

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

А.А. Захарова, Т.Ю. Чернышева, А.А. Мицель

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
В МУНИЦИПАЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ**

Учебное пособие

Томск 2017

УДК [004:33] (075)

ББК 65с я73

З-38

Захарова А.А., Чернышева Т.Ю., Мицель А.А.

Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений в муниципальном управлении / Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск, 2017. – 212 с.

В учебном пособии предлагается комплекс математических моделей и компьютерных программ системы поддержки принятия решений о стратегии социально-экономического развития города. Приводятся математические модели для наименее обеспеченных стратегическим инструментарием этапов стратегического анализа и контроля выполнения стратегии развития. Для формализации качественных нечетких экспертных оценок используются нечеткие методы принятия решений. Предложены иерархические модели стратегического управления долгом муниципального образования (города).

Учебное пособие предназначено для магистрантов направления 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» (профиль Автоматизированные системы обработки информации и управления в экономике). Результаты будут полезны также специалистам в сфере муниципального и регионального управления, стратегического менеджмента, принятия решений в условиях неопределенности, а также широкому кругу научных работников, аспирантов и студентов вузов экономических и управленческих специальностей.

Содержание

Введение.....	8
Глава 1. ПРОЦЕСС ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О СТРАТЕГИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (ГОРОДА) КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	11
1.1. Понятие и показатели социально-экономического развития муниципального образования (города).....	11
1.2. Анализ процесса принятия решений о стратегии социально-экономического развития города.....	19
1.3. Анализ методов оценки многокритериальных альтернатив	26
Глава 2. НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА.....	35
2.1. Основные понятия теории нечетких множеств.....	35
2.2. Выбор нечетких методов оценки факторов социально-экономического развития города для принятия решений.....	38
2.3. Модель оценки факторов социально-экономического развития города методом попарных сравнений.....	43
2.4. Модель оценки факторов социально-экономического развития города с использованием экспертных оценок параметров стандартных функций.....	48
2.5. Модель оценки факторов социально-экономического развития города с использованием экспертных оценок параметров стандартных функций.....	51
2.6. Рекомендации по практическому применению нечетких моделей оценки факторов СЭРГ.....	56
2.7. Модель интегральной оценки стратегического развития города	56
2.7.1. Система целевых показателей социально-экономического развития города.....	56
2.7.2. Интегральный показатель стратегического развития города	61
2.7.3. Результаты использования модели интегральной оценки на примере г.Юрги.....	64
2.8. Сравнение разработанных моделей оценки социально-экономического города с существующими аналогами.....	65
Глава 3. РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	69
3.1. SWOT – анализ как инструмент стратегического анализа	69
3.2. Нечеткие модели матрицы SWOT.....	73

3.2.1. Представление экспертной информации на трудноформализуемых этапах решения.....	73
3.2.2. Оценка возможностей.....	76
3.2.3. Оценка угроз.....	78
3.2.4. Сильные и слабые стороны.....	80
3.2.5. Матрица SWOT.....	80
3.3. Модель оценки факторов стратегического развития города на основе дедуктивного логического вывода.....	83
3.4. Схема применения нечетких моделей в SWOT – анализе.....	92
3.5. Компьютерная программа Fuzzy- SWOT 1.0.....	96
Глава 4. СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О СТРАТЕГИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА.....	101
4.1. Роль и место нечетких моделей оценки СЭРГ и стратегического анализа при выполнении уставных функций органами местного самоуправления города Юрги.....	101
4.2. Структура системы поддержки принятия решений о стратегии социально-экономического развития города.....	102
4.3. Результаты внедрения нечетких моделей и программного обеспечения в стратегическом планировании города.....	106
Глава 5. УПРАВЛЕНИЕ ДОЛГОМ КАК ФУНКЦИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ (ГОРОДОМ).....	111
5.1. Понятие управление долгом.....	111
5.2. Цели, задачи и принципы управления долгом муниципалитета	113
5.3. Проблемы обоснования стратегических решений управления долгом муниципалитета.....	116
5.4. Сценарный подход в управлении долгом субъекта (муниципального образования).....	119
Глава 6. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ И ВЫБОРА ПРИВЛЕКАЕМЫХ ДОЛГОВЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ.....	127
6.1. Модель выбора формы привлекаемого долгового обязательства методом анализа иерархий.....	127
6.1.1. Сущность метода анализа иерархий.....	127
6.1.2. Матрицы парных сравнений.....	128
6.1.3. Оценка однородности суждений.....	130
6.1.4. Учет мнения нескольких экспертов.....	131
6.2. Выбор формы долгового обязательства на основе подхода «выгоды-издержки».....	132

6.3. Модель распределения затрат на обслуживание долговых обязательств методом комбинаторной оптимизации.....	139
Глава 7. МОДЕЛЬ АНАЛИТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДОЛГА МУНИЦИПАЛИТЕТА.....	145
7.1. Современные подходы к решению задач планирования.....	145
7.2. Модель аналитического планирования долга на основе метода анализа иерархий.....	148
7.2.1. Представление процесса планирования в виде иерархии	148
7.2.2. Модель интегральной оценки обобщенного сценария развития долга (прямой процесс планирования).....	158
7.2.3. Обратный процесс планирования долга.....	163
7.2.4. Второй прямой процесс планирования долга.....	166
7.2.5. Сравнение интегральных оценок исходов.....	169
Глава 8. РАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ДОЛГОМ ГОРОДА.....	171
8.1. Роль и место моделей управления долгом при выполнении уставных функций муниципалитета.....	171
8.2. Программные средства анализа и планирования муниципального долга.....	173
8.2.1. Новые технологии планирования, управления и контроля финансовых процессов.....	173
8.2.2. Особенности построения информационной системы управления финансами.....	174
8.2.3. Автоматизация составления и использования бюджета..	177
8.3. Структура программного комплекса поддержки принятия решений о стратегии управления долгом города.....	178
8.4. Результаты внедрения иерархических моделей и программного обеспечения формирования стратегии планируемого долга в Администрации муниципального образования «Юргинский городской округ».....	182
Глава 9. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ КОМИССИИ ПРИ ПРИНЯТИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....	186
9.1. Формирование экспертной комиссии.....	186
9.2. Оценка согласованности экспертов.....	188
9.3. Формирование состава экспертной комиссии в г. Юрга.....	190
9.4. Модель многокритериальной оценки и отбора экспертов в экспертную группу методом анализа иерархий.....	191
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	196

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	200
Приложение А.....	211
Приложение Б.....	213

Введение

В настоящее время все более заметную роль начинает играть региональный менеджмент, одним из ключевых уровней которого является уровень муниципального или местного управления. Это связано с тем, что экономические реформы обуславливают необходимость исследовать в комплексе такие процессы, как природно-ресурсный потенциал территории и его воспроизводство, демографию и занятость населения, уровень и качество жизни, взаимодействие региональных рынков и механизмы управления этими процессами. Основная задача управления социально-экономическим развитием муниципального образования – муниципалитета (МО) заключается в последовательном и устойчивом повышении уровня и качества жизни населения, создании благоприятных условий для развития предпринимательских структур.

Повышение значимости уровня муниципального управления обуславливает реальную необходимость обеспечения эффективного и профессионального управления социально-экономическим развитием и функционированием МО. Эта задача очень сложна и многоаспектна, так как социально-экономический потенциал МО складывается под влиянием множества факторов внешней и внутренней среды. Процесс разработки и реализации стратегии развития требует отслеживания социально-экономических показателей развития МО, изменений внутренней и внешней среды, результатов и эффективности реализации стратегического плана.

Органы местного самоуправления сталкиваются с серьезными трудностями при определении альтернатив и стратегии развития, при оценке социально-экономического развития МО, а также факторов, оказывающих влияние на него. Если МО рассчитывает на привлечение серьезных инвесторов, необходимо использовать системный подход и научно-обоснованные методы анализа и организации управления развитием муниципального образования. Однако на сегодняшний день методы управления социально-экономическим развитием МО в условиях рынка и относительной самостоятельности практически не разработаны. Среди объективных причин малой эффективности и низкой востребованности местного самоуправления государством выделяется «недостаточный уровень научно-методического и информационного обеспечения». Все это обуславливает необходимость разработки моделей принятия решений о стратегии социально-экономического развития муниципального образования.

Также следует отметить, что в практике муниципального управления на сегодняшний день не выработана единая концепция принятия

решений о стратегии социально-экономического развития как с точки зрения модельного инструментария, так и с позиции обработки и представления информации для анализа. В связи с этим проблемы принятия обоснованных управленческих решений о стратегии социально-экономического развития МО имеют большое значение и определяют актуальность настоящих исследований.

Авторами проводилось исследование процессов разработки стратегии на примере муниципального образования «Юргинский городской округ». Несмотря на то, что объектом исследования выступал один из типов МО – город, все разработанные модели и программные комплексы являются универсальными и могут использоваться для любого типа муниципального образования.

Авторы в своих исследованиях ставили следующие основные задачи:

- анализ процесса и методов принятия решений о стратегии социально-экономического развития города;
- разработка моделей оценки социально-экономического развития города на этапах анализа и контроля выполнения стратегии в условиях индивидуального и группового выбора при недостаточности информации;
- разработка системы поддержки принятия решений о стратегии социально-экономического развития города;
- разработка моделей и системы поддержки принятия решений о стратегии управления долгом города как одной из функций стратегического управления МО.

Моделирование процесса принятия решения в условиях неопределенности относительно будущего и настоящего сложных систем обуславливает использование в качестве объекта исследования как сам экономический объект (муниципальное образование), так и лицо, принимающее решение (ЛПР) о его развитии (руководитель, эксперт, аналитик). При этом основной проблемой является моделирование субъективной активности ЛПР в процессе принятия решений. Важно представлять, как ЛПР производит распознавание текущей ситуации, состояния объекта исследования, поля для принятия решений. При неполноте и невысоком качестве исходной информации ЛПР вынужден отойти от точных числовых оценок, заменяя их качественными характеристиками ситуации. В связи с этим, для создания моделей принятия решения недостаточно использовать обычные методы, основанные на точной обработке данных, поскольку необходимо использовать и обрабатывать качественные нечеткие оценки.

В работе представлены модели, основанные на теории нечетких множеств, позволяющих моделировать плавное изменение свойств объекта, а также неизвестные функциональные зависимости, выраженные в виде качественных связей. Также приводятся результаты применения метода анализа иерархий к моделированию стратегического планирования долга муниципалитета.

При практическом использовании математических моделей в процессах принятия решений возникают определенные проблемы.

Во-первых, модели достаточно сложны для понимания их сущности неподготовленными пользователями. Следовательно, лицо, принимающее решение, сможет применять эти модели только под руководством или при участии специалиста – консультанта по принятию решений. Это усложняет процесс принятия решений, поскольку консультант не всегда доступен и не всегда может быть ознакомлен со всеми особенностями ситуации, требующей принятия решений.

Во-вторых, процесс принятия решений о социально-экономическом развитии города требует сбора и обработки большого объема статистической и экспертной информации, а применение методов и моделей зачастую требует проведения сложных рутинных расчетов.

Таким образом, актуальной является разработка автоматизированной системы, обеспечивающей поддержку принятия решений о стратегии социально-экономического развития города. Главной задачей создания СППР о стратегии социально-экономического развития города является разработка универсального средства, реализующего полный набор предлагаемых моделей принятия решений и позволяющего автоматизировать функции консультанта по принятию решений на этапах сбора и обработки количественных данных, формализации качественных экспертных оценок, проведения расчетов.

1. ПРОЦЕСС ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О СТРАТЕГИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (ГОРОДА) КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Понятие и показатели социально-экономического развития муниципального образования (города)

Социально-экономическое развитие МО можно представить как комплексный процесс изменений его экологической, экономической, социальной, пространственной, политической и духовной сфер, приводящий к их качественным преобразованиям и, в конечном счете – к изменениям условий жизни человека [39].

Социально-экономическое развитие городов играет определяющую роль в развитии всей страны. Именно в городах сконцентрирована деловая и интеллектуальная активность, наиболее развита транспортная, телекоммуникационная и финансовая инфраструктура, сконцентрированы основные информационные и управленческие ресурсы, тот человеческий и культурный капитал, с опорой на которые может проектироваться сегодня будущий подъем страны.

Заинтересованность органов местного самоуправления в повышении уровня социально-экономического развития города определяется необходимостью привлечения инвестиций. Практика показывает, что прозрачность и доступность информации о социально-экономическом развитии муниципального образования во все большей мере становится одним из решающих условий привлечения инвесторов, а также эффективного использования муниципальных ресурсов. Открытость информации о муниципальном образовании – существенный элемент городской маркетинговой программы.

Социально-экономическое развитие города можно представить в виде совокупности направлений, целей развития, мероприятий, направленных на достижение целей, а также целевых показателей социально-экономического развития (рисунок 1.1).

Единого подхода к определению уровня социально-экономического развития города, а также классификации показателей не существует.

Так, в [126, 127] социально-экономическое развитие города определяется через уровень обеспечения необходимых условий для жизнедеятельности населения. Причем набор важнейших типов потребностей граждан практически не зависит от государства и отраслей специализации территорий и включает в себя такие потребности, как питание, жилье, работа, духовное и физическое развитие, воспитание и обучение

детей, специальное образование, охрана здоровья, различные материальные блага и услуги, транспортные средства для перемещения, средства связи для передачи и получения информации и т.п. С точки зрения органов управления на данный набор потребностей населения накладывается ряд обязательных требований: полнота, постоянство воспроизводства с качественными изменениями и комплексность. При этом в системе показателей выделяют два вида материальных ресурсов: перемещаемые (природные ресурсы, основные фонды, стационарная инфраструктура и т.п.) и мобильные (капитал, оборудование, технологии и т.п.); а также человеческие ресурсы (не просто трудовые ресурсы, но лица, сознательно действующие в рамках установленных социально-хозяйственных механизмов). Развитие системы должно быть устойчивым и осуществляться как количественно, так и качественно.



Рис. 1.1. Факторы модели социально-экономического развития города

Колесниковой Н.А. в работе [75] предложен другой подход к группировке факторов жизнедеятельности города. Она выделяет три группы факторов: систему материально-вещественных объектов и природных ресурсов; социально-культурные условия жизнедеятельности человека и социальных групп; правовое поле и его использование. Предлагаемые факторы не соотносятся напрямую с системой привычных показателей социально-экономического развития территории, их комбинация на практике индивидуальна для каждого конкретного муниципального образования. Так, например, предлагаются для анализа

такие факторы, как разнообразие вариантов самореализации; распространенность новых навыков, знаний, интеллектуальных технологий; востребованность культурно-исторического наследия и др.

Территориальными органами Госстатистики осуществляется разделение показателей социально-экономического развития на следующие тематические группы: охрана окружающей среды, население, труд, уровень жизни и социальная сфера, предприятия и организации, промышленность, сельское хозяйство, инвестиции и строительство, транспорт и связь, торговля и услуги, финансы [44].

В литературе также описывается подход к оценке социально-экономического развития города с точки зрения экономической безопасности. При этом выделяются следующие группы объектов для индикативного анализа экономической безопасности муниципального образования: показатели состояния инфраструктуры, демография, уровень и качество жизни, динамика занятости населения, состояние финансово-бюджетной и кредитной системы, состояние окружающей среды и экология, действенность системы государственной власти и др.[126].

Оценка социально-экономического развития должна осуществляться с учетом следующих основных требований к системе социально-экономических показателей анализа муниципального образования:

- система социально-экономических показателей муниципального образования должна быть взаимосвязана с общей схемой анализа и показателей, используемых на федеральном, региональном и отраслевом уровнях;

- показатели муниципальной безопасности должны быть совместимы с действующей в стране системой учета, статистики и прогнозирования;

- система социально-экономических показателей должна отвечать перечню основных угроз экономической безопасности муниципального образования;

- перечень социально-экономических показателей, используемых для анализа, должен быть минимален, легко доступен и допускать простую интерпретацию;

- результаты анализа должны допускать простую и наглядную проверку на непротиворечивость существующему положению;

- социально-экономические показатели должны относиться к одному временному периоду, описывая своего рода срезы социально-экономической ситуации;

– показатели должны допускать возможность осуществлять регулярный мониторинг и прогнозирование факторов, влияющих на уровень угроз безопасности региона.

Большой вклад в разработку системы показателей социально-экономического развития города внесен Институтом экономики города, который занимается этой проблемой с 1998 года. Чтобы решать задачи статистического обеспечения разработки муниципальных программ, система социально-экономических показателей должна соответствовать следующим критериям: носить комплексный характер; использовать максимально емкие по своему содержанию показатели; ориентироваться на отлаженную, стабильную информационную базу, которая обеспечила бы преемственность временных динамических рядов; позволять интерпретировать показатели однозначно; обеспечивать открытость системы показателей для пользователя. В результате создана система из 120 индикаторов социально-экономического развития города «Городской барометр», объединенных в четыре блока (уровень жизни; экономическая база муниципального образования; муниципальные финансы, нежилая недвижимость и землепользование; сфера услуг и городское хозяйство) и 22 подблока [33, 34, 35, 105].

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что при принятии решений для органов муниципального управления наиболее важным признаком классификации показателей социально-экономического развития муниципального образования являются функциональные сферы жизнедеятельности города и местного самоуправления.

Основные задачи, которые призваны решать городские органы власти, связаны с благоустройством территории города и созданием благоприятных условий для жизнедеятельности населения и развития предпринимательских структур.

Социально-экономические функции управления городом включают управление следующими процессами:

– стимулирование развития базы строительной индустрии, обеспечивающей потребности населения города в жилищно-коммунальном строительстве, в развитии базы общего здравоохранения, образования, культуры, бытового обслуживания, торговли, общественного питания;

– рациональное использование городской территории и регулирование земельных отношений в соответствии с земельным законодательством;

– развитие базы для подготовки квалифицированных работников массовых профессий, обеспечение занятости населения;

- обеспечение безопасности и прав граждан города
- разработка и реализация природоохранной политики обеспечивающей нормальную экологическую обстановку в городе;
- регулирование развития общегородской производственной инфраструктуры (транспорт, энергосистема, связь, переработка отходов и т.д.);
- создание благоприятных условий, стимулирующих развитие малого бизнеса;
- стимулирование развития инфраструктуры рыночных отношений и др.

Таким образом, можно выделить две большие группы показателей социально-экономического развития города: социальные и экономические.

Экономические показатели характеризуют развитость промышленности, транспортной инфраструктуры; строительство объектов промышленности и инфраструктуры; состояние местных финансов, жилой недвижимости и землепользования; инвестиционную деятельность.

Социальные показатели характеризуют развитие города с точки зрения человека, уровня и качества жизни, образа жизнедеятельности. К ним относятся показатели социально-демографической структуры; доходов населения; структуры занятости населения; сферы услуг и городского хозяйства (жилищные условия, коммунальное обслуживание, образование, медицина, охрана общественного порядка, экология, культура, религия, сбытовая и торговая инфраструктура, инфраструктура сферы услуг, благоустройство и др.).

Структура показателей социально-экономического развития города представлена на рисунке 1.2.

В целом, при оценке социально-экономического развития города, можно выделить два подхода.

Первый подход связан с определением интегральных показателей социально-экономического развития [46, 75, 126, 127]. Одним из известных интегральных показателей является «индекс человеческого развития» (ИЧР) [101]. Интегральные показатели определяются по небольшому числу критериев. Практика показывает, что «основными сложностями расчетов таких показателей являются недостаточно достоверная и преемственная информация, а также высокая трудоемкость и стоимость таких работ. Они окупаются при выработке принципиальных стратегий развития, обосновании принимаемых решений, но не прямыми экономическими результатами, а возможностью принимать сбалансированные, скоординированные меры» [75].



Рис. 1.2. Структура показателей социально-экономического развития города

В настоящее время ведутся исследования по разработке интегральных показателей развития регионов и городов, но, в основном, для формирования списка регионов (городов), ранжированных относительно друг друга, например, относительно их экономического потенциала. Интегральные показатели имеют вид рейтинга соответствующего объекта в общем перечне [46, 75].

Второй подход к оценке социально-экономического развития города связан с оценкой эффективности муниципальных проектов и программ. Для мониторинга муниципальных программ, имеющих комплексное значение (например, программа социально-экономического развития города), целесообразно использовать систему индикаторов социально-экономического развития городов, позволяющих оценить развитие социально-экономических процессов в городе. Анализ динамических рядов индикаторов дает объективное представление о «скорости», направлениях развития города и о степени его интеграции в национальную и мировую экономику [33, 35, 70, 105, 34].

Система показателей социально-экономического развития муниципальных образований состоит из трех уровней:

1. Первичные показатели – те, которые могут быть получены непосредственно из статистических источников (государственная или муниципальная статистика, внутренняя отчетность). База первичных показателей служит основой для подготовки расчетных индикаторов.

2. Расчетные индикаторы – относительно несложные удельные и структурные показатели, получаемые расчетным путем из первичных показателей.

3. Сводные индексы – небольшое число сложных индексов, характеризующих комплексные параметры развития социальной сферы и экономики муниципальных образований, такие как качество жизни, экономический потенциал, развитие человеческого потенциала и т.д.

Следует отметить, что в среде американских экспертов, занимающихся разработкой разного рода индикаторов по какой бы то ни было тематике в сфере оценки сложных социально-экономических явлений, доминирует достаточно негативное отношение к индексам.

Считается, что индексы не позволяют адекватно отразить реальное положение дел, усредняя картину по группе разнородных данных. На протяжении последних 10 лет специалистами по оценке и мониторингу социально-экономической ситуации в городах предпочтение отдается такой форме анализа информации по секторам городского развития, при которой каждый сектор оценивается отдельно по специфической группе индикаторов, после чего формируется экспертное суждение о качестве развития города в целом.

Увлечение формализованными методиками расчета композитных индексов сошло на нет еще в конце 1980-х годов. До этого на волне совершенствования электронно-вычислительной техники, позволившей оперативнее обрабатывать большие массивы статистической информации, широкое развитие приобрели чисто количественные оценки, методы моделирования явлений действительности по математическим законам и построения сложных индексов, рассчитанных по большому числу независимых переменных (показателей). Однако практика показала, что нередко композитные индексы, равно как и имитационные математические модели, далеки от того, чтобы отразить реальное состояние того или иного объекта.

На основании вышеизложенного можно выделить следующие недостатки в существующих методиках оценки социально-экономического развития городов.

1. Использование только количественных показателей не отражает в полной мере социально-экономическое развитие, так не все процессы и явления, протекающие в городе, могут быть охарактеризованы количественно. В социальной сфере их меньше, чем, например, в инфраструктурных проектах, так как определенная часть показателей связана с субъективными оценками людьми своего жизненного уровня;

2. Интегральные показатели (индексы) не отражают реальной картины развития города, поскольку усредняют разнородные данные. Жестко установленные зависимости и веса критериев при расчете индексов не позволяют экспертам изменить оценку при наличии своего особого мнения;

3. Неизменный набор индикаторов, которые должны отслеживаться, не учитывает специфики развития отдельных муниципальных образований;

4. Динамика отдельных показателей социально-экономического развития не позволяет судить об изменении социально-экономического положения города в целом;

5. Мониторинг в существующей форме не позволяет получить оценку близости социально-экономического развития города к установленным стратегическим ориентирам.

1.2. Анализ процесса принятия решений о стратегии социально-экономического развития города

В последнее время органы муниципального управления начинают осознавать важность регулирования процессов социально-экономического развития города. Без стратегического регулирования со стороны государства бессистемная деятельность хозяйствующих субъектов не способна обеспечить сбалансированное и устойчивое развитие. Поэтому органы муниципального управления должны целенаправленно оказывать с помощью имеющихся административных, экономических, информационных, правовых механизмов воздействия на условия, приоритеты и ограничения развития определенных сфер муниципального образования с целью воспроизводства потенциала социально-экономической системы [115].

В связи с этим перед муниципалитетами встала проблема принятия обоснованных решений о социально-экономическом развитии муниципальных образований. Функция управления социально-экономическим развитием носит явный стратегический характер, а, следовательно, управленческие решения относятся к стратегическим. Стратегические решения имеют следующие особенности:

- ориентированы на будущее и закладывают основу для принятия оперативных управленческих решений;
- сопряжены со значительной неопределенностью, поскольку учитывают неконтролируемые внешние факторы, воздействующие на город;
- связаны с вовлечением значительных ресурсов и могут иметь чрезвычайные долгосрочные последствия для города.

Анализ зарубежных и отечественных тенденций развития муниципальных образований показывает, что лидерство захватывают те из них, которые в своей работе используют творчество, инициативу, предприимчивость, ориентируются на эффективность своего собственного социально-экономического потенциала, технологии планирования, позволяющей при определении перспектив своего развития учитывать не только местные условия и сложившиеся закономерности, но и возможные изменения внешнего окружения.

Стратегическое планирование дает возможность руководителям муниципальных органов и гражданам видеть перспективу своего развития, осознанно делать стратегический выбор, а не следовать сложившейся тенденции – реагировать на события, которые уже наступили. Реализация методов стратегического планирования на муниципальном уровне предполагает его демократизацию, участие в формировании це-

лей, приоритетов, механизмов их достижения различных субъектов управления и хозяйствования, и, конечно населения города [69, 70].

В работах многих авторов (Василенко И.А., Колесниковой Н.А., Уткина Э.А., Денисова А.Ф., Гутман Г.В. и др.) делается вывод о том, что для ускорения развития российской научной школы административно-государственного управления представляется возможным сблизить науку публичного администрирования и науку управления предприятиями. Некоторые западные ученые полагают, что в будущем эти две отрасли могут слиться в одну науку [32]. Для России это сегодня особенно важно подчеркнуть, поскольку в теории управления предприятиями имеются более солидные разработки отечественных ученых, которые можно и должно использовать в государственном управлении.

Типовой процесс стратегического управления организацией носит итеративный характер и включает три основных этапа: этап стратегического анализа, этап стратегического выбора и этап реализации стратегии. Результаты реализации стратегии оцениваются, и с помощью системы обратной связи осуществляется контроль деятельности организации, в ходе которого может происходить корректировка предыдущих этапов.

В результате анализа технологий разработки стратегии развития муниципальных образований в России и Европе [7, 22, 32, 100, 105, 34, 126, 127, 111], авторами предлагается пятиэтапный процесс принятия решений: анализ проблем, формулирование целей и альтернатив развития, оценка возможных последствий альтернатив развития и выбор оптимальной стратегии; разработка стратегических программ реализация стратегии; контроль реализации стратегии.

Этап анализа проблем предполагает оценку текущего состояния социально-экономического развития города, а также факторов внешней среды, оказывающих влияние на развитие города. Целями этого этапа являются: выявление системных диспропорций и вызывающих их факторов; анализ механизма возникновения диспропорций; установление взаимосвязей между проблемами территории; определение факторов, воздействуя на которые можно решить проблемы.

Содержание этапа формулирования целей и альтернатив развития составляют разработка возможных направлений достижения каждой цели и обоснование требований к ее реализационным механизмам.

Этап оценки возможных последствий альтернатив развития и выбора оптимальной стратегии предполагает оценку выработанных вариантов развития с точки зрения реакции всех элементов системы на оказываемые стратегические воздействия. В результате отбираются только те стратегии, которые удовлетворяют целям по качеству последствий.

Данный процесс может быть оптимизирован с помощью всестороннего моделирования последствий, при этом целесообразно учитывать возможную реакцию не только внутренних элементов системы, но и внешних (например, вышестоящих и соседних органов управления). Выбор оптимальной стратегии осуществляется с помощью системы критериев, отражающих: эффективность использования ресурсов; универсальность стратегии, т.е. возможность адаптации к изменениям во внешней среде; комплексность развития; реализуемость.

На четвертом этапе осуществляется разработка стратегических программ для реализации выбранных стратегических направлений развития. Создаются проекты, способствующие достижению выполнения стратегии развития города.

Этап контроля выполнения стратегии включает мониторинг социально-экономического развития. В ходе мониторинга стратегического плана решаются следующие задачи:

- стимулирование реализации отдельных проектов и стратегического плана в целом;
- оценка достижения главных целей и целей стратегического плана, получение информации для принятия решений о распределении ресурсов на достижение целей или о корректировке целей;
- оценка степени реализации мер и их корректировка;
- поддержка в рабочем состоянии структуры мониторинга и реализации стратегического плана.

В настоящее время существует достаточно мало методов и процедур стратегического планирования развития муниципальных образований, так как важность этой функции муниципального управления была осознана руководителями муниципалитетов достаточно недавно.

В иностранных государствах используются разные модели регулирования местного самоуправления и нормативно-правового распределения местных функций, а также многообразные формы и механизмы контроля государства за функционированием муниципалитетов. Конкретные модели создаются с учетом особенностей развития той или иной страны. В России подобный инструментарий еще только создается.

При этом самой главной научной проблемой является вопрос об адаптации мирового опыта, накопленного теорией административно-государственного управления, к национальным условиям развивающихся государств [32]. В связи с этим представляет интерес анализ факторов, названных экспертами ООН в качестве тормоза на пути развития теории административно-государственного управления в 80–90-е годы

(все эти факторы характерны и для России). В частности было отмечено, что административно-государственные учреждения практически не занимаются научными исследованиями; научные исследования оторваны от задач, стоящих перед органами управления, и от текущих проблем управления; практический процесс принятия решений оторван от научного анализа; профессиональные государственные служащие мало интересуются современными научными исследованиями и часто занимают отрицательную позицию по отношению к внедрению научных методов административно-государственного управления; в некоторых странах наблюдается увлечение секретностью и ограничение свободного предоставления информации для проведения исследований; научные исследования часто не приспособлены к местным условиям.

Исходя из этого, следует подчеркнуть, что сегодня необходимо в первую очередь использовать местные исследовательские и аналитические возможности по развитию теории государственного управления. Необходимо создание новых моделей, инструментов и механизмов осуществления муниципального управления и оценки его эффективности, которые должны учитывать рациональность использования региональных ресурсов, результативность и экономичность управления, степень соответствия предъявляемым к нему требованиям.

Правомерно возникает вопрос о возможности использования опыта планирования городского хозяйства в советский период. Пик исследований, посвященный проблемам малых и средних городов пришелся на 60-е и 80-е годы XX в. Советский этап урбанизации, вызванный процессами индустриализации, сопровождался многообразием направлений изучения хозяйственного профиля небольших городских поселений (Н.Т. Агафонов, Р.Я. Беспечная, Ю.П. Бочаров, Э.И. Вайнберг, Ф.М. Листенгурт, Ю.В. Смейле, И.М. Смоляр, Л.Л. Трубе и др.), их социально-демографических характеристик (Г.С. Камерилова, А.Э. Котляр, С.А. Польский, Б.С. Хорев и др.), планировочной структуры и благоустройства (В.П. Бутузова, Е.М. Марков, Б.Е. Светличный и др.), методов комплексного социального и экономического планирования (В.В. Битунов, В.П. Муравьев, М.В. Солодков, Е.Г. Чистяков, О.И. Шкаратан и др.).

В работах этих и других авторов при изучении рассматриваемой категории поселений основной акцент делался на изучении вопросов, непосредственно связанных с задачей рационального размещения производительных сил по всей территории СССР, и в первую очередь, с территориальной организацией промышленного производства [91, 92, 76].

Организация, планирование и проектирование жизнедеятельности советского города, методы управления его функционированием и развитием, равно как и сложившиеся в нем образы жизни городского населения, во многом, если не целиком, определялись теми процессами индустриализации, которые переживала страна в эпоху советской власти.

На тех территориях, где этот процесс был особенно интенсивен, советский город и был индустриальным по преимуществу. Ключевое понятие народнохозяйственного планирования и градостроительного проектирования того времени – градообразующие, то есть определяющие функционирование и развитие города факторы, – имело в виду прежде всего предприятия, относящиеся к сфере материального производства, размещенные на территории города. Развитию производства подчинялось все, вплоть до численности и социальной социально-демографической структуры населения, мощности сетей коммунально-бытового, торгового и культурного обслуживания.

Распространение в России рыночной методологии планирования социально-экономического развития осложнялось укорененностью в отечественной практике советского планирования, антирыночного по своей сути. Дезориентировала и терминологическая близость: раз «планирование» – значит, централизованное административное. У многих слова «план», «планирование» до сих пор неоправданно ассоциируются с Госпланом и административной экономикой.

Поэтому на раннем этапе, когда в российских городах только заговорили о переходе к новым формам планирования социально-экономического развития, по инерции доминировали плановые документы, несущие основные черты советского стиля планирования (отраслевой крен, административный характер разработки и реализации, игнорирование рыночных механизмов, отсутствие учета мнений других экономических субъектов).

На сегодняшний день в России наиболее значительные научные исследования связаны с созданием системы мониторинга и оценки программ социально-экономического развития муниципалитетов [33, 34, 100, 105,]. Оценка – это экспертиза программ и проектов, направленная на анализ их качества, произведенного ими эффекта и сравнение этих результатов с определенными критериями. В задачи оценки программы входит не только суждение о программе, но и определение критериев суждения, по которым, оцениваются достоинства, ценность, качество, эффективность, значение программы и ее применимость на практике.

Основные научные и практические результаты в сфере оценки муниципальных программ связаны с разработкой системы показателей со-

циально-экономического развития, а также методологических основ формирования оценки программ. При этом рассматривается следующая логическая схема разработки и оценки программы социально-экономического развития города (представлена на рисунке 1.3).

Несомненно, что система мониторинга и оценки муниципальных программ является хорошим инструментом, обеспечивающим совершенствование процедур стратегического планирования развития муниципалитетов.

Внедрение устойчивой системы мониторинга и оценки позволит муниципалитетам обеспечить преемственность своей социально-экономической политики, сделать практику оценки «обыденной», неотъемлемой процедурой городского управления.

И все же, авторами [46, 70, 100, 105] отмечается, что ключевым правилом построения системы мониторинга и оценки социально-экономического развития города является организация процесса принятия управленческих решений на основе результатов мониторинга и оценки. Без этого система мониторинга не имеет смысла, так как ее результаты станут всего лишь информацией, регулярно «кладущейся на полку».

В связи с этим возникает проблема создания моделей принятия решений о стратегическом развитии, т.е. моделей, позволяющих интерпретировать и анализировать имеющуюся информацию о состоянии внешней и внутренней среды города, устанавливать взаимосвязи между факторами развития, контролировать продвижения города к стратегическим ориентирам развития и т.п. Моделей, помогающих ЛПР принять обоснованное решение, обеспечивающих процесс принятия решений.

На основании существующих методологий стратегического планирования, автором сделан вывод о том, что наименее проработанными с точки зрения моделей принятия решений являются методы оценки социально-экономического положения внешней и внутренней среды города на этапах анализа и контроля выполнения стратегии развития города.

В целях исследования выделим следующие основные особенности процесса принятия решений о стратегии социально-экономического развития города на этапах анализа проблем и контроля выполнения стратегии:

1. Процесс принятия решений предполагает использование информации, получаемой от экспертов, чем обуславливается необходимость использования в моделях качественной информации наравне с количественной.

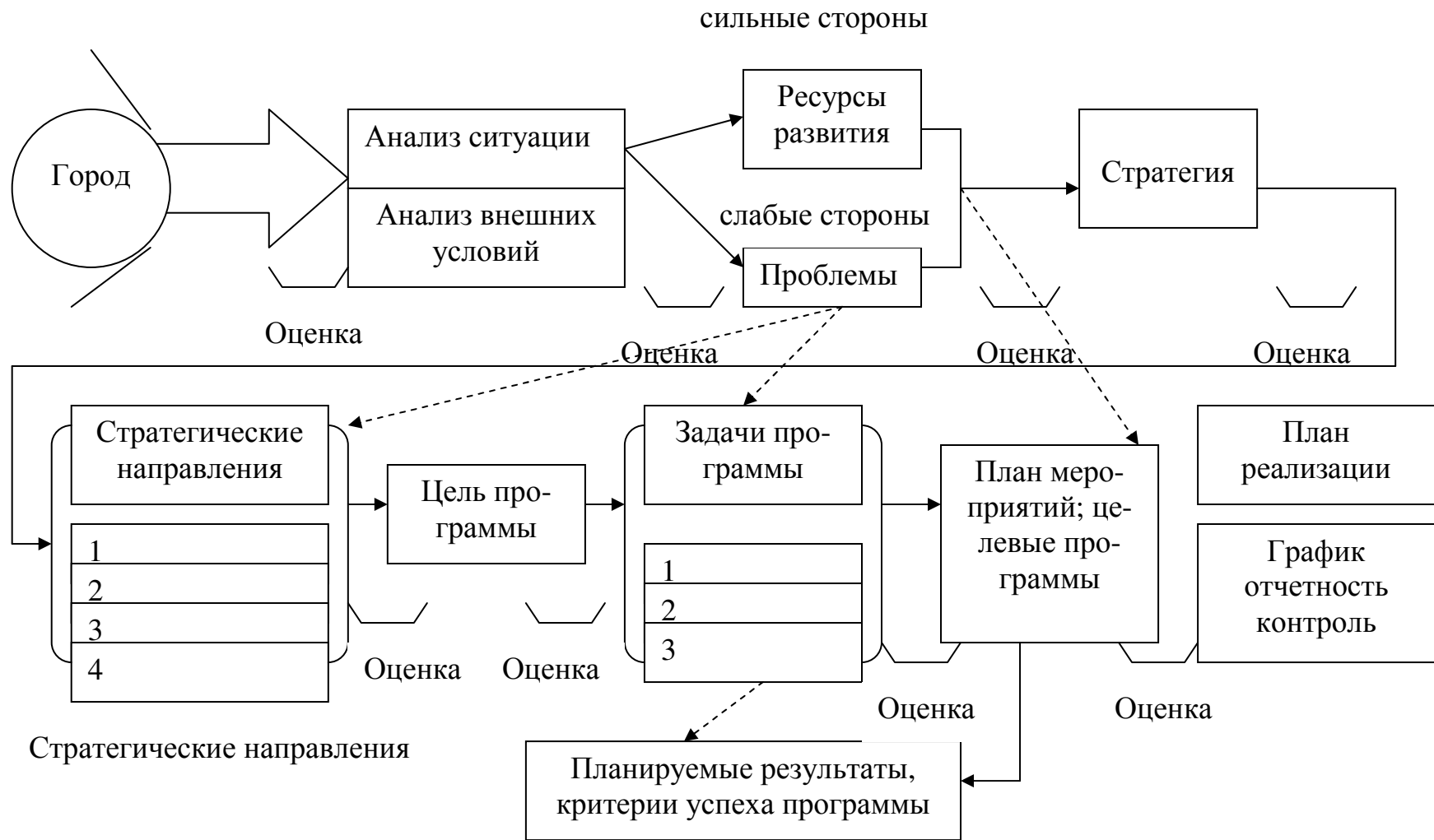


Рис. 1.3. Логическая схема разработки и оценки программы социально-экономического развития города

2. Множество функциональных сфер жизнедеятельности города, требование учета при разработке стратегии развития мнения различных субъектов управления, хозяйствования, а также населения города предполагает формирование экспертной комиссии, имеющей в своем составе специалистов различного профиля (схема взаимодействия участников разработки стратегии развития города Юрга представлена на рисунке 1.4. В связи с этим необходимо решить вопросы формирования экспертной комиссии, такие как определение количественного состава экспертов, разработка формальных и профессиональных требований к эксперту, определение состава экспертной комиссии, определение степени компетентности каждого эксперта, определение согласованности экспертных оценок.

3. Задача оценки социально-экономического развития носит многокритериальный характер, так как социально-экономический потенциал города складывается под влиянием множества факторов внешней и внутренней среды

4. Существует высокая неопределенность при принятии решений на этапе анализа внутренней и внешней среды муниципального образования.

5. Оценка результативности выполнения стратегии должна осуществляться во взаимосвязи с установленными стратегическими ориентирами развития.

Для повышения качества и обоснованности управленческих решений необходимо создание математической и программной базы системы поддержки принятия решений о стратегии социально-экономического развития города (СППР СЭРГ), обеспечивающих решение указанных проблем, как показано на рисунке 1.4.

1.3. Анализ методов оценки многокритериальных альтернатив

Процесс принятия решений о стратегии развития города неразрывно связан с оценкой уровня и потенциала социально-экономического развития, как на этапах анализа сложившейся ситуации, так и на этапах реализации и контроля выполнения стратегии. То есть оценка является важнейшим источником информации как для разработки планов, программ и проектов социально-экономического развития, так и для отслеживания хода выполнения принятых программ, корректировки мероприятий.

При этом ЛПР не довольствуется простой количественной оценкой показателей. Для ЛПР важно знать, приемлемы ли полученные значения, хороши ли они, и в какой степени.

