

На правах рукописи

Стоянова Антонина Денисовна



**МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ
СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНО-
КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА**

Специальность 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Санкт-Петербург – 2025

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор

Трофимец Валерий Ярославович

Официальные оппоненты:

Бурдо Георгий Борисович

доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственной технической университет», кафедра технологии и автоматизации машиностроения, заведующий кафедрой;

Смоленцева Татьяна Евгеньевна

доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет», кафедра прикладной математики, заведующий кафедрой.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук, г. Санкт-Петербург.

Защита диссертации состоится **23 июня 2025 г. в 11:00** на заседании диссертационного совета ГУ.12 Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, д.2, ауд. № 1171а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 23 апреля 2025 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



ВАСИЛЬЕВА
Наталья Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Принятие стратегических решений по управлению сложными организационно-техническими системами проходит в условиях принципиально неустранимой неопределенности, которая обусловлена факторами, различными не только по своей природе и характеру, но также по степени их проявления и уровню влияния на процесс принятия решений. Несводимость процессов, протекающих в таких системах, к детерминированным и вероятностным ограничивает использование в стратегическом планировании детерминированных и вероятностных методов и повышает актуальность применения ситуационного управления и сценарного моделирования.

К сложным организационно-техническим системам относятся предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК). ТЭК включает в себя нефтяную, газовую, угольную, торфяную промышленность, атомную и электроэнергетику. Деятельность предприятий данной сферы охватывает процессы добычи, транспортировки, переработки и доведения до потребителя первичных и переработанных энергоресурсов. Компании сектора обеспечивают около 20 % от всего ВВП Российской Федерации и 30 % поступлений в ее бюджет.

Ключевая роль ТЭК в экономике РФ и существенное влияние на устойчивость ее развития обуславливают высокий приоритет такого принципа системного анализа, как принцип связности при разработке стратегических планов в компаниях отрасли. В контексте рассматриваемой задачи этот принцип сводится к учету национальных целей и приоритетов при анализе стратегических альтернатив на уровне компаний.

Таким образом, к факторам, ограничивающим применение классических методов анализа и моделирования систем для решения слабоструктурированных задач стратегического планирования в компаниях ТЭК, относятся:

- сложность формализации критериев выбора альтернатив, вызванная разнонаправленным влиянием стратегических решений на экономические цели и цели устойчивого развития;
- высокая информационная неопределенность, в которой осуществляется принятие решений;

- отсутствие эффективных методов и моделей количественной оценки взаимосвязей целей компании с национальными целями.

Преодоление ограничений, свойственных классическим методам, возможно в соответствии с системным принципом полного использования информации за счет применения формализмов, позволяющих представлять знания всех имеющихся видов с учетом их достоверности. К таким формализмам относятся когнитивные модели. Исследование возможностей применения системно-когнитивного анализа в ансамбле с другими методами представляет как практический, так и теоретический интерес.

Все перечисленное обуславливает актуальность решения научной задачи разработки методов и моделей поддержки принятия решений на основе системно-когнитивного анализа и сценарного моделирования с целью повышения обоснованности стратегических решений в условиях информационной неопределенности на примере компаний ТЭК.

Степень разработанности темы исследования

Концептуальные основы принятия управленческих решений в сложных организационно-технических системах в условиях неопределенности и риска, базирующиеся на положениях общей теории систем и системного анализа, рассмотрены в работах А.В. Андрейчикова, В.Н. Волковой, А.А. Емельянова, Л.А. Заде, Р.Л. Кини, Д.И. Макаренко, И.В. Прангишвили, И.В. Чернова, В.Л. Шульца и др.

Подходы к принятию решений, базирующиеся на многокритериальном выборе альтернатив, описаны в трудах таких ученых, как Р. Акофф, Ю.А. Загорулько, Д. Канеман, О. Моргенштерн, И.З. Мухаметзянов, Дж. Нейман, А. Тверски, Г. Саймон и др.

В качестве исходных данных для принятия таких решений необходимо проведение экспертной оценки. Среди наиболее распространенных методов данной группы можно отметить метод Дельфи, метод парных сравнений, метод ранжирования, прямой метод взвешивания, рассмотренные в трудах таких ученых, как О. Хелмер, Т. Саати, Дж. Нейман, С.И. Шапиро, Р.А. Фишер и др.

Подход к анализу системных связей на основе когнитивных моделей разных типов рассмотрен в работах Н.А. Абрамовой, Р. Аксельрода, В.В. Борисова, С.В. Коврига, Б. Коско, А.А. Кулинича,

В.И. Максимова, Д.А. Новикова, Ф.С. Робертса, В.Б. Силова, Дж Толмена, А.С. Федулова, Э.А. Трахтенгерца и др.

Объектом исследования является система поддержки принятия стратегических решений в компаниях ТЭК.

Предметом исследования выступают методы и модели системно-когнитивного анализа и сценарного моделирования для поддержки принятия решений.

