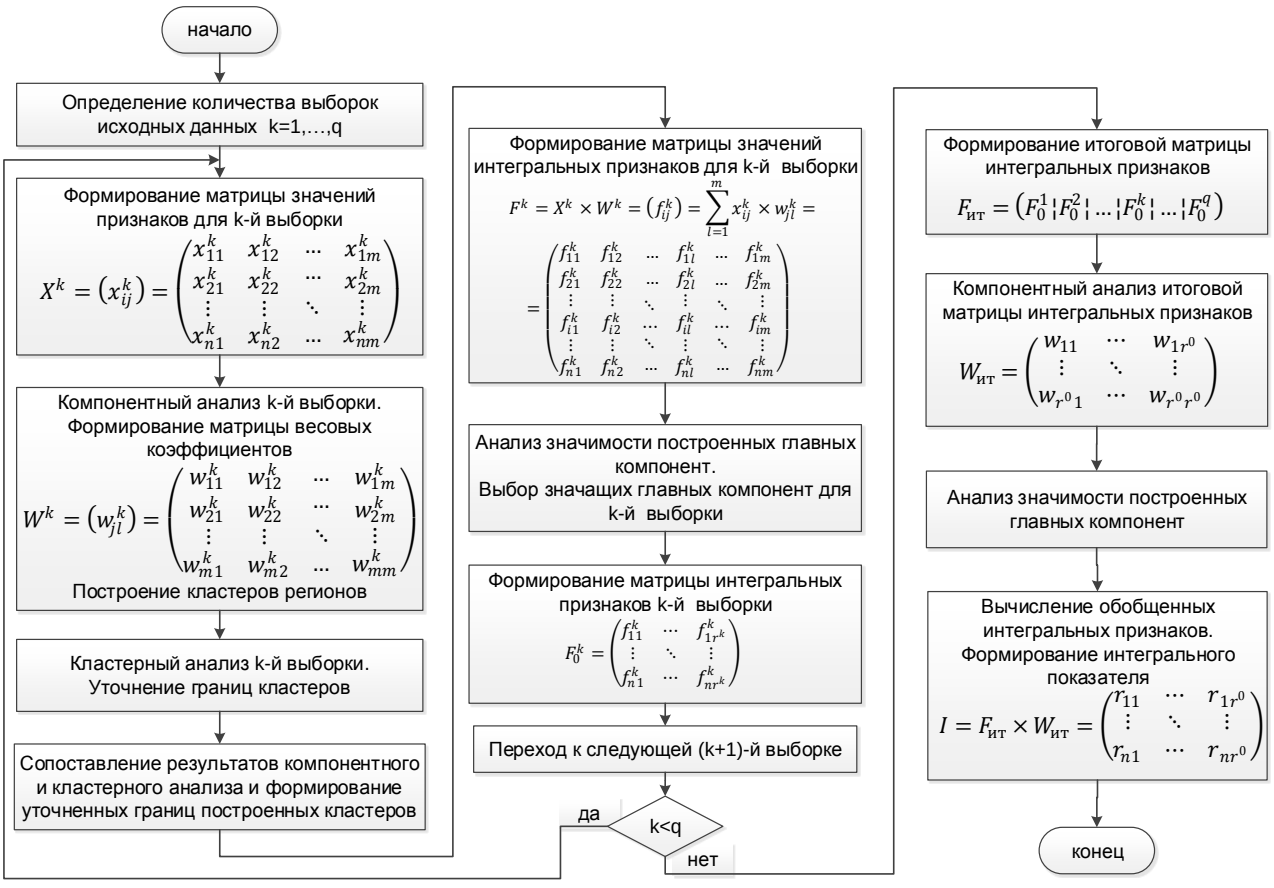

Рисунок 5 – Алгоритм анализа состояния социетальной системы и формирования интегрального показателя

Анализ состояния системы проводится методами компонентного и кластерного анализа, на основе результатов которых формируется множество кластеров регионов и их интегральные показатели.