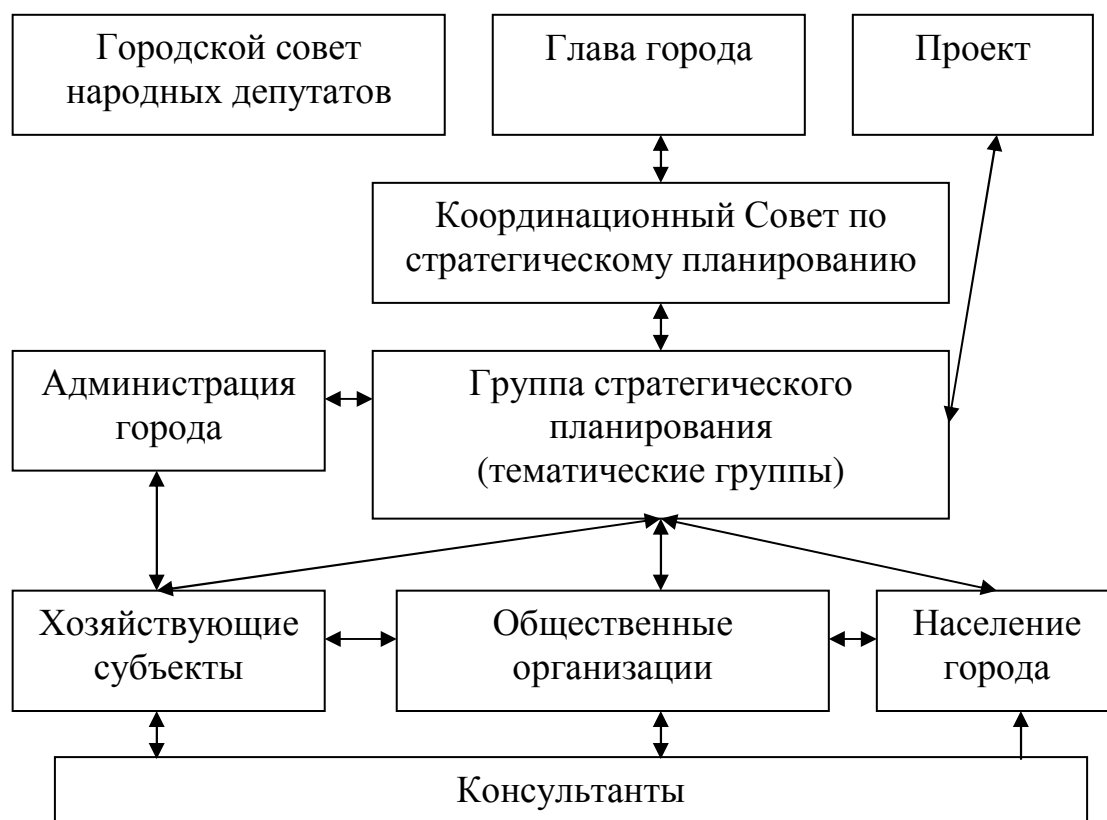


Рис. 1.4. Схема взаимодействия участников разработки стратегии развития города Юрга

При этом ЛПР не довольствуется простой количественной оценкой показателей. Для ЛПР важно знать, приемлемы ли полученные значения, хороши ли они, и в какой степени. Кроме того, ЛПР стремится установить логическую связь количественных значений показателей выделенной группы с угрозой социально-экономической безопасности города. То есть ЛПР не может быть удовлетворено бинарной оценкой «хорошо – плохо», его интересуют оттенки ситуации и экономическая интерпретация этих оттеночных значений. Задача осложняется тем, что показателей много, изменяются они зачастую разнонаправленно, и поэтому ЛПР стремится «свернуть» набор всех исследуемых частных показателей в один комплексный, по значению которого и судить о степени благополучия города.

Лицо, принимающее решение, по существу имеет дело с набором альтернатив социально-экономического положения города (например, до начала реализации программы, в ходе ее реализации и по оконча-

нии). Таким образом, возникает необходимость сравнения альтернатив для измерения успешности развития города.

В настоящее время существует большое множество методов сравнения альтернатив при многих критериях. Интерес к разработке и использованию таких методов при принятии решений объясняется их несомненными определенными достоинствами. Оценку по отдельным критериям гораздо легче определить. В случае, когда эти оценки вызывают сомнение, их легче проверить. Практика показывает, что это расхождение мнений экспертов значительно сильнее при оценке альтернативы в целом. При оценке же по отдельным критериям совпадение точек зрения экспертов гораздо больше. Это понятно, поскольку оценка по отдельному критерию не столь сложна и имеет гораздо более четкое смысловое содержание.

Многие критерии являются удобным, гибким средством выражения политики руководителя, его предпочтений. Удаляя или добавляя отдельные критерии, лицо, принимающее решение, усиливает или ослабляет определенные аспекты своей политики. Включая в число критериев удовлетворенность различных групп результатами принятия решений, руководитель может специально учитывать их интересы.

В литературе описывается множество методов классификации методов оценки и сравнения многокритериальных альтернатив [18, 49, 80, 81, 84]. Наиболее популярными из них являются классификация по структурным особенностям самих моделей (при этом выделяются, например, методы, использующие веса критериев, сравнивающие критерии по важности, использующие модели и алгоритмы линейного и нелинейного программирования и т.д.) и классификация по условиям принятия решений: принятие решений при определенности, неопределенности, риске; при одном или нескольких критериях; в статической (один момент принятия решения) или динамической (много таких моментов) ситуации; принятие индивидуальных или групповых решений. Проведем анализ методов многокритериальной оценки альтернатив и возможностей их использования для решения поставленной задачи. Результаты анализа по признаку «способ перехода к единой оценке альтернатив», позволяют выделить пять групп методов: аксиоматические, прямые, компенсации, порогов несравнимости, человеко-машинные процедуры.

Аксиоматические методы опираются непосредственно на теорию полезности фон Неймана и Моргенштерна, которые предлагали систему аксиом и при их помощи доказали существование функции полезности с точностью до линейного преобразования. Аксиомы проверяются путем получения информации от лиц, принимающих решения. В соответ-

ствии с этой информацией делается вывод о той или иной форме зависимости. Критически оценивая аксиоматические методы с позиции возможности использования их для решения поставленной задачи оценки социально-экономического развития города, следует отметить их некоторую искусственность. Здесь в основу заложены чисто формальные допущения и главная проблема сравнения альтернатив отступает на второй план перед чисто формальной проблемой поиска функции полезности в определенной форме.

В прямых методах предусматривается, что зависимость общей полезности альтернативы от оценок по отдельным критериям известна заранее и не требует теоретических оснований, а параметры этой зависимости задаются непосредственно субъектами диалога. В этой группе методов можно выделить несколько подгрупп: постулируемые принципы; выбор глобального критерия (максиминный критерий, критерий минимаксного сожаления; критерий максимакса; критерий Гурвица; критерий Лапласа); двойники аксиоматических методов (метод взвешенной суммы; мультипликативный метод; лексикографическое упорядочение критериев); интерполяция функции полезности. Оценивая данную группу методов можно отметить, что для большинства из них характерны высокие требования к ЛПР на начальных этапах работы, который должен сделать выбор наиболее обоснованного принципа оценки критериев.

Методы компенсации предлагают уравновесить (скомпенсировать) оценки одной альтернативы оценками другой, чтобы найти, какие оценки лучше. ЛПР выписывает достоинства и недостатки каждой из альтернатив и, вычеркивая попарно эквивалентные достоинства (недостатки), изучает то, что осталось. Эти методы развивают идею компромисса полезности оценок различных критериев. Переход от сравнения качеств по различным критериям к сравнению альтернатив может быть осуществлен различными путями. Среди них следует выделить построение кривых безразличия и сравнение разностей. Необходимо отметить, что методы построения кривых или поверхностей безразличия очень трудоемки и малопригодны при количестве критериев больше трех. Таким образом, в виду низкой достоверности и частой нетранзитивности результатов, эти методы не используются в задачах принятия решений о СЭРГ.

Методы порогов несравнимости впервые предложены Б.Руа и характеризуются тем, что связь между любой парой альтернатив определяется последовательностью бинарных отношений. Данные методы позволяют субъектам влиять на процесс сравнения альтернатив за счет веса критериев, уровней индексов согласия и несогласия. Недостатки

связаны с выбором подмножества только лучших альтернатив, а также с тем, что если взять безусловно лучший вариант и вариант, незначительно отличающийся от него в худшую сторону по одному критерию, то второй из них не войдет во множество Парето.

Человеко-машинные процедуры применяются в случае, когда решение вырабатывается в результате неоднократного взаимодействия ЛПР и ЭВМ. Как правило, в этих задачах имеется частичная формализация проблемы, определены параметры модели и соотношения между ними. Качество процессов, протекающих в модели, оценивается по многим критериям. В то же время связь между критериями, степень компенсации изменения качества одного критерия изменением качества другого заранее неизвестны. Проблема состоит как раз в определении наилучшего для ЛПР соотношения между критериями, достигаемого в данной модели.

Недостатки ряда известных методов становятся ясны, если оценивать методы принятия решения при многих критериях с точки зрения соответствия предъявляемых ими к людям требований, реальным возможностям получения от людей надежной, непротиворечивой информации.

Анализ существующих методов многокритериальной оценки альтернатив показывает, что построение точных математических моделей сложных объектов, пригодных для реализации и эксплуатации (в частности, на ЭВМ) в чистом виде затруднительно. Наиболее простой и понятной для ЛПР является группа прямых методов.

Моделирование процесса принятия решения в условиях неопределенности относительно будущего и настоящего сложных систем обуславливает использование в качестве объекта исследования как сам экономический объект (город), так и лицо, принимающее решение о его развитии (руководитель, эксперт, аналитик). При этом основной проблемой является моделирование субъективной активности ЛПР в процессе принятия решений. Важно представлять, как ЛПР производит распознавание текущей ситуации, состояния объекта исследования, поля для принятия решений. При неполноте и невысоком качестве исходной информации ЛПР вынужден отойти от точных числовых оценок, заменяя их качественными характеристиками ситуации.

В связи с этим, наиболее важным признаком при выборе методов принятия решений о СЭРГ является «тип, содержание и сложность экспертной информации», получаемой от ЛПР и экспертов. В целом, по этому признаку можно выделить четыре группы методов, причем первые три группы относятся к принятию решений в условиях определенности, а четвертая к условиям неопределенности.

При использовании методов первой группы экспертной информации не требуется. К ним можно отнести методы доминирования и методы оценки альтернатив на основе глобальных критериев.

Для второй группы методов от экспертов требуется информация о предпочтениях на множестве критериев. Если используется качественная (порядковая) информация, то выбираются методы лексикографического упорядочения, методы сравнения разностей критериальных оценок и метод «припасовывания». Если осуществляется количественная оценка предпочтительности критериев, то применяются методы линейной и нелинейной свертки, методы порогов несравнимости, методы «идеальной» точки и метод «стоимость-эффективность». При наличии количественной информации о замещениях используются методы кривых безразличия и методы теории ценности.

Третья группа методов связана с использованием информации о предпочтительности в результате парных сравнений альтернатив. Это методы реализующие линейную и нелинейную свертку при интерактивном способе определения ее параметров, а также человеко-машинные процедуры на базе методов математического программирования.

Четвертая группа методов основана на использовании информации о предпочтениях на множестве критериев и о последствиях реализации альтернатив. При отсутствии информации о предпочтениях, но наличии количественной и (или) интервальной информации о последствиях реализации альтернатив возможно использование методов дискретизации неопределенности. При наличии качественной информации о предпочтениях и количественной информации о последствиях возможно использование методов стохастического доминирования, глобальных критериев, анализа иерархий, нечетких множеств. При наличии качественной информации о предпочтениях и последствиях возможно использование методов, основанных на субъективных критериях. Данные методы применимы в случаях существенной неопределенности, когда целесообразно не учитывать вероятности исходов явным образом, а формулировать множество альтернатив и критериев их оценки так, чтобы векторная оценка альтернативы отражала не только предпочтительность данной альтернативы, но и правдоподобность ее наступления. Наиболее последовательно и системно, с учетом необходимости тестирования получаемой от ЛПР информации, такой подход к оценке альтернатив реализован О.И.Ларичевым. На основе данной методологии было разработано несколько процедур принятия решений, наиболее известными из которых являются ВЫБОР (Выделение Бинарных Оценок Решений) и ЗАПРОС (Замкнутые ПРОцедуры у Опорных Ситуаций)

[66]. Эти методы представляют собой развитие методов порогов не-сравнимости.

При наличии количественной информации о предпочтениях и последствиях возможно использование методов деревьев решений и методов теории ожидаемой полезности. Методы деревьев решений предполагает наличие конечного множества альтернатив, при выборе каждой из которых возможно наступление множества исходов с соответствующими вероятностями. Если исходы оценены при помощи некоторой функции полезности, то выбор наилучшей альтернативы вновь осуществляется путем максимизации ожидаемой полезности и т.д. Основная проблема при использовании этого метода заключается в том, как заранее определить все возможные исходы различных действий, и, если их количество бесконечно, как их агрегировать.

Методы теории ожидаемой полезности основаны на оценке альтернатив в условиях риска и неопределенности последствий. Исходы (последствия принимаемых решений) оцениваются при помощи функции полезности фон Неймана–Моргенштерна (функции кардинальной полезности, вероятностной полезности, полезности Бернулли). Восстановление функции полезности производится на базе экспертной информации, получаемой путем применения соответствующих процедур, основанных на так называемых гипотетических лотереях. Работы значительно облегчили эту задачу, так как в них развиты декомпозиционные методы, позволяющие строить многопараметрическую функцию полезности на основе предпочтений субъектов на сравнительно простых одномерных исходах. Для преодоления отдельных трудностей в использовании данных методов, в частности, были разработаны условия структурной независимости, которые дало возможность представить многомерную функцию полезности в виде сравнительно простых функциональных форм (аддитивной, мультипликативной и др.). Имеется ряд практических приложений методов теории полезности для принятия многокритериальных решений в условиях неопределенности [50]. Несмотря на широкое распространение методы теории полезности имеют также существенные недостатки: применимость этих методов весьма ограничена в случае зависимых критериев, для применения методов необходимо получение большого объема сложной экспертной информации.

На основе анализа существующих методов принятия решений сделан вывод о том, что для создания моделей принятия решений о социально-экономическом развитии города недостаточно использовать обычные методы, основанные на точной обработке данных, поскольку

необходимо использовать и обрабатывать качественные нечеткие оценки.

Наиболее перспективными являются методы теории нечетких множеств, позволяющие моделировать плавное изменение свойств объекта, а также неизвестные функциональные зависимости, выраженные в виде качественных связей. Нечеткие множества идеально описывают субъектную активность ЛПР. Нечеткие переменные наилучшим образом подходят для планирования факторов во времени, когда их будущая оценка затруднена (размыта, не имеет достаточных вероятностных оснований). При этом можно в пределах одной модели формализовать как особенности экономического объекта, так и познавательные особенности связанных с этим объектом субъектов (менеджера, аналитика, эксперта). Авторами предлагается использовать нечеткие методы принятия решений в качестве базовых для обоснования самых общих стратегических решений, касающихся одновременно несколько сфер развития города. В отдельных направлениях стратегического планирования развития города возможно использование других экспертных методов, например, анализа иерархий.

Ниже приведены основные выводы, характеризующие особенности процесса принятия решений о стратегии развития города, а также обозначены направления дальнейших исследований.

1. Анализ предметной области показал, что задача оценки социально-экономического развития города является многокритериальной, при этом для оценки используются как количественные, так и качественные критерии.

2. Стратегический характер принятия решений обуславливает высокую неопределенность, слабую структурированность решений, при этом важнейшим источником информации для построения моделей принятия решений является человек (эксперт, лицо, принимающее решение). Построение точных объективных моделей невозможно.

3. Обосновано создание моделей принятия решений о стратегическом развитии, помогающих ЛПР принять обоснованное решение, обеспечивающих процесс принятия решений; позволяющих интерпретировать и анализировать имеющуюся информацию о состоянии внешней и внутренней среды города, устанавливать взаимосвязи между факторами развития, контролировать продвижения города к стратегическим ориентирам развития и т.п.

4. Наименее проработанными с точки зрения моделей принятия решений являются методы оценки социально-экономического положения внешней и внутренней среды города на этапах анализа и контроля выполнения стратегии.

5. Для формализации качественных нечетких экспертных оценок обосновано использование аппарата теории нечетких множеств, нечетких методов принятия решений, позволяющих обеспечить эффективную обработку качественной информации наравне с четкими, количественными данными.

2. НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА

2.1. Основные понятия теории нечетких множеств

Нечеткое множество образуется путем введения обобщенного понятия принадлежности, т.е. расширения двухэлементного множества значений характеристической функции $\{0, 1\}$ до континуума $[0, 1]$. Это означает, что переход от полной принадлежности объекта классу к полной его непринадлежности происходит не скачком, а плавно, постепенно, причем принадлежность элемента множеству выражается числом из интервала $[0, 1]$.

Для введения понятия нечеткого множества обозначим через $X=\{x\}$ – универсальное множество.

Тогда нечетким множеством A на множестве X назовем совокупность пар вида:

$$A = \{\mu_A(x) / x\},$$

где $\mu_A(x) \rightarrow [0,1]$ – отображение множества X в единичный отрезок $[0,1]$. Эта функция называется функцией принадлежности нечеткого множества A .

Для каждого элемента $x \in X$ величина $\mu_A(x)$ принимает конкретное значение из интервала $[0,1]$, которое называется степенью принадлежности элемента x нечеткому множеству A . Степень принадлежности является субъективной мерой того, насколько данный элемент соответствует понятию, смысл которого формализуется нечетким множеством A . [15, 51, 68].

Носителем нечеткого множества A называется множество

$$S_A = \{x : x \in X, \mu_A(x) > 0\}.$$

Иными словами, носителем нечеткого множества A является подмножество S_A универсального множества X , для элементов которого функция принадлежности μ_A строго больше нуля.

Нечеткое множество A называется нормальным, если выполняется условие:

$$\sup_{x \in X} \mu_A(x) = 1.$$

В работе будут рассматриваться только нормальные нечеткие множества, так как если нечеткое множество не нормально, то его всегда можно превратить в нормальное, разделив все значения функции принадлежности на ее максимальное значение.

Над нечеткими множествами могут производиться такие же операции, как и над четкими, а именно дополнение, пересечение, объединение, возведение в степень (в частности, концентрация и растяжение).

Понятие лингвистической переменной

Лингвистическая переменная отличается от числовой переменной тем, что значениями являются не числа, а слова или предложения на естественном или формальном языке. Поскольку слова, в общем, менее точны, чем числа, понятие лингвистической переменной дает возможность приближенно описывать явления, которые настолько сложны, что не поддаются описанию в общепринятых количественных терминах.

Нечеткой переменной называется переменная вида [51, 72, 98, 99]:

$$\langle \alpha, X, C_\alpha \rangle,$$

где α – наименование нечеткой переменной;

$X = \{x\}$ – область определения;

$C_\alpha = \{\mu_\alpha(x) / x\}$ – нечеткое множество на X , описывающее ограничения на возможные значения нечеткой переменной α (ее семантику).

Лингвистической переменной называется переменная вида:

$$\langle \beta, T, X, G, M \rangle,$$

где β – наименование лингвистической переменной;

T – множество ее значений (терм-множество), представляющих собой наименования нечетких переменных;

X – область определения нечетких переменных;

G – синтаксическая процедура (грамматика), позволяющая оперировать элементами терм-множества;

M – семантическая процедура, позволяющая превратить каждое новое значение лингвистической переменной, образуемое процедурой G , в нечеткую переменную, т.е. приписать ему нечеткую семантику путем формирования соответствующего нечеткого множества.

Лингвистические переменные играют важную роль при построении нечетких моделей. С их помощью можно формализовать качественную информацию об объекте принятия решений, представленную в словесной форме специалистами-экспертами.

Например, пусть оценивается численность занятых на промышленных предприятиях города с помощью понятий «малая», «средняя», «высокая». Численность занятых в промышленности данного города изменяется от 11 до 12,5 тыс. чел. [62]. Формализация такого описания может быть проведена при помощи лингвистической переменной («Численность занятых», T , [11; 12,5]), где $T =$ («малая», «средняя», «высокая»). Значения лингвистической переменной «Численность занятых» из терм-множества T описываются нечеткими переменными с со-

ответствующими наименованиями и ограничениями на возможные значения. Например, значение «малая» задается нечеткой переменной ("малая", [11; 11,5], \tilde{C}), где нечеткое множество может быть следующим:

$$C = \{(1/11), (0,8/11,2), (0,6/11,3), (0,4/11,4), (0,2/11,5)\}.$$

Нечеткие высказывания

Нечеткими высказываниями называют высказывания следующего вида [87]:

1) высказывания $\langle \beta \text{ есть } \alpha \rangle$, где β – наименование лингвистической переменной, отражающей некоторый объект или параметр реальной действительности, относительно которого производится утверждение α , являющееся ее нечеткой оценкой (нечеткой переменной). Например, $\langle \text{уровень безработицы высокий} \rangle$;

2) высказывания вида $\langle \beta \text{ есть } t\alpha \rangle$, $\langle \beta \text{ есть } Q\alpha \rangle$, $\langle Q\beta \text{ есть } t\alpha \rangle$, $\langle t\beta \text{ есть } Q\alpha \rangle$, при этом t называется модификатором (ему соответствуют такие слова, как *ОЧЕНЬ*, *БОЛЕЕ ИЛИ МЕНЕЕ*, *СРЕДНИЙ* и др.), Q – квантификатором (ему соответствуют такие слова, как *БОЛЬШИНСТВО*, *НЕСКОЛЬКО*, *МНОГО*, *НЕМНОГО*, *ОЧЕНЬ МНОГО* и др.). Например, $\langle \text{дифференциация доходов очень высокая} \rangle$;

3) высказывания, образованные из высказываний первого и второго вида и союзов *И*; *ИЛИ*; *ЕСЛИ ... , ТО*; *ЕСЛИ ..., ТО ...*, *ИНАЧЕ*. Например, $\langle \text{ЕСЛИ вероятность реализации возможности средняя И влияние высокое, ТО значение возможности большое} \rangle$.

При построении нечетких моделей принятия решений немаловажное значение имеет определения истинности одного высказывания относительно другого.

Предположим, что имеются некоторые высказывания C и D относительно ситуации A . Пусть рассматриваемые высказывания имеют вид $C: \langle \beta \text{ есть } a_C \rangle$, $D: \langle \beta \text{ есть } a_D \rangle$, где a_C и a_D – нечеткие переменные, определенные на универсальном множестве $U = \{u\}$.

Истинность высказывания D относительно C есть значение функции $T(D/C)$, определяемое степенью соответствия высказываний D и C . В формальной записи:

$$T(D/C) = \{\mu_T(\tau) / \tau\},$$

где $(\forall u \in U)(\tau = \mu_D(u))$;

$$\mu_T(\tau) = \max_{u \in U'} \mu_C(u), U' = \{u \in U : \mu_D(u) = \tau\};$$

μ_C и μ_D – функции принадлежности нечетких переменных a_C и a_D ;

$\mu_T(\tau)$ – функция принадлежности значения истинности;

$\tau \in [0,1]$ – область ее определения [87].

Иными словами, истинностью нечеткого высказывания D относительно нечеткого высказывания C является нечеткое множество $T(D/C)$, определенное на интервале $[0,1]$, такое, что для любого $\tau \in [0,1]$ значение ее функции принадлежности равно наибольшему значению $\mu_C(u)$ по всем u , при которых $\mu_D(u) = \tau$.

2.2. Выбор нечетких методов оценки факторов социально-экономического развития города для принятия решений

Организация процесса принятия управленческих решений должна осуществляться на основе результатов мониторинга и оценки социально-экономического развития города. Поэтому задача оценки факторов развития города имеет большое значение как на этапах анализа и разработки планов развития, так и на этапе их реализации.

При создании нечетких моделей принятия решения одним из важнейших этапов является этап построения функций принадлежности множеств, описывающих семантику базовых значений нечетких и лингвистических переменных, используемых в модели. При выборе метода построения функции принадлежности должна учитываться специфика предметной области, источники получения экспертной информации. Адекватно построенные функции принадлежности представляют собой модели факторов социально-экономического развития города, имеющие самостоятельную ценность, так как характеризуют представления эксперта о реальном, ожидаемом или предпочтительном уровне значения показателя, а также выполняющие роль нечетких оценок альтернатив в других моделях принятия решений.

В связи с этим проведен обзор существующих методов построения функций принадлежности нечетких множеств.

С одной стороны, для экспертных методов важным является характер измерений (первичный или производный) и тип шкалы, в которой получают информацию от эксперта и которая определяет допустимый вид операций, применяемых к экспертной информации. С другой стороны, имеется два типа свойств: те, которые можно непосредственно измерить, и те, которые являются качественными и требуют попарного сравнения объектов, обладающих рассматриваемым свойством, чтобы определить их относительное место по отношению к рассматриваемому понятию.

Существует ряд методов построения по экспертным оценкам функции принадлежности нечеткого множества. Можно выделить три

группы методов: прямые, косвенные методы и методы построения функций принадлежности терм-множеств.

Так как функция принадлежности может отражать, как мнение группы экспертов, так и мнение одного (уникального) эксперта, следовательно, возможно выделить следующие группы методов: прямые и косвенные для одного эксперта, прямые и косвенные для группы экспертов.

Прямые методы определяются тем, что эксперт непосредственно задает правила определения значений функции принадлежности μ_A характеризующей понятие A .

Примеры прямых методов: непосредственное задание функции принадлежности таблицей, формулой [30, 78]. В [78] прямое назначение обосновывается следующим: «По своей природе оценка является приближением. Во многих случаях достаточно весьма приближенная характеристика набора данных, поскольку в большинстве основных задач, решаемых человеком, не требуется высокая точность».

Как правило, прямые методы используются для описания понятий, которые характеризуются измеримыми свойствами. В этом случае удобно непосредственное задание значений степени принадлежности. К прямым методам можно отнести методы, основанные на вероятностной трактовке функции принадлежности $\mu_A(u) = P(A|u)$, т.е. возможность того, что объект $u \in U$ будет отнесен к множеству, которое характеризует понятие A .

Если гарантируется, что люди далеки от случайных ошибок и работают как «надежные и правильные приборы», то можно спрашивать их непосредственно о значениях принадлежности. Однако имеются искажения, например, субъективная тенденция сдвигать оценки объектов в направлении концов оценочной шкалы. Следовательно, прямые измерения, основанные на непосредственном определении принадлежности, должны использоваться только в том случае, когда такие ошибки незначительны или маловероятны.

В работах многих зарубежных авторов обсуждаются прямые методы для одного эксперта, предлагающие непосредственное назначение степени принадлежности или назначение аналитической функции, совпадающей с функцией принадлежности [99].

В косвенных методах значения функции принадлежности выбираются таким образом, чтобы удовлетворить заранее сформулированным условиям. Экспертная информация является только исходной информацией для дальнейшей обработки. Дополнительные условия могут налагаться как на вид получаемой информации, так и на процедуру обработки.

Косвенные методы основаны на более слабых предположениях о людях как «измерительных приборах». В таких случаях используются только ранговые измерения при попарном сравнении объектов. Косвенные методы более трудоемки, чем прямые, но их преимущество – в стойкости по отношению к искажениям в ответе. В [109] выдвигается для косвенных методов «условие безоговорочного экстремума»: при определении степени принадлежности множество исследуемых объектов должно содержать, по крайней мере, два объекта, численные представления которых на интервале $[0, 1]$ имеют значения 0 и 1 соответственно.

В [25, 78] рассматриваются косвенные методы для одного эксперта. В [99] интенсивность принадлежности определяется, исходя из парных сравнений объектов. В работе Скала Г.Дж. предлагается параметрическое задание идеального и произвольных объектов, на основе которого вводится мера сходства между объектом и идеалом. В работах Саати Т.Л. используется подход для описания сложных иерархических свойств. Там же для получения значений функции принадлежности решается задача на поиск наибольшего собственного значения матрицы попарных сравнений. В [51] приводятся прямые методы для группы экспертов.

В работах Шера А.П. анализируются косвенные методы для группы экспертов и обсуждается процедура, позволяющая сводить исходную «размытую» функцию, полученную усреднением экспертных оценок, к характеристической функции неразмытого, четкого множества.

В [25] описывается метод построения функций принадлежности нечетких чисел, приблизительно равных некоторому четкому числу. Задача сводится к отысканию параметров заранее заданной (экспоненциальной) функции, при решении которой используются результаты экспертного опроса.

Там же приводится метод построения функций принадлежности на основе интервальных оценок. Этот метод используется для решения задач выбора, в которых отсутствует четкая грань между допустимым и недопустимым (в пространстве неуправляемых параметров) и между идеальным и неудовлетворительным (в пространстве критериев). Теория возможностей основывается на предположении, что эксперт может указать интервал $[h^*, h^0]$ значений критерия h , который соответствует высказанному пожеланию выбрать, например, «хороший» объект. При этом граничные значения интервала имеют следующую интерпретацию. Пусть h^a – результат измерения значения параметра h для объекта a . Тогда h^* является границей «идеальной» области, т.е. если $h^a \geq h^*$, объект следует признать идеально соответствующим понятию. Если $h^a \leq h^0$, си-

туация интерпретируется так: возможность того, что объект «хороший» $\pi(Q) = 0$. Очевидно, что при $h^0 < h^a < h^*$, соответствующие возможности имеют значения $0 < \pi(Q) < 1,0$. В данной работе приводятся формулы для нахождения $\pi(Q)$ в линейной интерпретации, т.е. предполагается, что с приближением h^a к границе h^* , возможность признания объекта «хорошим» линейно возрастает. При этом предполагается, что h представляет собой критерий типа «выигрыш», т.е. $h^0 < h^*$ по всей области определения. Кроме того, зачастую представления эксперта могут не позволить применить линейную зависимость, функция принадлежности μ_h может иметь и выпуклую вниз или вверх форму и др. Наличие трех значений функции μ_h (указанное экспертом, а также 0 и 1) позволяет полностью восстановить ее в интервале $[h^0, h^*]$. Полученная функция называется распределением возможностей и характеризует степень соответствия альтернативы понятию «хорошая» альтернатива. Наиболее типичные распределения возможностей представляют собой унимодальные и амодальные функции.

Основной трудностью, мешающей интенсивному применению данных методов при решении практических задач, является то, что функция принадлежности должна быть задана вне самой теории и, следовательно, ее адекватность не может быть проверена непосредственно средствами теории. В каждом в настоящее время известном методе построения функции принадлежности формулируются свои требования и обоснования к выбору именно такого построения.

Методы построения терм-множеств

Специфической проблемой является построение функций принадлежности, описывающих нечеткие множества термов лингвистических переменных.

Лингвистическая переменная L , используемая при формализации задач принятия решений, на практике, как правило, имеет базовое терм-множество $T = \{T_i\}$, состоящее из 2–10 термов. Каждый терм описывается нечетким подмножеством множества значений U некоторой базовой переменной u и рассматривается как лингвистическое значение L . Предполагается, что объединение всех элементов терм-множества покрывает полностью U . Это гарантирует то, что любой элемент $u \in U$ описывается некоторым $T_i \in T$. В практических задачах значения на входе часто сильно зашумлены (к шуму можно отнести и субъективность оценки эксперта), поэтому функции принадлежности нечетких подмножеств термов лингвистических переменных должны выбираться достаточно широкими.

В [87] сформулирован ряд дополнительных условий, которым в силу своей семантики должны удовлетворять функции принадлежности нечетких множеств, описывающих термы лингвистических переменных, помимо требований, вытекающих из его определения.

Пусть $T = \{a_i\}$, $i \in (1, m)$ – базовое терм-множество лингвистической переменной $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$; $\langle a_i, X, C_i \rangle$ – нечеткая переменная, соответствующая терму $a_i \in T$; $C_i = \{\mu_i(x) / x\}$, $x \in X$; Будем считать, что $X \subseteq R^1$, где R^1 – действительная ось. Обозначим $x_1 = \min(x)$, $x_2 = \max(x)$. Множество T упорядочивается следующим образом: терм, который имеет носитель, расположенный левее, получает меньший номер. Тогда любая лингвистическая переменная должна удовлетворять следующим условиям (2.1).

$$\begin{aligned}
 & 1. \mu_{C_1}(x_1) = 1; \mu_{C_m}(x_2) = 1; \\
 & 2. (\forall a_i \in T, i \in (1, m)) (0 < \max_{x \in X} \mu_{C_i \cap C_{i+1}}(x) < 1); \\
 & 3. \forall a_i \in T (\exists x \in X) (\mu_{C_i}(x) = 1); \\
 & 4. (\forall \beta) (\exists x_1 \in R^1) (\exists x_2 \in R^1) ((\forall x \in X) (x_1 < x < x_2)). \quad (2.1)
 \end{aligned}$$

Условие 1 запрещает функциям принадлежности крайних термов иметь вид колоколообразных кривых, что обусловлено расположением этих термов в упорядоченном множестве T . Условие 2 запрещает существование в базовом множестве T пар термов, для которых отсутствует естественная разграниченность понятий, аппроксимируемых термами, а также допускающих наличие в области определения интервалов, которым не соответствует никакое понятие. Поскольку каждое понятие имеет хотя бы один типичный объект, обозначаемый этим понятием, то условие 3 запрещает наличие в множестве термов, описывающихся не ненормальными множествами. Условие 4 опрашивает область определения X либо конечным множеством точек (при дискретном распределении), либо некоторым отрезком или интервалом (при непрерывном характере области X). Данное условие констатирует имеющиеся в любой задаче принятия решения физические ограничения на числовые значения параметров.

Далее приводятся некоторые способы построения терм-множеств. В [25] предлагается параметрическое определение функций принадлежности термов в зависимости от расстояния до эталонов. Там же функция принадлежности определяется посредством обработки статистических данных. В качестве степени принадлежности элемента множеству принимается оценка частоты использования понятия, задаваемого нечетким

множеством, для характеристики элемента. Для сглаживания функций принадлежности применяются матрицы подсказок.

В [98] предлагается использовать стандартные трех- и пяти-уровневые нечеткие 01-классификаторы. Их суть в том, что если о факторе неизвестно ничего, кроме того, что он может принимать любые значения в пределах 01-носителя (принцип равнопредпочтительности), а надо провести ассоциацию между качественной и количественной оценками фактора, то предложенный классификатор делает это с максимальной достоверностью.

В большинстве перечисленных работ функции принадлежности элементов терм-множеств строятся одновременно на основе так называемого отношения моделирования, получаемого в виде таблицы, строки и таблицы которой соответствуют термам и элементам базового множества

При использовании лингвистической переменной, задаваемой на непрерывном носителе (интервале действительных чисел), возникает задача хранения функции принадлежности в памяти ЭВМ. Так, например, в [87] предлагается способ представления функции принадлежности в виде стандартной π – функции, которая определяется двумя параметрами: x_1 – величиной при которой значение функции равно 1; η – величиной, при которой значение функции равно 0,5.

При выборе способа построения функций принадлежности нечетких множеств в моделях поддержки принятия решений о стратегии социально-экономического развития города были сформулированы следующие требования к методу:

1) для построения модели должна существовать возможность формализации информации, получаемой от различных субъектов процесса принятия решений: органы управления, предприятия и общественные организации, население города;

2) модель должна учитывать специфику фактора социально-экономического развития города, описываемого нечетким понятием (характер измерений и тип шкалы, в которой получают информацию от эксперта).

Далее более подробно рассматриваются выбранные нечеткие методы для оценки социально-экономического развития города.

2.3. Модель оценки факторов социально-экономического развития города методом попарных сравнений

Эту модель предлагается использовать для оценки факторов социально-экономического развития города не имеющих универсальных

элементарных измерительных свойств, через которые они измеряются. Например, для описания факторов социально-культурных условий жизнедеятельности населения города («Историческое значение города», «Образовательные возможности», «Разнообразие вариантов самореализации» и т.д.).

Метод попарных сравнений является представителем косвенных методов, которые применяются для снижения субъективного влияния на результаты построения функции принадлежности за счет разбиения общей задачи определения степени принадлежности $\mu_A(x)$ для каждого элемента $x \in X$ на ряд более простых подзадач, интенсивность принадлежности определяется исходя из попарных сравнений рассматриваемых элементов [90].

Покажем действие этой модели на примере оценки одного из факторов социально-экономического развития города [62, 64]. Введем лингвистическую переменную β – («Возможность получения профессиональных знаний», T, X) с множеством базовых значений $T =$ («малая», «средняя», «высокая»). Каждое базовое значение характеризуется нечеткой переменной, например терм «средняя» характеризуется нечеткой переменной («средняя», X, C). Так как показатель не имеет универсальных измерительных свойств, то будем оценивать альтернативы возможности получения профессиональных знаний в девяти городах области. Таким образом, область определения $X =$ (Междуреченск, Киселевск, Ленинск-Кузнецкий, Прокопьевск, Юрга, Белово, Анжеро-Судженск, Новокузнецк, Кемерово). Построим функцию принадлежности μ_C нечеткого множества C , описывающего терм «средняя», т.е. определим значения $\mu_C(x)$ ($x \in X$).

Функция принадлежности μ_C определяется по матрице попарных сравнений $M = \|m_{ij}\|$, элементы которой m_{ij} представляют собой некоторые оценки интенсивности принадлежности элементов $x_i \in X$ нечеткому множеству C по сравнению с элементами $x_j \in X$. Понятия, которыми оперирует эксперт, и интерпретация этих понятий приведена в таблице 2.1. Для улучшения согласованности оценок предполагается, что $m_{ji} = \frac{1}{m_{ij}}$, откуда $m_{ij} = 1$ для диагональных элементов. Значения

функции принадлежности $\mu_C(x_1), \mu_C(x_2), \dots, \mu_C(x_n)$ в точках x_1, x_2, \dots, x_n определяются на основе решения задачи $M \cdot r = \nu_{max} \cdot r$, где $r = (r_1, r_2, \dots, r_n)$ – вектор длиной r ; ν_{max} – максимальное собственное число матрицы M . Поскольку матрица M положительна по построению, решение данной

задачи существует и является положительным. Окончательно определяем значение степени принадлежности элемента по формуле:

$$\mu_C(x_i) = 1 / \sum_{i=1}^n m_{ij}.$$

Опросом двух экспертов получены матрицы парных сравнений (таблицы 2.2 и 2.3). Произведем расчеты по результатам опроса первого эксперта.

Таблица 2.1

Интерпретация значений m_{ij}

Смысл	m_{ij}
$\mu(x_i)$ примерно равна $\mu(x_j)$	1
$\mu(x_i)$ немного больше $\mu(x_j)$	3
$\mu(x_i)$ больше $\mu(x_j)$	5
$\mu(x_i)$ заметно больше $\mu(x_j)$	7
$\mu(x_i)$ намного больше $\mu(x_j)$	9
Значения, промежуточные по степени между перечисленными	2, 4, 6, 8
Обратные значения	Если $m_{ij} \neq 0$, то $m_{ji} = \frac{1}{m_{ij}}$

Таблица 2.2

Результаты опроса эксперта 1

	М-ск	К-ск	Лен.-Кузн.	Пр-ск	Юр-га	Бе-ЛОВО	Ан-Суд.	Н-цк	Кем.
Междуреченск	1	1/2	1/7	1/8	1/9	1/8	1/7	1/2	1
Киселевск	2	1	1/2	1/5	1/7	1/5	1/2	1	2
Л-Кузнецкий	7	2	1	1/2	1/5	1/2	1	2	7
Прокопьевск	8	5	2	1	1/2	1	2	5	8
Юрга	9	7	5	2	1	2	5	7	9
Белово	8	5	2	1	1/2	1	2	5	8
А-Судженск	7	2	1	1/2	1/5	1/2	1	2	7
Новокузнецк	2	1	1/2	1/5	1/7	1/5	1/2	1	2
Кемерово	1	1/2	1/7	1/8	1/9	1/8	1/7	1/2	1
$\sum_{i=1}^n m_{ij}$	45	24	12,29	5,65	2,91	5,65	12,29	24	45

Таблица 2.3

Результаты опроса эксперта 2

	М-ск	К-ск	Лен.- Кузн.	Пр-ск	Юр- га	Бе- ЛОВО	Ан- Суд.	Н-цк	Кем.
Междуреченск	1	1/2	1/7	1/8	1/9	1/8	1/5	1/2	1
Киселевск	2	1	1/2	1/5	1/7	1/5	1/3	1	2
Л-Кузнецкий	7	2	1	S	1/5	1/2	1	2	7
Прокопьевск	8	5	2	1	1/3	1	2	5	8
Юрга	9	7	5	3	1	2	5	7	9
Белово	8	5	2	1	S	1	2	5	8
А-Судженск	5	3	1	S	1/5	1/2	1	3	7
Новокузнецк	2	1	1/2	1/5	1/7	1/5	1/3	1	2
Кемерово	1	1/2	1/7	1/8	1/9	1/8	1/7	1/2	1
$\sum_{i=1}^n m_{ij}$	43	25	12,29	6,65	2,74	5,65	12,01	25	45

Найдем вектор r по формуле:

$$r_j = 1 / \sum_{i=1}^n m_{ij} ,$$

Вектор $r = (0,02; 0,04; 0,08; 0,18; 0,34; 0,18; 0,08; 0,04; 0,02)$.

Оценим однородность суждений эксперта при заполнении матрицы. Для этого найдем вектор $\rho = M \cdot r$: $\rho = (0,19; 0,37; 0,89; 1,62; 2,85; 1,62; 0,89; 0,37; 0,19)$.

Разделим поэлементно вектор ρ на вектор r , получим вектор v :

$$v = (8,63; 8,96; 10,89; 9,17; 8,29; 9,17; 10,89; 8,96; 8,63).$$

Однородность суждений оценивается индексом однородности (ОИ) или отношением однородности (ОО) в соответствии со следующими выражениями:

$$\text{ОИ} = (v_{\max} - n)/(n-1); \quad \text{ОО} = \text{ОИ}/M(\text{ОИ}),$$

где n – порядок матрицы (число альтернатив); $v_{\max} = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 v_i$;

$M(\text{ОИ})$ – среднее значение (математическое ожидание) индекса однородности случайным образом составленной матрицы парных сравнений. Для $n=9$ $M(\text{ОИ}) = 1,45$ [18].

В качестве допустимого используется значение $\text{ОО} \leq 0,1$. [18]

$$\text{ОИ} = (9,29 - 9)/8 = 0,0362; \quad \text{ОО} = 0,04/1,45 = 0,0249.$$

Таким образом, однородность суждений эксперта является удовлетворительной.

Обработка матрицы парных сравнений второго эксперта дала следующие результаты:

$$r = (0,02; 0,04; 0,08; 0,15; 0,36; 0,18; 0,08; 0,04; 0,02);$$

$$\text{ИО} = 0,042; \quad \text{ОО} = 0,0289.$$

Степень однородности суждений второго эксперта хуже, чем у первого, но все равно является достаточной.

Для учета мнения нескольких экспертов в качестве агрегированной оценки принимается среднее геометрическое, вычисляемое по формуле:

$$(m_{ij})_A = \sqrt[k]{(m_{ij})_1(m_{ij})_2 \dots (m_{ij})_k}, \quad (2.2)$$

где $(m_{ij})_A$ – агрегированная оценка элемента, принадлежащего i -й строке и i -му столбцу матрицы парных сравнений;

k – число матриц парных сравнений (количество экспертов).

В случае привлечения экспертов, имеющих разную значимость, расчет агрегированной оценки осуществляется по формуле:

$$(m_{ij})_A = (m_{ij})^{\alpha_1} (m_{ij})^{\alpha_2} \dots (m_{ij})^{\alpha_k},$$

где $(m_{ij})^{\alpha_k}$ – оценка объекта, проведенная k -м экспертом с весовым коэффициентом α_k , при этом $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_k = 1$.