Целью диссертационной работы является повышение обоснованности стратегических решений на уровне компаний ТЭК в условиях информационной неопределенности.

Идея работы заключается в разработке новых и модификации существующих методов и моделей системно-когнитивного анализа и сценарного моделирования в контексте стратегического управления на примере компаний ТЭК.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решены следующие основные задачи:

1. Анализ существующих методов моделирования сложных систем и поддержки принятия решений в контексте особенностей компаний ТЭК как объектов управления. Формализация задачи выбора стратегических альтернатив компаниями ТЭК.

2. Разработка модели системных взаимосвязей между национальными целями и показателями в рамках стратегических проекций отдельной компании ТЭК и метода оценки указанных взаимосвязей.

3. Разработка метода для анализа когнитивных моделей в динамике для учета различных сценариев развития компании и внешней среды.

4. Разработка комплексного метода выбора стратегических альтернатив в условиях информационной неопределенности и риска на основе предложенных моделей.

5. Апробация разработанных методов, моделей и процедур в задачах выбора стратегических альтернатив на примере компаний ТЭК.

Научная новизна

1. Формализована задача выбора стратегических альтернатив компаний ТЭК в контексте национальных целей РФ. Предложена структурная модель, в которой компания ТЭК рассматривается как

подсистема в системе государства, поэтому выбор альтернатив осуществляется на основании функции полезности, отличающейся от аналогов наличием двух компонентов, первый отражает влияние альтернативы на цели компании, второй - на национальные цели.

2. Разработан метод оценки взаимосвязей целевых показателей компании с показателями достижимости национальных целей РФ, основанный на применении предложенной модели системы стратегического управления. Новизна заключается: 1) в структуре модели, представленной в виде комплекса теоретико-множественной модели и иерархии частных когнитивных моделей, отражающих взаимосвязи показателей в различных стратегических проекциях; 2) в предложенных системах показателей, составляющих основу каждой из частных когнитивных моделей; 3) в модифицированном способе расчета показателей моделей, учитывающем семантику влияния.

3. Разработан метод анализа сценариев, основанный на моделировании импульсных процессов в предложенной системно-когнитивной модели. Метод позволяет провести ранжирование управляющих концептов и, в отличие от известных, обеспечивает учет косвенных системных влияний на целевые концепты на основе предложенного алгоритма формирования усеченной матрицы влияний, полученной путем обхода графа когнитивной модели в глубину.

4. Разработаны методы выбора стратегических альтернатив, основанные на анализе взаимосвязей между системами показателей на уровне компаний и государства, различных сценариев изменения внутренней и внешней среды, а также воздействие рисков. Предложена матрица выбора и алгоритм позиционирования альтернатив в матрице. Новизна предложенных методов в комплексном использовании различных моделей, гибридизация которых реализуется по принципу взаимодействия.

Соответствие паспорту специальности. Полученные научные результаты соответствуют паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика по пунктам: п. 2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта; п. 3. Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного

анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии научно-методического аппарата поддержки принятия решений в условиях неопределенности, а именно методов выбора стратегических альтернатив на основе системно-когнитивного и сценарного моделирования.

Практическая значимость заключается в том, что результаты исследования могут быть использованы в виде методик и набора инструментов стратегического планирования на уровне компаний ТЭК для повышения обоснованности принимаемых решений.

Практическая ценность работы подтверждается актом внедрения в процесс стратегического управления компанией ООО «Газпром межрегионгаз Смоленск», акт от 25.03.2025 г. Результаты диссертационной работы подтверждены свидетельствами о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024686108.

Методология и методы исследований. В основе работы лежат принципы системного подхода к исследованию компаний как объектов управления. Применены методы анализа и синтеза систем, теоретико-информационного моделирования, когнитивного моделирования, методы обработки экспертных оценок и теории принятия решений.

Положения, выносимые на защиту

1. Использование предложенной гибридной модели и метода оценки взаимосвязей показателей стратегических проекций на уровне компании с показателями достижимости национальных целей РФ в задачах выбора альтернатив повышает обоснованность принимаемых стратегических решений по управлению компаниями ТЭК за счет роста согласованности оценок экспертов в среднем на 27 %.

2. Применение разработанного метода, включающего сценарное моделирование, оценку рисков и классификацию альтернатив с применением предложенной гибридной модели, обеспечивает повышение обоснованности решений по выбору стратегических альтернатив в среднем на 18 % за счет увеличения количества учитываемых факторов и снижения информационной неопределенности.

Степень достоверности результатов исследования обеспечивается комплексным анализом предметной области,

надежными исходными данными, корректным применением методов исследования. Достоверность полученных результатов также подтверждается их внедрением в практическую деятельность предприятий ТЭК, апробацией на научных конференциях.