Алгоритм формирования правил принятия решений при управлении социетальной системой предполагает построение нейронной сети Кохонена и обучение ее на основе специальной выборки, составленной по результатам ранжирования ранее сформированных кластеров. Далее строятся самоорганизующиеся карты Кохонена, формируются кластеры регионов, в характеристиках которых учитывается влияние всех исходных признаков, а также полученных интегральные показатели, и составляются траектории развития регионов в виде цепочек возможных переходов по выделенным кластерам. Затем строится и обучается нейро-нечеткая сеть, структура которой соответствует правилам принятия решений вида «Если – То». Разработанная нейро-нечеткая сеть позволяет определить рекомендуемые объемы дополнительных ресурсов для обеспечения перехода по кластерам.

Полученные рекомендации служат решению задач сокращения региональной дифференциации и сбалансированного развития территорий и могут использоваться информационно-аналитическими отделами различных министерств и ведомств при принятии решений по управлению развитием социетальной системы на региональном и федеральном уровнях.

Предложен алгоритм поддержки принятия решений при управлении социетальной системой на основе нечетких когнитивных моделей (НКМ). Особенностью предложенного алгоритма является то, что при построении нечеткой когнитивной модели используется последовательное применение интеллектуальных и статистических методов с целью повышения объективности и адекватности создаваемой модели. Рассмотрены основные этапы анализа НКМ: вычисление системных показателей модели, построение каузальных цепочек между концептами, определение тенденций взаимного влияния концептов.

Применение предложенного алгоритма позволило построить нечеткие когнитивные модели сферы образования и сферы здравоохранения и провести их анализ. Результаты анализа НКМ сферы образования позволили определить, что наиболее сильное влияние на данную сферу оказывают такие факторы, как объем финансирования образовательных организаций высшего образования и охват молодежи образовательными программами среднего профессионального образования. Результаты анализа НКМ сферы здравоохранения показали, что на данную сферу наиболее сильно влияет объем расходов на оказание стационарной медицинской помощи. Построены каузальные цепочки от управляющих концептов к управляемым концептам, на основе которых определены тенденции положительного и отрицательного взаимного влияния концептов.

В шестой главе проведены экспериментальные исследования эффективности предложенных алгоритмов поддержки принятия решений при управлении социетальной системой в различных ситуациях. Рассмотрены три ситуации: благоприятная, умеренно неблагоприятная и очень неблагоприятная. *Благоприятная ситуация* характеризуется ростом численности населения (как за счет естественного прироста, так и за счет миграции), отсутствием негативных внешних воздействий на систему, высокими темпами экономического роста, развития социальной и духовно-культурной сфер жизни общества и высоким

качеством жизни. *Умеренно неблагоприятная ситуация* характеризуется наличием негативных внешних воздействий на систему, например, в виде пандемии и/или санкций, приводящих к снижению темпов экономического роста, развития социальной и духовно-культурной сфер жизни общества и качества жизни. Рассмотрены меры государственного регулирования всех сфер жизни общества, позволяющие частично компенсировать негативные внешние воздействия. *Очень неблагоприятная ситуация* характеризуется снижением численности населения, усилением негативных внешних воздействий на систему. Показано, что в этом случае меры государственного регулирования не позволяют добиться удовлетворительных показателей развития системы.

Разработан комплекс объектно-ориентированных моделей системы динамического моделирования и оценки качества жизни (СДМО КЖ), которые включают диаграмму информационных потоков, диаграмму вариантов использования, диаграмму состояний, диаграмму активности и диаграмму компонентов. Разработана структура СДМО КЖ, включающая три основных блока: информационный, расчетный и блок анализа результатов и поддержки принятия решений. Определены основные функции системы, разработаны схема взаимодействия функций и схемы алгоритмов работы функций. Разработана методика проведения исследований качества жизни с использованием СДМО КЖ и приведен пример ее применения.