Матрица с агрегированными оценками, рассчитанными при равной важности экспертов по формуле 2.2 представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Матрица агрегированных оценок по двум экспертам

	М-ск	К-ск	Лен.- Кузн.	Пр-ск	Юр- га	Бе- лово	Ан- Суд.	Н-цк	Кем.
Междуреченск	1	0,5	0,14	0,13	0,11	0,13	0,17	0,5	1
Киселевск	2	1	0,5	0,2	0,14	0,2	0,41	1	2
Л- Кузнецкий	7	2	1	0,5	0,2	0,5	1	2	7
Прокопьевск	8	5	2	1	0,41	1	2	5	8
Юрга	9	7	5	2,45	1	2	5	7	9
Белово	8	5	2	1	0,5	1	2	5	8
А-Судженск	5,92	2,45	1	0,5	0,2	0,5	1	2,45	7
Новокузнецк	2	1	0,5	0,2	0,14	0,2	0,5	1	2

Окончание табл.2.4

	М-ск	К-ск	Лен.- Кузн.	Пр-ск	Юр- га	Бе- лово	Ан- Суд.	Н-цк	Кем.
Кемерово	1	0,5	0,14	0,13	0,11	0,13	0,14	0,5	1
$\sum_{i=1}^n m_{ij}$	43,92	24,45	12,29	6,1	2,82	5,65	12,13	24,45	45

Обработка агрегированной матрицы попарных сравнений дала следующие результаты:

$$r = (0,02; 0,04; 0,08; 0,16; 0,36; 0,18; 0,08; 0,04; 0,02);$$

$$\text{ИО} = 0,0369; \quad \text{ОО} = 0,0254.$$

Степень однородности достаточная.

Для расчета функции принадлежности нормализуем вектор r , рассчитанный по агрегированной матрице. Для этого разделим его каждое значение на 0.36: $\mu_C = (0,06; 0,11; 0,22; 0,41; 1,0; 0,49; 0,23; 0,11; 0,06)$.

В результате имеем следующее нечеткое множество C , «средняя возможность получения профессиональных знаний»:

$C = \{(0,06/\text{Междуреченск}, 0,11/\text{Киселевск}, 0,22/\text{Ленинск-Кузнецкий}, 0,41/\text{Прокопьевск}, 1,0/\text{Юрга}, 0,49/\text{Белово}, 0,23/\text{Анжеро-Судженск}, 0,11/\text{Новокузнецк}, 0,06/\text{Кемерово})\}$.

Аналогично находим функции принадлежности термов «низкая» и «высокая».

2.4. Модель оценки факторов социально-экономического развития города с использованием статистических данных

Эту модель предлагается использовать для описания факторов социально-экономического развития города, характеризующих уровень и качество жизни населения, благосостояние людей. Для получения полной и достоверной картины по таким показателям, как правило, необходимо проведение социологических опросов населения.

Функция принадлежности определяется посредством обработки статистических данных [25]. В качестве степени принадлежности элемента множеству принимается оценка частоты использования понятия, задаваемого нечетким множеством, для характеристики элемента. Для сглаживания функций принадлежности применяются матрицы подсказок.

На универсальной шкале $[0,1]$ размещаются базовые значения лингвистической переменной. Степень принадлежности некоторого значения лингвистической переменной вычисляется как отношение числа наблюдений, в которых оно встречалось в определенном интервале, к

максимальному для этого значения числу наблюдений. Метод основывается на условии, что в каждый интервал шкалы попадает одинаковое число наблюдений, однако это условие часто не соблюдается. Поэтому в реальных случаях составляется эмпирическая таблица, в которой эксперименты могут быть распределены неравномерно по интервалам, а в некоторые интервалы могут вообще не попадать.

Покажем действие этой модели [57, 64].

Пусть имеется лингвистическая переменная β_X – рост оплаты труда работника с областью определения $X = [0,50]$ (измеряется в %) и множеством базовых значений $T_X = \{\text{низкий, средний, высокий}\} = \{a_{X_1}, a_{X_2}, a_{X_3}\}$. Интервал $[0, 50]$ разделен на 10 интервалов (0–5%, 5–10%, ..., 45–50%), по которым собирается статистика, характеризующая, насколько часто опрошенные употребляют понятия {низкий, средний, высокий} в отношении роста оплаты труда для данного значения. В результате статистического опроса были получены следующие данные (представлены в таблице 2.5).

Таблица 2.5

Результаты опроса «Рост оплаты труда»

Значение	Интервал									
	0–5	5–10	10–15	15–20	20–25	25–30	30–35	35–40	40–45	45–50
Низкий	3	4	8	5	0	0	0	1	1	0
Средний	0	0	2	4	5	7	3	1	0	0
Высокий	0	0	0	0	1	0	1	3	8	9

Необходимо предварительно обработать данные в таблице 2.5 таким образом, чтобы уменьшить искажения, вносимые экспериментом. Естественными свойствами функции принадлежности является наличие одного максимума и гладкие, затухающие до нуля фронты. Поэтому из таблицы 2.5 удаляем «ошибочные» элементы. Критерием удаления служит наличие нескольких нулей в строке вокруг элемента. Обработанные данные представлены в таблице 2.6

Таблица 2.6

Значение	Интервал									
	0–5	5–10	10–15	15–20	20–25	25–30	30–35	35–40	40–45	45–50
Низкий	3	4	8	5	0	0	0	0	0	0
Средний	0	0	2	4	5	7	3	1	0	0
Высокий	0	0	0	0	0	0	1	3	8	9

Вычисляем элементы матрицы подсказок по формуле:

$$k_j = \sum_{i=1}^n b_{ij},$$

где b_{ij} – элементы таблицы 2.6, $i = \overline{1, n}; j = \overline{1, l}$;

n – количество термов лингвистической переменной;

l – число интервалов, по которым собирались сведения.

Например, $k_1 = 3 + 0 = 3$; $k_3 = 8 + 2 = 10$.

В результате матрица подсказок имеет следующие значения:

$$\begin{vmatrix} 3 & 4 & 10 & 9 & 5 & 7 & 4 & 4 & 8 & 9 \end{vmatrix}$$

Далее преобразуем элементы таблицы 2.6 по формуле:

$$c_{ij} = \frac{b_{ij} \cdot k_{\max}}{k_j},$$

где $k_{\max} = \max k_j$.

Для столбцов, где $k_j = 0$, применяется линейная аппроксимация:

$$c_{ij} = \frac{c_{ij-1} + c_{ij+1}}{2}.$$

Так, например, $c_{11} = \frac{3 \cdot 10}{3} = 10$; $c_{23} = \frac{2 \cdot 10}{10} = 2$ и т.д.

Результаты вычислений приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7

Значение	Интервал									
	0– 5	5– 10	10– 15	15– 20	20– 25	25– 30	30– 35	35– 40	40– 45	45– 50
Низкий	10	10	8	5,56	0	0	0	0	0	0
Средний	0	0	2	4,44	10	10	7,5	2,5	0	0
Высокий	0	0	0	0	0	0	2,5	7,5	10	10

Определяем значения функций принадлежности по формуле:

$$\mu_{ij} = c_{ij} / c_{i \max}.$$

В соответствии с данными таблицы 2.7 :

$$c_{1 \max} = 10; c_{2 \max} = 10; c_{3 \max} = 10.$$

Результаты вычислений приведены в таблице 2.8. Полученные функции принадлежности удовлетворяют условиям, описанным в формуле (2.1).

Таблица 2.8

Значения функций принадлежности лингвистической переменной «Рост оплаты труда»

μ_i	Интервал									
	0–5	5–10	10–15	15–20	20–25	25–30	30–35	35–40	40–45	45–50
μ_1	1	1	0,8	0,56	0	0	0	0	0	0
μ_2	0	0	0,2	0,44	1	1	0,75	0,25	0	0
μ_3	0	0	0	0	0	0	0,25	0,75	1	1

2.5. Модель оценки факторов социально-экономического развития города с использованием экспертных оценок параметров стандартных функций

Методы попарных сравнений и статистических наблюдений достаточно трудоемки, но их несомненным преимуществом является снижение субъективизма эксперта. Однако, во многих случаях достаточно весьма приближенная характеристика набора данных, поскольку описание многих показателей социально-экономического развития города не требует высокой точности. Для построения функций принадлежности таких понятий можно использовать прямые методы, основанные на непосредственном назначении экспертом степени принадлежности или функции, позволяющей вычислять ее значение.

Для описания функции принадлежности используем функцию плотности нормального распределения непрерывной случайной величины (кривая Гаусса):

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-a)^2/2\sigma^2},$$

где a – математическое ожидание случайной величины;

σ – среднеквадратическое отклонение.

Функция принадлежности μ_x принимает значения в интервале $[0,1]$, а требования к описанию термов лингвистических переменных предполагают использование только нормальных нечетких множеств, описывающих базовые значения лингвистических переменных, поэтому необходимо нормализовать функцию плотности нормального

распределения. Для этого необходимо разделить ее на максимальное значение. Максимальное значение функция плотности нормального распределения принимает при $x=a$, при этом $y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$. Следовательно,

$$\mu_x = e^{-(x-a)^2/2\sigma^2} . \quad (2.3)$$

Параметр a – это такое значение x , которое идеально соответствует, по мнению эксперта, описываемому термом понятию.

Параметр σ (а именно множитель $\alpha = -\frac{1}{2\sigma^2}$) характеризует широту области определения функции принадлежности, или степень нечеткости μ_x .

Экспоненциальные функции широко используются для описания функции принадлежности, примеры таких функций приведены в [25, 78, 90, 99].

Рассмотрим возможность определения параметров функции (2.3) экспертным путем.

Параметр a – это доминирующий элемент нечеткого множества, функция принадлежности $\mu_a(x) = 1$. Эксперту предлагается выбрать из области определения лингвистической переменной такое значение, которое является «идеальным» при описании нужного понятия. Параметр a определяется экспертом для каждого базового значения лингвистической переменной.

Остается определить параметр σ , который не может быть прямо задан экспертным путем, поскольку человеку трудно представить себе меру рассеяния признака относительно его среднего значения.

Так как каждому значению из области определения лингвистической переменной должно соответствовать хотя бы одно понятие (базовое значение лингвистической переменной), то функции принадлежности нечетких переменных, описывающих соседние базовые значения лингвистической переменной, должны пересекаться. Поэтому эксперт может задать такое значение x , при котором функции принадлежности соседних терм-множеств имеют одинаковые значения. То есть эксперт задает такое значение, при котором, по его мнению, уже сложно однозначно определить, к какому из соседних значений лингвистической переменной оно относится. Также эксперт может определить степень принадлежности данного значения x нечетким множествам соседних терм-множеств. Тогда параметр σ будет определяться по формуле:

$$2\sigma^2 = \frac{(x-a)^2}{-\ln \mu_x} ,$$

где x – значение $x \in X$, при котором функции принадлежности соседних терм-множеств имеют одинаковые значения;

μ_x – степень принадлежности значения $x \in X$ нечетким множествам соседних терм-множеств.

Таким образом, все параметры функции (2.3) могут быть определены или прямо экспертом, или на основании сведений, полученных от него [58].

Функции принадлежности термов лингвистической переменной задаются функциями [64]:

$$\begin{aligned} \mu_{x_1} &= \begin{cases} 1 & \text{при } x \leq a_1 \\ e^{-(x-a_1)^2/2\sigma_{11}^2} & \text{при } x > a_1 \end{cases}; \\ \mu_{x_2} &= \begin{cases} e^{-(x-a_2)^2/2\sigma_{21}^2} & \text{при } x \leq a_2; \\ e^{-(x-a_2)^2/2\sigma_{22}^2} & \text{при } x > a_2 \end{cases}; \\ &\dots \\ \mu_{x_n} &= \begin{cases} e^{-(x-a_n)^2/2\sigma_{n-1}^2} & \text{при } x \leq a_n, \\ 1 & \text{при } x > a_n \end{cases}, \end{aligned} \quad (2.4)$$

где μ_{x_i} – функция принадлежности i -того терма лингвистической переменной;

$i = \overline{1, n}$ – номер терма лингвистической переменной, термы нумеруются слева направо;

a_i – доминирующий элемент нечеткого множества i -того терма.

$$2\sigma_{ij}^2 = \frac{(x_{k_j} - a_i)^2}{-\ln \mu_{k_j}},$$

где x_{k_j} – значение $x \in X$, при котором функции принадлежности соседних термов имеют одинаковые значения;

$j = \overline{1, n-1}$ – номер значения x_{k_j} , нумеруются слева направо;

μ_{k_j} – степень принадлежности значения x_{k_j} нечетким множествам соседних термов (степень разделения [99]).

Таким образом, для построения термов лингвистической переменной эксперт должен задать n значений a_i , $n-1$ значений x_{k_j} и μ_{k_j} .

Так как функции принадлежности должны иметь конечную область определения, а экспоненциальные функции бесконечны, в качестве области определения нечетких переменных, определяющих базовые зна-

чения лингвистической переменной, принимаем множества б-уровня при $\beta = 0,05$.

Данный метод упрощает процедуру построения функций принадлежности, а также задачу хранения этих функций в памяти ЭВМ, при этом обеспечивается выполнение требований, предъявляемых к функциям принадлежности термов лингвистических переменных (2.1). Кроме того, эксперт достаточно быстро может изменить функции принадлежности, область определения лингвистической переменной. Достоинством является также то, что функция принадлежности определяется на непрерывном носителе, что позволяет вычислить ее значение при любых значениях переменной.

Покажем действие модели на примере. Построим терм-множества лингвистической переменной β_Y – рост объема произведенной промышленной продукции (%) с областью определения $Y = [0;50]$ и множеством базовых значений $T_Y = \{\text{малый рост, умеренный рост, высокий рост}\} = \{a_{Y_1}, a_{Y_2}, a_{Y_3}\}$.

Экспертные оценки параметров, необходимых для построения функций принадлежности переменной β_Y представлены в таблице 2.9

Таблица 2.9

Базовые значения	Доминирующее значение y нечеткого множества, описывающего терм, a_i	Пограничные значения соседних термов y_{k_j}	Степень принадлежности пограничных значений (степень разделения), μ_{k_j}
a_{Y_1} – малый	0	$y_{k_1} = 10$ $y_{k_2} = 35$	$\mu_{k_1} = 0,5$ $\mu_{k_2} = 0,5$
a_{Y_2} – умеренный	20		
a_{Y_3} – высокий	50		

Обработаем полученные экспертные данные.

1. Вычисляем значения $2\sigma_{ij}^2 = \frac{(y_{k_j} - a_i)^2}{-\ln \mu_{k_j}}$.

$$2\sigma_{11}^2 = \frac{(y_{k_1} - a_1)^2}{-\ln \mu_{k_1}} = \frac{(10 - 0)^2}{-\ln 0,5} = 144,16;$$

$$2\sigma_{21}^2 = \frac{(y_{k_1} - a_2)^2}{-\ln \mu_{k_1}} = \frac{(10 - 20)^2}{-\ln 0,5} = 144,16;$$

$$2\sigma_{22}^2 = \frac{(y_{k_2} - a_2)^2}{-\ln \mu_{k_2}} = \frac{(35 - 20)^2}{-\ln 0,5} = 324,1;$$

$$2\sigma_{32}^2 = \frac{(y_{k_2} - a_3)^2}{-\ln \mu_{k_2}} = \frac{(35 - 50)^2}{-\ln 0,5} = 324,1.$$

2. Вычисляем значения y_{ik} , при которых $\mu_{a_{y_i}} = 0,05$ по формулам:

$$y_{11} = a_1 + \left| \sqrt{-2\sigma_{11}^2 \ln 0,05} \right|; \quad y_{21} = a_2 - \left| \sqrt{-2\sigma_{21}^2 \ln 0,05} \right|;$$

$$y_{22} = a_2 + \left| \sqrt{-2\sigma_{22}^2 \ln 0,05} \right|; \quad y_{32} = a_3 - \left| \sqrt{-2\sigma_{32}^2 \ln 0,05} \right|;$$

$$y_{11} = 20,78; \quad y_{21} = -0,78; \quad y_{22} = 51,16; \quad y_{32} = 18,84.$$

Так как $y_{21} = -0,78$; $y_{22} = 51,16$ выходят из области определения Y , то принимаем $y_{21} = 0$; $y_{22} = 50$.

3. Определяем функции принадлежности по формулам:

$$\mu_{a_{y_1}} = \begin{cases} 1 & \text{при } y \leq a_1; \\ e^{-(y-a_1)^2/2\sigma_{11}^2} & \text{при } a_1 < y < y_{11}; \\ 0 & \text{при } y \geq y_{11}; \end{cases}$$

$$\mu_{a_{y_2}} = \begin{cases} 0 & \text{при } y_{21} \geq y \geq y_{22}; \\ e^{-(y-a_2)^2/2\sigma_{21}^2} & \text{при } y_{21} < y < a_2; \\ e^{-(y-a_2)^2/2\sigma_{22}^2} & \text{при } a_2 \leq y < y_{22}; \end{cases}$$

$$\mu_{a_{y_3}} = \begin{cases} 0 & \text{при } y \leq y_{32}; \\ e^{-(y-a_3)^2/2\sigma_{32}^2} & \text{при } y_{32} < y < a_3; \\ 1 & \text{при } y \geq a_3. \end{cases}$$

Подставляя значения, получаем:

$$\mu_{a_{y_1}} = \begin{cases} 1 & \text{при } y \leq 0; \\ e^{-(y)^2/144,16} & \text{при } 0 < y < 20,78; \\ 0 & \text{при } y \geq 20,78; \end{cases}$$

$$\mu_{a_{y_2}} = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \geq y \geq 50; \\ e^{-(y-20)^2/144.16} & \text{при } 0 < y < 20; \\ e^{-(y-20)^2/324.1} & \text{при } 20 \leq y < 50; \end{cases}$$

$$\mu_{a_{y_3}} = \begin{cases} 0 & \text{при } y \leq 18.84; \\ e^{-(y-50)^2/324.1} & \text{при } 18.84 < y < 50; \\ 1 & \text{при } y \geq 50. \end{cases} \quad [55]$$

2.6. Рекомендации по практическому применению нечетких моделей оценки факторов СЭРГ

Предложенные нечеткие модели оценки отдельных факторов СЭРГ, во-первых, имеют самостоятельную ценность, так как характеризуют представления эксперта о реальном, ожидаемом или предпочтительном уровне значения показателя СЭРГ; а во-вторых, они исполняют роль нечетких оценок альтернатив в других моделях принятия решений о стратегии социально-экономическом развитии города.

В связи с многообразием показателей СЭРГ, а также подходов к оценке уровня и потенциала СЭР в отдельных муниципальных образованиях при практическом использовании нечетких моделей встает вопрос о выборе той или иной нечеткой модели для оценки конкретных показателей. ЛПР (эксперту, аналитику) для выбора модели предлагается ответить на три вопроса (блок-схема выбора нечеткой модели оценки факторов СЭРГ представлена на рисунке 2.1).

В таблице 2.10 приведен пример выбора моделей для описания факторов СЭР города Юрга по одной из функциональных групп показателей, а именно «Образование».

Аналогично осуществляется выбор модели для описания факторов по любой функциональной группе показателей СЭРГ, например «Промышленность», «Транспорт и связь», «Строительство», «Финансы» и др.

2.7. Модель интегральной оценки стратегического развития города

2.7.1. Система целевых показателей социально-экономического развития города

Одним из этапов стратегического планирования города Юрги является мониторинг состояния эффективности реализации

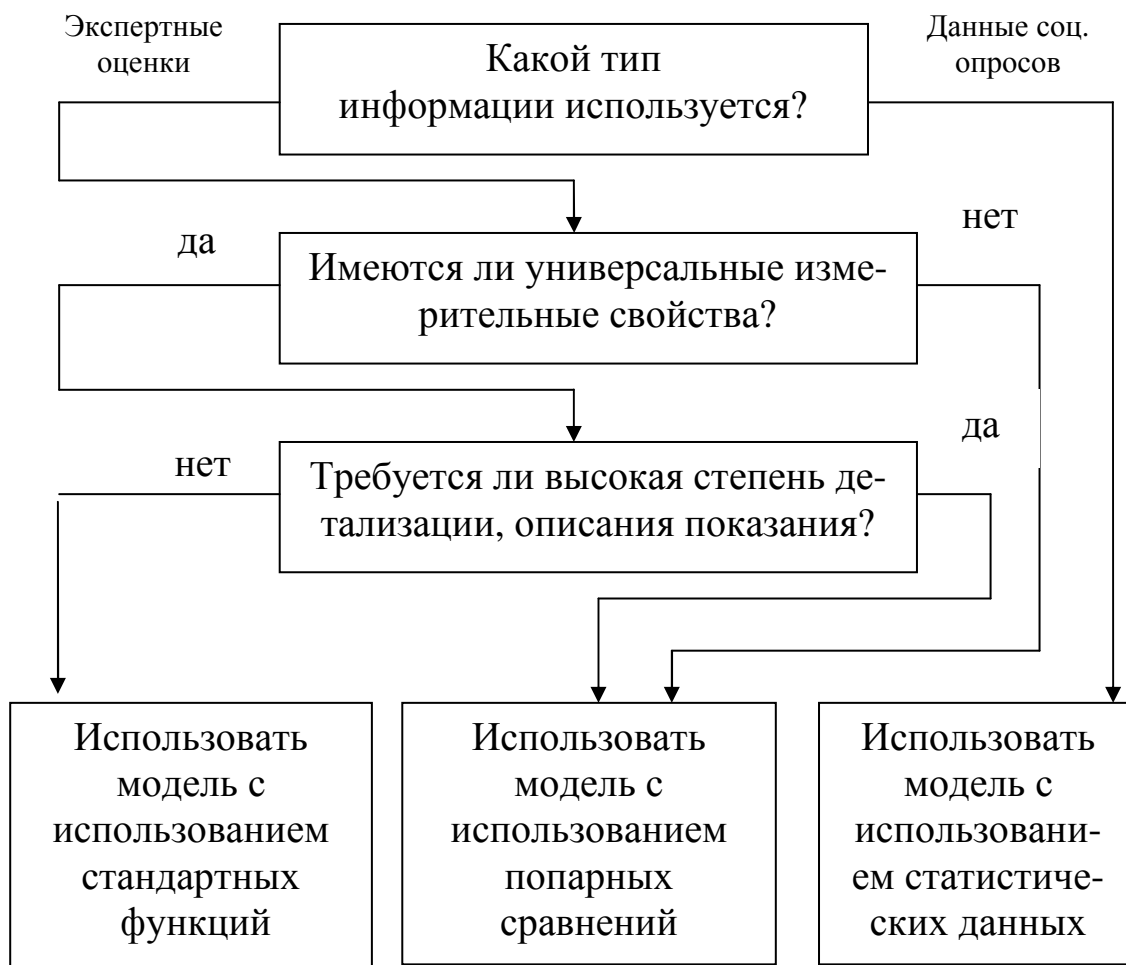


Рис. 2.1. Блок-схема выбора нечеткой модели оценки факторов СЭРГ

Таблица 2.10
 Модели, используемые для описания факторов СЭР города Юрга по группе показателей «Образование»

Показатели (факторы) СЭРГ	Модели оценки факторов СЭРГ с использованием		
	попарных сравнений	статистических данных	стандартных функций
1	2	3	4
<u>Дошкольные образовательные учреждения:</u> Количество учреждений, единиц,			•

1	2	3	4
Число мест			●
Численность детей, чел.			●
<u>Дневные образовательные школы:</u>			
Число школ, единиц			●
в том числе лицеев			●
Численность учащихся, чел.			●
Численность учащихся, занимающихся во 2-ю смену, чел.			●
Численность учащихся, окончивших дневную неполную среднюю школу, чел.			●
Численность учащихся, окончивших дневную среднюю школу, чел.			●
Численность учителей, чел.			●
<u>Вечерние школы</u>			
Число вечерних школ, единиц			●
Численность учащихся, чел			●
Численность учащихся, окончивших вечернюю неполную среднюю школу, чел.			●
Численность учащихся, окончивших вечернюю среднюю школу, чел.			●
<u>Учреждения начального профессионального образования</u>			
Число учреждений, единиц			●
Численность учащихся, чел.			●
Подготовлено (выпущено), чел.			●
<u>Средние профессиональные учебные заведения</u>			
Число учреждений, единиц			●
Численность студентов, чел.			●
Подготовлено (выпущено), чел.			●
<u>Высшие профессиональные учебные заведения</u>			
Число учреждений, единиц			●
Численность учащихся, чел.			●
Подготовлено (выпущено), чел.			●

Окончание табл.2.10

Обеспеченность детей дошкольного возраста местами в детских садах, мест на 100 детей		●	●
Нагрузка на одного воспитателя в детских дошкольных учреждениях, воспитанников на одного воспитателя		●	●
Нагрузка на одного преподавателя в дневных общеобразовательных школах, учащихся на одного преподавателя		●	●
Доля учащихся, занимающихся во вторую и третью смену, %	●		●
Возможность получения профессиональных знаний	●		
Доля расходов на получение образования в бюджете семьи		●	●
Качество получаемого образования	●	●	
Возможность трудоустройства по предлагаемой специальности	●	●	●
Возможность повышения квалификации	●	●	

стратегического плана, исходя из уровня социально-экономических показателей развития города Юрги. Он показывает степень продвижения по выбранным стратегическим направлениям к главной цели - повышению качества жизни населения города Юрги. Такой же подход к оценке реализации стратегии используется и в других муниципальных образованиях.

Но, необходимо отметить, что набор социально-экономических показателей, служащих ориентирами стратегического развития города, индивидуален для каждого муниципального образования.

Так, например, основные целевые показатели, характеризующие выполнение стратегии развития города Юрга на 2004–2013 годы, объединены в 4 блока:

1. Уровень здоровья населения (увеличение продолжительности жизни, снижение общей и младенческой смертности, увеличение рождаемости).

2. Уровень жизни населения (увеличение денежных доходов населения, увеличение соотношения денежных доходов по отношению к

прожиточному минимуму, снижение уровня социально-экономической дифференциации и др., всего 5 показателей).

3. Образ жизни и условия жизнедеятельности (снижение заболеваемости, преступности, обеспечение социальных выплат, содействие в трудоустройстве, получении профессионального образования и др., всего 14 показателей).

4. Промышленный потенциал (увеличение объемов промышленной продукции, розничного товарооборота, инвестиций в основной капитал, масштабов развития малого и среднего бизнеса и др., всего 11 показателей).

По каждому показателю определены желательные их изменения по годам развития города. Так, например, по показателю «Увеличение общей рождаемости (чел. на 1000 населения)» в качестве целевого ориентира установлено ежегодное увеличение общей рождаемости на 0,3 чел./тыс. чел.

Как видно, целевые показатели развития носят многоплановый характер, имеют различные единицы измерения, направление и интенсивность изменения. Установление однозначной математической зависимости между ними проблематично и требует проведения дополнительных исследований.

Также нельзя забывать о том, что процесс разработки стратегии развития, целевые ориентиры стратегии, оценки уровня социально-экономического положения города основываются на информации, получаемой от человека (эксперта), что обуславливает наличие качественных описаний. Так, при характеристике социально-экономического развития города эксперты могут использовать качественные нечеткие оценки типа «низкий уровень доходов населения», «большая социально-экономическая дифференциация населения», «довольно высокий уровень безработицы», «хорошая возможность получения профессионального образования», «медленный рост объемов промышленной продукции» и т.д.

Таким образом, сформулируем основные требования к модели интегральной оценки социально-экономического развития города:

1. Агрегирование многих критериев, имеющих различную размерность и направленность изменений.

2. Универсальная форма агрегации критериев, т.е. должна быть возможность использования модели интегральной оценки для разных муниципальных образований.

3. Учет весов критериев, т.е. их важности в интегральной оценке.

4. Формализация нечетких понятий для обеспечения эффективной обработки качественной информации наравне с четкими количественными данными.

5. Привязка интегрального показателя к целевым ориентирам стратегического развития города.

2.7.2. Интегральный показатель стратегического развития города

Предлагается использовать аппарат теории нечетких множеств в модели интегральной оценки социально-экономического развития города [48].

Каждый целевой показатель стратегического развития (критерий интегральной оценки) можно рассматривать как нечеткую переменную:

$$(\alpha_i, X, C(\alpha_i)),$$

где α_i – наименование нечеткой переменной;

$X = \{x\}$ – область ее определения (базовое множество);

$C(\alpha_i) = \{\mu_{C\alpha_i}(x) / x\}, (x \in X)$ – нечеткое подмножество множества

X , описывающее ограничения на возможные значения переменной α_i .

Экспертным путем строятся функции принадлежности критериев. По сути, функции принадлежности критериев будут отражать степень соответствия фактического значения критерия запланированному.

Оценка критерия на определенный момент времени задается как степень принадлежности $\mu_{C\alpha_i}(x)$ фактического значения критерия нечеткому множеству $C(\alpha_i)$.

Свертка критериев осуществляется на основе операции пересечения нечетких множеств [18, 27].

Если имеется n критериев $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$, то интегральная оценка IS определяется по формуле :

$$IS = C(\alpha_1) \cap C(\alpha_2) \cap \dots \cap C(\alpha_n).$$

Операция пересечения нечетких множеств соответствует операция \min , выполняемая над их функциями принадлежности:

$$\mu_{IS} = \min_{i=1, n} \mu_{C\alpha_i}(x). \quad (2.5)$$

Чем больше значение функции принадлежности μ_{IS} , тем выше значение интегрального показателя, тем ближе социально-экономическое развитие города к состоянию, определенному целевыми ориентирами развития.

В случае если критерии имеют различную важность, каждому из них приписывается число $w_i \geq 0$ (чем важнее критерий, тем больше w_i). Тогда интегральная оценка определяется по формуле:

$$IS = C^{w_1}(\alpha_1) \cap C^{w_2}(\alpha_2) \cap \dots \cap C^{w_n}(\alpha_n);$$

$$w_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \quad \frac{1}{n} \sum_{i=1, n} w_i = 1. \quad (2.6)$$

Функция принадлежности μ_{IS} определяется по формуле:

$$\mu_{IS} = \min_{i=1, n} \mu^{w_i} C \alpha_i(x). \quad (2.7)$$

При определении области определения нечетких переменных α_i , описывающих целевые ориентиры реализации стратегии, предлагается использовать следующие правила:

1. В области определения выделить интервал запланированных значений показателя. При этом в качестве «нижней» контрольной точки x_1 можно, например, использовать значение показателя социально-экономического развития за год, предшествующий началу реализации стратегии; или пороговое значение показателя развития.

2. В качестве «верхней» контрольной точки x_2 использовать значение, которое можно достигнуть при выполнении запланированных изменений показателя (целевого ориентира).

3. Область определения не должна ограничиваться нижней и верхней контрольными точками, так как реальное значение показателя может оказаться как выше, так и ниже базового и планового значений. Предлагается область определения задавать следующим интервалом:

$$X \in [x_1 \mp \frac{|x_2 - x_1|}{2}; x_2 \pm \frac{|x_2 - x_1|}{2}]. \quad (2.8)$$

Выбор знака «+» или «-» зависит от желательного направления изменения показателя. Например, для показателя «Смертность» x_1 будет находиться правее x_2 , следовательно, в формуле нужно использовать нижний знак.

Таким образом, область определения нечеткой переменной, описывающей целевой ориентир стратегического развития города, условно можно разделить на три области (см. таблицу 2.11). Соответственно, функцию принадлежности $\mu_{C \alpha_i}(x) \in [0; 1]$ также условно нужно разбить на три интервала. Значения функции принадлежности представлены в таблице 2.11.

Таблица 2.11

*Интервалы области определения нечеткой переменной
целевого ориентира*

Область X	Характеристика	$\mu_{C\alpha_i}(x)$
$X_{пл}$	Область планового изменения критерия	[0,25; 0,75]
$X_{отр}$	Область ухудшения нижнего значения критерия	[0; 0,25]
$X_{пол}$	Область превышения верхнего значения критерия	[0,75; 1]

Так как $\mu_{C\alpha_i}(x) \in [0;1]$, то и значение интегрального показателя стратегического развития города находится в интервале [0;1], интерпретация значений представлена в таблице 2.12.

Значения μ_{IS} , представленные в таблице 2.12, отражают случай равенства весов критериев. При различных весах значения границ интервалов μ_{IS} в таблице 2.12 нужно возвести в степень $w_{\max} = \max_{i=1,n} w_i$.

Таблица 2.12

*Интерпретация значений интегрального показателя стратегического
развития города*

μ_{IS}	Характеристика
[0,25; 0,75]	Все целевые ориентиры не ниже нижних контрольных значений, причем чем ближе к 0,75, тем ближе текущее состояние социально-экономического развития города к комплексному целевому стратегическому ориентиру реализации стратегии.
[0; 0,25]	Значения одного или нескольких критериев ухудшились по сравнению с контрольными значениями
[0,75; 1]	Значения всех критериев достигли или превысили запланированные значения

Предлагаемая модель интегральной оценки стратегического развития города позволяет отслеживать изменение социально-экономической ситуации, проводить сравнение интегральных оценок по годам развития, а также осуществлять мониторинг эффективности реализации стратегии развития города.

2.7.3. Результаты использования модели интегральной оценки на примере г. Юрги

Разработка стратегии социально-экономического развития города Юрги была впервые осуществлена в 2004 году. Целевые ориентиры стратегического развития установлены на период 2004–2013 гг. Это не позволяет рассчитать интегральный показатель стратегического развития города по полному перечню целевых ориентиров в связи с отсутствием системы мониторинга по показателям, включенным в перечень целевых ориентиров.

В связи с этим, для апробации предложенной модели, были рассчитаны интегральные показатели по ограниченному перечню целевых ориентиров за период 2000–2003 гг. [63] Выбранные целевые показатели социально-экономического развития в динамике представлены в таблице 2.13.

Таблица 2.13

Целевые показатели социально-экономического развития города

Целевые показатели социально-экономического развития города	Годы			
	2000	2001	2002	2003
Постоянное население (на начало года), тыс. чел.	86,1	85,2	84,5	83,8
Общая смертность, человек на 1000 населения	15,2	15,9	15,5	14,7
Младенческая смертность, человек на 1000 родившихся	7	7	9,1	8,9
Рождаемость, человек на 1000 населения	8,9	9,4	10,1	9,9
Соотношение денежных доходов населения и величины прожиточного минимума	1,47	1,6	1,7	1,7

В качестве экспертов, перед которыми ставилась задача построения функций принадлежности целевых показателей, выступили специалисты отдела по социально-экономическому планированию, прогнозированию и труду Администрации города Юрги. В результате были построены функции принадлежности для пяти нечетких переменных.

Далее были определены конкретные значения функций принадлежности для каждого целевого показателя по годам развития (представлены в таблице 2.14).

Таблица 2.14

Значения функций принадлежности целевых показателей

Целевой показатель	Значения $\mu_{c_{\alpha_i}}$ по годам развития			
	2000	2001	2002	2003
Постоянное население (на начало года)	0,75	0,55	0,42	0,25
Общая смертность	0,57	0,32	0,46	0,75
Младенческая смертность	0,75	0,75	0,33	0,3
Рождаемость	0,25	0,46	0,75	0,67
Соотношение денежных доходов населения и величины прожиточного минимума	0,25	0,7	0,75	0,75

Расчет интегрального показателя осуществлялся в двух вариантах.

1. По формуле (2.5) определили значения интегральных показателей по годам при равенстве важности критериев:

$$\mu_{IS}(2000) = 0,25 ; \mu_{IS}(2001) = 0,32 ; \mu_{IS}(2002) = 0,33 ; \mu_{IS}(2003) = 0,25 .$$

В 2002 году наблюдается наибольшее значение интегрального показателя. Таким образом, при равной важности целевых показателей, именно в 2002 году комплексное социально-экономическое положение города было наиболее близко к желаемому (планируемому).

2. По формулам (2.6–2.7) определили значения интегрального показателя при разной важности критериев. Веса критериев были определены экспертами: $w_1 = 0,75 ; w_2 = 1,25 ; w_3 = 0,75 ; w_4 = 1,25 ; w_5 = 1,0$.

Значения интегральных показателей составили:

$$\mu_{IS}(2000) = 0,18 ; \mu_{IS}(2001) = 0,24 ; \mu_{IS}(2002) = 0,38 ; \mu_{IS}(2003) = 0,35 .$$

Как и в первом случае, наилучшее значение интегрального показателя было в 2002 году.

2.8. Сравнение разработанных моделей оценки социально-экономического города с существующими аналогами

Разработанные модели в полной мере устраняют недостатки существующих методик, перечисленные в разделе 1.1 монографии. Они позволяют формализовать качественные оценки факторов СЭРГ.

Эти модели дают возможность включать в процесс принятия решений о СЭРГ любых участников разработки стратегии развития города

(см. рисунок 1.4): органы управления (совет народных депутатов, главу города, администрацию, группу стратегического планирования), консультантов, хозяйствующих субъектов, а также население города. Интегральная модель дает представление об эффективности проводимых мероприятий в рамках разработанной стратегии. При этом модели достаточно просты, особенно если автоматизировать расчеты.

Приведем сравнительную характеристику моделей оценки факторов социально-экономического развития города, предложенных в главе 2, с существующими в настоящее время методиками оценки СЭРГ. В таблице 2.15 приводятся отличительные особенности моделей в соответствии с выбранной системой критериев с точки зрения обеспечения ЛПР необходимой информацией в процессе принятия стратегических решений.

Таблица 2.15

Сравнение нечетких моделей оценки СЭРГ с существующими методиками оценки

Критерии	Существующие методики	Предлагаемая методика
1. Источники информации для оценки СЭРГ	Органы государственной статистики	Органы государственной статистики, население, хозяйствующие субъекты, субъекты управления городом
2. Инвариантность перечня первичных показателей для оценки	Только в пределах перечня показателей СЭР органов статистики	Любой набор показателей
3. Динамика факторов СЭРГ	Отслеживается по годам развития	Отслеживается по годам развития
4. Возможность формализации качественных экспертных оценок	Отсутствует	Имеется
5. Возможность создания интегральных показателей	Ограничена, так как сложные индексы рассчитываются не более чем для 2-5 показателей	Имеется, количество показателей принципиально не ограничено

6. Оценка близости к фактического значения показателя к установленному стратегическому ориентиру развития	Контролируется только динамика изменения отдельных показателей по годам развития	Рассчитывается степень близости фактического значения показателя к целевому состоянию
7. Интегральная оценка выполнения стратегии развития города	Отсутствует	Имеется
8. Характеристика уровня фактора СЭРГ с точки зрения экономической безопасности, предпочтительно-го состояния	Определяются только пограничные критические значения факторов, угрожающие экономической безопасности города	В модели одновременно представляются критические, предпочтительные и промежуточные уровни значений факторов, причем рассчитываются интенсивности принадлежности конкретных значений факторов описываемым уровням

Таким образом, разработанный комплекс нечетких моделей оценки социально-экономического развития города позволяет адекватно характеризовать показатели социально-экономического развития города различной направленности (производственные, финансовые, культурные, социальные и др.) на разных этапах процесса принятия решений о социально-экономическом развитии. Нечеткие модели позволяют использовать качественные экспертные суждения о реальном и желаемом уровне развития города.

Модель оценки социально-экономического развития города на основе метода попарных сравнений позволяет производить оценку факторов, для которых трудно подобрать универсальные измерители, ее можно использовать как в условиях индивидуального, так и для группового экспертного оценивания; оценка однородности суждений позволяет снижать субъективизм суждений экспертов.

Модель оценки социально-экономического развития города с использованием статистических данных позволяет учитывать мнение на-

селения города для описания факторов, характеризующих уровень и качество жизни населения, благосостояние людей.

Модель оценки социально-экономического развития города с использованием экспертных оценок параметров стандартных функций может использоваться для характеристики факторов СЭРГ, не требующих высокой точности их оценки.

Модель интегральной оценки стратегического развития города позволяет отслеживать изменение социально-экономической ситуации, проводить сравнение интегральных оценок по годам развития, а также осуществлять мониторинг эффективности реализации стратегии развития города.

3. РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

3.1. SWOT-анализ как инструмент стратегического анализа

Для эффективного регулирования социально-экономического развития муниципального образования необходима разработка долгосрочных планов и антикризисных программ. Использование программно-целевого метода позволяет осуществить централизацию действий как при формировании стратегии решений социально-экономических проблем, так и при определении ресурсного обеспечения ее выполнения [77]. Целью создания концепции развития является формирование механизмов управления, которые должны гибко реагировать на возможные изменения ситуации в обществе, то есть стратегия должна адаптировать развитие к внешним изменениям. Внутренние процессы должны ориентироваться на цели концепции, а не на решение текущих местных задач [126, 127]. Таким образом, для разработки стратегии развития муниципального образования требуется проведение анализа его внешней и внутренней среды. Именно для этой цели разработан метод SWOT, применяемый в стратегическом управлении. В последнее время этот метод стал часто использоваться в практике разработки стратегий развития муниципальных образований.

Аббревиатура SWOT складывается из начальных букв английских слов: Strengths – силы; Weaknesses – слабости; Opportunities – возможности; Threats – угрозы. Применяя метод SWOT, удается установить линии связи между силой и слабостью, которые присущи организации, и внешними угрозами и возможностями. Методология SWOT предполагает сначала выявление сильных и слабых сторон, а также угроз и возможностей, а далее - установление цепочек связей между ними, которые в дальнейшем могут быть использованы для формулирования стратегии организации.

Общая методология проведения SWOT-анализа, применяемая в практике предприятий и организаций состоит в следующем.

Сначала, с учетом конкретной ситуации, в которой находится организация, составляется список ее слабых и сильных сторон, а также список угроз и возможностей. После этого наступает этап установления связей между ними. Для установления этих связей составляется матрица SWOT, которая имеет следующий вид (таблице 3.1).

Слева выделяются два раздела (сильные стороны, слабые стороны), в которые соответственно вносятся все выявленные на первом этапе анализа сильные и слабые стороны организации. В верхней части

матрицы также выделяется два раздела (возможности и угрозы), в которые вносятся все выявленные возможности и угрозы.