Апробация результатов диссертации за последние 3 года принято участие в 4 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 3 международных: XI Международной горнопромышленной конференции «Баренц-Арктическое экономическое партнерство» — «МГПК БАЭП – 2022» (г. Кировск, 2022), XI Форуме вузов инженерно-технологического профиля Союзного государства (г. Минск, 2022), Российская энергетическая неделя 2023 (г. Москва, 2023), XXI Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов «Информационные технологии, энергетика и экономика» (г. Смоленск, 2024).

Полученные результаты частично использованы при выполнении совместных исследований в Российской Федерации и Исламской Республике Иран, а также в поисковых исследованиях по договору грантовой поддержки №100022/04226Д от 24.10.2022 с ПАО «НК «Роснефть» по теме «Изучение развития перспективных технологий энергетического перехода, в том числе обзор аналитических исследований для задач углеродного менеджмента».

Личный вклад автора. Сформулированы цели и задачи, разработаны методы и модели поддержки принятия стратегических решений, созданы программные инструменты, проведена апробация решений на примере компаний ТЭК. На основании научных результатов, полученных автором, сформулированы защищаемые положения.

Публикации. Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 1 статье - из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Структура работы. Диссертация состоит из оглавления, введения, четырех глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, включающего 111 наименований, и 7 приложений. Диссертация изложена на 138 страницах машинописного текста, содержит 36 рисунков и 80 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы, раскрыты научная новизна, теоретическая значимость и практическая ценность проведенного исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ особенностей стратегического планирования в компаниях ТЭК, с учетом которых рассмотрены возможности и ограничения методов моделирования сложных систем и поддержки принятия стратегических решений. В результате формализована задача выбора стратегических альтернатив компаниями ТЭК и разработана структурная модель системы управления.

Во второй главе представлена гибридная модель системных взаимосвязей в системе «государство-компания». Предложен метод оценки влияния стратегических альтернатив компании на национальные цели. Представлены результаты построения и оценки показателей частных подмоделей и модели в целом.

В третьей главе разработан метод выбора стратегических альтернатив в условиях риска и информационной неопределенности. Описана общая структура метода, предложены метод сценарного моделирования и модель оценки рисков, представлены результаты анализа сценариев.

В четвертой главе приведены примеры практической апробации предложенных методов и моделей в задачах выбора стратегических альтернатив, описаны разработанные программные инструменты и базы данных, проведена оценка эффективности решений.

В заключении сформулированы выводы и рекомендации, выделены направления дальнейших исследований.

Основные результаты отражены в следующих защищаемых положениях.

1. Использование предложенной гибридной модели и метода оценки взаимосвязей показателей стратегических проекций

на уровне компании с показателями достижимости национальных целей РФ в задачах выбора альтернатив повышает обоснованность принимаемых стратегических решений по управлению компаниями ТЭК за счет роста согласованности оценок экспертов в среднем на 27 %.

Стратегическое управление на уровне компании ТЭК и на уровне государства представляет собой комплекс взаимосвязанных подсистем, каждая из которых характеризуется собственным набором показателей, представленных в документах стратегического планирования (рисунок 1).

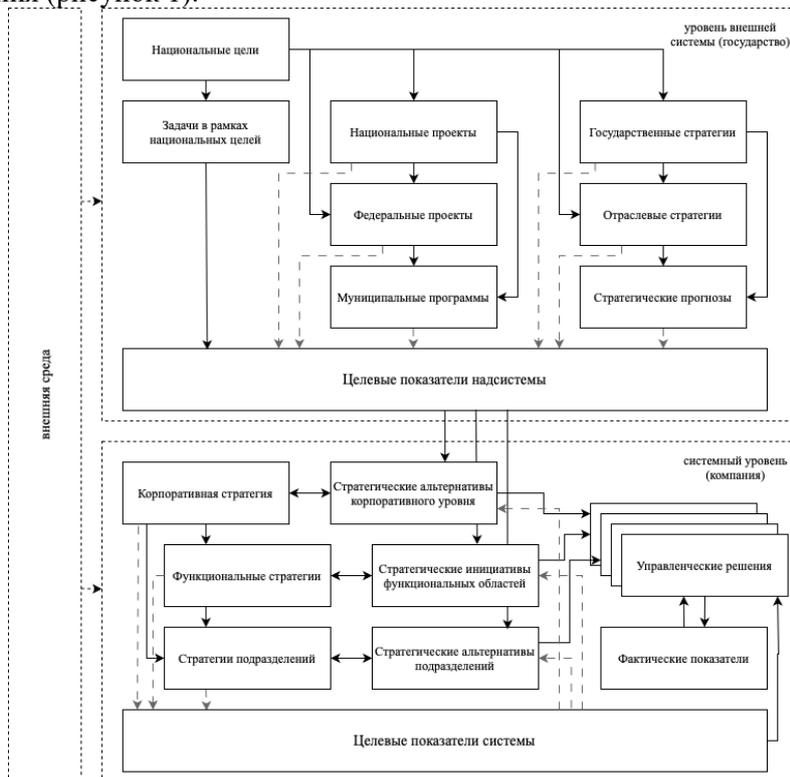


Рисунок 1 – Многоуровневая система стратегического управления «Государство-компания»

В терминах теории систем модель системных связей в данном случае представляет собой слабые иерархии.