Проведены экспериментальные исследования эффективности алгоритмов поддержки принятия решений при управлении социетальной системой с использованием динамической модели качества жизни. Результаты исследований показали, что организационные управляющие воздействия более эффективны, чем экономические. Показано также, что наибольшее повышение качества жизни достигается при одновременном применении двух видов управляющих воздействий. Проведены экспериментальные исследования эффективности алгоритмов поддержки принятия решений при управлении сферами жизнедеятельности общества с использованием динамических моделей интегральных показателей. Результаты исследований позволили определить приоритетные направления вложений финансовых средств, необходимых для повышения качества трудовой жизни, уровня развития социальной инфраструктуры, повышения уровня безопасности регионов РФ. Определены перспективы дальнейших исследований, связанные с усложнением, большей детализацией предложенных моделей, с учетом большего количества внутренних и внешних факторов, а также с применением разработанных интеллектуальных алгоритмов для поддержки принятия решений по управлению различными сферами жизнедеятельности общества.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В ходе диссертационного исследования определено понятие социетальной системы как организационной системы макроуровня, представленной в виде единого динамического комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем: экономической, политической, социальной и духовно-культурной.

При ее исследовании сделаны следующие выводы и получены следующие результаты.

1. Разработана методология поддержки принятия решений при управлении социетальной системой, основанная на системной композиции когнитивной, иерархической и многосвязной организационных структур, а также на интеграции системного, структурно-функционального, динамического, когнитивного и других общенаучных подходов, законов и принципов. Разработанная методология отличается тем, что она рассматривает социетальную систему как организационную систему макроуровня, представленную в виде единого динамического комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем (сфер жизнедеятельности общества), и позволяет изучить структуру и разработать модели социетальной системы, выявить основные тенденции и закономерности ее функционирования и развития и определить пути повышения эффективности управления обществом.

2. Разработана когнитивная модель социетальной системы, отличительной особенностью которой является то, что она отражает взаимодействие основных сфер жизнедеятельности общества: экономической, политической, социальной и духовно-культурной, как единого целого, и позволяет выявить основные функциональные связи между подсистемами, а также влияние на них внешней среды.

Разработана динамическая модель социетальной системы, отличительной особенностью которой является то, что она представлена в виде единой структуры и описывает взаимосвязь и динамические особенности процессов, происходящих во всех подсистемах общества. Это позволяет моделировать и исследовать поведение системы при одновременном действии как управляющих, так и возмущающих факторов.

3. Разработана иерархическая модель качества жизни, отличающаяся тем, что она представлена в виде триад взаимосвязанных компонентов, характеризующих жизнедеятельность человека (группы, населения в целом), и позволяет изучить многогранность интегрального показателя качества жизни. Разработана когнитивная модель качества жизни, отличающаяся тем, что она представлена как многосвязная система, это позволяет изучить взаимосвязи между отдельными компонентами качества жизни, формирующими системный (эмерджентный) эффект их взаимодействия. Разработана динамическая модель качества жизни, отличающаяся тем, что она описывает в виде непрерывных нелинейных уравнений динамику изменения качества жизни при действии управляющих и возмущающих факторов.

4. Разработан комплекс динамических моделей интегральных показателей социетальной системы в виде качества человеческого потенциала, качества здоровья, качества окружающей природной среды, уровня социальной напряженности. Разработанные модели представлены в виде непрерывных нелинейных дифференциальных уравнений, что позволяет провести оценку и исследовать динамику изменения показателей при действии управляющих и возмущающих факторов.

5. Разработан метод формирования структуры динамической модели интегрального показателя, отличающийся тем, что он основан на использовании результатов интеллектуального анализа статистических данных о состоянии

социетальной системы. Применение данного метода позволяет определить направления вложений финансовых ресурсов в развитие системы.

6. Разработаны интеллектуальные алгоритмы поддержки принятия решений при управлении социетальной системой, отличающиеся тем, что они основаны на взаимосвязанном применении комплекса методов интеллектуального анализа данных, нейросетевых, нейро-нечетких технологий и технологии нечеткого когнитивного моделирования. Это позволяет обеспечить гибкость управления в условиях неопределенности и оценить результаты управления.