Таблица 3.1

Матрица SWOT

	Возможности 1, 2, 3...	Угрозы 1, 2, 3...
Сильные стороны 1,2,3...	ПОЛЕ «СИБ»	ПОЛЕ «СИУ»
Слабые стороны 1,2,3...	ПОЛЕ «СЛВ»	ПОЛЕ «СЛУ»

На пересечении разделов образуется четыре поля: поле «СИБ» (сила и возможности); поле «СИУ» (сила и угрозы); поле «СЛВ» (слабость и возможности); поле «СЛУ» (слабость и угрозы). На каждом из данных полей исследователь должен рассмотреть все возможные парные комбинации и выделить те, которые должны быть учтены при разработке стратегии поведения организации. В отношении тех пар, которые были выбраны с поля «СИБ», следует разрабатывать стратегию по использованию сильных сторон организации для того, чтобы получить отдачу от возможностей, которые появились во внешней среде. Для тех пар, которые оказались на поле «СЛВ», стратегия должна быть построена таким образом, чтобы за счет появившихся возможностей попытаться преодолеть имеющиеся в организации слабости. Если пара находится на поле «СИУ», то стратегия должна предполагать использование силы организации для устранения угроз. Наконец, для пар, находящихся на поле «СЛУ», организация должна вырабатывать такую стратегию, которая позволила бы ей как избавиться от слабости, так и попытаться предотвратить нависшую над ней угрозу.

Для успешного применения методологии SWOT-анализа окружения организации важно уметь не только вскрыть угрозы и возможности, но и попытаться оценить их с точки зрения того, сколь важным для организации является учет в стратегии ее поведения каждой из выявленных угроз и возможностей.

Для оценки возможностей применяется метод позиционирования каждой конкретной возможности на матрице возможностей (таблице 3.2). Данная матрица строится следующим образом: сверху откладывается степень влияния возможности на деятельность организации (сильное влияние, умеренное влияние, малое влияние); сбоку откладывается вероятность того, что организация сможет воспользоваться возможностью (высокая вероятность, средняя вероятность, низкая вероятность). Полученные внутри матрицы девять полей возможностей

имеют разное значение для организации. Возможности, попадающие на поля «ВС», «ВУ» и «СС», имеют большое значение для организации, и их надо обязательно использовать. Возможности же, попадающие на поля «СМ», «НУ» и «НМ», практически не заслуживают внимания организации. В отношении возможностей, попавших на оставшиеся поля, руководство должно принять позитивное решение об их использовании, если у организации имеется достаточно ресурсов.

Таблица 3.2

Матрица возможностей

	Сильное влияние	Умеренное влияние	Малое влияние
Высокая вероятность	ПОЛЕ «ВС»	ПОЛЕ «ВУ»	ПОЛЕ «ВМ»
Средняя вероятность	ПОЛЕ «СС»	ПОЛЕ «СУ»	ПОЛЕ «СМ»
Низкая вероятность	ПОЛЕ «НС»	ПОЛЕ «НУ»	ПОЛЕ «НМ»

Похожая матрица составляется для оценки угроз (таблице 3.3). Сверху откладываются возможные последствия для организации, к которым может привести реализация угрозы (разрушение, критическое состояние, тяжелое состояние, «легкие ушибы»). Сбоку откладывается вероятность того, что угроза будет реализована (высокая вероятность, средняя вероятность, низкая вероятность).

Таблица 3.3

Матрица угроз

	Разрушение	Критическое состояние	Тяжелое состояние	«Легкие ушибы»
Высокая вероятность	ПОЛЕ «ВР»	ПОЛЕ «ВК»	ПОЛЕ «ВТ»	ПОЛЕ «ВЛ»
Средняя вероятность	ПОЛЕ «СР»	ПОЛЕ «СК»	ПОЛЕ «СТ»	ПОЛЕ «СЛ»
Низкая вероятность	ПОЛЕ «НР»	ПОЛЕ «НК»	ПОЛЕ «НТ»	ПОЛЕ «НЛ»

Те угрозы, которые попадают на поля «ВР», «ВК» и «СР», представляют очень большую опасность для организации и требуют немедленного и обязательного устранения. Угрозы, попавшие на поля «ВТ», «СК» и «НР», также должны находиться в поле зрения высшего руково-

дства и быть устранены в первостепенном порядке. Что касается угроз, находящихся на полях «НК», «СТ» и «ВЛ», то здесь требуется внимательный и ответственный подход к их устранению.

Попавшие на оставшиеся поля угрозы также не должны выпадать из поля зрения руководства организации. В этом случае должно осуществляться внимательное отслеживание их развития, хотя при этом не ставится задача их первостепенного устранения.

Анализ источников позволяет сделать вывод о том, что на сегодняшний день имеются два подхода к технологии проведения анализа. Первый из них связан с простой структуризацией информационного поля для принятия решений руководителем (результатом является формулирование в виде качественных описаний стратегий, учитывающих влияние факторов внешней и внутренней среды) [52]. Практика проведения SWOT-анализа муниципальных образований тяготеет именно к этому подходу. Другой подход связан с попытками оценки альтернатив по квадрантам матрицы. При этом используется либо прямая оценка экспертом «силы», «слабости», «угрозы», «возможности» по бальной шкале, либо сложные системы расчетов, основанные на получении от экспертов оценок важности, коэффициентов влияния.

По мнению авторов, существующие методологии SWOT имеет следующие недостатки:

1. При позиционировании возможностей и угроз не учитывается мера того, насколько «сильное», «умеренное» или «малое» влияние, «высокая», «средняя» или «низкая» вероятность осуществления возможности (угрозы). В результате возможности (угрозы), имеющие близкие значения, попадают в различные категории значения возможности (угрозы) для организации, хотя реально они могут быть равнозначны.

2. Не учитывается интенсивность «сильной» или «слабой» стороны организации.

3. Сама матрица SWOT предполагает лишь выделение возможных пар комбинаций исследователем, то есть тех сочетаний факторов внешней и внутренней среды, которые могут реально существовать (взаимодействовать). Оценка важности данных сочетаний внутри квадрантов не производится.

4. Процесс получения оценок в существующих методиках расчетов важности требует от экспертов больших затрат времени, психологических и профессиональных навыков, хорошего знания методик. Для получения оценок альтернатив используются прямые методы, а именно методы взвешенных сумм или произведений.

Для устранения указанных недостатков целесообразно использовать элементы теории нечетких множеств, позволяющих моделировать плавное изменение свойств объекта, а также неизвестные функциональные зависимости, выраженные в виде качественных связей.

3.2. Нечеткие модели матрицы SWOT

3.2.1. Представление экспертной информации на трудноформализуемых этапах решения

Большинство факторов, влияющих на социально-экономическое развитие города, имеют качественный характер. Да и сам процесс проведения SWOT-анализа предполагает нечеткое описание ситуаций, в процессе анализа используются экспертные оценки. На практике доказано, что человеку несвойственно мыслить и принимать решения только в «количествах». Он мыслит, прежде всего, в «качествах», для него поиск решения - это, в первую очередь, поиск замысла решения, и здесь количественные оценки играют вспомогательную роль. Эксперт использует качественные, нечеткие оценки типа «сильное влияние», «умеренное влияние», «слабое влияние», «высокая вероятность», «средняя вероятность», «низкая вероятность» и т.д. Естественно, что нечеткие понятия должны использоваться при построении модели SWOT-анализа муниципального образования.

Предлагается для представления экспертной информации, получаемой в процессе проведения SWOT-анализа, следующий подход [87].

При описании процессов принятия решения на трудноформализуемых этапах исходят из следующих положений:

– процесс принятия решения характеризуется несколькими входными (в данном случае двумя) и одним выходным параметрами. В случае, когда процесс принятия решения имеет несколько выходных параметров, его можно представить в виде нескольких параллельных процессов с одним выходным параметром;

– информация о стратегиях принятия решения в типовых, эталонных ситуациях, получаемая от эксперта, описывается системой условных высказываний в терминах нечетких и лингвистических переменных, устанавливающих связь между входными и выходными параметрами.

Обозначим через $X, Y, Z \dots$ множество значений входных параметров процесса проектирования, существенно влияющих на выходной параметр V .

Обозначим через \tilde{A}_j и \tilde{B}_j высказывания $\langle \beta_W \text{ есть } a_{Wj} \rangle$, $\langle \beta_V \text{ есть } a_{Vj} \rangle$. Тогда системы нечетких высказываний запишутся в виде:

$$\tilde{L}^{(1)} = \begin{cases} \tilde{L}_1^{(1)} : \langle \text{ЕСЛИ } \tilde{A}_1, \text{ ТО } \tilde{B}_1 \rangle; \\ \tilde{L}_2^{(1)} : \langle \text{ЕСЛИ } \tilde{A}_2, \text{ ТО } \tilde{B}_2 \rangle; \\ \dots\dots\dots \\ \tilde{L}_m^{(1)} : \langle \text{ЕСЛИ } \tilde{A}_m, \text{ ТО } \tilde{B}_m \rangle; \end{cases}$$

Базовые значения T_W лингвистической переменной β_W , соответствующие высказываниям \tilde{E}_{ji} , называют входными нечеткими эталонными ситуациями, а базовые значения T_V лингвистической переменной β_V выходными нечеткими эталонными ситуациями.

Системы нечетких экспертных высказываний представимы в виде соответствия. Так, система высказываний $\tilde{L}^{(1)}$ типа может задаваться соответствием:

$$\Gamma^{(1)} = (T_W, T_V, F_1),$$

где T_W – область отправления (множество входных эталонных ситуаций);

T_V – область прибытия (множество выходных эталонных ситуаций);

$F_1 \subseteq T_W \times T_V$ – график соответствия.

Графики соответствия представляются в виде ориентированного графа, в левой части которого вершинам соответствуют области отправления, а в правой – области прибытия.

В [68] сформулированы следующие требования в системе нечетких высказываний.

Система нечетких высказываний называется лингвистической избыточной, если граф соответствия, определяющего рассматриваемую систему высказываний, не содержит повторяющихся пар вершин.

Система нечетких высказываний называется лингвистически полной, если граф соответствия для синтаксически невырожденной системы первого типа в правой части не содержит изолированных вершин. В противном случае система является вырожденной.

Система нечетких высказываний называется лингвистически непротиворечивой, если в графе соответствия лингвистически непротиворечивой системы первого типа из каждой вершины левой части графа выходит не более одного ребра.

Обозначим через $T(\tilde{L}_i / \tilde{L}_j)$, $i = \overline{1, m}$ истинности высказывания \tilde{L}_i относительно \tilde{L}_j . Непротиворечивостью нечеткой системы L называют величину T_L , определяемую выражением:

$$T_L = \&_{i=1, m} \&_{j=1, m} T(\tilde{L}_i / \tilde{L}_j), \quad i \neq j.$$

Формально эта величина будет иметь вид:

$$T_L = \{ \langle \mu_{T_L}(\tau), \tau \rangle \},$$

где $(\forall \tau \in [0, 1]) [\mu_{T_L}(\tau) = \min_{i, j \in \overline{1, m}} \mu_{T_{ij}}(\tau)]$.

Здесь $\mu_{T_{ij}}(\tau)$ – функция принадлежности степени истинности высказывания \tilde{L}_i относительно \tilde{L}_j .

Данное определение отражает количественную меру соответствия, в то время как лингвистическая непротиворечивость определяет качественную (структурную) меру соответствия нечетких экспертных высказываний относительно друг друга.

Для полной, избыточной, невырожденной и непротиворечивой системы число высказываний в системе равно числу базовых значений выходной переменной [87].

3.2.2. Оценка возможностей

Для ранжирования возможностей применяется метод позиционирования каждой возможности, вскрытой во внешней среде, на матрице возможностей.

Введем лингвистические переменные:

1. β_X – вероятность реализации (вероятность того, что организация сможет воспользоваться возможностью) с областью определения $X = [0, 1]$ и множеством базовых значений $T_X = \{\text{низкая, средняя, высокая}\} = \{a_{X_1}, a_{X_2}, a_{X_3}\}$;

2. β_Y – степень влияния данной возможности на организацию (возможные последствия, к которым может привести данная возможность) с областью определения Y и множеством базовых значений $T_Y = \{\text{малое влияние, умеренное влияние, высокое влияние}\} = \{a_{Y_1}, a_{Y_2}, a_{Y_3}\}$.

Каждая возможность может привести к каким-то определенным последствиям (причем, положительным для организации). Например, возможность «Изменения в налоговом законодательстве» может привести к такому последствию, как «Увеличение доходной части бюджета», которое будет измеряться в конкретных единицах – тыс. руб. Т.е.

область определения Y будет иметь различные значения в зависимости от того, какое последствие выбрано в качестве основного для данной возможности. Если возможность может повлечь за собой несколько последствий, то каждое из них будет оцениваться в отдельной системе экспертных высказываний;

3. β_V – значение данной возможности (степень учета ее в стратегии, степень необходимой реакции местного самоуправления (МСУ) на данную возможность) с областью определения $V=[0,100]$ и множеством базовых значений $T_V = \{\text{малое, среднее, большое}\} = \{a_{V_1}, a_{V_2}, a_{V_3}\}$.

Данный показатель является условным и может оцениваться, например, в баллах от 0 до 100. Он служит для ранжирования возможностей.

Входными параметрами процесса прогнозирования будут являться β_X и β_Y , а выходным – β_V . Зависимость выходного параметра от входных экспертно может быть выражена в следующем виде:

ЕСЛИ вероятность реализации *низкая* И влияния *малое*,
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияния *умеренное*,
ИЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *малое*,
ТО значение возможности *малое*.

ЕСЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *умеренное*,
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияние *высокое*,
ИЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *малое*,
ТО значение возможности *среднее*.

ЕСЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *высокое*,
ИЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *высокое*,
ИЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *умеренное*,
ТО значение возможности *большое*.

Таким образом, система эталонных нечетких высказываний будет иметь следующий вид [55, 95]:

$$\tilde{L}^{(1)} = \begin{cases} \tilde{L}_1^{(1)} : \langle \text{ЕСЛИ } E_{11} \text{ ИЛИ } E_{12} \text{ ИЛИ } E_{13}, \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_1} \rangle; \\ \tilde{L}_2^{(1)} : \langle \text{ЕСЛИ } E_{21} \text{ ИЛИ } E_{22} \text{ ИЛИ } E_{23}, \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_2} \rangle; \\ \tilde{L}_3^{(1)} : \langle \text{ЕСЛИ } E_{31} \text{ ИЛИ } E_{32} \text{ ИЛИ } E_{33}, \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_3} \rangle. \end{cases}$$

Высказывания E_{ji} – высказывания вида:

$$\langle \beta_X \text{ есть } a_{Xji} \text{ и } \beta_Y \text{ есть } a_{Yji} \rangle.$$

Высказывание E_{ji} представляет собой i -ю входную эталонную нечеткую ситуацию, которая может иметь место, если лингвистическая переменная β_V примет значение a_{Vj} .

Например, $E_{11} :< \beta_X$ есть a_{X_1} И β_Y есть $a_{Y_1} >$.

Построим матрицу позиционирования возможностей, используя введенные обозначения (таблице 3.4). По вертикали и горизонтали указаны базовые входные значения лингвистических переменных, на пересечении располагаются базовые значения выходной переменной, которые характеризуют значение данной возможности, а, следовательно, и стратегию организации в отношении нее.

Таблица 3.4

Матрица позиционирования возможностей

	a_{Y_3}	a_{Y_2}	a_{Y_1}
a_{X_3}	a_{V_3}	a_{V_3}	a_{V_2}
a_{X_2}	a_{V_3}	a_{V_2}	a_{V_1}
a_{X_1}	a_{V_2}	a_{V_1}	a_{V_1}

3.2.3. Оценка угроз

Введем лингвистические переменные:

1. β_X – вероятность реализации угрозы с областью определения $X = [0,1]$ и множеством базовых значений $T_X = \{\text{низкая, средняя, высокая}\} = \{a_{X_1}, a_{X_2}, a_{X_3}\}$;

2. β_Y – степень влияния данной угрозы на организацию (возможные последствия, к которым может привести данная угроза) с областью определения Y и множеством базовых значений $T_Y = \{\text{легкое влияние, тяжелое влияние, критическое влияние, разрушительное влияние}\} = \{a_{Y_1}, a_{Y_2}, a_{Y_3}\}$.

Каждая угроза может привести к каким-то определенным последствиям (причем - к отрицательным). Например, возможность «Изменения в налоговом законодательстве» может привести к такому последствию как «Уменьшение доходной части бюджета», которое будет измеряться в конкретных единицах – тыс. руб. Т.е. область определения Y будет иметь различные значения в зависимости от того, какое последствие выбрано в качестве основного для данной угрозы. Если угроза может повлечь за собой несколько последствий, то каждое из них будет оцениваться в отдельной системе экспертных высказываний;

3. β_V – значение данной угрозы (степень учета ее в стратегии, степень необходимой реакции местного самоуправления (МСУ) на данную угрозу) с областью определения $V=[0,100]$ и множеством базовых зна-

чений $T_V = \{\text{несущественное, малое, среднее, большое}\} = \{a_{V_1}, a_{V_2}, a_{V_3}, a_{V_4}\}$.

Данный показатель является условным и может оцениваться, например, в баллах от 0 до 100. Он служит для ранжирования угроз.

Входными параметрами процесса прогнозирования будут являться β_X и β_Y , а выходным – β_V .

Зависимость выходного параметра от входных экспертно может быть выражена в следующем виде:

ЕСЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *легкое*,
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияние *тяжелое*,
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияние *легкое*,
ТО значение угрозы *несущественное*.

ЕСЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *тяжелое*,
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияние *критическое*,
ИЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *легкое*,
ТО значение угрозы *малое*.

ЕСЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *критическое*,
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияние *разрушительное*,
ИЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *тяжелое*,
ТО значение угрозы *среднее*.

ЕСЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *разрушительное*,

ИЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *разрушительное*,

ИЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *критическое*,
ТО значение угрозы *большое*.

Система эталонных нечетких высказываний будет иметь следующий вид:

$$\tilde{L}^{(1)} = \begin{cases} \tilde{L}_1^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } E_{11} \text{ ИЛИ } E_{12}, \text{ ИЛИ } E_{13}, \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_1} >; \\ \tilde{L}_2^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } E_{21} \text{ ИЛИ } E_{22}, \text{ ИЛИ } E_{23}, \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_2} >; \\ \tilde{L}_3^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } E_{31} \text{ ИЛИ } E_{22}, \text{ ИЛИ } E_{33}, \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_3} >; \\ \tilde{L}_4^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } E_{41} \text{ ИЛИ } E_{42}, \text{ ИЛИ } E_{43}, \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_4} >. \end{cases}$$

Построим матрицу позиционирования угроз, используя введенные обозначения (таблице 3.5).

Матрица позиционирования угроз

	a_{Y_4}	a_{Y_3}	a_{Y_2}	a_{Y_1}
a_{X_3}	a_{V_4}	a_{V_4}	a_{V_3}	a_{V_2}
a_{X_2}	a_{V_4}	a_{V_3}	a_{V_2}	a_{V_1}
a_{X_1}	a_{V_3}	a_{V_2}	a_{V_1}	a_{V_1}

3.2.4. Сильные и слабые стороны

В методологии SWOT не предлагается оценка сильных и слабых сторон с точки зрения их важности для организации, но этот момент является немаловажным при проведении анализа внутренней среды. Поэтому целесообразно ввести инструмент, позволяющий оценить степень их силы или слабости.

Введем лингвистическую переменную, характеризующую какую-либо сильную или слабую сторону организации.

β_X – интенсивность сильной (слабой стороны) с областью определения X и множеством базовых значений $T_X = \{\text{низкая, средняя, высокая}\} = \{a_{X_1}, a_{X_2}, a_{X_3}\}$.

Область определения X будет иметь различные значения в зависимости от того, какой показатель социально-экономического развития города принимается за сильную (слабую) сторону. Так, например, в качестве сильной стороны может выступать такой показатель, как «Увеличение денежных доходов населения», измеряемый в процентах по отношению к прошлому периоду. Тогда областью определения лингвистической переменной β_X будет, например, $[0,50]\%$.

3.2.5. Матрица SWOT

В разделах 3.2.2–3.2.3 описаны последовательные этапы формирования систем нечетких экспертных высказываний для оценки факторов внешней среды. В результате выполнения этих этапов определяются лингвистические переменные и оценки значимости для n возможностей и m угроз. На этапе 3.2.4 описываются лингвистические переменные для факторов внутренней, а именно для k сильных сторон и для l слабых сторон.

Таким образом, в обобщающей матрице SWOT будут присутствовать $k+l$ строк и $n+m$ столбцов (таблице 3.6).

Матрица SWOT

ССС / ВУ		Возможности				Угрозы			
		1	2	...	n	1	2	...	m
Сильные стороны	1								
	2								
	...								
	k								
Слабые стороны	1								
	2								
	...								
	l								

После составления матрицы SWOT исследователь (эксперт) должен среди всех возможных комбинаций пар выделить те, между которыми существуют реальные связи, и они должны быть учтены в стратегии организации. В результате в каждом из четырех полей матрицы (см. таблице 3.6) появляются несколько пар комбинаций факторов внешней и внутренней среды. Эти пары также следует оценить с точки зрения важности их для организации.

Для этого вводятся следующие лингвистические переменные:

1. β_X – значение данной возможности или угрозы (степень учета ее в стратегии, степень необходимой реакции местного самоуправления (МСУ) на данную возможность) с областью определения $V = [0,100]$ и множеством базовых значений $T_X = \{\text{малое, среднее, большое}\} = \{a_{X_1}, a_{X_2}, a_{X_3}\}$ (для возможностей) или $T_X = \{\text{несущественное, малое, среднее, большое}\} = \{a_{V_1}, a_{V_2}, a_{V_3}, a_{V_4}\}$ (для угроз).

Входные значения данных переменных, а также терм-множества, описывающие их, известны по шагам 3.2.1-3.2.2, так как эти переменные являются выходными при оценке возможностей (угроз).

2. β_Y – интенсивность сильной (слабой стороны) с областью определения X и множеством базовых значений $T_X = \{\text{низкая, средняя, высокая}\} = \{a_{X_1}, a_{X_2}, a_{X_3}\}$. Терм-множества, описывающие базовые значения определяются в шаге 2.3.

3. β_V – важность учета данной пары с областью определения $V=[0,100]$ и множеством базовых значений $T_V = \{\text{малая, средняя, большая}\} = \{a_{V_1}, a_{V_2}, a_{V_3}\}$ для возможностей, или $T_V = \{\text{несущественная, малая, средняя, большая}\} = \{a_{V_1}, a_{V_2}, a_{V_3}, a_{V_4}\}$.

Системы экспертных высказываний будут различны для каждого из четырех полей матрицы SWOT.

Для поля «СИБ» возможна следующая система экспертных высказываний:

ЕСЛИ значение возможности *малое* И интенсивность силы *средняя*

ИЛИ значение возможности *малое* И интенсивность силы *низкая*,
ИЛИ значение возможности *среднее* И интенсивность силы *низкая*,

ТО важность пары *малая*.

ЕСЛИ значение возможности *среднее* И интенсивность силы *средняя*

ИЛИ значение возможности *малое* И интенсивность силы *высокая*,

ИЛИ значение возможности *большое* И интенсивность силы *низкая*,

ТО важность пары *средняя*.

ЕСЛИ значение возможности *большое* И интенсивность силы *высокая*

ИЛИ значение возможности *большое* И интенсивность силы *средняя*,

ИЛИ значение возможности *среднее* И интенсивность силы *высокая*,

ТО важность пары *большая*.

Для поля «СЛВ» система экспертных высказываний будет иметь аналогичный вид, только в качестве второй входной переменной будет выступать интенсивность слабой стороны.

Для поля «СИУ» возможна следующая система экспертных высказываний:

ЕСЛИ значение угрозы *малое* И интенсивность силы *низкая*

ИЛИ значение угрозы *несущественное* И интенсивность силы *низкая*,

ИЛИ значение угрозы *несущественное* И интенсивность силы *средняя*,

ТО важность пары *незначительная*.

ЕСЛИ значение угрозы *малое* И интенсивность силы *средняя*

ИЛИ значение угрозы *малое* И интенсивность силы *низкая*,

ИЛИ значение угрозы *несущественное* И интенсивность силы *высокая*,

ТО важность пары *малая*.

ЕСЛИ значение угрозы *среднее* И интенсивность силы *средняя*

ИЛИ значение угрозы *малое* И интенсивность силы *высокая*,

ИЛИ значение угрозы *большое* И интенсивность силы *низкая*,

ТО важность пары *средняя*.

ЕСЛИ значение угрозы *большое* И интенсивность силы *высокая*

ИЛИ значение угрозы *большое* И интенсивность силы *средняя*,

ИЛИ значение угрозы *среднее* И интенсивность силы *высокая*,

ТО важность пары *большая*.

Для поля «СЛУ» система экспертных высказываний будет иметь аналогичный вид, только в качестве второй входной переменной будет выступать интенсивность слабой стороны.

Применение нечетких лингвистических моделей при разработке стратегии развития муниципального образования позволяет использовать в процессе принятия решений нечеткую, качественную экспертную информацию.

3.3. Модель оценки факторов стратегического развития города на основе дедуктивного логического вывода

В разделе 3.2 экспертная информация, получаемая в ходе проведения SWOT-анализа представлена системами эталонных нечетких высказываний, устанавливающих связь между входными и выходной лингвистическими переменными в виде качественных описаний.

Предлагаемая модель позволяет выбрать значение выходной переменной при поступлении в систему четких значений входных переменных. Для выбора решений в нечетких условиях, когда нечеткая информация представима нечеткой системой первого типа, можно использовать дедуктивную схему вывода, основанную на нечетком правиле *modus ponens* [87]. В этом случае решением будет являться выбор таких значений определяемого параметра проектирования, для которого степень истинности нечеткого правила *modus ponens* достигает своего максимума.

В [87] рассматривается схема (3.1) вывода для системы нечетких высказываний.

$$\tilde{L}^{(1)} = \begin{cases} \tilde{L}_1^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } \tilde{A}_1, \text{ ТО } \tilde{B}_1 >; \\ \tilde{L}_2^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } \tilde{A}_2, \text{ ТО } \tilde{B}_2 >; \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \tilde{L}_m^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } \tilde{A}_m, \text{ ТО } \tilde{B}_m >; \\ \tilde{A}' - \text{ и с т и н н о}; \\ \text{-----} \\ \tilde{B}' - \text{ и с т и н н о}. \end{cases} \quad (3.1)$$

Истинностью нечеткого правила modus ponens для этой схемы вывода является нечеткое множество

$$T_{mp}(L^{(1)}, \tilde{A}', \tilde{B}') = \&_{j=1,m} T_{mp}(L_j^{(1)}, \tilde{A}', \tilde{B}').$$

Или в формальной записи:

$$T_{mp}(L^{(1)}, \tilde{A}', \tilde{B}') = \{ < \mu_{mp}^{(1)}(\tau), \tau > \},$$

где $(\forall \tau \in [0, 1]) [\mu_{mp}^{(1)}(\tau) = \min_{j=1,m} \mu_j^{(1)}(\tau)]$.

Здесь $\mu_j^{(1)}(\tau)$ – функция принадлежности нечеткого множества $T_{mp}(L_j^{(1)}, \tilde{A}', \tilde{B}')$, где

$$(\forall \tau \in [0, 1]) [\mu_j^{(1)}(\tau) = 1 \& (1 - \mu_{T(\tilde{A}'/\tilde{A}_j)}(\tau) + \mu_{T(\tilde{B}'/\tilde{B}_j)}(\tau))]. \quad (1)$$

Величину $\mu_{mp}^{(1)}$ называют степенью истинности правила modus ponens для нечеткой системы высказываний первого типа.

Данное понятие отражает степень соответствия значения v' выходного параметра V значению w' обобщенного входного параметра W при задании экспертной информации нечеткой системой высказываний первого типа.

Введение понятия степени истинности нечеткого правила modus ponens нечеткой схемы вывода позволяет сформулировать следующее правило выбора значений выходного параметра V .

При заданной системе эталонных логических высказываний $\tilde{L}^{(1)}$ – типа для значений $x, y, z \dots$ входных параметров $X, Y, Z \dots$ значениями выходного параметра V является такое множество $V_0^{(1)}$, для каждого элемента которого $v \in V_0^{(1)}$ схема вывода (3.1) имеет наибольшую степень истинности $\mu_{mp}^{(1)}$ нечеткого правила modus ponens [24].

Малышевым, Бернштейном, Боженюком в работе [24, 87] разработан алгоритм выбора значений выходного параметра на основе правила *modus ponens*. Приведем без доказательств основные этапы алгоритма.

1. Для нахождения множества значений $V_0^{(1)}$ выходного параметра V запишем $\mu_{mp}^{(1)}$ как функцию от переменной v в следующем виде:

$$\mu_{mp}^{(1)}(v) = \min\{[\varepsilon_1 + \mu_{V_1}(v)], [\varepsilon_2 + \mu_{V_2}(v)], \dots, [\varepsilon_m + \mu_{V_m}(v)], \varepsilon_{m+1}\},$$

где $\varepsilon_j = 1 - \mu_{W_j}(w)$, $w = (x, y, z, \dots)$, $j = \overline{1, m}$; $\varepsilon_{m+1} = 1$.

Расположим значения $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_m$ в порядке возрастания, т.е. будем считать, что $0 \leq \varepsilon_1 \leq \varepsilon_2 \leq \dots \leq \varepsilon_m \leq \varepsilon_{m+1} = 1$.

Тогда функция $\mu_{mp}^{(1)}(v)$ запишется в виде:

$$\mu_{mp}^{(1)}(v) = \min\{1, [\varepsilon_1 + \mu_1(v)], \dots, [\varepsilon_m + \mu_m(v)], \varepsilon_{m+1}\},$$

где $\mu_j(v) \in \{\mu_{V_1}(v), \mu_{V_2}(v), \dots, \mu_{V_m}(v)\}$, $j = \overline{1, m}$.

Может существовать несколько значений $v \in V_0^{(1)}$, для которых схемы вывода *modus ponens* имеет наибольшую степень истинности. Обозначим через $n_I(v)$ число базовых значений T_V лингвистической переменной β_V с отличными от нуля значениями функции принадлежности в точке $v \in V$. Доказано, что $(\forall v \in V): [1 \leq n_I(v) \leq 3]$.

Введем функцию F_k следующего вида:

$$F_k(v) = \{[\varepsilon_1 + \mu_1(v)], [\varepsilon_2 + \mu_2(v)], \dots, [\varepsilon_k + \mu_k(v)], \varepsilon_{k+1}\},$$

где $k \in \overline{1, m}, v \in V$.

Доказано, что справедливо следующее выражение:

$$(\forall v \in V): [m \geq 3 \Rightarrow \mu_{mp}^{(1)}(v) = F_3(v)].$$

Другими словами, если число высказываний в эталонной системе не меньше трех, то для любого значения $v \in V$ значение функции $\mu_{mp}^{(1)}$ и значение соответствующей функции F_3 совпадают.

Рассмотрим процедуру нахождения множества $V_0^{(1)}$ оптимальных значений параметра V на основе улучшения нижней оценки $f_0 = \max_{v \in V} \mu_{mp}^{(1)}(v)$.

2. Запишем множество $V_0^{(1)}$ в виде:

$$V_0^{(1)} = \{v \in V | v = \arg \max F_3(v)\}.$$

Пусть $V_1 = V_1' \cap S_2$, где $V_1' = \{v \in V | \varepsilon_1 + \mu_1(v) \geq \varepsilon_2\}$;

S_2 – носитель нечеткого множества, определяемого функцией принадлежности $\mu_2(v)$. Рассмотрим два случая.

а) $V_1 = \emptyset$.

Тогда справедливо выражение $(\forall v \in V)[F_3(v) \leq \varepsilon_2]$, причем $F_3(v) = \varepsilon_2$ при $v \in V_1'$. Поэтому при $V_1 = \emptyset$, $f_0 = \varepsilon_2$, а $V_0 = V_1'$.

б) $V_1 \neq \emptyset$.

Обозначим через $V_2 \subset V_1$ подмножество, для которого справедливо выражение $(\forall v \in V_2)[F_3(v) \geq \varepsilon_3]$, то есть

$$V_2 = \{v \in V_1 \mid (\varepsilon_1 + \mu_1(v) \geq \varepsilon_3) \& (\varepsilon_2 + \mu_2(v) \geq \varepsilon_3)\}.$$

3. Снова рассмотрим два случая.

а) $V_2 = \emptyset$.

Тогда справедливо выражение $(\forall v \in V_1)[F_3(v) < \varepsilon_3]$.

Обозначим через $|V_1^*|$ мощность подмножества $V_1^* \subset V_1$, для элементов которого справедливо выражение:

$$\varepsilon_1 + \mu_1(v) = \varepsilon_2 + \mu_2(v).$$

Из свойства унимодальности функций $\mu_1(v)$ и $\mu_2(v)$ вытекает следующее неравенство: $1 \leq |V_1^*| \leq 2$.

Иными словами, функции $\varepsilon_1 + \mu_1(v)$ и $\varepsilon_2 + \mu_2(v)$ имеют одну или две точки пересечения, в которых $\mu_1(v)$ и $\mu_2(v)$ отличны от нуля.

Доказано, что если $V_2 = \emptyset$, то $F_3(v)$ достигает максимального значения при $v \in |V_1^*|$. Иными словами, если для любого $v \in V$ не выполняются одновременно условия $\varepsilon_1 + \mu_1(v) \geq \varepsilon_3$ и $\varepsilon_2 + \mu_2(v) \geq \varepsilon_3$, то функция $F_3(v)$ достигает своего наибольшего значения в точках пересечения кривых $\varepsilon_1 + \mu_1(v)$ и $\varepsilon_2 + \mu_2(v)$.

б) $V_2 \neq \emptyset$.

То есть существует непустое подмножество V_2 , для элементов которого выполняются условия $\varepsilon_1 + \mu_1(v) \geq \varepsilon_3$ и $\varepsilon_2 + \mu_2(v) \geq \varepsilon_3$.

Обозначим через V_2' следующее подмножество:

$$V_2' = V_2 \cap S_3,$$

где S_3 – носитель нечеткого множества, определяемого функцией принадлежности $\mu_3(v)$.

4. Как и в предыдущих итерациях, рассмотрим два случая.

а) $V_2' = \emptyset$.

Справедливо выражение:

$$(\forall v \in V_3)[F_3(v) \leq \varepsilon_3].$$

Иными словами, при $V_2' = \emptyset$ значение функции $F_3(v)$ никогда не превышает ε_3 , причем $F_3(v) = \varepsilon_3$ в случае, когда $v \in V_2$. Поэтому при $V_2' = \emptyset$ величина $f_0 = \varepsilon_3$ и множество $V_0^1 = V_2$.

б) $V_2' \neq \emptyset$.

Обозначим через V_3 подмножество, для элементов v которого выполняются условия:

$$(\mu_1(v) \geq \varepsilon_4 - \varepsilon_1); (\mu_2(v) \geq \varepsilon_4 - \varepsilon_2); (\mu_3(v) \geq \varepsilon_4 - \varepsilon_3).$$

Иными словами,

$$V_3 = \{v \in V \mid \varepsilon_1 + \mu_1(v) \geq \varepsilon_4 \& \varepsilon_2 + \mu_2(v) \geq \varepsilon_4 \& \varepsilon_3 + \mu_3(v) \geq \varepsilon_4\}.$$

5. Рассмотрим два случая.

а) $V_3 \neq \emptyset$. Тогда справедливо выражение:

$$(\forall v \in V_3)[F_3(v) = \varepsilon_4].$$

Иными словами, функция F_3 достигает максимального значения при всех значениях $v \in V_3$. Поэтому при $V_3 \neq \emptyset$ $f_0 = \varepsilon_4$ и множество $V_0^{(1)} = V_3$.

б) $V_3 = \emptyset$.

Справедливо выражение:

$$(\forall v \in V_2)[\varepsilon_3 \leq F_3(v) < \varepsilon_4].$$

Пусть для определенности функции $\mu_1(v)$ находится левее $\mu_2(v)$ и правее $\mu_3(v)$. Обозначим через v_n и v_k границы интервала, определяющего множество V_2' , через V_2^* – подмножества V_2' , для элементов которого справедливо равенство:

$$\varepsilon_2 + \mu_2(v) = \varepsilon_3 + \mu_3(v).$$

Число элементов в V_2^* не превышает одного. Т.е. $|V_2^*| \leq 1$.

Функции $\mu_2(v)$ и $\mu_3(v)$ монотонны на V_2' .

Если $V_3 = \emptyset$ и $V_2^* = \emptyset$, то $F_3(v)$ достигает своего максимального значения в точке v_n или v_k .

Если $V_3 = \emptyset$ и $V_2^* = \{v'\}$, то $F_3(v)$ достигает своего максимального значения на v' . Иными словами, множество $V_0^{(1)} = \{v'\}$.

Структурная схема алгоритма представлена на рисунке 3.1.

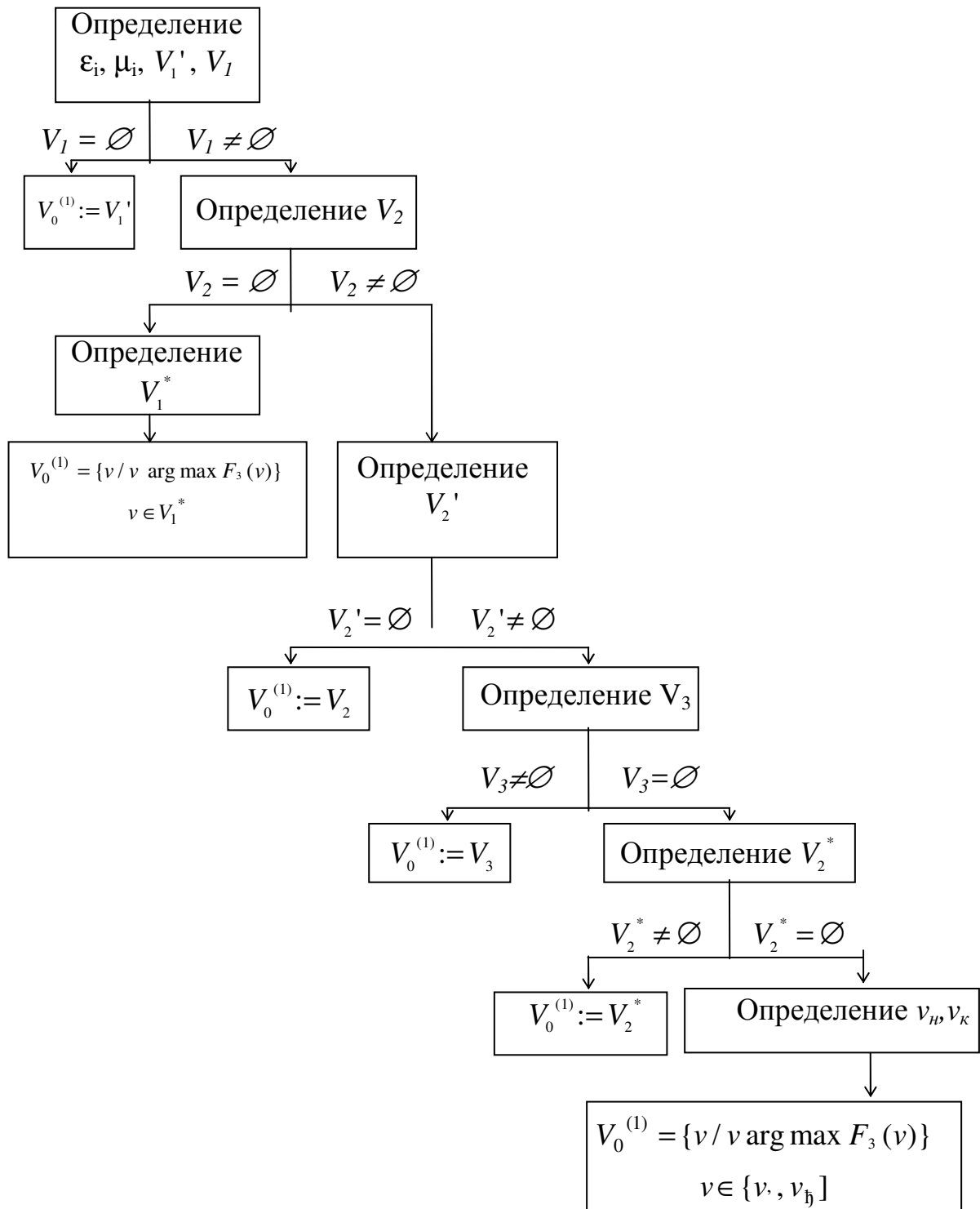


Рис. 3.1. Структурная схема алгоритма нахождения множества $V_0^{(1)}$ оптимальных значений выходного параметра V .

Рассмотрим действие модели на примере позиционирования возможностей развития города [55, 59]. Имеется возможность «Увеличение спроса на продукцию, производимую предприятиями города». В качестве оцениваемого последствия этой возможности можно принять, например, «Рост объема произведенной промышленной продукции предприятиями города». Процесс оценки данной возможности будет характеризоваться следующими лингвистическими переменными:

β_X – вероятность реализации с областью определения $X = [0;1]$ и множеством базовых значений $T_X = \{\text{низкая, средняя, высокая}\} = \{a_{x_1}, a_{x_2}, a_{x_3}\}$;

β_Y – рост объема произведенной промышленной продукции (%) с областью определения $Y = [0;50]$ и множеством базовых значений $T_Y = \{\text{малый рост, умеренный рост, высокий рост}\} = \{a_{y_1}, a_{y_2}, a_{y_3}\}$;

β_V – значение возможности (балл) с областью определения $V=[0,100]$ и множеством базовых значений $T_V = \{\text{малое, среднее, большое}\} = \{a_{v_1}, a_{v_2}, a_{v_3}\}$.