Для моделирования сложных систем часто используется подход «черного ящика», когда глобальные уравнения системы (функционалы) описать не представляется возможным. Компании ТЭК относятся к сложным организационно-техническим системам, для которых использование данного подхода обоснованно. Таким образом, формальная модель такой системы может быть определена следующим образом (1):

$$S = \{X, N, U = \{U_{in}, U_{ex}\}, Y, F\} \quad (1)$$

где $X = \{x_i\}$ – множество контролируемых неуправляемых входных сигналов внешней среды, преобразуемых системой; $N = \{n_k\}$ – множество неконтролируемых неуправляемых сигналов внешней среды; $U = \{u_m\}$ – множество управляющих сигналов, включая U_{in} – подмножество управляющих воздействий самой системы, U_{ex} – подмножество управляющих воздействий надсистемы, $Y = \{y_g\}$ – множество выходных сигналов системы, F – закон функционирования системы. Функциональная модель системы, выводимая из (1), выглядит следующим образом (2):

$$Y(t) = F(X, N, U, t) \quad (2)$$

Задача принятия управленческих решений на стратегическом уровне включает выбор из множества альтернатив на основании набора критериев. Пусть $A = \{a_k\}$ – исходное множество стратегических альтернатив, $A' \subset A$ подмножество приоритетных альтернатив. Формализованное описание задачи выбора стратегических альтернатив компаний ТЭК в контексте национальных целей РФ может быть получено из представления (2) с учетом следующих допущений: в качестве элементов множества Y рассматривается множество показателей целей подсистемы (компания ТЭК) и системы (государство); множество U – представлено стратегическими управленческими решениями, задаваемыми набором альтернатив, влияние элементов множеств X учитывается опосредовано в виде заданных значений показателей целей, влияние N проявляется в виде информационной неопределенности и может быть учтено за счет сценарного моделирования; в качестве отображения F рассматривается функция полезности $F(A_k)$, определенная на множестве альтернатив A таким образом, что $F(A_i) > F(A_j)$, когда альтернатива A_i предпочтительнее A_j .

и $F(a_i) = F(a_j)$ когда альтернативы не различимы с точки зрения предпочтительности.

В работе предложено рассматривать функцию полезности в виде (3)

$$F(a_k) = F_{in}(a_k) \oplus F_{ex}(a_k) \quad (3)$$

где $F_{in}(a_k)$ – компонента, характеризующая полезность альтернативы с точки зрения внутренних целей системы, $F_{ex}(a_k)$ – компонента, характеризующий полезность альтернативы с точки зрения целей внешней системы, \oplus – операция нелинейной свертки компонент функции полезности.

Для оценки внутреннего состояния системы и оказываемых на нее внешних воздействий применяются различные подходы. Проследить наличие прямых и косвенных системных взаимосвязей позволяет метод когнитивного моделирования. В работе предложена гибридная модель, включающая теоретико-множественную модель для оценки связей между уровнями компании и государства и иерархию частных когнитивных моделей, декомпозирующих показатели стратегических проекций. Структура модели представлена на рисунке 2.

На верхнем уровне (уровень 0) представлена частная когнитивная модель национальных целей. Каждая цель может быть декомпозирована до уровня показателей отдельных задач и представлена в виде теоретико-множественной модели (4)

$$\{G_1^i = f(\{y_g^{1i}\}), \dots, G_{ni}^i = f(\{y_g^{nii}\})\} \rightarrow G_i \quad (4)$$

где G_i – национальная цель $i=1..7$, G_{ni}^i – задача в рамках цели, ni – количество задач для цели G_i , $\{y_g^{nii}\}$ – множество показателей задачи G_{ni}^i , f – функция, характеризующая уровень решения задачи.

Связь между стратегическими проекциями компании и национальными целями, представленная на рисунке 2 в виде отображения $G_i \leftrightarrow K_j$, оценивается с помощью выражения (5):

$$GK_{ij} = \sum_{i=1}^7 size(G'_i), \text{ где } G'_i \subset \{G_1^i, \dots, G_{ni}^i\} \quad (5)$$

где GK_{ij} – коэффициент связи между целью G_i и проекций K_j , $size(G'_i)$ – размер подмножества G'_i , релевантных каждой стратегической проекции.

Для каждой стратегической проекции были построены когнитивные модели, структура которых представлена на рисунке 2.

С опорой на построенные модели по формуле (5) рассчитаны связи стратегических проекций с национальными целями. Эти оценки могут служить основой выбора, если сравниваемые альтернативы относятся к разным проекциям. По результатам проведенных оценок предпочтение следует отдавать альтернативам, относящимся к проекциям «Человеческий капитал» и «Развитие регионов».