7. Проведены экспериментальные исследования эффективности предложенных алгоритмов поддержки принятия решений при управлении социетальной системой в различных ситуациях. Рассмотрены три ситуации: благоприятная, умеренно неблагоприятная и очень неблагоприятная. Благоприятная ситуация характеризуется высокими темпами прироста численности населения – на 3%, ВВП – на 8%, показатель качества жизни равен 0,8. Умеренно неблагоприятная ситуация, вызванная негативными внешними воздействиями на систему (например, в виде пандемии и/или санкций), характеризуется снижением темпов прироста численности населения – на 1%, ВВП – на 3,5%, показатель качества жизни равен 0,45. Показано, что принятые государством управляющие воздействия по компенсации негативных воздействий позволили повысить темп прироста ВВП на 1%, показатель качества жизни равен 0,57. Очень неблагоприятная ситуация, вызванная усилением негативных внешних воздействий на систему, характеризуется значительным ухудшением показателей: численность населения уменьшилась на 1,1%, ВВП снизился на 6,8%, показатель качества жизни равен 0,23. Показано, что в этом случае, даже при принятии государством соответствующих мер, показатели системы остаются низкими: темп прироста ВВП составляет 2,1%, показатель качества жизни равен 0,35.

Разработаны модели, алгоритмы и программное обеспечение СДМО КЖ, позволяющей проводить исследования динамики изменения показателя качества жизни при действии различных факторов.

Проведены исследования эффективности алгоритмов поддержки принятия решений при управлении социетальной системой с использованием динамической модели качества жизни. Результаты исследований показали, что наибольший эффект в плане повышения показателя качества жизни достигается при одновременном воздействии по двум каналам управления: организационному и экономическому. Так, при повышении самоорганизации подсистем нижнего и среднего уровня на 1% (первый канал управления) и увеличения финансирования подсистем нижнего уровня на 1% (второй канал управления) качество жизни повышается на 3,22%. Проведены исследования эффективности алгоритмов поддержки принятия решений при управлении сферами трудовой жизни, социальной инфраструктуры, безопасности с использованием динамических моделей интегральных показателей. Результаты исследований позволили определить приоритетные направления вложений финансовых средств в развитие рассмотренных сфер.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК

1. Ильясов Б.Г., Бадамшин Р.А., Закиева Е.Ш. Информационная система моделирования динамики функционирования государства как элемента мировой системы // Информатизация образования и науки. – 2012. – № 1 (13). – С.98-108.
2. Гузаиров М.Б., Ильясов Б.Г., Закиева Е.Ш., Герасимова И.Б. Когнитивная модель формирования показателя качества жизни // Вестник УГАТУ. – 2013. – Т. 17. – № 2 (55). – С. 215-220.
3. Ильясов Б.Г., Закиева Е.Ш. Модель управления качеством окружающей среды как компонентом качества жизни // Вестник УГАТУ. – 2014. – Т. 18. – №3 (64). – С. 196-202.
4. Доломатов М.Ю., Журавлева Н.А., Прошин Е.Н., Закиева Е.Ш. Проектирование информационной системы оценки уровня социальной напряженности // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №2.
5. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Габдуллина Э.Р. Кластеризация регионов Российской Федерации на основе интеллектуального анализа качества жилищных условий населения // Информатизация образования и науки. – 2015. – № 1 (25). – С.157-170.
6. Ильясов Б.Г., Исмагилова Л.А., Закиева Е.Ш. Системный подход к построению математической модели социально-экономической и политической системы как единого динамического комплекса // Информатизация образования и науки. – 2015. – № 4 (28). – С. 148-156.
7. Макарова Е.А., Габдуллина Э.Р., Закиева Е.Ш. Регрессионный и кластерный анализ региональных производственных процессов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. Информатика, вычислительная техника и управление. – 2015. – № 12. – С.78-83.
8. Доломатов М.Ю., Мартынов В.В., Журавлева Н.А., Филосова Е.И., Закиева Е.Ш. Информационная система расчета социальной напряженности общества на основе применения законов равновесной термодинамики // Труды СПИИРАН. – 2015. – Вып. 4 (41). – С. 163-179.
9. Ильясов Б.Г., Исмагилова Л.А., Закиева Е.Ш., Журавлева Н.А. О подходе к построению модели социально-экономической и политической системы общества // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2-2. – С. 220-224.
10. Ильясов Б.Г., Герасимова И.Б., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш. Объективно-субъективный подход к оценке качества жизни // Качество. Инновации. Образование. – 2016. – №2 (129). – С.47-57.
11. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Габдуллина Э.Р. Качество жизни населения регионов Приволжского федерального округа // Качество и жизнь. – 2016. – № 2(10). – С. 74-78.
12. Рыков В.И., Доломатов М.Ю., Мартынов В.В., Журавлева Н.А., Прошин Е.Н., Лысенко И.А., Вальдриева З.Р., Закиева Е.Ш. Информационная технология реализации компьютерной системы анализа и управления конфликтными социальными процессами на базе интеллектуальных моделей // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2016. – № 1. –