Функции принадлежности построены с использованием экспертных оценок параметров стандартных функций.

$$\mu_{a_{x_1}} = \begin{cases} 1 & \text{при } x \leq 0; \\ e^{-(x)^2 / 0,0901} & \text{при } 0 < x < 0,52; \\ 0 & \text{при } x \geq 0,52. \end{cases}$$

$$\mu_{a_{x_2}} = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \geq x \geq 1; \\ e^{-(x-0,5)^2 / 0,0901} & \text{при } 0 < x < 1 \end{cases}$$

$$\mu_{a_{x_3}} = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0,48; \\ e^{-(x-1)^2 / 0,0901} & \text{при } 0,48 < x < 1; \\ 1 & \text{при } x \geq 1. \end{cases}$$

$$\mu_{a_{y_1}} = \begin{cases} 1 & \text{при } y \leq 0; \\ e^{-(y)^2 / 144,16} & \text{при } 0 < y < 20,78; \\ 0 & \text{при } y \geq 20,78. \end{cases}$$

$$\mu_{a_{y_2}} = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \geq y \geq 50; \\ e^{-(y-20)^2 / 144,16} & \text{при } 0 < y < 20; \\ e^{-(y-20)^2 / 324,1} & \text{при } 20 \leq y < 50. \end{cases}$$

$$\mu_{a_{y_3}} = \begin{cases} 0 & \text{при } y \leq 18,84; \\ e^{-(y-50)^2 / 324,1} & \text{при } 18,84 < y < 50; \\ 1 & \text{при } y \geq 50. \end{cases}$$

$$\mu_{a_{v_1}} = \begin{cases} 1 & \text{при } v \leq 0; \\ e^{-(v)^2 / 901,4} & \text{при } 0 < v < 52; \\ 0 & \text{при } v \geq 52. \end{cases};$$

$$\mu_{a_{v_2}} = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \geq v \geq 100; \\ e^{-(v-50)^2 / 901,4} & \text{при } 0 < v < 100. \end{cases}$$

$$\mu_{a_{v_3}} = \begin{cases} 0 & \text{при } v \leq 48; \\ e^{-(v-1)^2 / 901,4} & \text{при } 48 < v < 100; \\ 1 & \text{при } v \geq 100. \end{cases}$$

Система эталонных нечетких логических высказываний имеет вид:

$$\tilde{L}^{(1)} = \begin{cases} \tilde{L}_1^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } \beta_X \text{ есть } a_{X_1} \text{ И } \beta_Y \text{ есть } a_{Y_1} \text{ ИЛИ } \beta_X \text{ есть } a_{X_2} \text{ И } \beta_Y \text{ есть } a_{Y_1}, \\ \text{ИЛИ } \beta_X \text{ есть } a_{X_1} \text{ И } \beta_Y \text{ есть } a_{Y_2}, \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_1} >; \\ \tilde{L}_2^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } \beta_X \text{ есть } a_{X_1} \text{ И } \beta_Y \text{ есть } a_{Y_3} \text{ ИЛИ } \beta_X \text{ есть } a_{X_2} \text{ И } \beta_Y \text{ есть } a_{Y_2}, \\ \text{ИЛИ } \beta_X \text{ есть } a_{X_3} \text{ И } \beta_Y \text{ есть } a_{Y_1}, \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_2} >; \\ \tilde{L}_3^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } \beta_X \text{ есть } a_{X_2} \text{ И } \beta_Y \text{ есть } a_{Y_3} \text{ ИЛИ } \beta_X \text{ есть } a_{X_3} \text{ И } \beta_Y \text{ есть } a_{Y_2}, \\ \text{ИЛИ } \beta_X \text{ есть } a_{X_3} \text{ И } \beta_Y \text{ есть } a_{Y_3}, \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_3} >. \end{cases}$$

Рассчитаем рекомендованное значение выходной переменной, если в систему поступают следующие четкие значения входных переменных: вероятность реализации возможности увеличения спроса на продукцию $x = 0,3$, рост объема произведенной промышленной продукции $y = 30\%$.

1. Определяем $\varepsilon_j, \mu_j, V_1', V_1$.

Определяем степени принадлежности нечетких входных переменных для заданных значений:

$$\mu_{a_{x_1}}(0,3) = 0,368; \mu_{a_{x_2}}(0,3) = 0,641; \mu_{a_{x_3}}(0,3) = 0;$$

$$\mu_{a_{y_1}}(30) = 0; \mu_{a_{y_2}}(30) = 0,735; \mu_{a_{y_3}}(30) = 0,291.$$

Определяем степень истинности значения обобщенной входной лингвистической переменной по формуле:

$$\mu_{W_j}(w) = \max_{i=1, n_j} \mu_{E_{ji}}(w) = \max_{i=1, n_j} \min\{\mu_{X_{ji}}(x), \mu_{Y_{ji}}(y)\}$$

$$\mu_{W_1} = \max \{ \min(0,368;0); \min(0,641;0); \min(0,368;0,735) \} = 0,368;$$

$$\mu_{W_2} = \max \{ \min(0,368;0,291); \min(0,641;0,735); \min(0;0) \} = 0,641;$$

$$\mu_{W_3} = \max \{ \min(0,641;0,291); \min(0;0,735) \min(0;0,291); \} = 0,291.$$

Определим ε_j по формуле $\varepsilon_j = 1 - \mu_{W_j}(w)$ и расположим ε_j в порядке возрастания:

$$1 - \mu_{W_1}(w) = 1 - 0,368 = 0,632; \quad 1 - \mu_{W_2}(w) = 1 - 0,641 = 0,359;$$

$$1 - \mu_{W_3}(w) = 1 - 0,291 = 0,709.$$

$$\varepsilon_1 = 0,359; \quad \varepsilon_2 = 0,632; \quad \varepsilon_3 = 0,709; \quad \varepsilon_4 = 1,$$

тогда $\mu_1 = \mu_{a_{v_2}}$; $\mu_2 = \mu_{a_{v_1}}$; $\mu_3 = \mu_{a_{v_3}}$.

Определяем $V_1 = V_1' \cap S_2$.

$$V_1' = \{v \in V \mid \varepsilon_1 + \mu_1(v) \geq \varepsilon_2\}.$$

Для этого находим такие значения $v \in V$, для которых $\mu_1(v) \geq \varepsilon_2 - \varepsilon_1$, то есть находим значение v по функции:

$$\mu_{a_{v_2}} \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \geq v \geq 100; \\ e^{-(v-50)^2/901,4} & \text{при } 0 < v < 100; \end{cases} \quad \text{при } \mu_{a_{v_2}} \geq 0,632 - 0,359 = 0,273$$

$$V_1' = [15,79;84,21].$$

S_2 – носитель нечеткого множества, определяемого функцией принадлежности $\mu_2(v)$, т.е. все $v \in V$, для которых $\mu_2(v) > 0$

$$S_2 = [0;52].$$

$$\text{Тогда } V_1 = [15,79;84,21] \cap [0;52] = [15,79;52].$$

2. Так как $V_1 \neq \emptyset$, то находим

$$V_2 = \{v \in V_1 \mid (\varepsilon_1 + \mu_1(v) \geq \varepsilon_3) \& (\varepsilon_2 + \mu_2(v) \geq \varepsilon_3)\}$$

Для этого находим такие значения $v \in V$, для которых $\mu_1(v) \geq \varepsilon_3 - \varepsilon_1$ и $\mu_2(v) \geq \varepsilon_3 - \varepsilon_2$.

$$\mu_1(v) \geq 0,35 \text{ при } v \in [19,4;80,76];$$

$$\mu_2(v) \geq 0,077 \text{ при } v \in [0;48,07];$$

$$V_2 = [19,24;80,76] \cap [0;48,07] = [19,24;48,07].$$

3. Так как $V_2 \neq \emptyset$, то находим

$$V_2' = V_2 \cap S_3;$$

где S_3 – носитель нечеткого множества, определяемого функцией принадлежности $\mu_3(v)$.

$$V_2' = [19,24;48,07] \cap [48;100] = [48;48,07].$$

4. Так как $V_2' \neq \emptyset$, то находим

$$V_3 = \{v \in V \mid \varepsilon_1 + \mu_1(v) \geq \varepsilon_4 \ \& \ \varepsilon_2 + \mu_2(v) \geq \varepsilon_4 \ \& \ \varepsilon_3 + \mu_3(v) \geq \varepsilon_4\}.$$

$$\mu_1(v) \geq 0,641 \text{ при } v \in [29,98;70,02];$$

$$\mu_2(v) \geq 0,368 \text{ при } v \in [0;30,02];$$

$$\mu_3(v) \geq 0,291 \text{ при } v \in [66,64;100].$$

Тогда $V_3 = [29,98;70,02] \cap [0;30,02] \cap [66,64;100] = \emptyset$

5. Так как $V_3 = \emptyset$, то находим V_2^* – подмножества V_2' , для элементов которого справедливо равенство: $\varepsilon_2 + \mu_2(v) = \varepsilon_3 + \mu_3(v)$.

Так как $V_3 = \emptyset$ и $V_2^* = \emptyset$, то $F_3(v)$ достигает своего максимального значения в точках начала или конца интервала $V_2' = [48;48,07]$. Таким образом, для входных значений продукцию $x=0,3$, $y=30$, значение выходной переменной $\beta_V = [48;48,07]$ баллов.

В качестве оценки принимаем середину интервала $[48;48,07]$, а именно 48,035.

Использование нечетких переменных и дедуктивного логического вывода дает возможность определять значимость (в баллах) возможностей, угроз, а также комбинаций факторов внешней и внутренней среды. То есть получать четкие значения выходных величин, несмотря на то, что информация о зависимостях выходной величины от входных выражается нечеткими экспертными высказываниями (продукционными правилами) в словесной форме. Ранжирование факторов внешней и внутренней среды и их комбинаций дает представление о социально-экономическом потенциале города, и может использоваться для прогнозирования и планирования стратегии развития муниципального образования.

3.4. Схема применения нечетких моделей в SWOT-анализе

В результате применения нечетких моделей, представленных в разделах 3.2–3.3 нечеткая модель SWOT-анализа имеет следующую структуру (представлена на рисунке 3.2). Реализация предлагаемой модели SWOT-анализа включает следующие этапы.

1. Оценка возможностей (угроз):
 - формирование систем эталонных нечетких высказываний;
 - формирование списка возможностей (угроз)
 - построение функций принадлежности термов лингвистических переменных (причем для различных возможностей или угроз отличия в функциях принадлежности будут только по переменной β_Y).
 - ввод четких значений входных переменных.

- вывод четкого значения выходной переменной, которое и будет являться основой для ранжирования возможностей или угроз. Для этого используется дедуктивный логический вывод.

2. Оценка сильных (слабых) сторон:

- составление перечня сильных (слабых) сторон;
- построение функций принадлежности термов лингвистических переменных;
- вывод четкого значения сильной (слабой) стороны.

3. Формирование матрицы SWOT:

- формирование систем эталонных нечетких высказываний;
- предоставление пользователю всех возможных комбинаций факторов внешней и внутренней среды, введенных в п.1 и п.2;
- маркировка пользователем реальных пар сочетаний, необходимых для учета в стратегии развития;
- вывод четкого значения выходной переменной, которое и будет являться основой для ранжирования комбинаций факторов внешней и внутренней среды по различным квадрантам матрицы SWOT. Для этого используется дедуктивный логический вывод;
- выдача результатов и рекомендаций пользователю.

Поясним кратко отдельные блоки этой схемы (на рисунке 3.2 эти этапы отмечены цифрами от 1 до 5).

Первый блок – формирование лингвистических переменных для каждого фактора внешней или внутренней среды: возможностей, угроз, сильных и слабых сторон. На этом этапе осуществляется связка «качество-количество». Это достигается за счет привязки качественных экспертных оценок типа «малое влияние», «высокая вероятность» и т.п. к конкретным количественным шкалам. По сути, эксперт должен определить значения фактора, которые он считает, например, при оценке возможностей внешней среды «высокими», «умеренными» или «малыми». Построенные на основании экспертных оценок функции принадлежности лингвистических переменных позволяют на последующих этапах нечеткой схемы осуществлять обратный переход «количество-качество», то есть в зависимости от конкретного значения фактора внешней или внутренней среды определять его качественное значение.

Второй блок применяется дважды: сначала для позиционирования возможностей и угроз, а затем для расчета важности выделенных пар комбинаций факторов внешней и внутренней среды. В общем виде работа блока 2 на рисунке 3.2 осуществляется по следующей схеме.

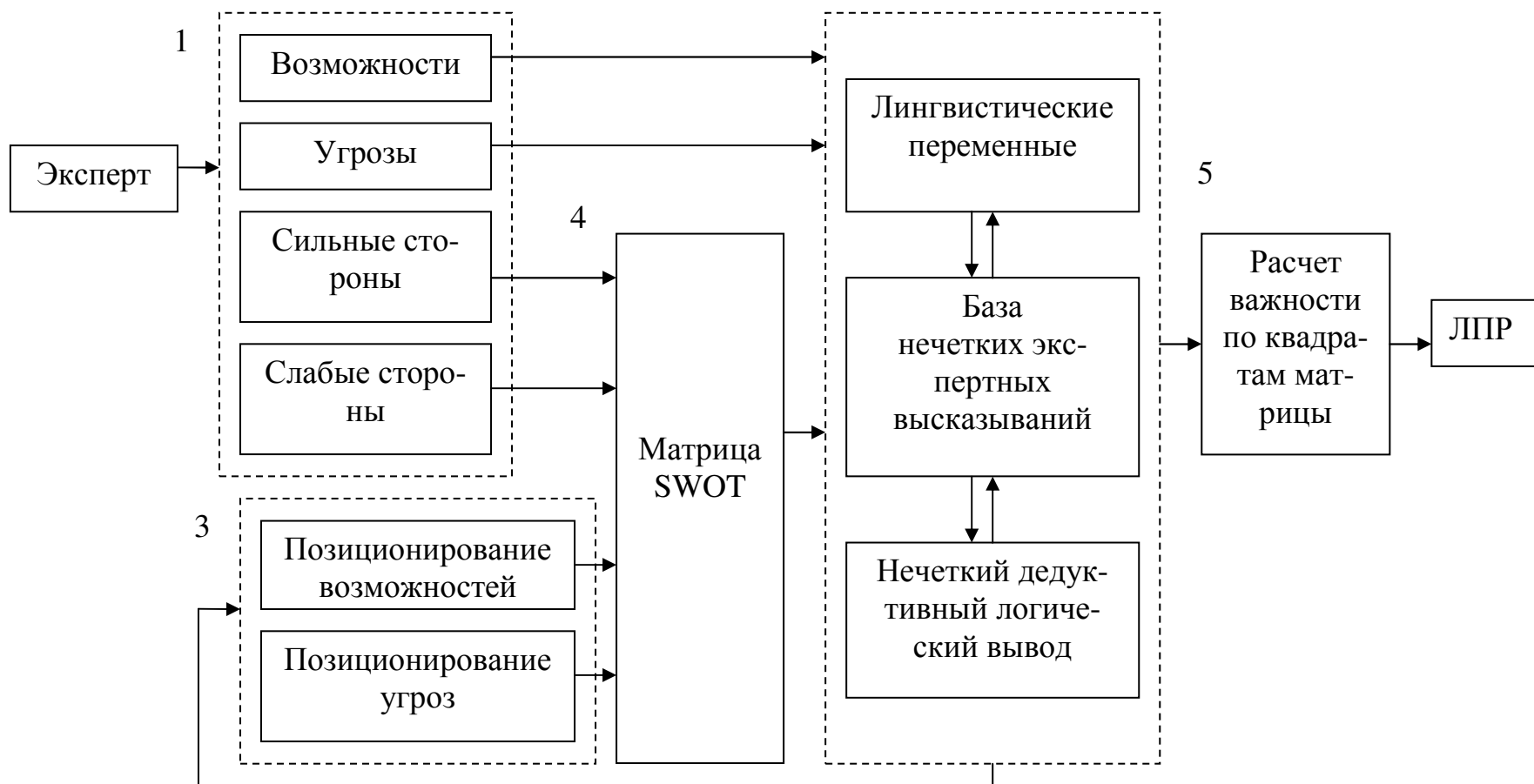


Рис. 3.2. Схема применения нечетких моделей в SWOT-анализе

На вход поступают количественные оценки входных переменных этапа (например, при позиционировании возможностей – это степень влияния и вероятность реализации). Затем на основании лингвистических переменных осуществляется перевод количественных оценок в качественные и после этого проводится процедура нечеткого логического вывода с помощью заложенных в базе систем нечетких экспертных высказываний. В результате рассчитываются конкретные значения выходных величин (например, для фактора возможность – это ее значение для организации), несмотря на то, что информация о зависимостях выходной величины от входных выражается нечеткими экспертными высказываниями (продукционными правилами) в словесной форме.

После первого применения блока 2 осуществляется расчет переменных «значение возможности (угрозы) для организации», то есть происходит их позиционирование по балльной шкале от 0 до 100 (см. блок 3 на схеме).

Блок 4 – это формирование самой матрицы SWOT. Как и в обычной методологии, эксперт выделяет комбинации факторов внешней и внутренней среды по четырем квадрантам матрицы: «силы-возможности», «силы-угрозы», «слабости-возможности», «слабости-угрозы». И здесь бесспорна необходимость ранжирования этих комбинаций с точки зрения важности учета их в стратегии развития организации. Для этого вновь применяется блок 2 схемы. Только входными переменными для расчетов являются оценки сильных (слабых) сторон организации, а также рассчитанные при позиционировании «значения возможностей (угроз)» (поступают из блока 3).

Блок 5 – это ранжирование комбинаций факторов внешней и внутренней среды на основании расчета их важности (применяется балльная шкала от 0 до 100).

Хотелось бы отметить некоторые преимущества предлагаемой нечеткой модели:

1. Используются не только количественные экспертные оценки, но и качественные. Это дает возможность представлять информацию о взаимосвязи факторов внешней и внутренней среды не в виде четкой математической зависимости (адекватность которой спорна), а в словесной форме.

2. Сама процедура экспертного оценивания гораздо проще, эксперту не нужно разбираться со сложной системой индексов и коэффициентов влияния, применяемых в существующих методиках. В результате сокращаются затраты времени эксперта; снижается напряженность его работы; снижается риск возникновения негативной реакции эксперта, связанной со сложностью применяемой методики.

3. Процесс оценки факторов в большей степени систематизирован, выполняется поэтапно, логически привязан к реальным показателям деятельности организации. Это повышает достоверность и эффективность анализа отдельных факторов среды организации, поскольку эксперты не просто относят какой-либо фактор к угрозам или возможностям, сильным или слабым сторонам, но и определяют интенсивность его проявления в организации. При этом, несмотря на качественные суждения, имеется возможность дать количественные экспертные оценки.

4. Существует возможность получения оценок важности комбинаций факторов внешней и внутренней среды по квадрантам матрицы SWOT, что позволяет ранжировать их и определять на основе этой информации приоритетность отдельных стратегий, мероприятий.

3.5. Компьютерная программа Fuzzy-SWOT 1.0

Для реализации нечетких моделей SWOT-анализа был разработан автоматизированный модуль СППР СЭРГ «SWOT-анализ»[52, 120].

Модуль предоставляет пользователю следующие возможности:

- формирование лингвистических переменных, служащих для описания сильных и слабых сторон, возможностей и угроз;
- построение функций принадлежности термов лингвистических переменных;
- ввод четких значений входных переменных;
- выбор нужных комбинаций факторов внешней и внутренней среды («сила-возможность», «сила-угроза», «слабость-возможность», «слабость-угроза»);
- расчет по алгоритму нечеткого логического дедуктивного вывода значений выходных переменных.

Имеется возможность работы с несколькими проектами, сохранения проектов. Создается словарь лингвистических переменных, из которого пользователь может импортировать нужные данные в любой проект.

Удобный пользовательский интерфейс позволяет легко осуществлять добавление, редактирование, просмотр и удаление данных. Система «вкладок» в проекте позволяет легко перемещаться по различным этапам SWOT-анализа. Всего имеется шесть вкладок («Возможности», «Угрозы», «Сильные стороны», «Слабые стороны», «Выбор», «Результат»).

Результаты расчета значения возможностей и угроз представляются во вкладках «Возможности» и «Угрозы» соответственно.

Во вкладке «Выбор» удобно реализован выбор пользователем нужных комбинаций факторов. В окне представляется матрица, в которой по вертикали представлены все сильные и слабые стороны, а по горизонтали все возможности и угрозы, пользователю нужно только маркировать клетку на пересечении интересующих его факторов.

Во вкладке «Результат» представляются расчетные значения важности выбранных пользователем комбинаций по квадрантам матрицы SWOT.

Покажем некоторые возможности программы в соответствии с блоками схемы, приведенной на рисунке 3.2.

Блок 1. Формирование лингвистических переменных для возможностей, угроз, сильных и слабых сторон осуществляется в редакторе лингвистических переменных (рисунок 3.3). Функции принадлежности строятся с использованием стандартных функций (см. рисунок 3.4), но в следующей версии программы предполагается реализация и других методов построения функций принадлежности.

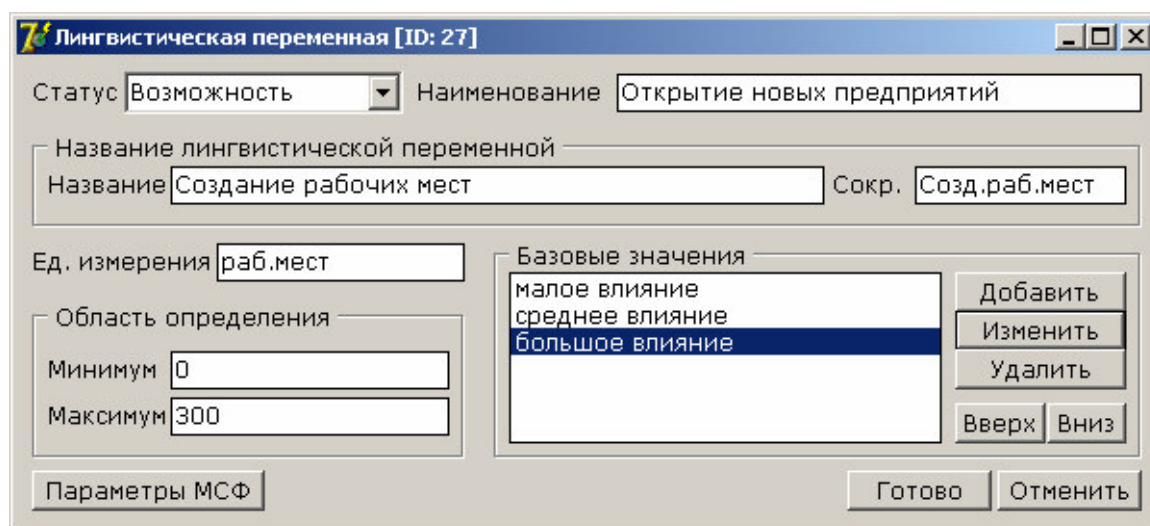


Рис. 3.3. Окно редактора лингвистических переменных

Блок 2. Все расчеты проводятся автоматически и скрыты от пользователя. Пользователю достаточно задать значения входных переменных. Пример ввода экспертных оценок для возможностей или угроз представлен на рисунке 3.5. Ввод экспертных оценок сильных и слабых сторон осуществляется в соответствующих вкладках (рисунок 3.6).

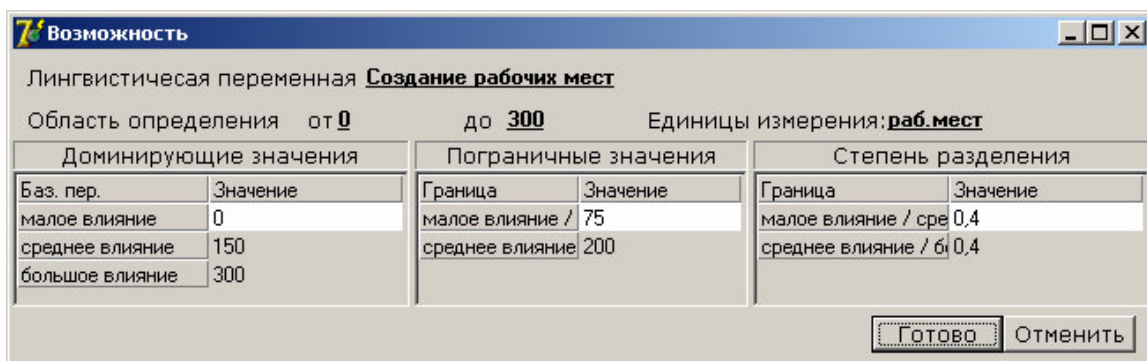


Рис. 3.4. Окно определения параметров функций принадлежности термов лингвистических переменных

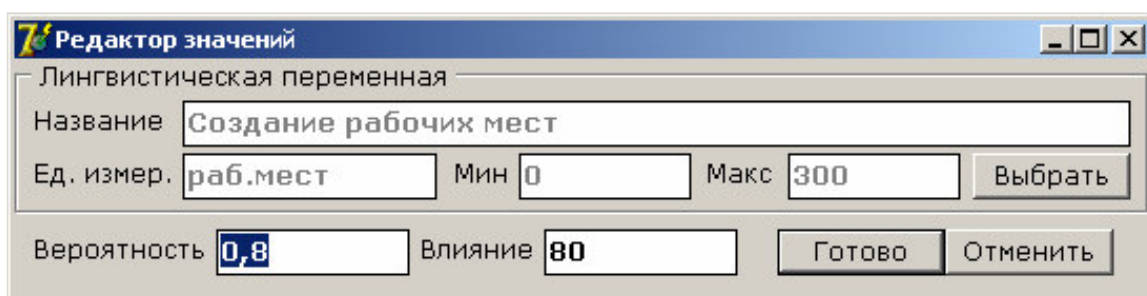


Рис. 3.5. Ввод экспертных оценок входных переменных для позиционирования возможностей (угроз).

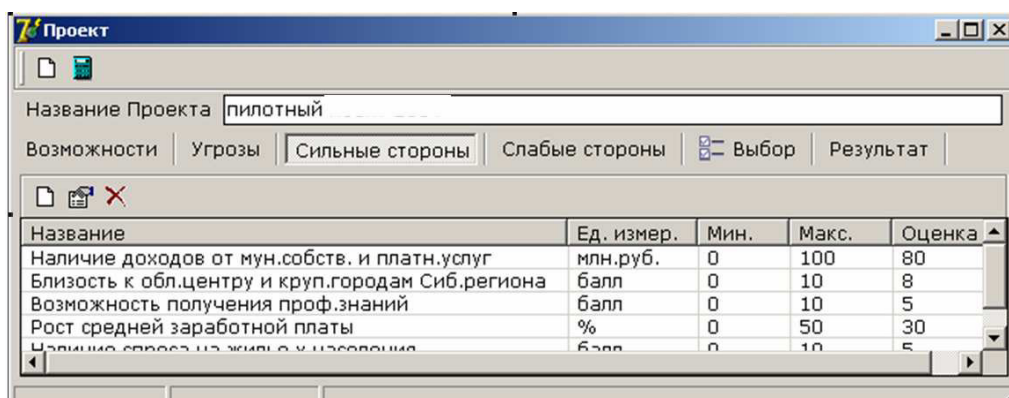


Рис. 3.6. Вкладка «Сильные стороны» после ввода оценок интенсивности проявления сильной стороны в организации

Блок 3. После проведенных расчетов программа предоставляет пользователю результаты расчетов значения возможностей или угроз в соответствующих вкладках (на рисунке 3.7 приведен пример предоставления расчета значения возможностей).

Название	Ед. изм...	Мин.	Макс.	Вероятн...	Влиян...	Знач...
В гор. бюджет отчисл. за негат. возд-е на окр. среду	млн. руб.	0	100	1	2,5	50
Земельный налог в гор. бюджет	млн. руб.	0	100	0,8	3,3	30,38...
Создание рабочих мест	раб.мест	0	300	0,5	80	27,08...
Поступления из бюджетов высших уровней	млн. руб.	0	550	0,8	550	90
Повышение качества обслуживания населения	балл	0	10	0,7	4	68,92...
Увеличение возможностей кредитования	%	0	100	0,8	50	80

Рис. 3.7. Результаты расчеты значения возможностей

Блок 4. Во вкладке «Выбор» реализован выбор пользователем нужных комбинаций факторов. В окне представляется матрица, в которой по вертикали представлены все сильные и слабые стороны, а по горизонтали все возможности и угрозы, пользователю нужно только маркировать клетку на пересечении интересующих его факторов (рисунок 3.8).

	Ненап. доходы	Близ-ть к центр	Проф.образ.	Рост ЗП	спрос на жилье	конв.зар.плата	соц. выплаты	Дефицит врач.	Кач-во обслуж.	Конк-ть продук	Обесп. жильем	Рынок земли
Отч.за окр.ср.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Зем. налог	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Созд.раб.мест	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
убв., субс. и др.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
торг.конкур.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Рост кред-я	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ум. НДС	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ниж.дох.бюдж.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ст-ть образ.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ЗП бюджет	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Возможность
Создание рабочих мест

Сильная сторона
Близость к обл.центру и круп.городам Сиб.региона

Рис. 3.8. Пример выбора комбинаций внешней и внутренней среды во вкладке «Выбор»

Блок 5. Во вкладке «Результат» представляются расчетные значения важности выбранных пользователем комбинаций по квадрантам матрицы SWOT (рисунок 3.9).

Строки	Столбцы	Оценка
Уменьшение НДС	Наличие конвертной заработной платы	89,9637...
Снижение доходной части бюджета	Наличие доходов от мун.собств. и плат...	86,0665...
Земельный налог в гор. бюджет	Неразвитость рынка земли	81,5592...

Рис. 3.9. Вкладка «Результат» с расчетами по выбранным комбинациям.

Предложенные нечеткие модели SWOT-анализа дают возможность производить сравнение значимости факторов внешней и внутренней среды, а также их комбинаций, на основании нечетких экспертных суждений и оценок. Отличием от существующих моделей является возможность использовать качественную экспертную информацию наравне с количественной, представлять информацию о взаимосвязи факторов внешней и внутренней среды в виде нечетких экспертных высказываний, получать оценки важности комбинаций факторов внешней и внутренней среды по квадрантам матрицы SWOT, что позволяет ранжировать их и определять на основе этой информации приоритетность выполнения отдельных стратегий, мероприятий.

Предложенная схема применения нечеткие моделей в SWOT-анализе организации позволяет внести в процесс принятия решений систематизацию, повысить возможности ЛПР к восприятию сложной многофакторной информации.

В результате повышается качество и обоснованность управленческих решений в условиях недостаточности и неполноты информации, неопределенности факторов внешней и внутренней среды.

Компьютерная программа, позволяющая проводить нечеткий SWOT-анализ на основе предложенных нечетких моделей и схемы их применения, скрывает от пользователя сложные расчеты и не требует от пользователя знаний в области нечетких методов принятия решений, чем обеспечивает сближение процесса нечеткого и типового SWOT-анализа по этапам его проведения.

4. СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О СТРАТЕГИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА

4.1. Роль и место нечетких моделей оценки СЭРГ и стратегического анализа при выполнении уставных функций органами местного самоуправления города Юрги

Федеральным Законом от 06.10.2003 № 131-ФЗ определен круг вопросов местного значения. К ним относятся вопросы непосредственного обеспечения жизнедеятельности населения муниципального образования, решение которых в соответствии с Конституцией Российской Федерации и указанным выше Законом осуществляется населением и(или) органами местного самоуправления самостоятельно. Например, к вопросам местного значения относятся: формирование и исполнение бюджета; установление местных налогов и сборов; организация тепло-, водо-, газо- электроснабжения; создание условия для предоставления транспортных услуг населению, организации досуга и отдыха, развития физической культуры и спорта и т.п.; обеспечение малоимущих граждан; планирование застройки территории и др.

Уставом муниципального образования «Город Юрга» в перечень вопросов местного значения также включены:

- постоянный контроль и развернутый анализ социально-экономической ситуации в городе, выработка соответствующих мер;
- разработка планов и программ социально-экономического развития города и поддержка социально незащищенных категорий населения.

Включение этих вопросов в функции органов местного самоуправления было обусловлено пониманием реальной необходимости разработки прогнозно-аналитических документов стратегического характера, обосновывающих перспективное развитие города.

К основным целям стратегического планирования развития города Юрга относятся:

- определение приоритетов развития города на 2004–2013.
- определение функций и направлений деятельности муниципальных служб для реализации выявленных приоритетов и муниципальных программ.
- вовлечение широких слоев населения в обсуждение стратегических направлений развития города;
- увязка стратегического плана города с основными направлениями социально-экономической политики Правительства РФ на сред-

несрочную и долгосрочную перспективу, с Концепцией социально-экономического развития города Юрги на 2004–2013 годы, с федеральными и региональными программами;

– разработка стратегии социально-экономического развития города в качестве инструмента управления социально-экономическим развитием территории города Юрги.

Для того чтобы создаваемая стратегия социально-экономического развития города не носила чисто декларативный характер, а являлась инструментом эффективного и профессионального управления социально-экономическим развитием и функционированием города, необходимо использовать системный подход и научно-обоснованные методы анализа и организации управления городским развитием.

Разработанные модели обеспечивают выполнение важнейших функций муниципального управления: функций стратегического планирования, разработки стратегии развития; контроля и анализа социально-экономической ситуации в городе для выработки соответствующих мер. Предложенный комплекс моделей повышает качество и обоснованность управленческих решений о социально-экономическом развитии города на этапах анализа и контроля выполнения стратегии развития; позволяет систематизировать и формализовать разнородную экспертную и статистическую информацию; облегчает работу экспертов и ЛПП в условиях неопределенности внешней и внутренней среды [67].

На рисунке 4.1 представлены модели, их связь друг с другом, а также результаты, получаемые при их использовании на различных этапах стратегического управления социально-экономическим развитием города.

4.2. Структура системы поддержки принятия решений о стратегии социально-экономического развития города

Предложенные во второй и третьей главах модели основаны на использовании методов теории нечетких множеств. При их практическом использовании возникают определенные проблемы.

1. Модели достаточно сложны для понимания их сущности неподготовленными пользователями, следовательно, лицо, принимающее решение, сможет применять эти модели только под руководством или при участии специалиста – консультанта по принятию решений. Это усложняет процесс принятия решений, поскольку консультант не всегда доступен, и не всегда знаком со особенностями ситуации.



Рис. 4.1. Схема применения и взаимодействия моделей в стратегическом планировании СЭРГ

2. Процесс принятия решений о социально-экономическом развитии города требует сбора и обработки большого объема статистической и экспертной информации, а методы и модели теории нечетких множеств требуют проведения сложных расчетов.

Таким образом, актуальной является разработка автоматизированной системы, обеспечивающей поддержку принятия решений о стратегии социально-экономического развития города. Главной задачей создания СППР о стратегии СЭР города является разработка универсального средства, реализующего полный набор предлагаемых моделей принятия решений и позволяющего автоматизировать функции консультанта по принятию решений на этапах сбора и обработки количественных данных, формализации качественных экспертных оценок, проведения расчетов.

В состав СППР помимо пользователей входят три главных компонента: подсистема данных, подсистема моделей и подсистема программного обеспечения. Подсистема данных – собрание текущих или исторических данных, организованных для легкого доступа к областям применения. Подсистема моделей – собрание математических и аналитических моделей, которые могут быть сделаны легкодоступными для пользователя. Подсистема программного обеспечения обеспечивает простое взаимодействие между пользователем системы, базой данных и эталонным вариантом. Она управляет созданием, хранением и восстановлением моделей в образцовой основе и интегрирует их с данными в базе данных. Также она обеспечивает графический, легкий в использовании, гибкий интерфейс пользователя, который поддерживает диалог между пользователем и СППР.

Разработанная система состоит из четырех блоков: блок математических моделей и методов принятия решений, блок входных данных (база данных), программный блок, блок выходных данных (результатов расчетов). Структура взаимосвязи и содержание блоков системы поддержки принятия решений о социально-экономическом развитии города (СППР ССЭРГ) представлена на рисунке 4.2. Она представляет взаимодействие между компонентами системы. Каждая разработанная модель является одним из элементов логического уровня СППР ССЭРГ [60].

Взаимодействие моделей и программных модулей определяется в зависимости от специфики решаемых задач, этапа стратегического управления социально-экономическим развитием города. Так, например модуль «Нечеткие экспертные оценки СЭРГ» позволяет осуществлять расчет функций принадлежности нечетких переменных, используя



Рис. 4.2. Структура взаимосвязи компонентов СППР о стратегии СЭРГ

модели попарных сравнений, статистических данных и стандартных функций. Результаты работы этого модуля имеют как самостоятельную ценность (так как полученные функции принадлежности фактически отражают желаемое состояние факторов социально-экономического развития), так и служат входными данными для модулей SWOT-анализа муниципального образования и интегральной оценки СЭРГ.

Модуль «Мониторинг СЭРГ» служит основой для формирования экспертных суждений о факторах СЭРГ, динамике и тенденциях развития.

Модуль «Формирование экспертной комиссии» позволяет решить вопрос отбора наиболее компетентных экспертов, рассчитать веса важности экспертов, оценить согласованность групповых оценок. Результаты работы этого модуля используются во всех остальных модулях.

Модуль «SWOT-анализ» использует данные модуля «Нечеткие экспертные оценки СЭРГ» для описания возможностей, угроз, сильных и слабых сторон муниципального образования и на основе нечетких лингвистических моделей и метода нечеткого дедуктивного логического вывода осуществляет расчет значения возможностей (угроз), а также комбинаций факторов внешней и внутренней среды муниципального образования. Результаты работы этого модуля используются на этапе стратегического анализа.

Модуль «Интегральная оценка СЭРГ» позволяет рассчитывать интегральные оценки СЭРГ, которые могут использоваться как инструмент контроля выполнения стратегии развития города.

4.3. Результаты внедрения нечетких моделей и программного обеспечения в стратегическом планировании города

В 2004 году в рамках разработки комплексного документа «Стратегия социально-экономического развития муниципального образования «Город Юрга»» был проведен SWOT-анализ, в ходе которого была осуществлена апробация разработанных нечетких моделей. Обработка экспертных данных проводилась с помощью модуля «SWOT-анализ» СППР СЭРГ.

Использование предложенных моделей, а также компьютерной программы позволило систематизировать процесс SWOT-анализа. Эксперты смогли осуществлять анализ внешней и внутренней среды поэтапно.

Сначала эксперты осуществили описание факторов внешней и внутренней среды, используя свои представления о реальном, ожидае-

мом и предпочтительном уровне фактора (было выделено более 50 основных факторов).

Внешняя среда анализировалась с точки зрения законодательной, социальной, экономической, политической, технологической и экологической составляющих.

Анализ внутренней среды проводился по следующим разделам:

- качество жизни населения;
- экологическая ситуация;
- ресурсный потенциал (экономико-географический и природно-ресурсный);
- бюджетный потенциал;
- потенциал социально-экономического развития города (трудовой, производственный, финансовый и инвестиционный);
- потенциал готовности к социально-экономическим преобразованиям в город;
- эффективность муниципального управления.

Рассмотрение факторов внешней и внутренней среды осуществлялось в трех наиболее важных срезах: город в целом, градообразующая экономика; малый и средний бизнес.

Среди возможностей были выделены, например, такие:

- изменение бюджетного и налогового законодательства (в частности, зачисление в городской бюджет отчислений за негативное воздействие на окружающую среду, земельного налога);
- высокие темпы промышленного роста в Кузбассе;
- существование трех крупных растущих рынков вокруг города;
- рост денежных средств кредитных союзов, а также их числа, высокий прирост депозитов в сбербанке;
- увеличение конкуренции в торговой сфере в связи с появлением новых конкурентов;
- увеличение заработной платы в бюджетной сфере и др.

В перечне угроз присутствовали, например, такие:

- изменение бюджетного и налогового законодательства (в частности, снижение доходов городского бюджета из-за изъятия единого налога по упрощенной системе налогообложения и др.);
- рост тарифов естественных монополий;
- высокая конкуренция на внутреннем рынке потребительских товаров и услуг;
- увеличение нагрузки на бюджет в связи с повышением заработной платы в бюджетной сфере;
- низкая ликвидность залоговых обязательств и др.

К сильным сторонам отнесли:

- близость к областному центру и крупным городам сибирского региона;
- возможность получения профессиональных знаний;
- наличие свободных квалифицированных трудовых ресурсов;
- рост средней заработной платы в промышленности;
- наличие спроса на жилье у населения;
- развитая инфраструктура поддержки малого и среднего бизнеса и др.;

Слабые стороны:

- высокая смертность населения в трудоспособном возрасте;
- высокий уровень безработицы;
- неразвитость рынка земли;
- дефицит врачебных кадров;
- монопрофильный тип экономики города;
- наличие «конвертной» заработной платы;
- низкая обеспеченность жильем, наличие ветхого жилья;
- высокий дефицит бюджета и др.

Результаты выполнения этого этапа повысили достоверность и эффективность анализа отдельных факторов среды города, поскольку эксперты не просто относили какой-либо фактор к угрозам или возможностям, сильным или слабым сторонам, но и определяли интенсивность его проявления в городе. При этом, несмотря на качественные суждения, имелась возможность дать количественные экспертные оценки.

Так, например, при оценке возможности «Открытие новых предприятий» с точки зрения влияния этого фактора на появление новых рабочих мест эксперты должны были определить параметры стандартных функций принадлежности. При этом заданная экспертами область определения [0;300] не означает того, что создание более трехсот рабочих мест невозможно. Этим значением определен порог высокого влияния возможности на социально-экономическую ситуацию в городе.

После описания факторов внешней и внутренней среды эксперты производили оценку вероятности и последствий реализации возможностей (угроз) внешней среды. Также была произведена оценка интенсивности проявления сильной (слабой) стороны в городе (практически вводились реальные значения показателей социально-экономического развития города на момент проведения SWOT-анализа).

На основании введенных экспертных оценок осуществлен расчет значения возможностей и угроз (по 100-бальной шкале) и произведено их ранжирование.

Автоматизированная матрица SWOT позволила экспертам рассмотреть все возможные комбинации по квадрантам матрицы, выделить реальные пары факторов внешней и внутренней среды (было выделено более 30 комбинаций) и получить расчетные оценки их важности.

В результате были выделены наиболее значимые для города возможности, угрозы, комбинации факторов внешней и внутренней среды. Полученные результаты были использованы при разработке стратегических направлений социально-экономического развития города.

Приведем примеры полученных расчетных оценок и их влияния на выбор стратегических программ развития города.

Например, возможность «Поступление земельного налога в городской бюджет» получила довольно низкую расчетную оценку ее значения для города (30,4 балла), что практически исключает ее из дальнейшего рассмотрения согласно стандартной методологии SWOT-анализа. Но, исследуя связь этой возможности со слабой стороной «Неразвитость рынка земли» (имеющую высокую интенсивность проявления в городе), была получена достаточно высокая оценка важности этой пары (81,6 балла). В результате было принято решение о реализации стратегической программы «Разработка принципов зонирования территорий для оптимизации землепользования и управления развитием города».