Для углубленного анализа, а также сравнения альтернатив внутри проекций используются результаты анализа системных показателей когнитивных моделей. Для каждой частной модели с применением метода анализа иерархий эксперты получают оценки влияний между отдельными показателями (концептами), средние значения которых составляют матрицу W . Выполняется замена исходной когнитивной матрицы W на положительную матрицу R . Согласованные отношения взаимовлияния концептов определяются в результате транзитивного замыкания матрицы R .

В рамках исследования для замыкания выбран алгоритм Флойда-Уоршелла и предложена его модификация введением операции мультиплицирования, позволяющей отразить семантику влияния в отличие от классического варианта, где используется операция суммирования, отражающая логику вычисления путей на графах. Полученная матрица V является основой для анализа с помощью основных системных показателей когнитивной модели, по которым определяются консонанс, диссонанс, влияние концептов на систему (\vec{P}_i) и системы на концепты (\vec{P}_j).

Результаты расчетов для частной модели проекции «Человеческий капитал» (проекция К1 на рисунке 2) представлены в таблице 1, из которой видно, что наибольшее влияние на систему оказывают концепты 1-«Создание современной образовательной среды, включая цифровую», 4-«Развитие профессиональной ориентации» и 5-«Выявление и развитие способностей и талантов». При этом наибольшее воздействие система может оказывать на концепт 5. Его целесообразно выделить в качестве целевого и исследовать на следующих уровнях декомпозиции.

Анализ всех частных моделей, выполненный по описанному алгоритму, позволяет выявить показатели стратегических альтернатив, которые являются управляющими (оказывают сильное влияние на систему) и управляемыми (система сильно влияет на них). Они далее используются в сценарном моделировании и выборе альтернатив. Таблица 1 – Концепты частной модели «Человеческий капитал»

№	Наименование концепта	\bar{P}_i	\bar{P}_j
1	Создание современной образовательной среды, включая цифровую	2,44	1,85
2	Кадровое обеспечение системы общего образования	2,37	1,5
3	Повышение доступности доп. образования	2,25	1,98
4	Выявление и развитие способностей и талантов	2,41	3,45
5	Развитие профессиональной ориентации	2,56	3,06
6	Кадровая политика	2,02	1,42
7	Социальная поддержка	1,56	0,79
8	Благотворительность, волонтерство	0,65	0,46
9	Инклюзивность	0,86	3,02
10	Формирование благоприятной социально-культурной среды	0,8	0,39

Сравнительный анализ согласованности оценок экспертами взаимных влияний показателей на уровне предприятия и национальных целей при использовании метода прямого оценивания и предложенного метода показал увеличение согласованности (снижение дисперсии оценок) в среднем на 27 %. Данное снижение объясняется сокращением количества парных сравнений показателей при использовании метода в 2,6 раза по сравнению с прямым оцениванием. Проведенное в работе эмпирическое исследование показало, что в среднем дисперсия оценок экспертов увеличивается на 3 % на каждые дополнительные 25 сравнений при использовании 5-бальной шкалы оценивания, начиная с определенного порога (50 парных сравнений).

2. Применение разработанного метода, включающего сценарное моделирование, оценку рисков и классификацию альтернатив с применением предложенной гибридной модели, обеспечивает повышение обоснованности решений по выбору стратегических альтернатив в среднем на 18 % за счет увеличения количества учитываемых факторов и снижения информационной неопределенности.

Общая схема предложенного метода выбора альтернатив в условиях неопределенности и риска представлена на рисунке 3. Этапы 1-2 описаны выше, поэтому далее остановимся на этапах 3-7.