Т. 12. – С.100-106.
13. Макарова Е. А., Закиева Е.Ш., Валитов Р.Р., Гиздатуллина Э.С. Структура и алгоритмы системы интеллектуальной поддержки управления процессом функционирования сектора домохозяйств // Программные продукты и системы. – 2018. – Т. 31. – № 1. – С. 218-224.
14. Димов Э.М., Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Ефтонова Т.А., Гиздатуллина Э.С. Методология системного динамического моделирования и управления функционированием многоотраслевого производственного комплекса в рамках воспроизводственного процесса макроуровня // Инфокоммуникационные технологии. – 2018. – Т. 16. – №1. – С. 81-96.
15. Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Габдуллина Э.Р. Управление качеством образования на основе нечеткого когнитивного моделирования // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 12-2. – С. 303-307.
16. Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Габдуллина Э.Р. Поддержка принятия решений по управлению качеством образования на основе нечетких когнитивных карт Силова // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 1. – С. 76-81.
17. Закиева Е. Ш. Анализ свойств общества как динамической системы на основе имитационного моделирования // Информатизация образования и науки. – 2019. – № 3 (43). – С.148-160.
18. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Габдуллина Э.Р. Методологические основы моделирования и интеллектуального управления промышленным комплексом как сложным динамическим многоагентным объектом // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 11-2. – С. 288-293.
19. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Солнцев О.В. Технология формирования кластерной структуры сектора малого и среднего предпринимательства на основе метода главных компонент // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 4. – С. 51-57.
20. Закиева Е.Ш. Алгоритм интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений на основе нечеткой когнитивной модели оценки уровня безопасности // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 11. – С. 43-48.

В изданиях, входящих в системы цитирования Scopus и Web of Science

21. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Журавлева Н.А. Моделирование процессов формирования и управления социальной напряженностью // Труды СПИИРАН. – 2016. – Вып. 1 (44). – С. 50-64.
22. Dolomatov M.Yu., Martynov V.V., Zhuravleva N.A., Zakieva E.Sh. New Indicators of the Level of Social Dissatisfaction in the Planning of Social-Economic Development of the Region // Economy of Region. – 2017. – № 13(1). – P.70-79.
23. Ильясов Б.Г., Мартынов В.В., Герасимова И.Б., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш. Качество жизни: анализ влияния факторов, связанных со здоровьем, на основе системных и математических моделей // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2017. – Т.10. – № 3. – С. 192-208.
24. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Гиздатуллина Э.С. Оценка данных о доходах населения в региональном разрезе методом главных

компонент // Экономика региона. – 2019. – Т. 15, вып. 2. – С. 601-617.
25. Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh. The Quality of life as a complex dynamic object of management // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences (EpSBS). The International Scientific and Practical Conference "Contemporary Issues of Economic Development of Russia: Challenges and Opportunities". – Published by the Future Academy, 2019. – Vol. LIX. – P.35-43.
26. Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Gabdullina E.R. Analysis of the principal components for the formation of the regions rating // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences (EpSBS). The International Scientific and Practical Conference "Contemporary Issues of Economic Development of Russia: Challenges and Opportunities". – Published by the Future Academy, 2019. – Vol. LIX. – P.44-51.
27. Ilyasov B., Makarova E., Zakieva E., Gabdullina E. Intelligent assistance of decision-making in the management of multifactor systems based on fuzzy cognitive models // Proceedings of the 7th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2019). – Published by Atlantis Press Advances in Intelligent Systems Research, 2019. – Vol. 166. – P. 1-7.
28. Ilyasov B., Makarova E., Zakieva E., Gabdullina E. Dynamic model of controlling the behavior of an economic agent using the mechanism of self-regulation of resource flows // Proceedings of the 7th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2019). – Published by Atlantis Press Advances in Intelligent Systems Research, 2019. – V. 166. – P. 240-245.
29. Makarova E., Zakieva E., Gabdullina E. Management Decision-Making in Socio-Economic Systems including the Formation of Their Rating Based on the Intelligent Technologies // Published in: 2019 21st International Conference Complex Systems: Control and Modeling Problems (CSCMP), 2019. – P. 148-153.
30. Гайнанов Д.А., Закиева Е. Ш. Оценка качества жизни населения на основе применения интеллектуальных алгоритмов и динамического моделирования // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2020. – Т.13. – № 5. – С. 121-134.