Угроза «Уменьшение ставки налога на доходы физических лиц» получила расчетную оценку значимости 55,5 балла. В сочетании со слабой стороной «Наличие «конвертной» заработной платы» важность пары составила 90 баллов. В результате одним из мероприятий стратегического развития города было выделено «Разработка и проведение мероприятий по увеличению официальной заработной платы».

Угроза «Снижение доходной части бюджета в связи с изменением бюджетного кодекса» получила оценку 50 баллов. Для ее устранения была проведена взаимосвязь с сильной стороной «Наличие доходов от муниципальной собственности и услуг». Расчетная оценка составила 87 баллов. В результате был предложен комплекс мероприятий по совершенствованию использования муниципальной собственности и оказанию услуг муниципальными предприятиями.

В целом по результатам анализа были выделены четыре основных стратегических направления развития города:

1. Создание многопрофильной системы производства на основе использования конкурентных преимуществ города Юрги.

Целями данного направления являются: развитие действующих производств; развитие малого и среднего бизнеса в муниципальном образовании; создание возможностей для подготовки и переподготовки профессиональных кадров, работающих в базовых отраслях экономики; развитие информационных ресурсов).

2. Создание условий для улучшения инвестиционного климата в муниципальном образовании городе Юрге.

Целями направления являются: разработка действенных механизмов по привлечению инвестиций в экономику города; оптимизация деятельности муниципальных предприятий; повышение эффективности бюджетной системы города Юрги..

3. Создание благоприятной среды жизнедеятельности населения

Целями направления являются реформирование системы жилищно-коммунального хозяйства; улучшение качества дорожной сети и работы городского транспорта; развитие системы доступного и эффективного здравоохранения; развитие системы доступного и качественного образования; улучшение социального обслуживания населения; улучшение экологического состояния окружающей среды.

4. Развитие местного сообщества на основе становления гражданского самосознания и принципов построения гражданского общества

К целям данного направления относятся: расширение участия граждан в решении вопросов, связанных с местным самоуправлением; формирование в общественном сознании жителей города Юрги принципов толерантности, патриотизма, нетерпимости к национализму и экстремизму; сохранение национальных традиций; развитие маркетинга на территории города.

По каждому направлению разрабатываются программы (мероприятия). Для определения приоритетности выполнения этих программ можно использовать оценки, полученных в результате стратегического анализа.

5. УПРАВЛЕНИЕ ДОЛГОМ КАК ФУНКЦИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ (ГОРОДОМ)

5.1. Понятие управления долгом

Политика государственных заимствований сравнительно недавно стала рассматриваться в мировой экономической теории как самостоятельный элемент макроэкономической политики. Отсутствие четкого понимания механизмов влияния процесса заимствований на экономические процессы зачастую приводило к неоправданно высокому уровню долговой нагрузки.

Государственный и муниципальный долг – долговые обязательства государства и муниципальных образований перед физическими и юридическими лицами, иностранными государствами, международными организациями и иными субъектами международного права, включая обязательства по государственным и муниципальным гарантиям.

В объем муниципального долга включаются [29]:

- основная номинальная сумма долга по муниципальным ценным бумагам;
- объем основного долга по кредитам, полученным муниципальным образованием;
- объем основного долга по бюджетным кредитам, полученным муниципальным образованием от бюджетов других уровней;
- объем обязательств по муниципальным гарантиям, предоставленным муниципальным образованием.

Органы местного самоуправления используют все полномочия по формированию доходов местного бюджета для погашения своих долговых обязательств и обслуживания долга.

Долговые обязательства муниципального образования погашаются в сроки, которые определяются условиями заимствований и не могут превышать 10 лет.

В составе государственного и муниципального долга для целей бюджетного законодательства и бюджетного процесса не учитываются: кредиторская задолженность бюджетных учреждений и унитарных предприятий, заимствования унитарных предприятий, недофинансирование получателей бюджетных средств, другая задолженность, возникшая из невыполнения договоров или причинения вреда государством или муниципалитетом.

Управление государственным и муниципальным долгом представляет собой совокупность финансовых мероприятий и порядок их регулиро-

вания государственными органами и органами местного самоуправления по выпуску и размещению долговых обязательств, по организации выплаты доходов по ним, по изменению условий и сроков ранее выпущенных долговых обязательств и их погашению с целью оптимизации объема и условий долга и минимизации расходов на его обслуживание. В процессе управления государственным и муниципальным долгом преследуются следующие цели [22]:

- минимизация расходов на обслуживание долга;
- обеспечение своевременности погашения долговых обязательств;
- обеспечение стабильности рынка долговых обязательств государства и муниципалитета;
- обеспечение финансовой устойчивости бюджетной системы;
- оптимизация объема заимствований;
- оптимизация сроков заимствований;
- оптимизация условий выплат процентов и основного долга.

Основными методами управления государственным долгом являются:

- досрочный выкуп – при согласии кредитора (если предусмотрено договором – и без его согласия) с целью избежать будущих расходов на обслуживание долга);
- рефинансирование – погашение долга за счет средств от новых заимствований;
- новация – замена одного обязательства другим с согласия кредитора;
- реструктуризация – изменение срока, доходности, объема долга;
- конверсия – изменение доходности долга;
- пролонгация – увеличение срока погашения долга без дополнительных условий;
- отсрочка – увеличение срока погашения долга с дополнительными условиями (обеспечение, выше доходность);
- капитализация процентов – замена выплаты процентов увеличением объема долга;
- погашение долга активами – для уменьшения долга при недостатке денежных средств погашение происходит акциями, недвижимостью и др.;
- унификация – приведение нескольких видов обязательств с разными условиями к одному, с целью удобства обслуживания;
- консолидация – объединение долгов с разными сроками погашения в один;
- дефолт – приостановка выплат по долгу без отказа от своих обязательств;

- аннулирование – отказ от обязательств в одностороннем порядке;
- списание – уменьшение объема долга с согласия кредитора;
- установление предельных целевых ориентиров – определение в законодательном порядке целевого ориентира для органов, осуществляющих управление долгом (предельный размер долга, предельный объем расходов на обслуживание и погашение долга).

5.2. Цели, задачи и принципы управления долгом муниципалитета

Основная задача управления государственным долгом – определение инвестиционного потенциала, включая потенциал, который может финансироваться за счет заимствований. Должны разрабатываться действенные меры по повышению управляемости долга, снижению расходов субъектов.

Перспективное финансовое планирование – очень важная функция управления. Оно рассчитано на срок от одного года (на 3–5 лет вперед), постоянно корректируется на следующий календарный год, поскольку макроэкономические показатели, сбор налогов, исполнение бюджета за прошедший год будут отличаться от запланированных. На среднесрочном периоде планирование заимствований возможно только в рамках перспективного финансового планирования в целом.

Необходимо не только перспективное планирование долга, но и четкое ежедневное планирование обслуживания долга и подрядных договоров в рамках финансового года. План финансовых потоков инвестиционной программы, представляющий собой непрерывные распределения, формируется из нескольких взаимосвязанных потоков денежных средств: подневного плана привлечения и возврата заимствований; плана финансирования объектов инвестиционной программы; плана привлечения средств на покрытие кассовых разрывов; плана временного отвлечения на покрытие кассовых разрывов средств, привлеченных в целом для финансирования инвестиционной программы.

В идеальном случае план финансовых потоков должен представлять собой график с шагом в один день [36].

Цель формирования плана финансовых потоков – обеспечить реальное разделение текущего и капитального бюджетов на основе принципа единства кассы (в соответствии с БК РФ).

Действующая система управления государственным долгом находится в полном соответствии с долговой политикой РФ. Суть этой политики: сокращать федеральный долг и накапливать резервный фонд; нижестоящим уровням власти дать возможность самостоятельно заниматься бизнесом за счет привлечения заемных средств под гарантии

бюджета региона или муниципалитета, но в строго ограниченных размерах, так чтобы это не могло отразиться на федеральном бюджете и резервном фонде.

Одной из основных целей управления структурой долга является управление графиком долговых платежей, с тем чтобы, с одной стороны, в нем отсутствовали периоды пиковых нагрузок, а с другой – основные выплаты по долгам приходились на период ожидаемого роста экономики [93]. Ключевым моментом в данной модели является непрерывность управления, в частности для того, чтобы политику заимствований можно было корректировать в зависимости от текущего состояния экономики и наиболее достоверных краткосрочных прогнозов.

Оптимальная политика региональных или городских администраций в области привлечения заемных средств должна строиться на основе следующих принципов и допущений [36, 39]:

- региональные (городские) власти должны иметь формализованную стратегию (концепцию) своего развития на средне– (3–5 лет) и долгосрочную (5–10 лет) перспективу. При этом должна быть подтверждена выполнимость разработанной стратегии (концепции) и, в частности, ее обеспеченность ресурсами, в том числе инвестиционными.

Как правило, это достигается на основе использования современных методов компьютерного моделирования;

- инвестиционная стратегия должна быть органично увязана со стратегией (концепцией) развития региона или города, а точнее, обслуживать ее. При ее формировании необходимо учитывать угрозы (риски) и варианты их нейтрализации (хеджирования). Предпочтение целесообразно отдавать не прямому заимствованию, а созданию условий, способствующих повышению инвестиционной привлекательности региона (города) и стимулирующих привлечение частного капитала в инфраструктурные проекты, что является одним из основных путей высвобождения бюджетных средств для последующего их направления на необходимые социальные инвестиционные потребности;

- займы должны представлять собой целостное звено финансово–инвестиционной системы региона или города. Другими словами, региональные и городские власти должны иметь подсистему управления, координирующую процесс привлечения и эффективного использования заемных средств. Важнейшей функцией этой подсистемы является оптимизация портфеля заемных средств (поддержание оптимального баланса (пропорций) между кратко–, средне– и долгосрочными заемными инструментами), поддержание его ликвидности и обеспечение требуемой ритмичности погашения заемных обязательств;

– разрабатывается комплексный среднесрочный финансовый план как важнейшая составная часть бюджетного процесса. Долг, инвестиционные планы и обязательства должны выступать в качестве составных частей среднесрочного финансового плана, где также должны быть отражены расчетные доходы, расходы, стоимость обслуживания долга и инвестиционные расходы, рассчитываемые на основании определенного набора допущений. Каждая из перечисленных выше статей может быть изменена по отдельности или в комбинации с другими, что позволит проводить анализ их чувствительности в условиях различных сценариев. Итоги такого анализа станут основанием для определения объема долговых обязательств, которые можно привлечь в данный период и, следовательно, объема инвестиций;

– расходы, связанные с привлечением и обслуживанием заемных ресурсов, обязательно должны соотноситься с реальным экономическим эффектом, полученным по итогам реализации проектов, финансируемых за счет заемных средств;

– привлечение заемных ресурсов должно осуществляться с целью финансирования экономически значимых региональных и общегородских инвестиционных программ и проектов, реализация которых приведет в кратко– или среднесрочной перспективе либо к значительному снижению базовых бюджетных расходов, либо создаст предпосылки для усиления конкурентных позиций местных производителей, появления новых рабочих мест, что в итоге будет способствовать увеличению доходной части бюджета;

– должна быть сформирована сбалансированная и прозрачная система управления инвестиционными программами. Для этого необходимо проводить компьютерный учет финансовых потоков каждого проекта. Должна быть отлажена система финансового планирования, позволяющая идентифицировать все имеющиеся обязательства: заемщика, проценты, основные суммы, сроки платежа (а также возможные изменения в случае изменения определенных факторов – инфляции, процентных ставок, курсов валют и т.д.), а также обеспечивать наличие ресурсов, необходимых для достижения требуемого уровня платежей. Такое планирование должно быть систематическим и обоснованным, а не эпизодическим и интуитивным [126, 127];

– отбор инвестиционных проектов должен проводиться на основе объективной оценки их соответствия определенным критериям. Исполнительным органам власти необходимо делегировать все необходимые полномочия, связанные с процессом оценки и отбора инвестиционных проектов в рамках принятой политики, а сама полити-

ка, определяющая набор критериев и методы оценки, должна быть одобрена законодателями. Целесообразно, чтобы крупные проекты и поручительства согласовывались с региональными или городскими законодательными собраниями. Критерии отнесения проектов к категории крупных должны быть дифференцированы по городам .

Таким образом, сформулирован некий идеал. Следование вышеперечисленным принципам позволит сформировать сбалансированную инвестиционно–заемную систему, ориентированную на обслуживание процессов расширенного воспроизводства региональных и местных экономик.

5.3. Проблемы обоснования стратегических решений при управлении долгом муниципалитета

Управление долгом муниципального образования является неотъемлемой и важнейшей функцией администраций муниципалитетов.

При этом стратегическое планирование долга муниципалитета является частью стратегического планирования развития города в целом, так как инвестиции фактически являются одним из ресурсов, обеспечивающих выполнение стратегии социально-экономического развития. Процесс управления долгом муниципального образования представляет собой комплексный подход к принятию решений в финансовой и инвестиционной сферах. При этом на практике чаще всего при управлении долгом в муниципальных образованиях отсутствует четко выраженный системный подход.

В настоящее время в РФ управление долгом проводится Органами управления долгом Министерства финансов Российской Федерации, разработаны методические рекомендации по управлению государственным и муниципальным долгом для субъектов Российской Федерации и муниципальных образований [38]. Цель этих методических рекомендаций – оказание содействия субъектам РФ и муниципальным образованиям в совершенствовании системы управления долгом и условными обязательствами в рамках действующего федерального законодательства. Они носят временный, рекомендательный характер и подлежат пересмотру по мере внесения изменений и дополнений в федеральное законодательство, а также обобщения практического опыта их применения.

Ключевым в данной методике является понятие долговой емкости бюджета. Долговая емкость (профиль заёмной мощности) бюджета определяется как превышение доходов бюджета субъекта РФ (муниципального образования) над его текущими расходами без учета расходов на обслуживание существующих долговых обязательств в каждом пе-

риоде выбранного интервала времени. При этом интервал времени не может быть короче длительности перспективного финансового плана, а период – превосходить финансовый год.

Доступная долговая ёмкость (*ДДЕ*) бюджета для новых заимствований оценивается для каждого периода внутри интервала планирования и представляет собой средства бюджета после исполнения уже принятых прямых и ожидаемых условных обязательств в соответствующем периоде. Доступная долговая ёмкость для новых заимствований делится на три части:

$$ДДЕ = ДДЕ_y + ДДЕ_n + ДДЕ_o,$$

где *ДДЕ_y* – часть доступной долговой ёмкости бюджета, предназначенная для покрытия ожидаемой ответственности по вновь принимаемым условным обязательствам (“резерв по возможной ответственности”);

ДДЕ_n – часть доступной долговой ёмкости бюджета, отводимая на платежи по погашению и обслуживанию вновь привлекаемых прямых обязательств;

ДДЕ_o – неиспользуемая (“страховочная”) часть доступной долговой ёмкости, компенсирующая риск ликвидности бюджета, возникающий вследствие ошибок прогнозирования. Величина *ДДЕ_o* определяется администрацией субъекта или муниципального образования как фиксированная величина или доля *ДДЕ* и зависит от точности бюджетного прогноза.

Соотношение между *ДДЕ_y* и *ДДЕ_n*, либо доли, которые они составляют в доступной долговой ёмкости в каждом интервале планирования, определяются органом власти субъекта РФ (муниципального образования), определяющим экономическую и бюджетную политики администрации.

Значение *ДДЕ_n* можно оценить и минимизировать в зависимости от вида новых займов. Выбор конкретных заёмных инструментов основывается на трёх следующих критериях, приведённых в порядке их приоритетности [39]:

1. Величина рисков. Основным риском, который оценивается на этапе выбора инструментов заимствования, является риск процентной ставки. Именно по этому критерию остается свобода выбора в методе оценки.

2. Сроки погашения. Главное требование к выбору сроков погашения это реализация графика обслуживания и погашения, определённого на предыдущем этапе.

3. Стоимость заимствований. При доступности на рынке нескольких инструментов с приемлемыми уровнем риска и сроками погашения, определяющим критерием становится стоимость заимствования [130]. Сравнение стоимости заимствований традиционно производится на основе приведённой стоимости. В долгосрочном планировании администрация субъекта стремится прийти к конкретному объёму и структуре долга, что невозможно без прогнозных оценок и экспертного оценивания.

Исследования по данной проблеме проводились многими учеными [30, 34, 75, 121]. Расчеты по нахождению параметров моделей связаны с обработкой большого количества информации. Точное решение задач невозможно получить, поэтому применяют численные методы. Проведенный обзор существующих моделей управления долгом [135] показал, что теоретические модели недостаточно универсально применимы к процессу управления долгом муниципального образования, а практические не всегда полно отражают процесс долгосрочного прогнозирования и планирования в условиях неопределенности.

Опыт применения методических рекомендаций по управлению государственным и муниципальным долгом для субъектов Российской Федерации и муниципальных образований показывает, что при оценке форм вновь привлекаемых долговых обязательств в долгосрочной перспективе кроме статистических и вероятностных оценок необходимо привлечение и экспертных оценок.

Планирование долга на практике является оптимизационным процессом на каждом периоде (подчас краткосрочном). Правительство же хочет управлять долгом в долгосрочной перспективе. Следовательно, необходимо применять аналитическое планирование, которое должно учитывать противоречивые цели действующих сил, влияющих на методы привлечения и обслуживания текущего долга [116]. Это сводящийся процесс, который должен привести к компромиссу оптимальности объёма и структуры долга [133]. Поэтому обосновано применение в планировании принципа «выгоды – издержки», который учитывает не только экономический фактор альтернатив, но и показывает, что политические и социальные издержки также требуют внимания. В разделе 6.1 рассматривается методика выбора формы долговых обязательств, основанная на этом принципе. Предложена методика оценивания части доступной долговой ёмкости бюджета, отводимой на платежи по погашению и обслуживанию вновь привлекаемых прямых обязательств $ДДЕ_n$, использующая комбинаторную оптимизацию эффективности обязательств.

Для формализации качественных оценок целесообразно использование аппарата теории экспертных оценок, сценарных методов приня-

тия решений, позволяющих обеспечить эффективную обработку качественной информации наравне с количественными данными. Эксперты играют преобладающую роль при оценивании текущего, прогнозирования и планировании будущего финансового состояния города, в том числе долгового

5.4. Сценарный подход в управлении долгом субъекта (муниципального образования)

В последнее время для целей управления используются различные модели. Модель должна в сжатые временные сроки обеспечить прогноз результатов деятельности системы в условиях изменяющейся внешней экономической среды. Для прогнозирования и планирования долга объекта экономики можно привлечь следующие разновидности моделей:

1) статистические, позволяющие прогнозировать гладкие изменения в системе и окружающей ее экономической среде;

2) имитационные, дающие возможность проводить в ускоренном масштабе времени эксперименты, натурное воспроизведение которых нежелательно или невозможно (банкротства, катастрофы); при этом статистические данные о нежелательных катаклизмах отсутствуют (а если бы они и были, прогнозируемые изменения, могли носить скачкообразный характер); статистику таких явлений можно «наработать» только в процессе прогонов модели;

3) игровые, позволяющие разрабатывать предварительные решения по выбору альтернативных вариантов (например, вариантов инвестирования или эмиссии).

Методы подготовки и согласования представлений о проблеме или анализируемом объекте, изложенные в письменном виде, получили название сценария [21]. Первоначально эти методы предполагали подготовку текста, содержащего логическую последовательность событий или возможные варианты решения проблемы, упорядоченные по времени. Однако требование временных координат позднее было снято, и сценарием стали называть любой документ, содержащий анализ рассматриваемой проблемы или предложения по ее решению независимо от того, в какой форме он представлен.

Сценарий не только предусматривает содержательные рассуждения, которые помогают не упустить детали, обычно не учитываемые при формальном представлении системы (в этом и заключалась первоначально основная роль сценария), но и содержит результаты количественного технико-экономического или статистического анализа с предварительными выводами, которые можно получить на их основе.

Группа экспертов, подготавливающих сценарии, пользуется правом получения необходимых справок от организаций, консультаций специалистов.

В настоящее время разновидностью сценариев можно считать предложения к комплексным программам развития отраслей народного хозяйства, подготавливаемые организациями или специальными комиссиями. Существенную помощь в подготовке сценариев оказывают специалисты по системному анализу. Весьма перспективной представляется разработка специализированных информационно-поисковых систем, накапливающих прогнозную информацию по данной отрасли и по смежным отраслям.

Сценарий является предварительной информацией, на основе которой проводится дальнейшая работа по прогнозированию или разработке вариантов проекта. Таким образом, сценарий помогает составить представление о проблеме, а затем приступить к более формализованному представлению системы в виде графиков, таблиц для проведения других методов системного анализа.

При выборе методов анализа и прогнозирования нужно учитывать следующие особенности процесса управления долгом и принятия решений о стратегическом планировании долговой политики:

- процесс принятия решений предполагает использование информации, получаемой от экспертов, чем обуславливается необходимость использования в моделях качественной информации наравне с количественной;

- множество функциональных сфер жизнедеятельности региона и города, требование учета при разработке стратегии развития мнения различных субъектов управления, хозяйствования, а также населения города предполагает формирование экспертной комиссии, имеющей в своем составе специалистов из финансовой сферы;

- задача управления долгом субъекта носит многокритериальный характер;

- существует высокая неопределенность и быстрые изменения окружающей среды при принятии решений на этапе формирования сценариев развития финансовой политики муниципального образования.

Процессы принятия решений в различных сферах деятельности во многом аналогичны. Часто экономические, медицинские, политические, социальные, управленческие проблемы имеют несколько вариантов решений. Зачастую, выбирая одно решение из множества возможных, ЛПР руководствуется только интуитивными представлениями. Вследствие этого принятие решения имеет неопределенный характер, что ска-

зывается на качестве принимаемых решений. Особенно эффективным является метод анализа иерархий. Многочисленные примеры успешного применения метода при решении разнообразных задач можно найти в литературе и в сети Internet [18, 85, 149].

Приведем несколько аналогий метода анализа иерархий с другими методами и понятиями [123].

1. Метод анализа иерархий имеет аналогии с теорией вероятностей. Приоритеты альтернатив (это положительные числа, их сумма равна единице) можно отождествить с вероятностями выбора альтернатив. Приоритеты факторов, влияющих на рейтинг альтернатив, можно считать вероятностями гипотез. При таком подходе способ вычисления приоритетов альтернатив аналогичен применению формулы полной вероятности. При работе с моделями, учитывающими наличие обратных связей, можно установить многочисленные терминологические и идеологические соответствия между методом анализа иерархий и Марковскими случайными процессами с дискретным набором состояний и дискретным временем (Марковскими цепями).

2. Метод анализа иерархий имеет аналогии с теорией графов. Структура ситуации принятия решения представляется в методе анализа иерархий в виде направленного графа. Узлами графа служат: альтернативы, главный критерий рейтингования альтернатив, факторы, влияющие на рейтинг альтернатив. Направленными дугами графа являются связи, указывающие на влияния одних узлов, на приоритеты других узлов.

3. Метод анализа иерархий имеет аналогии с теорией неотрицательных матриц. Расчеты рейтингов, проводимые в методе анализа иерархий, математически основываются на методах расчетов собственных векторов для неотрицательных (и в частности, для стохастических) матриц.

4. Метод анализа иерархий имеет аналогии с экспертными системами. Технологии принятия решения с помощью экспертных систем, основанных на байесовском способе логического вывода, являются частным случаем применения метода анализа иерархий.

5. Метод анализа иерархий имеет аналогии с идеологией искусственных нейронных сетей. В частности, обратная задача в методе анализа иерархий по способу решения и проведения процедуры согласования аналогичны обучению нейронной сети.

6. Метод анализа иерархий имеет аналогии с синергетикой. Модели, строящиеся в методе анализа иерархий, имеют кластерную структуру. Кластеры, по сути, являются элементарными иерархическими структурами. В пределах кластеров метод оперирует понятием вектора

приоритетов. При соединении кластеров в систему рейтинг-альтернатив конструируется на основе векторов приоритетов в отдельных кластерах. Сложные модели часто демонстрируют «голографический» эффект. Даже при удалении части структуры итоговый рейтинг в целом сохраняется.

Целесообразность применения того или иного метода во многом определяется характером анализируемой информации.

Обычно имеется конечное число измеряемых или оцениваемых альтернатив (объектов) $A = \{a_1 \dots a_n\}$ и сформулированы один или несколько признаков сравнения, по которым осуществляется сравнение свойств объектов. Следовательно, методы измерения различаются лишь процедурой сравнения объектов. Эта процедура включает построение отношений между объектами эмпирической системы, выбор преобразования и определение типа шкал измерений.

Прогнозный сценарий используют в практике прогнозирования как самостоятельный метод прогнозирования, так и как прием, элемент прогнозирования с использованием других методов. Сценарий может быть элементом комплексной системы прогнозирования для определения прогнозного горизонта или условий, при которых необходимо корректировать прогноз.

Написание сценария – это метод, при котором устанавливается логическая последовательность событий с целью показать, как, исходя из существующих ситуаций, может шаг за шагом развиваться будущее состояние объектов. Сценарий обычно разворачивается в явно выраженных временных признаках (координатах). Эта способность существенна при прогнозировании в области социально-экономических проблем. При научно-техническом прогнозировании эта явная зависимость от времени не всегда обязательна.

Основное значение при написании сценария имеет выявление основных факторов, позволяющих достичь поставленных целей и факторов, а также определение критериев достижения поставленной цели. При разработке сценария может возникнуть неопределенность, связанная с субъективностью суждений разработчиков сценария. Ценность сценария тем выше, чем меньше степень неопределенности или больше согласованность мнений экспертов.

Сценарий является основой, на которой проводится вся дальнейшая работа. В готовом виде сценарий должен быть подвергнут анализу. Из дальнейшего рассмотрения исключают все то, что, по мнению сценаристов, достаточно обеспечено на рассматриваемый период. И наоборот, концентрируется внимание на том, что должно быть сделано для дальнейшего достижения поставленной цели. Сценарий носит систем-

ный характер. Он является одним из основных методов прогноза при структурной перестройке и зависит от интеллекта, уровня знаний, осведомленности и фантазии разработчика системы.

В условиях высокой неопределенности и быстрых изменений окружающей среды разрабатывать стратегию с опорой на единственный вероятностный прогноз является слишком рискованным. В сегодняшнем мире часто бывают скачки, внезапные перемены, события, которые просто невозможно предвидеть. В нестабильном окружении существует множество возможных вариантов будущего. Основным смыслом сценарного планирования является конструирование, создание различных «историй», различных и одинаково правдоподобных вариантов развития будущего, которые являются хорошо структурированными и логичными. Таким образом, стратегия перестает быть жестким планом и приобретает необходимую гибкость для того, чтобы организация оставалась успешной при различных вариантах развития будущего. Мировые лидеры отходят от соблазнов делать ставку только на наиболее вероятные прогнозы.

Ситуационные методы моделирования. Основным средством инструментальной поддержки управленческих решений является использование методов математического моделирования.

Параметры системы управления финансовой системой предполагают решение многомерных задач. Для эффективного решения многомерных задач управления сложным объектом необходимо знать его состояние в любой момент времени; иметь оперативный доступ к данным, определяющим состояние объекта в прошедшие моменты времени; уметь прогнозировать его поведение при различных управляющих воздействиях и выбирать из них те воздействия, которые приводят к намеченной цели. Управление сложным объектом возможно только при участии человека, при этом обработка данных и формирование вариантов решений выполняются с помощью вычислительной техники, а окончательное решение принимает человек.

Выбор метода моделирования в интересах формирования управленческих решений в значительной мере определяется:

- исходными данными (как необходимыми, так и имеющимися);
- требуемым объемом ретроспективной информации;
- составом выходной информации, получение которой возможно в рамках модели;
- формальным описанием модели – алгоритмом взаимодействия отдельных компонентов модели, однозначно определяющим правила получения выходной информации на основании входной информации.

Методика прогнозирования основывается, как правило, на комбинации краткосрочных неструктурных подходов и долгосрочных структурных методов. Краткосрочные модели, в свою очередь, служат базой для долгосрочных моделей. Долгосрочные объединяются с краткосрочными моделями по принципу подгонки долгосрочных моделей так, чтобы их результаты имели минимальные отклонения от результатов краткосрочных моделей. Все эти модели реализуются в системах поддержки принятия решения (СППР).

При ситуационном моделировании используются два основных типа задач: задача сценарного прогнозирования и обратная — задача целевого управления.

Задача сценарного прогнозирования. Сущность сценарного подхода заключается в проведении многовариантного ситуационного анализа моделируемой системы, обеспечивающего:

- формирование множества альтернативных вариантов управленческих решений;
- получение результатов сравнения (например, попарного) альтернатив;
- выбор лучшей альтернативы (возможно по ранее определенному критерию или исходя из предпочтений руководства).

Методическим обеспечением сценарного прогнозирования является ситуационный анализ (ситуационный подход). Его применение необходимо как на этапе концептуального проектирования системы, так и на этапе использования моделирования в процессе управления объектом при прогнозировании.

Принципиальная особенность ситуационного подхода – ситуация, т.е. конкретные обстоятельства, оказывающие влияние на систему управления в рассматриваемый период времени. Исследуя сложившуюся ситуацию, можно понять как обусловившие ее причины, так и воздействия, которые будут в большей степени соответствовать достижению целей системы в конкретных условиях и обстоятельствах.

Ситуационный подход предполагает использование экономических и логических методов анализа (например, факторного, балансового) принятия управленческих решений.

Исходная позиция при решении задач ситуационного анализа состоит в следующем: возникшая или предвидимая проблемная ситуация может считаться разрешенной лишь в том случае, если выработано и реализовано управленческое решение по разрешению проблемной ситуации. В нем отражается взаимосвязь структуры и процесса управления с обоснованием построения тех связей системы управления, которые ориентированы на эффективное разрешение ситуации.

Сущность концепции ситуационного управления сводится к следующему: каждому типу конкретной ситуации должна соответствовать своя последовательность процедуры управления (сценарий) со своими критериями и методами принятия решений, представляющая возможность адаптации структуры управления к динамически меняющимся условиям функционирования системы управления и внешней среды. В методе ситуационного управления обеспечивается построение модели объекта управления, процедуры управления и поиск целесообразных решений по управлению объектом. В этих условиях возникает задача автономного выбора цели, формирования плана ее достижения и моделирования соответствующего поведения системы в конкретных обстоятельствах. В каждый момент времени отслеживается рассогласование между фактическим и требуемым состоянием объекта управления. Следуя этой методике, управление долгом субъекта РФ можно представить как рекурсивную процедуру, представленную на рисунке 5.1.

Задача целевого управления. При сценарном прогнозировании решается так называемая прямая задача ("Что будет, если...?"), однако, в последнее время наибольший интерес вызывает обратная задача определения управляющих воздействий (сценарных и управляющих параметров), которые обеспечивают достижение заданной траектории целевых показателей на прогнозный период.

При решении обратной задачи предполагается, что уже имеются результаты расчетов сценарной модели, поэтому часть показателей, определенных в качестве результирующих при сценарном прогнозировании, становятся целевыми, и задача формулируется через определение значений этих целевых показателей, тем самым осуществляется анализ "Что необходимо для...?". На часть показателей накладываются ограничения, остальные показатели выступают в качестве сценарных параметров.

В качестве целевых целесообразно использовать показатели деятельности субъекта РФ, характеризующие степень достижения тактических задач и, в конечном счете, степень достижения стратегических целей. В постановку такой задачи вводится функционал, оптимизирующий плановую траекторию целевых показателей при ограничениях на управляющие воздействия.

Подход к решению задачи целевого управления заключается в определении цели (динамики целевого показателя), выборе предсказывающих управляющих воздействий, нахождении функциональной зависимости между выбранными управляющими воздействиями и целевым показателем с использованием регрессионных моделей и решении задачи оптимизации.



Рис. 5.1. Схема проведения сценарных и целевых расчетов

6. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ И ВЫБОРА ПРИВЛЕКАЕМЫХ ДОЛГОВЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ

6.1. Модель выбора формы привлекаемого долгового обязательства методом анализа иерархий

6.1.1. Сущность метода анализа иерархий

Выбор рациональной формы обеспечения будущего долгового обязательства является предварительным этапом формирования оптимального долга.

Для повышения обоснованности решений, принятых экспертом, о приоритете формы долгового обязательства предлагается использовать метод анализа иерархий (МАИ), позволяющий отражать качественные экспертные оценки [117]. Основные положения метода анализа иерархий (МАИ) были разработаны известным американским математиком Т.Л. Саати и опубликованы в 1977г. МАИ используется для решения слабо структуризованных и неструктуризованных проблем. Методология решения таких проблем опирается на системный подход, при котором проблема рассматривается как результат взаимодействия и, более того, взаимозависимости множества разнородных объектов, а не просто как их изолированная и автономная совокупность. Особенностью МАИ является возможность получения ранжированных оценок вариантов на основе субъективных мнений экспертов. Метод [18, 89, 116, 123] предполагает декомпозицию проблемы на все более простые составляющие части и обработку суждений ЛПР. В результате определяется относительная значимость исследуемых альтернатив для всех критериев, находящихся в иерархии. Относительная значимость выражается численно в виде векторов приоритетов. Полученные таким образом значения векторов являются оценками в шкале отношений и соответствуют так называемым жестким оценкам. Результатом применения метода является определение наиболее предпочтительного варианта, а также конкретное обоснование выбора и распределения всех вариантов, что позволяет подробно исследовать задачу в целом.

Для установления относительной важности элементов иерархии используется шкала отношений (таблица 6.1). Данная шкала позволяет ЛПР ставить в соответствие степеням предпочтения одного сравниваемого объекта перед другим некоторые числа. Правомочность этой шкалы доказана теоретически при сравнении со многими другими шкалами [124]. При использовании указанной шкалы ЛПР, сравнивая два объекта в смысле достижения цели, расположенной на вышележащем уровне иерархии, должен поставить в соответствие этому сравнению число в интервале от 1 до 9 или обратное значение чисел.

Таблица 6.1

Шкала отношений (степени значимости действий)

Степень значимости	Определение	Объяснение
1	Одинаковая значимость	Два действия вносят одинаковый вклад в достижение цели
3	Некоторое преобладание значимости одного действия над другим (слабая значимость)	Существуют соображения в пользу предпочтения одного из действий, однако эти соображения недостаточно убедительны
5	Существенная или сильная значимость	Имеются надежные данные или логические суждения для того, чтобы показать предпочтительность одного из действий
7	Очевидная или очень сильная значимость	Убедительное свидетельство в пользу одного действия перед другим
9	Абсолютная значимость	Свидетельства в пользу предпочтения одного действия другому в высшей степени убедительны
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения между двумя соседними	Ситуация, когда необходимо компромиссное решение
Обратные величины выше ненулевых величин	Если действию i при сравнении с действием j приписывается одно из определенных выше ненулевых чисел, то действию j при сравнении с действием i приписывается обратное	Если согласованность была постулирована при получении N числовых значений для образования матрицы

6.1.2. Матрицы парных сравнений

После построения иерархии строится множество матриц парных сравнений. Для этого в иерархии выделяют элементы двух типов: элементы – «родители» и элементы – «потомки». Элементы – «потомки»

воздействуют на соответствующие элементы вышестоящего уровня иерархии, являющиеся по отношению к первым элементами – «родителями». Матрицы парных сравнений строятся для всех элементов – «потомков» относящихся к соответствующему элементу – «родителю». Элементами – «родителями» могут являться элементы, принадлежащие любому иерархическому уровню, кроме последнего, на котором расположены, как правило, альтернативы [18]. Парные сравнения проводятся в терминах доминирования одного элемента над другим. Полученные суждения выражаются в целых числах с учетом девятибалльной шкалы (см. таблицу 6.1).

При проведении попарных сравнений следует отвечать на следующие вопросы: какой из двух сравниваемых элементов важнее или имеет большее воздействие, какой более вероятен и какой предпочтительнее.

Рассмотрим в общем виде пример формирования матрицы парных сравнений. Пусть E_1, E_2, \dots, E_n – множество из n элементов (альтернатив) и e_1, e_2, \dots, e_n – соответственно их веса, или интенсивности. Сравним попарно вес, или интенсивность, каждого элемента с весом, или интенсивностью, любого другого элемента множества по отношению к общему для них свойству или цели (по отношению к элементу – «родителю»). В этом случае матрица парных сравнений E имеет следующий вид (таблица 6.2):

Таблица 6.2

Матрица парных сравнений

	E_1	E_2	...	E_n
E_1	e_1 / e_1	e_1 / e_2	...	e_1 / e_n
E_2	e_2 / e_1	e_2 / e_2	...	e_2 / e_n
...	
E_n	e_n / e_1	e_n / e_2	...	e_n / e_n

Матрица парных сравнений обладает свойством обратной симметрии:

$$a_{ij} = 1 / a_{ji}.$$

Вычисление главного собственного вектора W положительной квадратной матрицы E проводится на основании равенства (6.1):

$$E W = \lambda_{\max} W, \quad (6.1)$$

где λ_{\max} – максимальное собственное значение матрицы E .

Приближенное значение элементов вектора W можно найти по формуле:

$$w_j = 1 / \sum_{i=1}^n a_{ij},$$

$$j = \overline{1, n}.$$

6.1.3. Оценка однородности суждений

В практических задачах количественная и транзитивная однородность нарушается, поскольку человеческие ощущения нельзя выразить точной формулой. Для улучшения однородности в числовых суждениях, какая бы величина a_{ij} ни была взята для сравнения i -го элемента с j -м, a_{ji} приписывается значение обратной величины, т. е. $a_{ji} = 1 / a_{ij}$. Отсюда следует, что если один элемент в b раз предпочтительнее другого, то последний только в $1/b$ раз предпочтительнее первого.

Однородность суждений оценивается индексом однородности (ИО) или отношением однородности (ОО) в соответствии со следующими выражениями 6.2, 6.3:

$$\text{ИО} = (l_{\max} - n) / (n - 1), \quad (6.2)$$

$$\text{ОО} = \text{ИО} / M(\text{ИО}), \quad (6.3)$$

где $M(\text{ИО})$ – среднее значение (математическое ожидание) индекса однородности случайным образом составленной матрицы парных сравнений E , которое основано на экспериментальных данных, полученных в работе [116].

В качестве допустимого используется значение $\text{ОО} \leq 0,10$. Если для матрицы парных сравнений отношение однородности $\text{ОО} > 0,10$, то это свидетельствует о существенном нарушении логичности суждений, допущенном экспертом при заполнении матрицы, поэтому эксперту предлагается пересмотреть данные, использованные для построения матрицы, чтобы улучшить однородность.

Иерархический синтез используется для взвешивания собственных векторов матриц парных сравнений альтернатив с весами критериев (элементов), имеющих в иерархии, а также для вычисления суммы по всем соответствующим взвешенным компонентам собственных векторов нижележащего уровня иерархии. Ниже рассматривается алгоритм иерархического синтеза [18].

Шаг 1. Определяются векторы приоритетов альтернатив $W_{(E_j^i)}^A$ относительно элементов E_{ij} предпоследнего уровня иерархии ($i = S$). Здесь через E_{ij} обозначены элементы иерархии, причем нижний индекс i указывает уровень иерархии, а верхний индекс j – порядковый номер элемента на уровне. Вычисление множества векторов приоритетов альтер-

натив WAS относительно уровня иерархии $S=3$ осуществляется по итерационному алгоритму, реализованному на основе соотношения (6.1) по исходным данным, зафиксированным в матрицах попарных сравнений. В результате определяется множество векторов:

$$W_S^A = \{W_{E_1^S}^A, W_{E_2^S}^A, \dots, W_{E_p^S}^A\}. \quad (6.4)$$

Шаг 2. Аналогичным образом обрабатываются матрицы попарных сравнений собственно элементов E_{ij} . Полученные значения векторов $W_{(E_j^i)}^E$ используются впоследствии при определении векторов приоритетов альтернатив относительно всех элементов иерархии.

Шаг 3. Осуществляется собственно иерархический синтез, заключающийся в последовательном определении векторов приоритетов альтернатив относительно элементов E_{ij} , находящихся на всех иерархических уровнях, кроме предпоследнего, содержащего элементы E_j^S . Вычисление векторов приоритетов рассчитывается в направлении от нижних уровней к верхним с учетом подчиненных связей между элементами, принадлежащими различным уровням. Вычисление проводится путем перемножения соответствующих векторов и матриц.

Вычисление векторов приоритетов альтернатив определяется следующим образом:

$$W_{(E_j^i)}^A = [W_{E_1^{i-1}}^A, W_{E_2^{i-1}}^A, \dots, W_{E_n^{i-1}}^A] \times W_{E_j^{i-1}}^E, \quad (6.5)$$

где $W_{E_j^i}^A$ – вектор приоритетов альтернатив относительно элемента E_{i-1}^1 , определяющий j -й столбец матрицы;

$W_{E_j^i}^E$ – вектор приоритетов элементов $E_{i-1}^1, E_{i-1}^2, \dots, E_{i-1}^n$, связанных с элементом E_{ij} вышележащего уровня иерархии.

6.1.4. Учет мнения нескольких экспертов

Для повышения степени объективности и качества процедуры принятия решений целесообразно учитывать мнения нескольких экспертов. Оценка весомости критериев и альтернатив с учетом данного подхода предполагает привлечение специалистов–управленцев, маркетологов, специалистов–теоретиков и т. п.

С этой целью проводится групповая экспертиза, причем множество экспертов может быть подразделено на несколько подмножеств в зависимости от области экспертизы, определяемой характером критериев, используемых в иерархии. Общее мнение экспертов дает относитель-

ную оценку, абсолютное значение роли не играет. Для агрегирования мнений экспертов принимается среднегеометрическое, вычисляемое по следующему соотношению (6.6):

$$a_{ij}^A = \sqrt[n]{a_{ij}^1 a_{ij}^2 \dots a_{ij}^n}, \quad (6.6)$$

где a_{ij}^A – агрегированная оценка элемента, принадлежащего i -й строке и j -му столбцу матрицы парных сравнений; n – число матриц парных сравнений, каждая из которых составлена одним экспертом.

Рациональное решение возможно найти, если разделить экспертов по направлениям – надежность, экономичность, технологичность проекта.