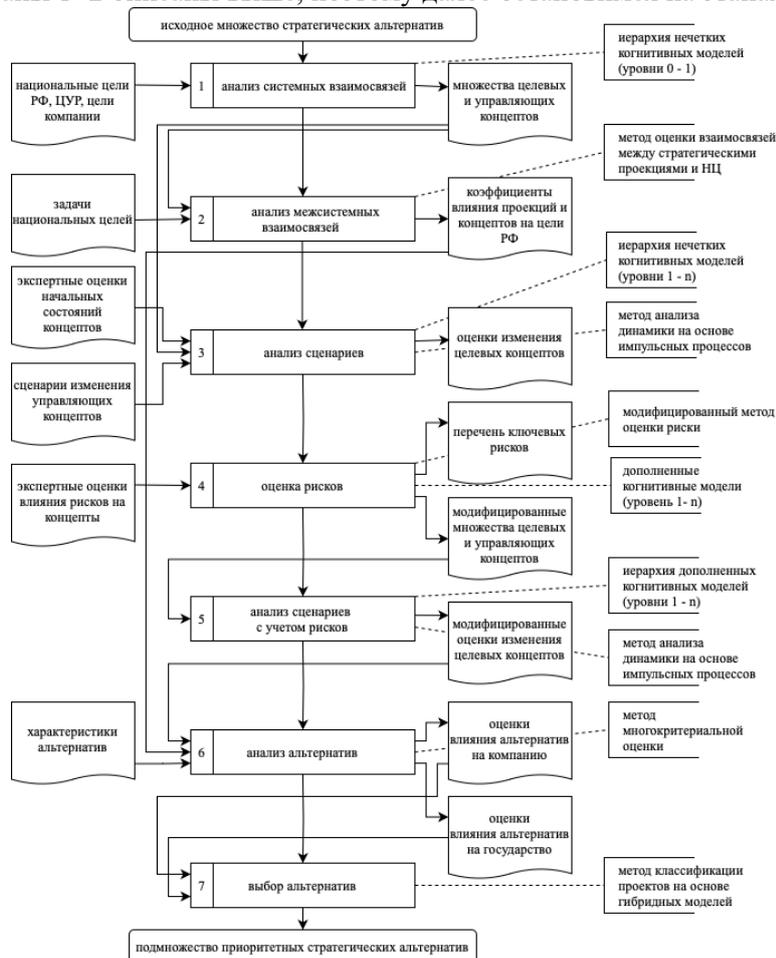


Рисунок 3 – Схема предложенного метода выбора стратегических альтернатив

Выбор стратегических альтернатив осуществляется в условиях информационной неопределенности, связанной с длительным горизонтом планирования и высокой системной динамикой как на

уровне компаний, так и на уровне государства. Для повышения достоверности оценок альтернатив и обоснованности принимаемых решений в работе предложено использовать анализ сценариев и рисков. В обоих случаях результаты анализа используются для уточнения построенной на первом этапе гибридной модели и получения с ее помощью системных показателей влияния, учитываемых при определении полезности альтернатив.

Для каждого этапа на рисунке 3 показаны используемые методы и модели, исходные данные и получаемые результаты. Часть исходных данных для этапов являются внешними, часть составляют результаты предыдущих этапов. Такой подход позволяет снижать информационную неопределенность путем повышения полноты и релевантности данных, служащих основой анализа.

На этапе 3 производится анализ моделей уровней 1 - n с применением метода импульсных процессов. В рамках исследования наибольший интерес представляет изменение целевого концепта с учетом косвенных влияний на него других концептов. Для этого в работе предложен алгоритм формирования уменьшенной матрицы влияний путем обхода графа в глубину (DFS).

Результаты расчета и описания сценариев для проекции К1 - «Человеческий капитал» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сценарии для проекции К1

	концепт 1	концепт 5	Δ концепта 4, %
Сценарий 1	0,1	-	62,73
Сценарий 2	0,3	-	65,19
Сценарий 3	0,7	-	70,10
Сценарий 4	-	0,2	70,05
Сценарий 5	-	0,4	78,59
Сценарий 6	-	0,7	91,40
Сценарий 7	0,1	0,2	71,28
Сценарий 8	0,3	0,4	82,27
Сценарий 9	0,7	0,7	100,00

В качестве управляющих по результатам расчетов на этапе 1 выбраны концепты (1) и (5) (для них задаются разные значения начальных импульсов). Для целевого концепта (4) показаны относи-

тельные значения изменений. За 100 % принят сценарий 9, не учитывающий ресурсные ограничения. В условиях ограниченности ресурсов необходимо определить, какие концепты вносят наибольший вклад в улучшение целевого.

Из таблицы 2 видно, что при изменении управляющего концепта (5) относительное изменение целевого концепта (4) на 21 % больше, чем при изменении концепта (1) при максимальной силе исходного импульса (сценарии 3 и 6). Более того, среднее изменение концепта (5) все еще на 9 % вносит больший вклад в динамику системы, чем максимальное воздействие (1). Вклад минимального значения (5) и максимального значения (1) практически сопоставимы. Таким образом, при ранжировании управляющих концептов первый приоритет имеет (5) «Развитие профессиональной ориентации».

Аналогичным образом проводится анализ сценариев во всех остальных стратегических проекциях.

На этапе 4 для каждого из определенных ранее целевых концептов строится модель рисков, позволяющая выявить наиболее значимые риски и степени их воздействия.

Все риски группируются в соответствие с методом PESTEL, производится их оценка, значимые риски включаются в качестве концептов в соответствующие когнитивные модели (см. пример для проекции К1-«Человеческий капитал» на рисунке 4).

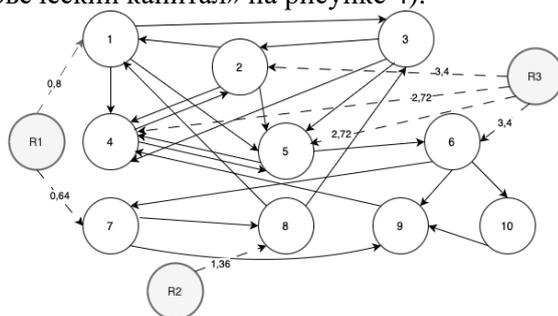


Рисунок 4 – Дополненная когнитивная модель проекции К1

На этапе 5 для дополненных когнитивных моделей пересчитываются все показатели, включая показатели влияния \vec{P}_i и \vec{P}_j и выполняется описанный выше анализ сценариев для уточненного ранжирования управляющих концептов.