Монографии

31. Доломатов М.Ю., Мартынов В.В., Журавлева Н.А., Рыков В.И., Закиева Е.Ш., Дяминова Э.И. Комплекс подходов к управлению конфликтными ситуациями для систем поддержки принятия решений. – Уфа: РИК УГАТУ, 2017. – 237 с.
32. Martynov V.V., Sakál P., Skuratov A., Filosova E.I., Zaytseva A.A., Zakieva E.Sh. Chapter 11: CSRP-System Design Technology of Training Information Support of Competent Professionals. Handbook of Research on Engineering Education in a Global Context. – IGI Global, 2019. – P. 115-125.

Свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ

33. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2013616546. Автоматизированная система имитационного моделирования социально-экономических объектов «Life Quality Model» / Б.Г. Ильясов, Е.Ш. Закиева, А.В. Григорьев. Зарег. 10.07.2013. М.: Роспатент, 2013.
34. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2018615397. Динамическое моделирование и интеллектуальная поддержка принятия решений при

управлении доходами населения регионов / Б.Г. Ильясов, Е.А. Макарова, Е.Ш. Закиева, Э.С. Гиздатуллина. Зарег. 08.05.2018. М.: Роспатент, 2018.

35. Свид. об офиц. рег. прогр. для ЭВМ № 2018616636. Инструментальное средство для оценки и управления качеством жизни / Е.Ш. Закиева, А.И. Попцова. Зарег. 05.06.2018. М.: Роспатент, 2018.

36. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2019618808. Программа имитационного динамического моделирования процессов управления качеством трудовой жизни / Б.Г. Ильясов, Е.Ш. Закиева, Э.Р. Габдуллина, Г.И. Сахибгареева. Зарег. 04.07.2019. М.: Роспатент, 2019.

Другие публикации

37. Закиева Е.Ш. Моделирование динамики функционирования социальной подсистемы государства // Повышение эффективности использования информационных технологий в государственном и муниципальном управлении: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Уфа: БАГСУ, 2012. – С.43-46.

38. Закиева Е.Ш. Информационная поддержка когнитивного анализа социально-экономических систем // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012. – С. 535-537.

39. Ильясов Б.Г., Закиева Е.Ш. Системный подход к анализу качества жизни // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014: тр. – М.: ИПУ РАН, 2014. – С.6197-6207.

40. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш. Проблемы оценки и управления качеством жизни // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: тр. Междунар. конф. – Самара: СамНЦ РАН, 2014. С.352-357.

41. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Габдуллина Э.Р. Анализ состояния окружающей среды как показателя качества жизни методом главных компонент // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. – № 4 (62). – С. 61-66.

42. Ильясов Б.Г., Закиева Е.Ш. Когнитивная модель функционирования политико-экономико-социальной системы как единого динамического комплекса при действии различных факторов // Социофизика и социоинженерия’2018: тр. II Всерос. конф. – М.: ИПУ РАН, 2018. – С. 297-298.

43. Закиева Е.Ш. Инструментальное средство для анализа и управления качеством жизни // Здоровье и качество жизни: матер. III Всеросс. конф. с международным участием. – Иркутск: ИНЦХТ, 2018. – С. 116-121.

44. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш. Моделирование и управление социетальной системой как сложным динамическим объектом // ТАС–50: матер. Междунар. науч.-практ.конф. – М.: ИПУ РАН, 2019. – С.105-114.

45. Закиева Е.Ш. Компонентный и кластерный анализ показателей социально-экономического развития регионов в рамках реализации национальных проектов // Проблемы функционирования и развития территориальных социально-экономических систем: матер. XIV Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа: ИСЭИ УФИЦ РАН, 2020. – С. 226-231.

Соискатель **Е. Ш. Закиева**