Планирование долга – достаточно ответственная задача и при оправданных затратах на экспертизу осреднение суждений экспертов проводится с учетом их квалификации («веса»). Для определения весовых коэффициентов экспертов целесообразно использовать иерархическую структуру критериев.

Расчет агрегированной оценки в случае привлечения n экспертов, имеющих различную значимость, осуществляется по формуле

$$a_{ij}^A = a_{ij}^{p_1} a_{ij}^{p_2} \dots a_{ij}^{p_n}, \quad (6.7)$$

где $a_{ij}^{p_k}$ – оценка объекта, проведенная k -м экспертом с весовым коэффициентом p_k , при этом $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$.

6.2. Выбор формы долгового обязательства на основе подхода «выгоды–издержки»

Применим методике, рассмотренную в разделе 6.1 к выбору рационального заимствования из перечня возможных. Долговые обязательства муниципального образования могут существовать в форме:

- кредитных соглашений и договоров;
- займов, осуществляемых путем выпуска муниципальных ценных бумаг;
- договоров и соглашений о получении муниципальным образованием бюджетных кредитов от бюджетов других уровней бюджетной системы Российской Федерации;
- договоров о предоставлении муниципальных гарантий.

Долговые обязательства муниципального образования не могут существовать в иных формах [22, 29]. Обозначим их соответственно А1, А2, А3, А4.

Для выбора наиболее рациональной альтернативы используем подход «выгоды – издержки». В соответствии с этим подходом необходимо построить две иерархии, упорядочивающие критерии качества и определяющие общие выгоды и издержки для рассматриваемых альтернатив. Наилучшей является альтернатива с наибольшим отношением количественно определенных выгод к издержкам.

Общая цель задачи называется фокусом иерархии и расположена во главе иерархии (выгоды от долгового обязательства, издержки от долгового обязательства). Результирующий вектор приоритетов альтернатив (вектор фокуса иерархии) есть решение задачи для каждой иерархии. В предложенной модели иерархий на первом уровне расположены основные факторы, определяющие выгоды и издержки (экономические, политические, социальные), на втором – критерии качества, характеризующие собственно выгоды и издержки (их количество может варьироваться и определяться экспертом), на третьем – альтернативы (формы долгового обязательства), из которых предстоит сделать выбор [113]. Находится максимум обобщенных оценок среди j – ых альтернатив, рассчитанных i -м экспертом:

$$\max_j a_{ij} = \frac{v_{ij}}{z_{ij}},$$

где v_{ij} – оценка j – ой альтернативы по принципу «Выгоды» i -м экспертом;

z_{ij} – оценка j – ой альтернативы по принципу «Издержки» i -м экспертом.

Схемы выбора рациональной альтернативы на основе подхода «выгоды–издержки» представлены на рисунках 6.1 и 6.2.

Используя метод попарного сравнения элементов иерархии, построим матрицы парных сравнений для иерархии, отражающей выгоды от обеспечения кредита. Для каждой матрицы рассчитаем нормированный вектор приоритетов (W), собственное число матрицы (λ_{\max}) и отношение согласованности (OC).

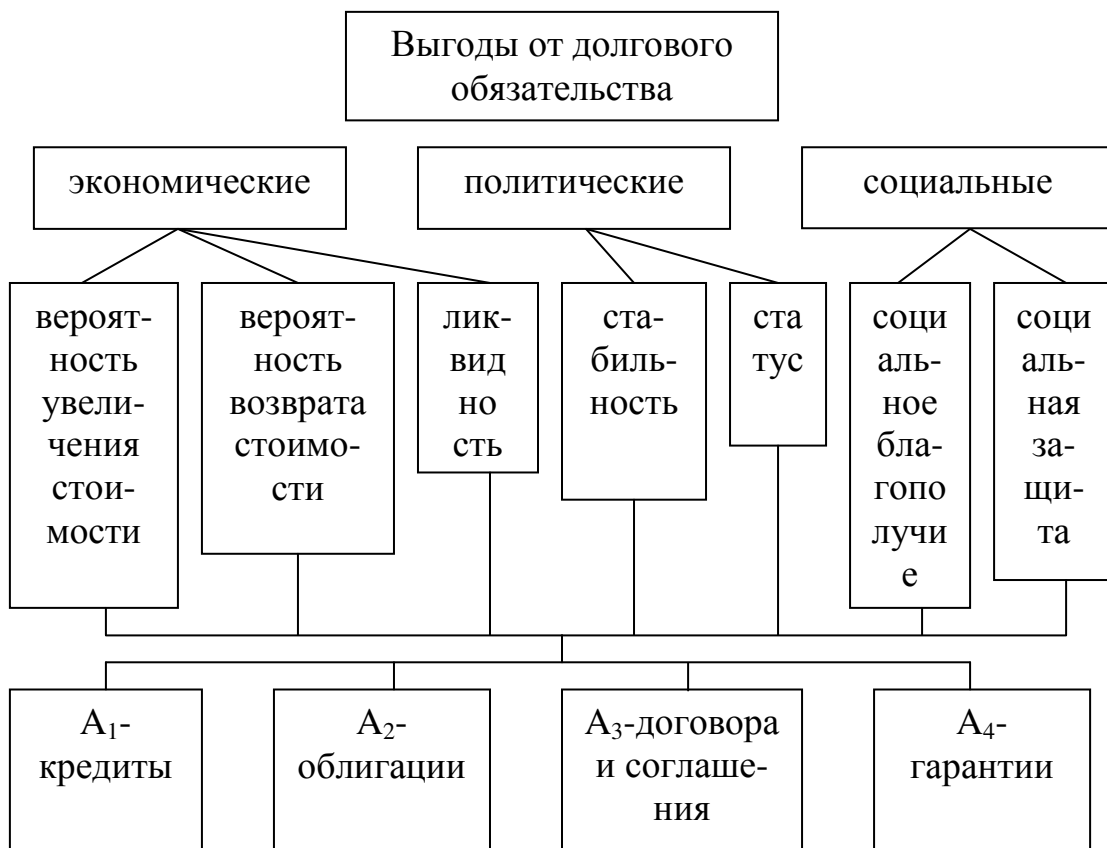


Рис. 6.1. Иерархия выбора альтернативы на основе подхода «выгоды»



Рис. 6.2. Иерархия выбора на основе подхода «издержки»

Расчет весов факторов, определяющих выгоды, представлен в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Веса факторов, определяющих выгоды от заимствований

Выгоды	Экономические	Политические	Социальные	W
экономические	1	7	3	0,65
политические	1/7	1	1/3	0,09
социальные	1/3	3	1	0,26

$\lambda_{\max} = 3,057$, $OS = 0,05$. Таким образом, однородность суждений эксперта является удовлетворительной.

Далее через W_{ij} обозначены вектора, значения элементов которых есть веса критерия, где i – номер уровня иерархии, j – номер фактора или критерия одного уровня.

Рассмотрим матрицы парных сравнений факторов и критериев качества.

Результат расчета весов критериев экономического фактора представлен в таблице 6.5. Результат расчета весов критериев политического фактора представлен в таблице 6.6. Результат расчета весов критериев социального фактора представлен в таблице 6.7.

Таблица 6.5

Веса критериев экономического фактора

Экономический	Возврат стоимости	Вероятность увеличения стоимости	Ликвидность	W_1^1
Возврат стоимости	1	1/3	1/5	0,10
Вероятность увеличения стоимости	3	1	1/3	0,29
Ликвидность	5	3	1	0,61

$\lambda_{\max} = 3,11$, $OS = 0,09$.

Таблица 6.6

Веса критериев политического фактора

Политический	Статус	Стабильность	W_1^2
Статус	1	5	0,83
Стабильность	1/5	1	0,17

$$L_{\max} = 2,0, \text{OC} = 0,0.$$

Таблица 6.7

Веса критериев социального фактора

Социальный	Социальная защита	Социальное благополучие	W_1^3
Социальная защита	1	5	0,83
Социальное благополучие	1/5	1	0,17

$$L_{\max} = 2,0, \text{OC} = 0,0.$$

На последнем этапе метода, построив матрицы парных сравнений альтернатив (форм заимствований) относительно критериев качества, получают значения вектора приоритета. Например, относительно критерия «Вероятность увеличения стоимости» (таблица 6.8) вектор приоритета равен $W_{21} = [0,45; 0,31; 0,08; 0,16]$, аналогично рассчитываются $W_{22}, W_{23}, W_{24}, W_{25}, W_{26}, W_{27}$.

Таблица 6.8

Веса критерия «Вероятность увеличения стоимости» относительно форм заимствования»

Вероятность увеличения стоимости	A_1	A_2	A_3	A_4	W_2^1
A_1	1	2	5	3	0,45
A_2	1/2	1	3	3	0,31
A_3	1/5	1/3	1	1/2	0,08
A_4	1/3	1/3	2	1	0,16

$$L_{\max} = 4,13, \text{OC} = 0,047.$$

Осуществим иерархический синтез в целях определения вектора приоритета альтернатив относительно факторов и фокуса иерархии.

Вектор приоритетов альтернатив относительно экономического фактора ($W_{\text{эА}}$) определяется путем перемножения матрицы, сформированной из значений векторов приоритетов W_{21}, W_{22}, W_{23} на вектор W_{11} , определяющий значимость критериев качества, расположенных под экономическим фактором согласно формуле (6.5):

$$W_{\text{эА}} = [W_{21}, W_{22}, W_{23}] \cdot W_{11}.$$

$$W_{\text{эА}} = \begin{pmatrix} 0,45 & 0,36 & 0,59 \\ 0,31 & 0,26 & 0,22 \\ 0,08 & 0,16 & 0,12 \\ 0,16 & 0,22 & 0,07 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,10 \\ 0,29 \\ 0,61 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,509 \\ 0,241 \\ 0,128 \\ 0,123 \end{pmatrix}.$$

Из этого следует, что экономически более целесообразна альтернатива А1 – кредит.

Аналогично определяются векторы приоритетов альтернатив относительно политического фактора ($W_{\text{пА}}$), социального фактора ($W_{\text{сА}}$).

$$\begin{aligned} W_{\text{пА}} &= [W_{24}, W_{25}] \text{ Ч } W_{12}; \\ W_{\text{пА}} &= \{0,23; 0,154; 0,459; 0,16\}; \\ W_{\text{сА}} &= [W_{26}, W_{27}] \text{ Ч } W_{13}; \\ W_{\text{сА}} &= \{0,213; 0,263; 0,237; 0,287\}. \end{aligned}$$

Следовательно, это можно интерпретировать следующим образом: из политических соображений наиболее выгодна форма долгового обязательства в виде договоров, а социальный указывает на гарантии.

Результирующий вектор приоритетов альтернатив (фокус иерархий) рассчитывается соответственно:

$$\begin{aligned} W_{\text{фА}} &= [W_{\text{эА}}, W_{\text{пА}}, W_{\text{сА}}] \text{ Ч } W; \\ W_{\text{фА}} &= \{0,407; 0,239; 0,186; 0,169\}. \end{aligned}$$

Анализ значений полученного вектора как обобщенной оценки показывает, что в соответствии с мнением данного эксперта наиболее выгодным является форма долгового обязательства в виде кредитов.

Аналогично рассчитывается вектор приоритетов альтернатив для второй иерархии (издержки). С точки зрения этого эксперта самой невыгодной (затратной) формой долгового обязательства также является кредит, наименее затратной – гарантии.

Окончательные результаты всех расчетов представлены в таблице 6.9.

Таблица 6.9

Расчет весов и приоритетов альтернатив – форм долгового обязательства

Альтернатива	Выгоды, v_j	Издержки, z_j	Отношение вы- год к издерж- кам	Приоритет
А ₁ – кредиты	0,407	0,395	1,030	2
А ₂ – облигации	0,239	0,270	0,885	4

A ₃ – договора	0,186	0,165	1,127	1
A ₄ – гарантии	0,169	0,170	0,994	3

Итак, согласно принципу «выгоды–издержки», по мнению одного эксперта, приоритет отдан форме долгового обязательства в виде договоров и соглашений о получении муниципальным образованием бюджетных кредитов от бюджетов других уровней бюджетной системы Российской Федерации (рисунок 6.3).

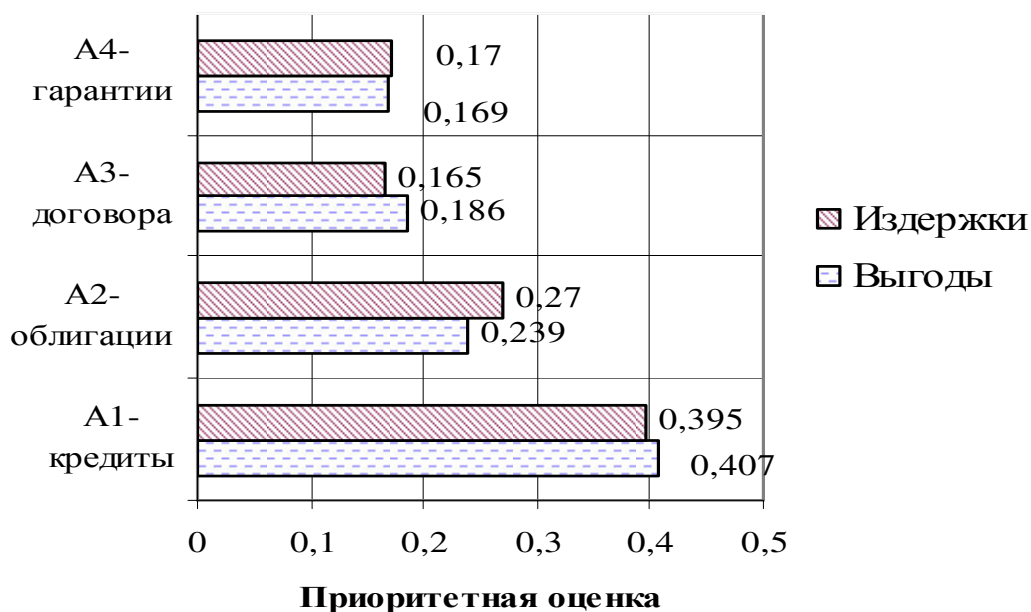


Рис. 6.3. Гистограмма сравнения выгод и издержек альтернатив

Допустим, второй эксперт посчитал, что наиболее рациональной является долговое обязательство в форме гарантий (таблица 6.10).

Таблица 6.10

Расчет весов и приоритетов альтернатив – форм долгового обязательства по мнению второго эксперта

Альтернатива	Выгоды	Издержки	Отношение выгод к издержкам	Приоритет
A ₁ – кредиты	0,472	0,390	1,21	4
A ₂ – облигации	0,472	0,370	1,275	3
A ₃ – договора	0,188	0,130	1,446	2
A ₄ – гарантии	0,188	0,110	1,7	1

Тогда согласно формуле (6.6) агрегированная оценка альтернатив следующая:

$$\begin{aligned} a_1^A &= \sqrt{1,03 * 1,21} = 1,116, \\ a_2^A &= \sqrt{0,885 * 1,275} = 1,062, \\ a_3^A &= \sqrt{1,127 * 1,446} = 1,277, \\ a_4^A &= \sqrt{0,994 * 1,7} = 1,300. \end{aligned} \quad \max_j a_{ij} = 1,300.$$

Таким образом, наибольшая общая оценка мнений экспертов соответствует форме долгового обязательства в виде договоров о предоставлении муниципальных гарантий, близко к нему – договора и соглашения.

6.3. Модель распределения затрат на обслуживание долговых обязательств методом комбинаторной оптимизации

Актуальной является задача распределения затрат на обслуживание комбинации привлекаемых долговых обязательств (или оценки $ДДЕ_n$ – объема средств, предназначенных для платежей по погашению и обслуживанию вновь привлекаемых прямых обязательств). В частности, интерес представляют задачи комбинаторной оптимизации, самая простая из которых – определение комбинации (альтернатив, проектов заимствований), максимизирующей «общие выгоды» при ограничениях на издержки. Общая постановка задачи определения комбинации альтернатив с максимальной эффективностью (или эффективностью на единицу требуемого ресурса) заключается в определении сочетаний альтернатив, удовлетворяющих целевым функциям (6.9–6.10) при выполнении одного из условий (6.11) [139].

$$\max \mathcal{E} = \max \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i \quad (6.9)$$

$$\max \mathcal{E} / P_T = \max \left(\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i / \sum_{i=1}^n P_{T_i} \right), \quad (6.10)$$

$$\min(P_u - P_T) = \min \left(\sum_{i=1}^n P_{u_i} - \sum_{i=1}^n P_{T_i} \right), \quad (6.11)$$

$$P_H - P_T \leq C; \text{ или } P_H \leq P_T;$$

где \mathcal{E} – эффективность рассматриваемой комбинации альтернатив, полученной генерацией множества сочетаний с различным числом альтернатив;

\mathcal{E}_i – эффективность i -й альтернативы, входящей в рассматриваемую комбинацию из n альтернатив;

P_T – требуемый ресурс рассматриваемой комбинации альтернатив;

P_{T_i} – требуемый ресурс i -й альтернативы, входящей в рассматриваемую комбинацию из n альтернатив;

P_{II} – имеющийся в наличии ресурс рассматриваемой комбинации альтернатив;

P_{II_i} – имеющийся в наличии ресурс i -й альтернативы, входящей в рассматриваемую комбинацию из n альтернатив;

C – заданное пороговое значение ресурса.

В качестве ресурса можно рассматривать как денежные средства, так и интервалы времени. Эффективность каждой альтернативы рассчитывается как отношение разности приведенной стоимости обязательства и затрат на обслуживание к самой приведенной стоимости обязательства:

$$\mathcal{E} = (PV - Z) / PV.$$

Эффективность исходного множества альтернатив рассчитывается на основе множества критериев и может быть определена либо на одной иерархии, отражающей критерии эффективности, либо на основе отражения значений векторов приоритетов альтернатив, характеризующих выгоды и издержки, получаемые от их реализации.

Существуют ситуации, в которых при распределении ресурсов руководствуются следующим правилом: делать как можно больше при ограниченных (имеющихся в наличии) ресурсах. Целевая функция в данной задаче имеет вид:

$$\max N_a = \bigcup A_i,$$

при выполнении одного из условий

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(P_{II} - P_T) = \min \left(\sum_{i=1}^n P_{II_i} - \sum_{i=1}^n P_{T_i} \right), \\ \text{или} \\ P_{II} - P_T \leq C, \text{ или} \\ P_T \leq P_{II}, \end{array} \right.$$

где N_a – число альтернатив;

A_i – альтернатива, на которую распределяется ресурс.

Таким образом, для решения задачи комбинаторной оптимизации необходимо, прежде всего, сгенерировать множество всех возможных сочетаний (комбинаций) из n -го числа альтернатив. В указанное множество должны входить парные сочетания, тернарные сочетания и далее

все $n-1$ сочетания, а также сочетание, состоящее из всех n альтернатив. Максимальное число возможных сочетаний N_K для данной задачи определяется на основе следующей формулы:

$$N_K = \sum_{k=0}^M \frac{M!}{(M-k)!k!},$$

где K – число альтернатив в i -й комбинации, принимающее значение в диапазоне $[0, M]$;

M – максимальное число рассматриваемых альтернатив.

Определим множество комбинаций с различными числом и составом альтернатив. Допустим, имеется множество из M альтернатив и каждой альтернативе соответствует ее уникальный порядковый номер. Требуется из заданного множества получить комбинации всех возможных альтернатив, которые должны удовлетворять следующим условиям [18]: 1) в каждой i -й комбинации не должно присутствовать одинаковых альтернатив; 2) каждая i -я комбинация должна отличаться от других не менее чем одной альтернативой; 3) комбинации альтернатив должны содержать в общем случае все единичные, парные, тернарные и другие $M-1$ и M сочетания альтернатив. Каждой альтернативе в процессе генерации комбинаций присваиваются два типа признаков: «истина» (И) и «ложь» (Л).

В начальном состоянии всем альтернативам присваивается признак «ложь». В этом случае сгенерированная комбинация содержит нуль альтернатив. Далее осуществляется циклическое изменение признаков альтернатив и генерация из них новых комбинаций по следующим правилам.

Правило 1. Если альтернатива A_1 множества A имеет признак «Л», то изменяем его на признак «И» и заканчиваем изменение признаков у альтернатив. В противном случае, если альтернатива A_1 множества A имеет признак «И», осуществляем переход к альтернативе A_2 .

Правило 2. Если i -я альтернатива A_i множества A имеет признак «Л», то изменяем его на признак «И» и заканчиваем изменение признаков альтернатив. В противном случае изменяем признак i -й альтернативы A_i множества A на «Л» и осуществляем переход к $i+1$ альтернативе A_{i+1} .

Правило 3. Если альтернатива A_N множества A имеет признак «Л», то изменяем его на «И» и заканчиваем изменение признаков альтернатив. В противном случае, если альтернатива A_N имеет значение признака «И», то генерируемая на данной итерации комбинация является последней и содержит все альтернативы множества A .

Таким образом, генерируемая на каждой итерации комбинация включает альтернативы множества A , имеющие на текущей итерации значение признака «Истина».

В таблице 6.11 приведен пример генерации комбинаций с учетом приведенного выше алгоритма для множества A , включающего три альтернативы.

Таблица 6.11

Алгоритм генерации альтернатив

Номер итерации	Состояние множества альтернатив A_i			Альтернативы, определяющие генерируемую комбинацию
1	A_1 "Л"	A_2 "Л"	A_3 "Л"	–
2	A_1 * "И"	A_2 "Л"	A_3 "Л"	A_1
3	A_1 "Л"	A_2 * "И"	A_3 "Л"	A_2
4	A_1 * "И"	A_2 "И"	A_3 "Л"	$A_1 A_2$
5	A_1 "Л"	A_2 "Л"	A_3 * "И"	A_3
6	A_1 * "И"	A_2 "Л"	A_3 "И"	$A_1 A_3$
7	A_1 "Л"	A_2 * "И"	A_3 "И"	$A_2 A_3$
8	A_1 * "И"	A_2 "И"	A_3 "И"	$A_1 A_2 A_3$

* отмечен последний изменившийся на итерации признак.

Алгоритм определения комбинации форм долгового обязательства, обеспечивающей оптимальное распределение ресурса, имеет следующий вид.

Шаг 1. Определяется M альтернатив, для каждой из которых устанавливается требуемый ресурс и вычисляется относительная эффективность.

Шаг 2. Генерируются все парные, тернарные, $M-1$ комбинации альтернатив.

Шаг 3. Для каждой сгенерированной комбинации определяются суммарные значения: требуемого ресурса, относительной эффективности и относительной эффективности на единицу требуемого ресурса.

Шаг 4. Определяется искомая комбинация альтернатив с учетом задаваемой целевой функции.

Рассмотрим пример распределения ресурса на комбинации альтернатив, представляющих программы долговых обязательств: кредит, договор, выпуск облигаций, гарантия [139].

Относительная эффективность (полезность) программ заимствования оценена по комплексу иерархически упорядоченных критериев качества с трех точек зрения: экономиста–программиста, рассчитывающего различные проекты; бухгалтера, ведущего бухгалтерский анализ департамента финансов; руководителя, использующего результаты бухгалтерского анализа для принятия решений [136].

Методом анализа иерархий определен вектор приоритетов альтернатив, характеризующий их относительную эффективность. Пусть относительная эффективность программ и требуемые для их оформления ресурсы (в условных денежных единицах) известны (таблица 6.12).

Требуется определить такие комбинации форм обязательств, на которые наиболее целесообразно распределить имеющийся ресурс (15 условных единиц) с учетом целевых функций (6.9) и (6.10) при условии (6.11).

Таблица 6.12

Исходные данные по эффективности и требуемому ресурсу

Параметр	Альтернатива A_i			
	A_1 ,	A_2	A_3	A_4
Относительная эффективность	0,30	0,15	0,35	0,25
Требуемый ресурс (условные единицы)	10	5	5	3

Все возможные комбинации, состоящие из двух, трех и четырех альтернатив, суммарная эффективность комбинаций, требуемый на каждую операцию ресурс и эффективность на единицу ресурса приведены в таблице 6.13. Например, для A_1A_2 суммарная эффективность комбинации равна $0,3+0,15=0,45$; требуемый ресурс $10+5=15$; эффективность на единицу ресурса равна $0,45/15=0,03$.

Искомыми комбинациями альтернатив для первой целевой функции является $A_2A_3A_4$, а для второй – A_1A_2 (рисунок 6.4).

Таблица 6.13

Результаты распределения ресурса

Параметр	Комбинация альтернатив						
	$A_1 A_2$	$A_1 A_3$	$A_1 A_4$	$A_1 A_2 A_3$ A_3	$A_1 A_3 A_4$ A_4	$A_2 A_3 A_4$ A_4	$A_1 A_2 A_3 A_4$ A_4
Суммарная эффективность комбинации	0,45	0,65	0,50	0,80	0,85	0,80	1,0
Требуемый ресурс на комбинацию	15	15	13	20	18	13	23
Эффективность на единицу ресурса	0,03	0,043	0,031	0,040	0,047	0,061	0,043



Рис. 6.4. Гистограмма эффективности на единицу ресурса комбинации альтернатив

7. МОДЕЛЬ АНАЛИТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДОЛГА МУНИЦИПАЛИТЕТА

Планирование является основной функцией управления долгом и представляет собой интегрированную систему, которая имеет назначение (достижение желаемой цели), функции (исследовать среду, ситуацию, структуру, выбрать альтернативы и оценить действия), потоки (информация между специалистами по планированию и пользователями) и структуру (общий план, в пределах которого специалист по планированию сближает наиболее вероятный и желаемый результаты, используя обучение и обратную связь в форме суждений и данных для переоценки результатов) [18].

7.1. Современные подходы к решению задач планирования

Можно выделить три принципиальных подхода к планированию [18, 135]:

1) удовлетворенческое планирование предполагает достижение некоторых результатов, но не обязательно наилучших. Значения факторов, которых необходимо достичь для «удовлетворения», определяются как значения, которые устраивают лиц, принимающих решения. Планирование такого рода редко приводит к существенным переменам. Как правило, оно порождает консервативные планы, исправляющие только явные недостатки процессов и не способствующие росту и развитию организации;

2) оптимизационное планирование используется в тактическом планировании, так как оно характеризуется полной определенностью исходных данных в настоящем и будущем, а для такой задачи, как правило, используются методы оптимизации. Для оптимизационного планирования характерны следующие задачи:

- минимизация ресурса, необходимого для достижения намеченного уровня эффективности;

- максимизация эффективности, которой можно достичь с имеющимся запасом ресурса;

- максимизация отношения эффективности к затратам;

3) аналитическое стратегическое планирование направлено на решение задач, характеризующихся в будущем неопределенностью и незнанием. Оно представляет собой процесс обучения и эволюции, т.е. процесс проецирования вероятного или логического будущего и идеализированных будущих состояний.

Все планы имеют три общих компонента – начальное состояние, цель (или конечное состояние) и средства, связывающие эти два состояния. Цель процесса планирования – соединить компоненты за наименьшие затраты, чтобы достигнуть наибольшей эффективности.

Первый компонент определяет начальное состояние: людей, управляющих определенными ресурсами; экономическое, политическое и социальное положение общества; ограничения природы и окружающей среды и т.п. Второй компонент – это желаемая величина, которую надеются достигнуть. Третий компонент – средства, с помощью которых происходит переход от начального состояния к цели.

Выделяются три отличающихся процесса планирования: в прямом направлении, обратном направлении, одновременно в прямом и обратном направлениях [41].

Процесс планирования в прямом направлении направлен только в одну сторону. Он представляет собой упорядоченную во времени последовательность событий, которая начинается в момент времени $t = 0$ и заканчивается в будущем в момент времени $t = T$. В прямом процессе рассматриваются текущие факты и предположения, порождающие логический исход (сценарий).

Процесс планирования в обратном направлении начинается с желаемого исхода в момент времени T , и затем процесс рассматривается в обратном направлении во времени, чтобы оценить силы и промежуточные исходы, которые требуются для достижения желаемого исхода. Таким образом, обратный процесс планирования обеспечивает средствами контроля и управления прямой процесс при движении в направлении желаемого состояния.

Процесс планирования, осуществляемый одновременно в прямом и обратном направлениях, основан на классической теории планирования, которая предполагает наличие двух целей планирования.

Первая цель – это логическая или достижимая цель, при постановке которой подразумевается, что предположения и факторы, воздействующие на исход, останутся существенно неизменными по отношению к настоящему состоянию.

Вторая цель – желаемая, достижение которой требует больших изменений на входах. Эти изменения нужно не только осуществить, но и сделать необратимыми, несмотря на первоначальное поведение системы.

Принцип интегрированного прямого и обратного процессов иерархического планирования осуществляется следующим образом. Сначала проектируется вероятное будущее (первый прямой процесс). Далее в качестве цели принимается желаемое будущее, и вырабатываются но-

вые политики (первый обратный процесс), которые присоединяются к набору существующих, и с учетом этих изменений вновь проектируется будущее (второй прямой процесс). Общая схема процесса представлена на рисунке 7.1, где W^A и W^P – значения интегральных оценок соответственно прямого и обратного соседних по порядку процессов.

Проводится сравнение вероятного будущего и желаемого будущего, соответствующих первому и второму прямому и первому обратному процессам планирования относительно их главных характеристик. Точность ε определяется заданными процентами изменения интегрированной величины оценки сценария. Модель является адаптивной, так как позволяет корректировать, целенаправленно изменять и дополнять перечень показателей для оценки текущего и контроля планируемого долга.



Рис. 7.1. Блок-схема аналитического планирования сценариев развития долга

7.2. Модель аналитического планирования долга на основе метода анализа иерархий

7.2.1. Представление процесса планирования в виде иерархии

Так как аналитическое планирование основано на механизме прямого и обратного процессов, рассмотрим его более подробно с учетом метода анализа иерархий [117]. Общий подход к решению проблем может быть представлен как цикл. При этом в процессе функционирования реальной системы выявляется проблема практики как несоответствие существующего положения дел требуемому. Для решения проблемы проводится системное исследование (декомпозиция, анализ и синтез) системы, снимающее проблему. В ходе синтеза осуществляется оценка анализируемой и синтезируемой систем. При таком представлении становится очевидным еще один аспект определения системы: система есть средство решения проблем. В автоматизированных методиках типичной является декомпозиция модели на глубину 5–6 уровней, большее количество уровней не требуется (размываются приоритеты), а меньшее не дает полной картины декомпозиции (не отвечает на вопросы: для чего, с помощью чего, цели).

Отметим, что иерархические системы планирования состоят из специфических элементов, имеющих определенную интерпретацию. К указанным элементам относятся: фокус иерархии, акторы, цели, политики, исходы и обобщенный исход. Под *фокусом* иерархии понимается общая цель исследуемой проблемы. Данный иерархический уровень может состоять из горизонтов (нескольких интервалов времени). *Акторами* называются действующие силы, с различным весом влияющие на исход. *Цели* – желаемые пределы или величины, которых надеются достигнуть. Под *политиками* понимаются санкционированные средства достижения целей, предоставляемые с помощью общепринятых процедур принятия решений. *Исходы* – это потенциальные состояния системы, которые получены после применения политик. Обобщенный исход позволяет интегрировать значения отдельных исходов для оценки последствий принимаемых при планировании решений.

Рассмотрим задачу управления долгом на примере муниципального образования «Юргинский городской округ» Кемеровской области. Одним из элементов механизма реализации Комплексной программы социально-экономического развития муниципального образования «Юргинский городской округ» является стратегическое планирование и прогнозирование социально-экономических процессов, протекающих в муниципальном образовании, регионе, РФ, на внешних рынках, на которых присутствует продукция, произведенная в городе [76].

Ресурсное обеспечение реализации Комплексной программы предполагает финансирование мероприятий из следующих источников: федеральный бюджет; бюджет Кемеровской области; бюджет муниципального образования «Юргинский городской округ»; собственные средства предприятий; прочие источники.

Финансирование за счет средств Федерального бюджета осуществляется посредством включения мероприятий, разработанных в Концепции социально-экономического развития муниципального образования «Юргинский городской округ», в Федеральные целевые программы и проекты. Объемы финансирования из бюджета Кемеровской области устанавливаются при формировании бюджета на соответствующий год. Включенные в Концепцию инвестиционные проекты коммерческого характера будут финансироваться преимущественно за счет собственных средств предприятий и привлеченных кредитных ресурсов коммерческих банков и инвесторов.

Управление муниципальным долгом осуществляется уполномоченным органом местного самоуправления. Комитет по бюджету, налоговой политике и муниципальной собственности Юргинского Городского совета народных депутатов рассматривает и вносит на утверждение Совета проект городского бюджета, контролирует его исполнение. Финансовое управление города Юрги является самостоятельным органом Администрации г. Юрги, обеспечивающим разработку и реализацию единой финансовой политики на территории города, составление проектов городского бюджета г. Юрги, исполнение городского бюджета, исполнительно – распорядительные функции в сфере управления финансами города [46, 70]. Местный бюджет утверждается городским Советом народных депутатов в соответствии с бюджетным посланием Главы города. Порядок формирования, утверждения и исполнения городского бюджета, а также порядок контроля его исполнения определяется городским Советом народных депутатов в соответствии с действующим бюджетным законодательством, иным федеральным законодательством, а также принимаемыми в соответствии с ними законами Кемеровской области и Уставом. На рисунке 7.2 представлена схема взаимодействия участников разработки стратегии формирования финансовой политики муниципального образования «Юргинский городской округ», которая фактически расширяет схему представленную в [67] и на рисунке 1.4.

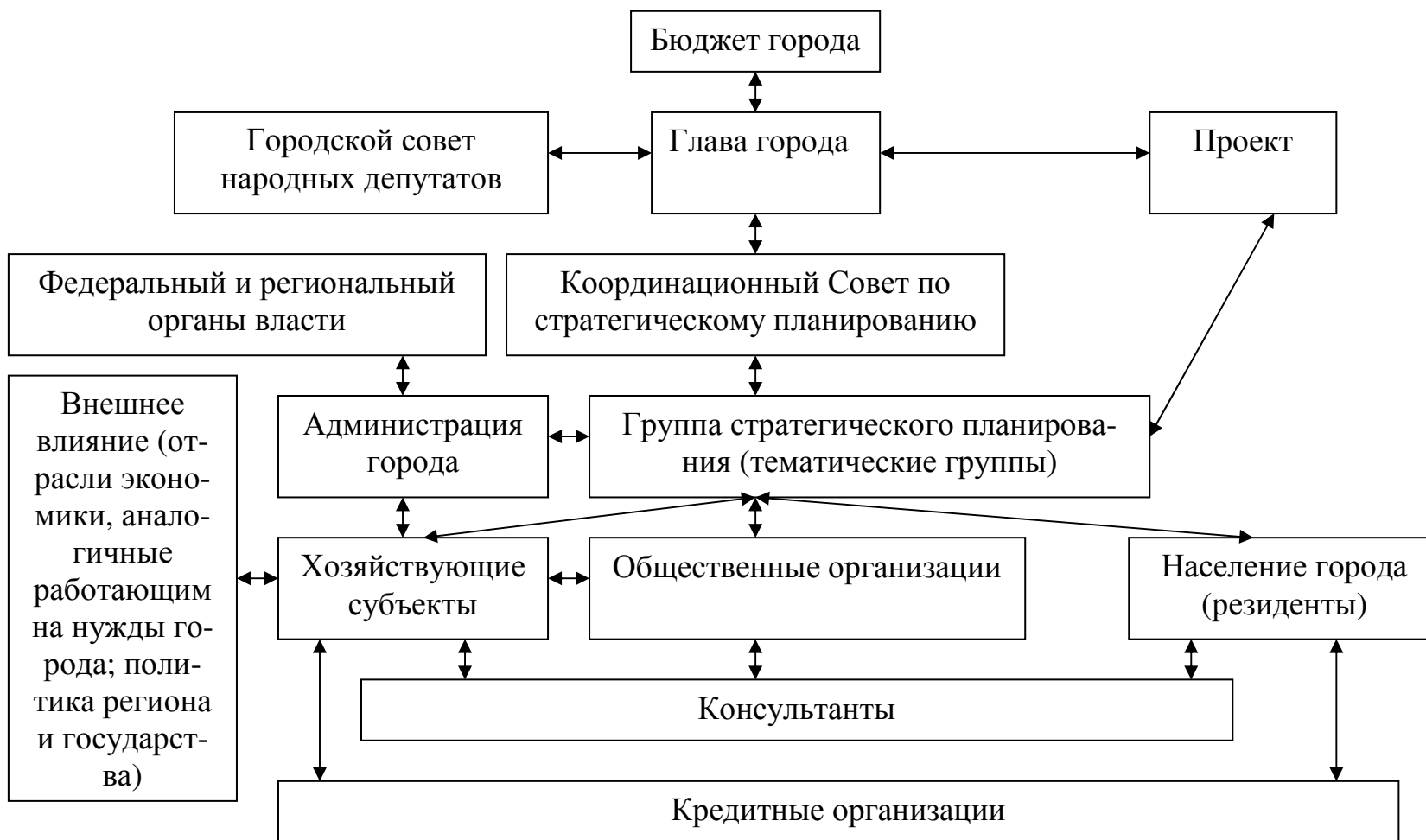


Рис. 7.2. Схема взаимодействия участников разработки стратегии формирования финансовой политики города Юрга

Механизм реализации Концепции предусматривает использование комплекса мер организационного, экономического и правового характера, исходит из принципа «баланса интересов», обеспечивающего согласование интересов и координацию действий всех участников процесса реализации программы (органов государственной власти и органов местного самоуправления, предприятий и организаций различных форм собственности, коммерческих и иных инвестиционных институтов, населения и общественности) [75]. Общая схема разработанной авторами иерархии планирования долга представлена на рисунке 7.3.



Рис. 7.3. Схема иерархии прямого процесса планирования

Авторами предложены следующие уровни иерархии: *фокус* иерархии – сопоставление объема и структуры долга муниципалитета в соответствии с желаемым объемом и структурой.

Акторы – резиденты (население) муниципального образования, Администрация города, внешне-экономическое влияние, кредитные организации. *Цели* у каждого актора, как правило, индивидуальны, но мо-

гут и пересекаться. В качестве примера возьмем по 2-3 цели (по отношению к финансовой деятельности муниципалитета, в том числе по отношению к развитию института долга): у резидента – это могут быть материальное благополучие и социальная защита, у Администрации города – выполнение статей муниципального бюджета, социальная стабильность, обеспечение общественного порядка; у кредиторов – прибыль, стабильность; внешне-экономические факторы – прибыль, развитие. В качестве *политик* принимаются формы долгового обязательства.

Исходами (множество $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$) являются состояния долга муниципалитета: проекция настоящего на будущее, преобладание доли кредитов в объеме долга, преобладание доли государственных ценных бумаг в объеме долга, преобладание доли гарантий в объеме долга и т.д. *Обобщенным исходом* является некое обобщенное состояние долга.

Пример иерархии прямого процесса планирования долга представлен на рисунке 7.4.

Каждый исход в отдельности и обобщенный исход могут быть количественно охарактеризованы по множеству критериев, которые отражают различные аспекты исходов, например, политические, экономические, социальные, юридические, технологические и т. д.

Для установления относительной важности элементов иерархии используется шкала отношений, аналогичная использованной ранее в данной работе. Приоритеты альтернатив (это положительные числа, их сумма равна единице) можно отождествить с вероятностями выбора альтернатив. Далее рассматривается алгоритм иерархического синтеза, подобный примененному в главе 6.

Шаг 1. Определяются векторы приоритетов альтернатив $W_{(E_j^i)}^A$ относительно элементов E_i^j предпоследнего уровня иерархии, то есть акторов ($i = 4$). Вычисление множества векторов приоритетов альтернатив W_S^A относительно уровня иерархии $S=4$ осуществляется по итерационному алгоритму, реализованному на основе соотношения (7.1) по исходным данным, зафиксированным в матрицах попарных сравнений.

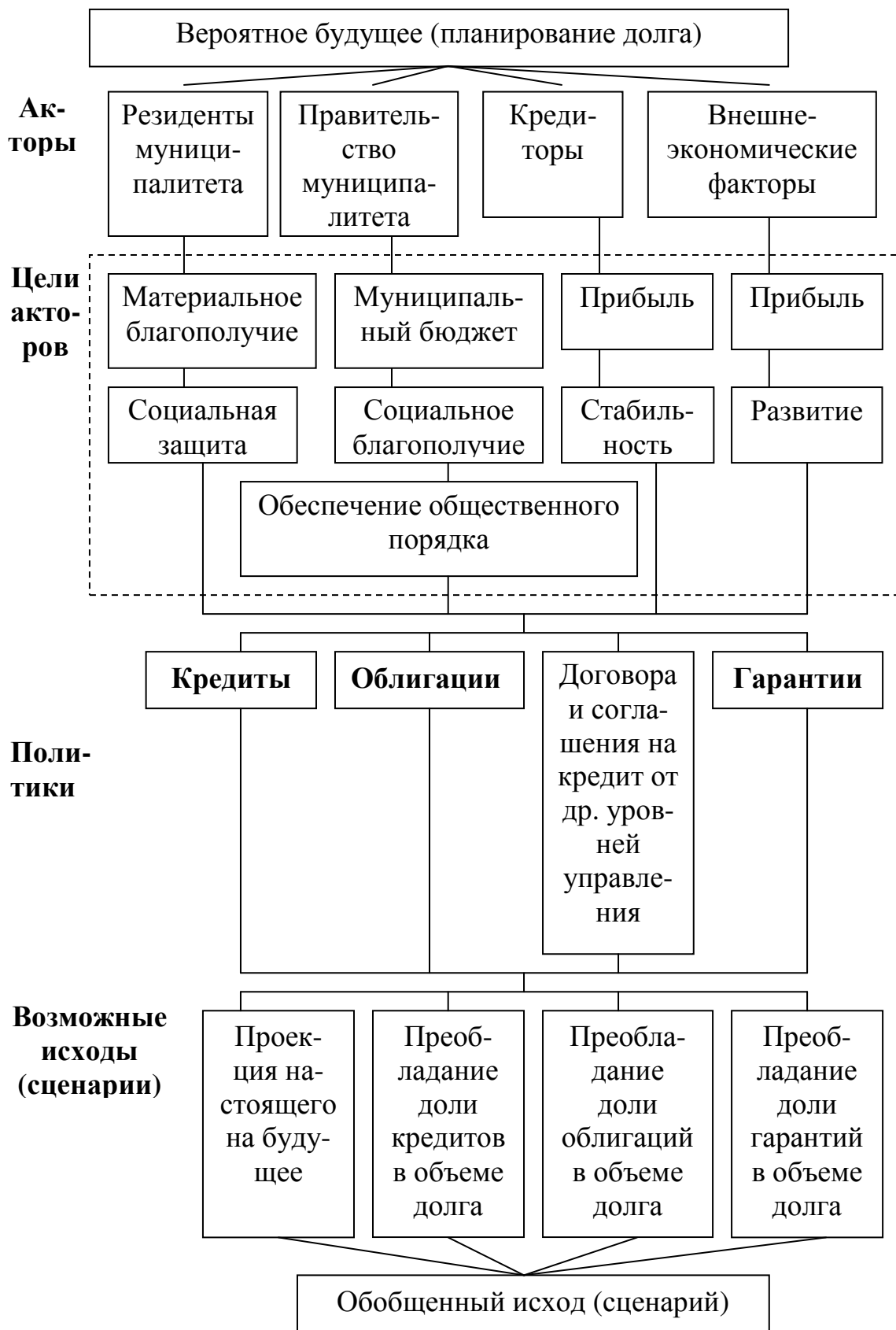


Рис. 7.4. Схема первого прямого процесса планирования

В таблице 7.1 приведен расчет ранжирования (степени влияния) акторов при принятии решения в текущий момент. Таким образом, по степени влияния на принятие решения в области финансовой политики муниципалитета Администрация города стоит на первом месте (что адекватно отражает ситуацию), далее идет «Внешнее влияние» и резиденты (рисунок 7.5).