На этапе 6 осуществляется классификация имеющихся альтернатив. Для каждой альтернативы указываются стратегические проекции, управляющие концепты, сроки реализации. Для управляющих концептов повторяется моделирование импульсного процесса и рассчитываются изменения. Оценка влияния альтернативы A_i на компанию для проекции K_j рассчитывается по формуле (6)

$$A_i(K_j) = \frac{\sum_1^n Q_h(t)}{n} + Q_k(t) \quad (6)$$

где K_j – рассматриваемая проекция, n – количество концептов, t – выбранный момент времени (месяц), k – индекс целевого концепта, Q – изменения концепта. Итоговая оценка влияния альтернативы на компанию определяется как сумма оценок по всем связанным стратегическим проекциям.

Оценка влияния стратегического решения на государство в результате линейной свертки произведений баллов по $A_i(K_j)$ и GK_{ij} (вычисленными по формуле (4)). Оценки распределяются по матрице выбора, представленной на рисунке 5. В качестве границ квадрантов матрицы выбираются медианные значения по каждому критерию.

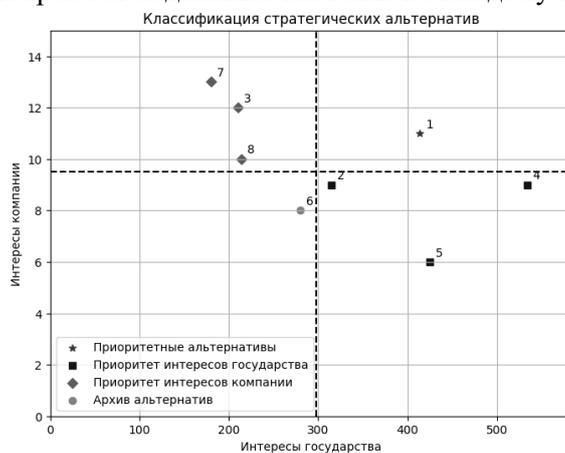


Рисунок 5 – Матрица выбора стратегических альтернатив

Множество приоритетных альтернатив $A' \subset A$ составляют альтернативы, попавшие в верхний квадрант матрицы.

Использование предложенного метода обеспечивает обоснованность решений на уровне 0,67, что на 18 % выше базового метода.

В основу оценки обоснованности положен расчет нормированной остаточной неопределенности решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации предлагается новое решение актуальной научной задачи создания и модификации существующих методов поддержки принятия решений, обеспечивающих повышение обоснованности выбора стратегических альтернатив, на примере компаний ТЭК. Полученное решение основано на гибридизации множества моделей по принципу взаимодействия, что обеспечивает использование возможностей различных методов и моделей по снижению информационной неопределенности.

По результатам выполнения диссертационной работы сформулированы следующие выводы и рекомендации:

1. В задачах выбора стратегических альтернатив для компаний ТЭК необходимо учитывать сложность их структуры и многообразия показателей, а также высокую информационную неопределенность. Для таких задач перспективен подход гибридизации моделей, используемых для поддержки принятия решений.

2. Применение в задачах выбора стратегических альтернатив разработанной гибридной модели и метода анализа взаимосвязей показателей на уровне компании с показателями национальных целей РФ позволит повысить согласованности экспертных мнений, лежащих в основе получаемых оценок.

3. Разработанный метод выбора альтернатив в условиях неопределенности и риска обеспечивает повышение обоснованности принятия решений за счет увеличения полноты данных при моделировании сценариев и сокращения используемых эвристик.

4. В результате работы предложенного метода все множество стратегических альтернатив разбивается на классы в соответствии со степенью полезности для компании и государства. Альтернативы, приоритетного класса составляют основу для оценки дополнительными методами, в том числе учитывающими экономические показатели.

5. Для ускорения и облегчения процедур, реализующих предложенные методы, целесообразно использовать инструменты, разработанные в процессе диссертационного исследования.

К перспективным направлениям дальнейших исследований можно отнести: 1) разработку алгоритмов автоматического построения сценариев на основании отслеживания динамики управляющих концептов, что позволит сократить трудозатраты на проведение моделирования за счет замены части экспертных оценок вычисляемыми значениями; 2) уточнение правил выделения пороговых значений в матрице полезности для повышения гибкости предлагаемого метода.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. **Стоянова, А.Д.** Системный анализ и управление корпоративными организациями на основе ESG-подхода / **А.Д. Стоянова**, В.Я. Трофимец, А.В. Калач // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023 - 11(1).

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus):

2. **Стоянова, А.Д.** Методический подход к рейтинговой оценке компаний Арктической зоны на основе показателей устойчивого развития / **А.Д. Стоянова**, В.Я. Трофимец, К.В. Матрохина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2024. – № 6. – с. 149–162.

3. **Stoianova, A.D.** Structural Model of Decision Support System for Sustainable Development of Oil and Gas Companies / **A.D. Stoianova**, V.Y. Trofimets, O.V. Stoianova, K.V. Matrokhina // International Journal of Engineering, Transactions A: Basics. – 2025 - V. 38(04) – pp. 701-709.

4. **Stoianova, A.D.** Scenario modeling of sustainable development of energy supply in the arctic / Y. Zhukovskiy, P. Tsvetkov, A. Buldysko, **A. Stoianova**, A. Koshenkova // Resources. – 2021 - 10(12).

Патенты:

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024686108 Российская Федерация. Программа для определения коэффициентов относительной важности в задачах многокритериального выбора. Заявка № 2024685605: заявл. 29.10.2024; опубл. 05.11.2024 / Е.А. Сергеева, В.Я. Трофимец, **А.Д. Стоянова**; заявитель/правообладатель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 1с.

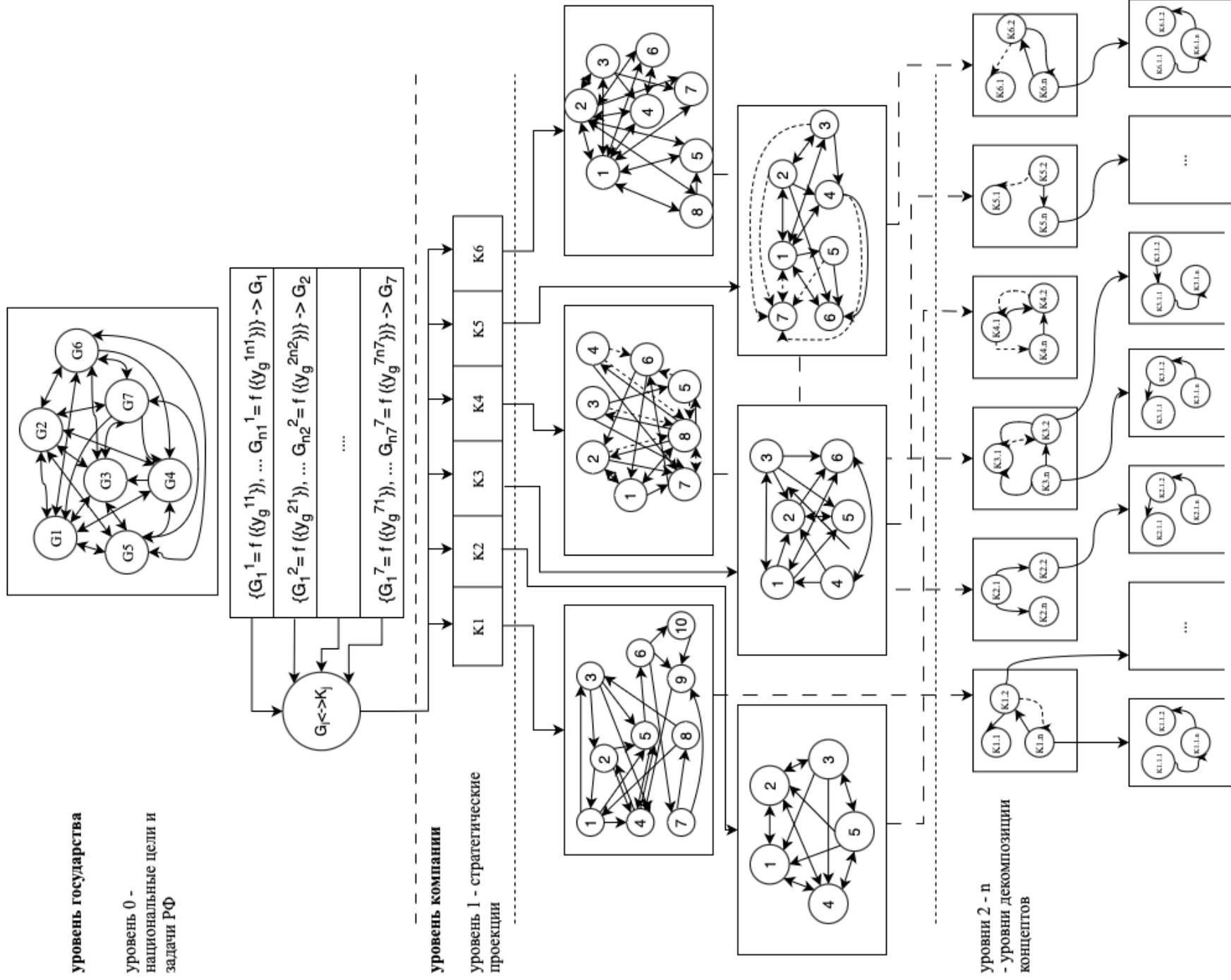


Рисунок 2 – Комплексная гибридная модель для оценки системных взаимосвязей