Таблица 7.1

Веса критериев действующих сил

Акторы	Резиденты	Администрация муниципалитета	Кредиторы	Внешнее влияние	W_1
Резиденты	1	1/5	3	1/3	0,3
Администрация муниципалитета	5	1	1/3	1/7	0,358
Кредиторы	1/3	3	1	3	0,130
Внешнее влияние	3	7	1/3	1	0,311

Приоритеты факторов, влияющих на рейтинг альтернатив, можно считать вероятностями гипотез.



Рис. 7.5. Гистограмма весов приоритетов акторов

Шаг 2. Аналогичным образом обрабатываются матрицы попарных сравнений собственно элементов E_i^j каждого уровня. Полученные зна-

чения векторов $W_{(E_j^i)}^E$ используются впоследствии при определении векторов приоритетов альтернатив относительно всех элементов иерархии.

В таблице 7.2 и 7.3 приведены расчеты весов критериев для акторов.

Построив матрицы парных сравнений форм долгового обязательства относительно критериев качества, получают значения вектора приоритета (таблица 7.4).

Таблица 7.2

Веса критериев актора «Резиденты»

Резиденты	Материальное благополучие	Социальная защита	W_2^1
Материальное благополучие	1	5	0,83
Социальная защита	1/5	1	0,17

Таблица 7.3

Веса критериев актора «Администрация муниципалитета»

Администрация	Муниципальный бюджет	Социальное благополучие	Обеспечение общественного порядка	W_2^2
Муниципальный бюджет	1	3	2	0,54 6
Социальное благополучие	1/3	1	1/2	0,16 7
Обеспечение общественного порядка	1/2	2	1	0,28 6

Например, относительно критерия «Материальное благополучие» вектор приоритета равен $W_3^1 = [0,3; 0,358; 0,130; 0,311]$, на этом третьем уровне для данного примера рассчитываются 9 векторов приоритета (по количеству уровня «Цели»).

Таблица 7.4

*Веса критерия «Материальное благополучие» актора
«Резиденты» относительно форм долгового обязательства*

Материальное благополучие	Кредит	Облигации	Договора и соглашения	Гарантии	W_3^1
Кредит	1	1/5	3	1/3	0,3
Облигации	5	1	1/3	1/7	0,358
Договора и соглашения	1/3	3	1	3	0,130
Гарантии	3	7	1/3	1	0,311

Подобным образом рассчитываются веса критериев политик относительно предложенных альтернативных сценариев.

Шаг 3. Последовательно определяются вектора приоритетов альтернатив относительно элементов E_i^j , находящихся на всех иерархических уровнях, кроме предпоследнего, содержащего элементы E_S^j . Вычисление проводится путем перемножения соответствующих векторов и матриц. Для вычисления векторов приоритетов альтернатив используем формулу (6.4).

Для рассмотренных данных векторы приоритетов альтернатив-сценариев (вероятности наступления), принадлежащие различным акторам, существенно различаются значениями, характеризующими относительную степень предпочтения альтернатив (рисунок 7.6). Из анализа значений векторов (по строкам), представленных в таблице 7.5, видно, что наиболее вероятными для текущей ситуации являются сценарии развития, соответствующие альтернативам A_1 и A_3 . Причем вероятность развития сценария по альтернативе A_1 (статус-кво, т.е. сохранение в будущем такого же положения дел, как в настоящее время) почти в два раза выше, чем по альтернативе A_2 . Сценарий, соответствующий альтернативе A_4 , имеет наименьшую вероятность реализации в будущем при существующем раскладе сил (рисунок 7.7).

Таблица 7.5

Сводные значения векторов приоритетов альтернативных сценариев по выбранным критериям

Критерии	Значения векторов приоритетов альтернативных сценариев			
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Фокус иерархии	0,380	0,195	0,260	0,165
Резиденты	0,300	0,257	0,295	0,148
Администрация муниципалитета	0,358	0,171	0,458	0,013
Кредиторы	0,130	0,450	0,289	0,131
Внешнее влияние	0,311	0,257	0,195	0,237

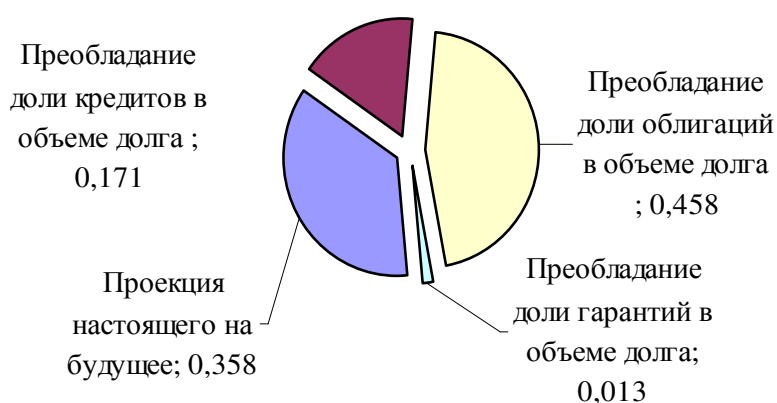


Рис. 7.6. Диаграмма распределения весов приоритетов альтернативных сценариев логического исхода с точки зрения Администрации муниципалитета

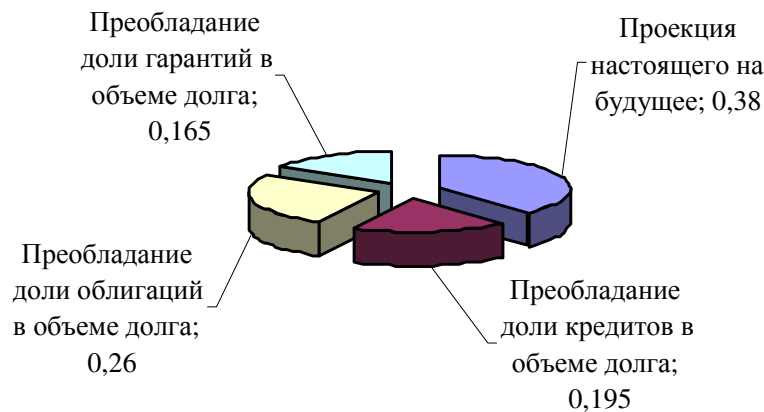


Рис. 7.7. Диаграмма распределения весов приоритетов альтернативных сценариев обобщенного логического исхода

7.2.2. Модель интегральной оценки обобщенного сценария развития долга (прямой процесс планирования)

Введем обозначения, характеризующие интегральную оценку обобщенного исхода ($OИ_{ij}^{\phi}$) и интегральную оценку обобщенного исхода относительно конкретного актора ($OИ_{ij}^{ак}$). Первый нижний индекс (i) указывает направление процесса (прямой процесс или обратный), на котором впервые появился элемент иерархии. При этом $i = 1$ соответствует процессу планирования в прямом направлении, а $i = 2$ – процессу планирования в обратном направлении. Вторым нижним индексом $j=1, \dots, k$ указывает порядковый номер процесса планирования в прямом и обратном направлениях.

При исследовании иерархий рассчитываются векторы приоритетов исходов в прямом процессе ($W_{и1j}$) и векторы приоритетов целей ($W_{ц2j}$) или политик (программ) ($W_{п2j}$) в обратном процессе планирования относительно элементов иерархии. Обозначения этих векторов приведены в таблице 7.6, где верхние индексы указывают элементы иерархии, относительно которых они рассчитаны. Значение критерия для исхода определяется относительно текущего состояния по шкале разностей (табл. 7.7) [21].

Таблица 7.6

Обозначение векторов приоритетов

Номер уровня	Элемент иерархии, относительно которой определяется вектор приоритетов	Обозначение вектора	
		Вектор приоритетов исходов I_{1j} в прямом процессе	Вектор приоритетов целей C_{2j} и политик P_{2j} в обратном процессе
1	Фокус	W_{i1j}^{Φ}	$W_{i2j}^{\Phi}; W_{п2j}^{\Phi}$
2	Актор	$W_{i1j}^{ак}$	$W_{п2j}^{ак}; W_{п2j}^{ак}$
3	Цель	W_{i1j}^{Π}	- ; W_{i1j}^{Φ}
4	Политика	W_{i1j}^{Π}	-
5	Исход	-	$W_{ц2j}^{\Pi}; W_{п2j}^{\Pi}$

Таблица 7.7

Шкала разностей

Разность в значении	Лингвистическая характеристика критерия
0	Значения не изменяются
+2 (-2)	Небольшое увеличение (уменьшение) значения
+4 (-4)	Большое увеличение (уменьшение) значения
+6 (-6)	Значительное увеличение (уменьшение) значения
+8 (-8)	Максимальное увеличение (уменьшение) значения
+1,+3,+5,+7, -1,-3,-5,-7	Промежуточные значения между двумя смежными суждениями

Итак, количественная оценка исходов по множеству критериев с использованием шкалы разностей представляет собой метод оценки последствий принимаемых решений при прямом процессе планирования. Для определения интегральных оценок обобщенного исхода относительно фокуса иерархии OI_{ij}^{Φ} и относительно конкретного фактора $OI_{ij}^{ак}$ строится матрица оценки исходов, имеющая вид (таблица 7.8):

Таблица 7.8

Интегральные оценки обобщенного исхода

Критерий	Вес Критерия	Интегральные оценки					
		w_1	w_2	...	w_i	...	w_n
K_i	p_i						
K_1	p_1	a_{11}	a_{12}		a_{1j}		a_{1n}
K_i	p_i	a_{i1}	a_{i2}		a_{ij}		a_{in}
K_m	p_m	a_{m1}	a_{m2}		a_{mj}		a_{mn}

В матрице через K_i ($i=1,..,m$) обозначены критерии для оценки исходов; p_i ($i= 1,..,m$) – веса критериев, отражающие их значимость в определенном процессе планирования; w_i ($i = 1, .., n$) – значения элементов вектора приоритетов логических исходов относительно фокуса иерархии или отдельного актора; a_{ij} – оценка на основе шкалы разностей j -го исхода по i -му критерию.

Для анализа последствий от реализации альтернативных вероятных сценариев строится обобщенный сценарий с использованием шкалы разностей. С этой целью определяется перечень критериев, относительно которых экспертом оцениваются сценарии развития долга (таблица 7.9).

Таблица 7.9

Оценка сценариев по критериям влияния акторов

Критерий оценки последствий (переменные состояния)	Оценка переменных состояний для альтернатив			
	A_1	A_2	A_3	A_4
Резиденты	0	-4	4	-2
Администрация	0	-2	6	4
Кредиторы	-2	-2	2	2
Внешнее влияние	2	0	4	-2

Интегральные оценки обобщенного сценария развития долга относительно фокуса или самостоятельного актора определяются по выражениям (7.6 – 7.7).

$$OI_{ij}^{\phi} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_i a_{ij} w_j^{\phi}, \quad (7.6)$$

$$ОИ_{ij}^{ак} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_i a_{ij} w_j^{ак} . \quad (7.7)$$

Веса критериев действующих сил оценены выше матрицей попарных сравнений (вектор W_1). В частном случае p_i можно взять равным 1 (при равновероятном влиянии критериев). Оценка сценариев актором «Резиденты»:

$$0,3 \cdot 0 + 0,257 \cdot (-4) + 0,295 \cdot 4 + 0,148 \cdot (-2) = -0,144.$$

Оценка сценариев актором «Администрация»:

$$0,358 \cdot 0 + 0,171 \cdot (-2) + 0,458 \cdot 6 + 0,013 \cdot 4 = 1,122.$$

Оценка сценариев актором «Кредиторы»:

$$0,13 \cdot (-2) + 0,45 \cdot (-2) + 0,289 \cdot 2 + 0,131 \cdot 2 = -0,906.$$

Оценка сценариев актором «Внешнее влияние»:

$$0,311 \cdot 2 + 0,257 \cdot 0 + 0,195 \cdot 4 + 0,237 \cdot (-2) = -0,722.$$

Итак, текущее долговое состояние муниципалитета по оценке эксперта приводит к ситуации, которая более всего устраивает Администрацию муниципалитета. Вполне естественно, что положительное значение интегральной оценки говорит о благоприятном развитии ситуации, отрицательное – о неблагоприятном состоянии.

Интегральную оценку обобщенных исходов относительно акторов и фокуса иерархии можно найти по дополнительным критериям оценки последствий, на изменение которых повлияют сценарии развития долга. Экспертами в данном исследовании выступили авторы и специалисты отдела по социально-экономическому развитию города Администрации г. Юрга, информация о мнении населения взята из различных источников соцопросов. Использовались также данные опроса населения Фондом «Общественное мнение».

Авторами предложены следующие критерии: число экспертов; профессиональный уровень экспертов; зависимость от будущего; управленческая ответственность за будущее; объем долга; независимость института управления долгом; затраты на управление долгом; развитие и престиж науки; развитие механизма заимствований.

Анализ результатов оценки альтернативных и обобщенного сценария относительно акторов и фокуса иерархии (таблица 7.10) в настоящий момент позволяет сделать следующие выводы.

Таблица 7.10

Определение интегральных оценок обобщенных исходов относительно акторов и фокуса иерархии

	Значение векторов приоритетов альтернативных сценариев				Суммарные значения переменных состояния среды относительно фокуса иерархии и акторов				
	A1	A2	A3	A4					
Критерий оценки последствий	0,38	0,195	0,26	0,165					Фокус иерархии
(переменная состояния)	0,3	0,257	0,295	0,148				Резиденты	
	0,358	0,171	0,458	0,013			Администрация		
	0,13	0,45	0,289	0,131		Кредиторы			
	0,311	0,257	0,195	0,237	Внешнее влияние				
	Оценка переменных состояний								
Ученые и эксперты									
число	0	-4	4	-2	-0,722	-0,906	1,122	-0,144	-0,07
профессионализм	0	-2	6	4	1,604	1,358	2,458	1,848	1,83
зависимость от будущего	-2	-2	2	2	-0,272	-0,32	-0,116	-0,228	-0,3
Управленцы: ответственность за будущее	2	0	4	-2	0,928	1,154	2,522	1,484	1,47
Функциональные характеристики									
независимость института управления долгом	-6	-4	-2	0	-3,284	-3,158	-3,748	-3,418	-3,58
затраты на управление долгом	6	4	2	0	3,284	3,158	3,748	3,418	3,58
объем долга	4	2	-2	-4	0,42	0,318	0,806	0,532	0,73
развитие и престиж науки	2	0	4	4	2,35	1,94	2,6	2,372	2,46
развитие механизма заимствований	-2	2	0	0	-0,108	0,64	-0,374	-0,086	-0,37
Интегральная оценка обобщенных исходов					4,2	4,184	9,018	5,778	5,75

Векторы приоритетов альтернатив-сценариев, принадлежащие различным акторам, существенно различаются значениями, характеризующими относительную степень предпочтения альтернатив. Например, для Администрации г. Юрга альтернатива А1 (статус-кво) и А3 (договора и соглашения на кредит от других уровней управления) предпочтительнее альтернативы А4, хотя местное самоуправление стремится к самодостаточности муниципального образования, т.е. бездефицитному финансированию за счет собственных средств.

Население города в целом устраивает настоящее положение дел, в то время как для кредиторов альтернатива А₂ и А₃ предпочтительнее альтернатив А₁ и А₄. Анализ интегральных оценок обобщенных исходов показывает, что наилучшего будущего можно достичь при реализации целей, преследуемых Администрацией г. Юрга (значение оценки +9,018).

Наиболее вероятное развитие планирования долга при существующих тенденциях с учетом различной степени влияния на процесс в будущем всех акторов приводит к некоторому компромиссному интегральному обобщенному сценарию со значением, равным +5,75.

7.2.3. Обратный процесс планирования долга

Обобщенный сценарий является совокупностью противоречивых интересов акторов, поэтому необходим переход к обратному процессу. Следовательно, одному или нескольким акторам необходимо разработать изменения полученных исходов в сторону желаемых. Поэтому ведется работа по изменению и добавлению новых целей.

Планирование в обратном направлении осуществляется с учетом следующей иерархии. В вершине иерархии устанавливается фокус – желаемый объем и структура долга.

Уровни 1 и 2 иерархии второго прямого процесса аналогичны соответствующим уровням первого прямого процесса. В уровень 2 иерархии включаются желаемые исходы, которые хотят реализовать акторы, для примера рассмотрим те же сценарии из прямого процесса. В обратном процессе определяются векторы приоритетов целей относительно фокуса – $W_{\Pi 2j}^{\Phi}$ и отдельных акторов – $W_{\Pi 2j}^{ak}$ и/или векторы приоритетов политик относительно фокуса – $W_{\Pi 2j}^{\Phi}$ и отдельных акторов – $W_{\Pi 2j}^{ak}$. Уровень 3 иерархии отличается от соответствующего уровня первого прямого процесса тем, что в него включаются новые цели влиятельных акторов. Для решения данной задачи построена иерархия первого обратного процесса (рисунок 7.8).



Рис. 7.8. Первый обратный процесс планирования долга муниципалитета РФ

Фокусом иерархии является обобщенная желаемая стратегия развития долга. На уровне 2 расположены желаемые сценарии развития долга. При этом приняты во внимание четыре сценария, рассмотренных ранее в первом прямом процессе.

Приоритеты желаемых сценариев соответствуют приоритетам вероятных сценариев, определенных относительно акторов Администрации и внешних экономических факторов. Рассчитанные приоритеты представлены на рисунке 7.9.

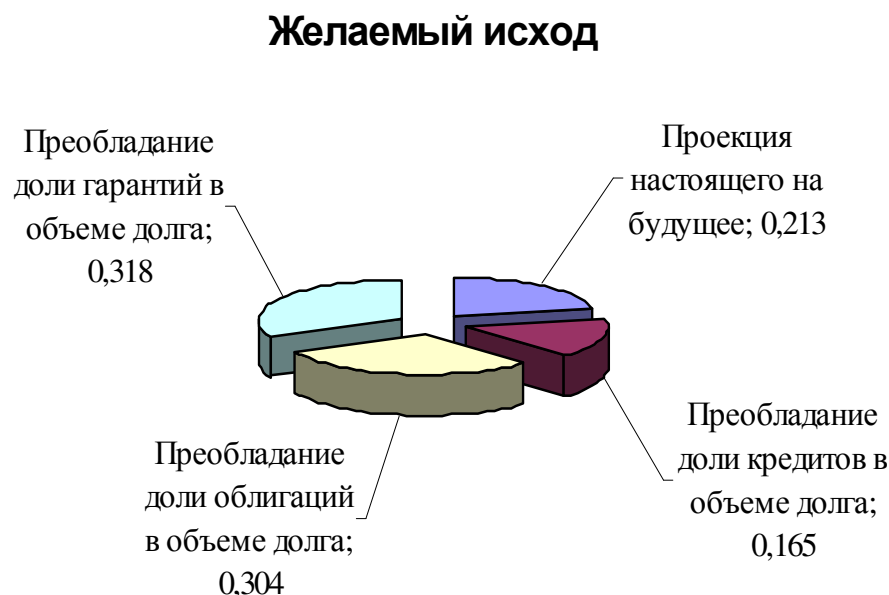


Рис. 7.9. Диаграмма приоритетов желаемого исхода с точки зрения Администрации города

На уровне 3 определены основные проблемы, которые возникают при реализации желаемых сценариев. Для определения значимости проблем при их попарном сравнении следует отвечать на вопрос, разрешение какой проблемы предпочтительно для достижения желаемого сценария.

Определено пять проблем, сформулированные автором исследований и приведенные ниже.

Проблема 1. Для достижения желаемых сценариев требуются значительные дополнительные средства для реструктуризации долга (из схемы 1 обратного процесса).

Проблема 2. В Администрации муниципального образования отсутствует эффективный орган управления долгом (или эти функции совмещает орган, который планирует бюджет).

Проблема 3. Своевременное выполнение плановых статей бюджета – огромная задача администрации.

Проблема 4. Поддержание курса национальной валюты отражается и на выработке регионального валового продукта (или отраслевого), и на политическом и социальном настроении.

Проблема 5. Противодействие инфляции в первую очередь сказывается на отношении резидентов к своей Администрации.

Уровень 4 образуют акторы, влияющие на решение проблем. При этом не все акторы могут быть включены, например, только два, имеющие наибольшую значимость. На уровне 5 указываются новые цели акторов, которые не пересекаются с целями предыдущего прямого процесса планирования.

Использование метода анализа иерархий показал сходство с данными экспертного опроса, но в анализе иерархий желательные сценарии оказались в диапазоне от 0,165 до 0,318, что свидетельствует о неопределенности данных представлений о будущем (рисунок 7.10).

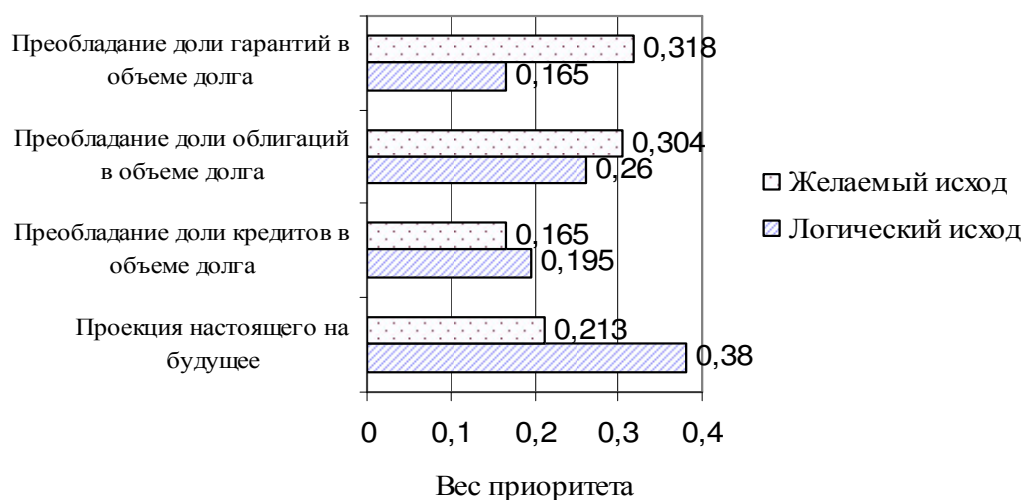


Рис. 7.10. Диаграмма сравнения весов приоритетов логического и желаемого исходов

7.2.4. Второй прямой процесс планирования долга

После определения векторов приоритетов целей осуществляется переход ко второму прямому процессу. Иерархия этого процесса строится с учетом целей, определенных и проранжированных в предыдущем обратном процессе. Иерархия второго прямого процесса приведена на рисунке 7.11.



Рис. 7.11. Второй прямой процесс планирования

Уровни 1 и 2 иерархии второго прямого процесса соответствуют уровням 1 и 2 первого прямого процесса. Уровень 3 иерархии отличается от соответствующего уровня первого прямого процесса тем, что в него включаются новые цели приоритетных акторов; актору «Правительство» добавляются 2 альтернативы-цели. Актору «Внешнее влияние» добавляются не все пять новых целей, сгенерированных для него в обратном процессе, а одна наиболее значимая, соответствующая альтернативе A_2 .

Далее также методом попарного сравнения устанавливается значимость новых целей относительно целей, принадлежавших иерархии первого прямого процесса. Для этого существующие матрицы парных сравнений целей достраиваются экспертом с учетом значимости новых целей. Например, в таблице 7.11 показаны значения весов критериев для актора «Администрация».

Вес критерия «Принятие и соблюдение государственного бюджета» остается преобладающим, а за ним по значению выходит вновь введенный критерий «Экономическая стабильность», что говорит о значимости и верности введения этого критерия в рассматриваемую ситуацию. Малый вес критерия «Возврат долговых обязательств» объясняется тем, что к концу календарного года долга как такового в муниципальном образовании нет за счет дотационных перечислений из фондов и бюджетов вышестоящего уровня.

Таблица 7.11

Веса критериев актора «Администрация» во втором прямом процессе

Администрация муниципалитета	Гос. бюджет	Социальное благополучие	Общественный порядок	Возврат долговых обязательств	Экономическая стабильность	W_2^2
Гос. бюджет	1	3	2	3	2	0,375
Социальное благополучие	1/3	1	1/2	4	1/3	0,108
Общественный порядок	1/2	2	1	5	1/2	0,175

Окончание таблицы 7.11

Возврат долго- вых обяза- тельств	1/3	1/4	1/5	1	1/3	0,063
Экономическая стабильность	1/2	3	2	3	1	0,240
Сумма	2,666	9,25	5,7	16	4,166	

7.2.5. Сравнение интегральных оценок исходов

Для рассмотренного второго прямого процесса определяются вектор приоритетов исходов $W_{и12}^{\Phi}$ и интегральная оценка обобщенного исхода $OИ_{12}^{\Phi}$. Анализируются значения интегральных оценок обобщенных логического и желаемого исходов соответственно для первого – $OИ_{11}^{\Phi}$ и второго – $OИ_{12}^{\Phi}$ прямых процессов и первого обратного процесса $OИ_{21}^{\Phi}$. В результате сравнения интегральных оценок обобщенных исходов можно сделать вывод о некотором схождении между логическим и желаемым сценарием долга. В случае не схождения при первой итерации, проводится вторая итерация обратного процесса. На очередном шаге изменяются приоритеты желаемых состояний долга и/ или проверяются новые цели действующих сил.

Цели, получившие наибольший рейтинг, добавляются в рассмотрение при третьей итерации прямого процесса. Далее вычисляется интегральная оценка $OИ_{13}^{\Phi}$ логического обобщенного исхода третьего прямого процесса, которая сравнивается с оценкой обобщенного желаемого исхода второго обратного процесса $OИ_{22}^{\Phi}$. Алгоритм повторяется до тех пор, пока эксперты не пересмотрят все возможности сближения логического и желаемого сценариев развития долга города.

Рассчитав аналогично прямому процессу интегральную оценку обобщенного исхода первого обратного процесса, получим $OИ_{21}^{\Phi}=19,29$.

Интегральная оценка обобщенного исхода, полученная относительно фокуса иерархии второго прямого процесса, имеет следующее значение:

$$OИ_{12}^{\Phi}= 8,616.$$

Анализ значений интегральных показателей обобщенных вероятных исходов для первого (5,75) и второго (8,616) прямых процессов указывает на уменьшение во второй итерации различия между вероятным (8,616) и желаемым (19,29) исходами.

Во втором прямом процессе получен достаточно хороший результат по критерию интегрального показателя обобщенного исхода либо можно предположить, что эксперт не вводит дополнительные критерии (цели), поэтому итерационный процесс на этом этапе может быть завершен.

Таким образом, аналитическое планирование долга муниципалитета выявило факторы и методы, с помощью которых можно достичь желаемого результата. Конечно, необходимо привлечение экспертов, которые должны выбрать настоящие и будущие цели развития института долга.

Основные выводы по главе:

1. Предложено использовать иерархический синтез для оценки возможных и желаемых сценариев развития долга муниципалитета, что позволяет корректировать и целенаправленно изменять перечень первичных показателей для оценки текущего и контроля планируемого долга, что в свою очередь говорит об адаптивности модели. Разработаны уровни иерархии планирования обобщенного сценария развития долга: действующие силы, цели, политики, альтернативные сценарии.

2. Интегральная оценка обобщенного исхода относительно акторов и фокуса иерархии позволяет оценить вероятное состояние долга при существующих тенденциях. Её значение можно найти по дополнительным критериям оценки по шкале разностей последствий, на изменение которых повлияет реализация возможных сценариев. Расчеты основаны на приоритетности одной альтернативы над другой методом попарных сравнений.

3. Аналитическое планирование долга муниципалитета позволяет выявлять и ранжировать критерии, цели и методы, с помощью которых можно достичь желаемого результата. Недостатком метода анализа иерархии является иерархическое описание задачи, которое требует от эксперта хорошего знания методологии. Поэтому работа эксперта сведена к попарной оценке ряда вариантов, оформленных в виде таблиц.

4. Предложена модель оценки и отбора специалистов в экспертную группу, основанная также на попарных сравнениях и балльных оценках качеств эксперта.

8. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ДОЛГОМ ГОРОДА

8.1. Роль и место моделей управления долгом при выполнении уставных функций муниципалитета

Федеральное законодательство относит вопросы обслуживания и погашения долга субъекта РФ и муниципальных образований к вопросам, финансируемым за счёт средств их же бюджетов.

Органы местного самоуправления муниципального образования обеспечивают сбалансированность городского бюджета и соблюдение установленных федеральными законами требований к регулированию бюджетных правоотношений, осуществлению бюджетного процесса, размеру дефицита городского бюджета, уровню и составу муниципального долга, исполнению бюджетных и долговых обязательств муниципального образования. Уставом муниципального образования «Юргинский городской округ» утверждено, что муниципальное образование вправе привлекать заемные средства, в том числе за счет выпуска муниципальных ценных бумаг, в порядке, установленном городским Советом народных депутатов в соответствии с требованиями федеральных законов и иных нормативных правовых актов федеральных органов государственной власти.

Для того чтобы разрабатываемая и постоянно дополняемая концепция стратегии социально-экономического развития города, основной компонентой которой является годовой и среднесрочный бюджет, выполнялась эффективно и профессионально в рамках управления социально-экономическим развитием и функционированием города, необходимо использовать системный подход и научно-обоснованные методы анализа и организации управления бюджетом города, в том числе долгом.

Разработанные модели обеспечивают выполнение важнейших функций муниципального управления: функций стратегического планирования бюджета, разработки стратегии контроля и анализа социально-экономической ситуации в городе для выработки соответствующих мер по привлечению доходной части и расходованию бюджета, оптимизации долга города.

На рисунке 8.1 представлены модели, предложенные авторами, их связь друг с другом, а также результаты, получаемые при их использовании на различных этапах стратегического управления долгом города.

Этапы стратегического управления

Модели



Рис. 8.1. Схема применения и взаимодействия моделей в стратегическом управлении долгом муниципалитета

8.2. Программные средства анализа и планирования муниципального долга

8.2.1. Новые технологии планирования, управления и контроля финансовых процессов

Государственное и муниципальное управление финансовыми процессами на современном этапе сопряжено с исследованием сложных, многоуровневых финансовых потоков, анализом, прогнозированием и регулированием финансовых ситуаций.

В настоящее время, когда интенсивность финансовых процессов и объемы информационных ресурсов многократно возросли, и все большее значение приобретает временной фактор, освоение и использование новых методов планирования, управления и контроля, основанных на автоматизированных информационных технологиях, определяет результативность исследований и принятие эффективных управленческих решений в финансовой сфере [83, 108].

Поэтому своевременность и полнота информационного отображения финансовых процессов, возможность их моделирования, анализа и прогнозирования в значительной степени зависят от внедрения в управление информационных технологий. Широкое использование персональных компьютеров, средств коммуникации, облегченный доступ к базам данных и базам знаний, использование интеллектуальных технологий и систем обеспечивают специалисту реальные возможности выполнять свои функции в современном технологическом режиме.

Управлению государственными и муниципальными бюджетными процессами и налогообложением присущи сложность, динамичность, многообразие элементов, их делимость, структурированность и целостность, что превращает процесс управления в сложную, многоуровневую, динамичную систему и позволяет, используя современные научные методы и подходы, создавать автоматизированные информационные системы управления на базе вычислительных, коммуникационных средств, генерации информационных ресурсов, информационных технологий [94].

Эволюция информационных технологий в бюджетной сфере и системе налогообложения прошла путь от ручной обработки информации через механизацию учета на базе вычислительных комплексов типа машинно-счетных станций, фабрик механизированного учета, автоматизацию с созданием вычислительных центров и автоматизированных систем, охватывающих центральные финансово-кредитные органы, до создания информационных систем на базе современной компьютерной техники, систем телекоммуникаций, локальных и глобальных компьютерных сетей.

8.2.2. Особенности построения информационной системы управления финансами

В условиях рыночных отношений в сфере управления финансовыми ресурсами в бюджетной системе и системе налогообложения возросла сложность управленческих задач, взаимоотношений органов управления с объектами управления и внешней средой, увеличились объемы информационных потоков.

Эффективное функционирование бюджетной и налоговой систем возможно только при условии использования передовых информационных технологий, базирующихся на современной компьютерной технике. В частности, для эффективного функционирования в органах налоговой службы действует многоуровневая АИС «Налог», которая предназначена для автоматизации функций всех уровней налоговой системы по обеспечению сбора налогов и других обязательных платежей в бюджет и внебюджетные фонды, проведению комплексного оперативного анализа материалов по налогообложению, обеспечению органов управления и соответствующих уровней налоговых служб достоверной информацией [16].

Применение качественно нового информационного обеспечения для решения стратегических и оперативных задач в бюджетной сфере и системе налогообложения базируется на использовании современных компьютерных технологий. Это способствует принятию обоснованных решений, оперативности управления финансовыми ресурсами.

Основными инструментальными средствами, используемыми в информационных технологиях в бюджетной и налоговой системах, являются программные и технические средства, а также организационные формы их использования.

К программному обеспечению автоматизированной информационной технологии предъявляются следующие требования: организация обработки больших объемов информации в интерактивном режиме на основе сетевой технологии, обеспечение возможности объединения различных программных платформ, наличие режимов многозадачного и многопользовательского доступа к данным и т.д. [49].

На рынке программного обеспечения имеется несколько ППП, реализующих функции прогнозирования и анализа. Примером одной из них служит программный продукт фирмы «Прогноз» [103]. Аналитический комплекс «Прогноз» – инструментальная среда для разработки информационно-аналитических систем (ИАС) и систем поддержки принятия решений (СППР).

Использование этого комплекса обеспечивает:

- универсальную технологию построения широкого класса СППР;
- высокую скорость разработки СППР;
- открытость СППР для дальнейшего развития.

Комплекс представляет собой интегрированный набор программных конструкторов и инструментов, включающий макроязык и дизайнер форм, обеспечивают расширение функциональности прикладных систем:

- изменение и настройка пользовательского интерфейса;
- создание и настройка автоматизированных рабочих мест;
- взаимодействие со всеми компонентами аналитического комплекса.

Web-расширение – средство организации доступа к данным и объектам СППР через Intranet/ Internet создает независимость от географического положения пользователей.

К недостаткам следует отнести:

- отсутствие базы данных предметной области;
- отсутствие мониторинга выплат по займам;
- отсутствие формирования первичной отчетной документации.

Компания “СервоКомп” занимается продвижением на российский фондовый рынок системы Oracle Express OLAP Signator/2000. Система автоматизации чисто «портфельного учета» фондового рынка, а не автоматизация проводок, порождаемых портфельным учетом [102].

Таким образом, необходимым для органов власти, занимающихся составлением бюджета, планированием денежных потоков, является создание и внедрение системы, автоматизирующей этот процесс.

Необходимо учитывать и отражать суммы привлечения заимствований бюджета из внутренних и внешних источников при возникновении дефицита бюджета, рассчитывать оптимальные варианты распределения бремени долговых выплат на погашение и обслуживание внешнего и внутреннего государственного долга, создание государственного финансового резерва. Обеспечить комплексную информационно-аналитическую поддержку формирования решений в сфере управления государственными финансами призваны специализированные системы поддержки принятия решений.

СППР в сфере управления государственными финансами предусматривает:

- 1) учет поступления и расходования государственных финансовых средств;
- 2) анализ показателей, характеризующих государственные финансы;

3) прогнозирование и планирование движения государственных финансовых ресурсов.

Накопленный опыт теоретических исследований и разработки, внедрения и сопровождения СППР в области управления государственными финансами позволяет выдвинуть базовые принципы построения таких систем [103]:

- интеграция информационных, научно-методологических и аналитических ресурсов;
- унификация процедур учета и контроля;
- использование в практике планирования и управления государственными финансами результатов анализа, прогнозирования и вариантного моделирования тенденций на макро- и микроэкономическом уровнях.

В архитектуре СППР, построенных на этих принципах, важнейшим компонентом является комплекс математических моделей анализа, прогнозирования и планирования всех видов и этапов движения государственных финансовых ресурсов. Компанией «Прогноз» разработаны некоторые модули для различных органов государственной власти Российской Федерации.

Законодательно для муниципалитета закреплено обязательное ведение бюджета и долговой книги, в которых используются различные методики:

- статистическое прогнозирование поступления налогов и сборов с применением формализованных статистических моделей (применяется только при краткосрочном прогнозировании, при этом формируемый прогноз обязательно дополняется интервальной оценкой его доверительных границ);

- прогнозирование поступлений на основе выявления статистических взаимосвязей, преимущественно методами факторного анализа, между поступлениями налогов и сборов и показателями социально-экономического развития (используется только для налогов и сборов в рамках календарных периодов, в течение которых не планируется изменений нормативов государственной налоговой и бюджетной политики);

- имитационное моделирование поступлений налогов и сборов. Имитационная модель математически описывает зависимость поступления каждого вида налогов и сборов как функцию от перечня факторов, индивидуального для каждого вида налогов.

8.2.3. Автоматизация составления и исполнения бюджета

Автоматизированная система составления и исполнения бюджета (АССИБ) позволяет автоматизировать обработку информации как в отдельном финансовом органе, так и во всей финансовой системе региона. В основу функционирования АССИБ положено использование традиционной технологии финансовых органов по составлению и исполнению бюджета, основанной на применении системы показателей бюджетной классификации и плана счетов бухгалтерского учета [16].

Среди программных продуктов, которые могут быть использованы для автоматизации финансового и бухгалтерского учета на бюджетных предприятиях и в организациях, можно выделить программные продукты фирм «Галактика», «Парус», «Интеллект-сервис», «1С», «Гарант».

Бухгалтерский комплекс «Гарант-Учет» разработан НИПИСтатинформ Госкомстата России по заказу Министерства финансов РФ. Комплекс «Гарант-Учет» позволяет автоматизировать все разделы бухгалтерского учета в бюджетной организации.

Целью организации системы казначейства является обеспечение управляемости и подконтрольности федеральных финансовых ресурсов, их централизация у одного федерального органа исполнительной власти. Выполнение основных задач казначейства возможно только в рамках организации и функционирования в казначейской системе автоматизированной интегрированной технологии, обеспечивающей информационно-технологическую поддержку всего процесса исполнения бюджета.

Автоматизированные информационные технологии (АИТ) по решению функциональных задач исполнения бюджета различных уровней в органах казначейства относятся к классу современных корпоративных информационных технологий с включением различных пользовательских организаций в контур автоматизации.

В целях эффективного управления средствами федерального бюджета и сокращения срока их прохождения до получателей, сохранности, обеспечения централизованного учета поступлений в бюджеты всех уровней, получения оперативной информации о ходе исполнения федерального бюджета возникает необходимость сосредоточения их на ЕКС.

Программный комплекс АИТ казначейства автоматизирует решение задач по учету доходов федерального бюджета и учету расходов из федерального бюджета и финансирования получателей бюджетных средств.

Телекоммуникационная система является одним из важнейших компонентов АИТ органов федерального казначейства для решения ос-

новых функциональных задач по исполнению бюджетов различных уровней.

Таким образом, рассмотренные программные продукты в основном используются на этапах учета, анализа, краткосрочного прогнозирования и планирования бюджета и долга в том числе [106]. Методы сценарного планирования позволяют использовать знания для принятия решений на этапе стратегического планирования.

8.3. Структура программного комплекса поддержки принятия решений о стратегии управления долгом города

Предложенные в шестой и седьмой главах модели основаны на использовании методов многокритериальной оценки и метода анализа иерархии. При их практическом использовании возникают проблемы, аналогичные изложенным в разделе 4.2:

1. модели достаточно сложны в том, что для каждой конкретной ситуации, того или иного муниципалитета критерии и цели каждого этапа применения методик отличаются от стандартных, проблемы возникают с разной периодичностью;

2. процесс принятия решений о стратегии управления долгом города требует сбора и обработки большого объема статистической и экспертной информации, а методы и иерархические модели требуют проведения многочисленных, однотипных расчетов.

Таким образом, актуальной является разработка комплекса программ, обеспечивающего поддержку принятия решений (КПППР) о выборе стратегии управления долгом города. Главной задачей создания КПППР является разработка универсального средства, реализующего полный набор предлагаемых моделей принятия решений и позволяющего автоматизировать функции консультанта по принятию решений на этапах сбора и обработки количественных данных, формализации качественных экспертных оценок, проведения расчетов.

Разработанная система состоит из четырех блоков: блок математических моделей и методов принятия решений, блок входных данных (база данных), программный блок, блок выходных данных (результатов расчетов). Структура взаимосвязи и содержание блоков комплекса программ поддержки принятия решений о стратегии управления долгом города представлена на рисунке 8.2 [142]. Она представляет взаимодействие между компонентами системы. Каждая разработанная модель является одним из элементов логического уровня КПППР [128].

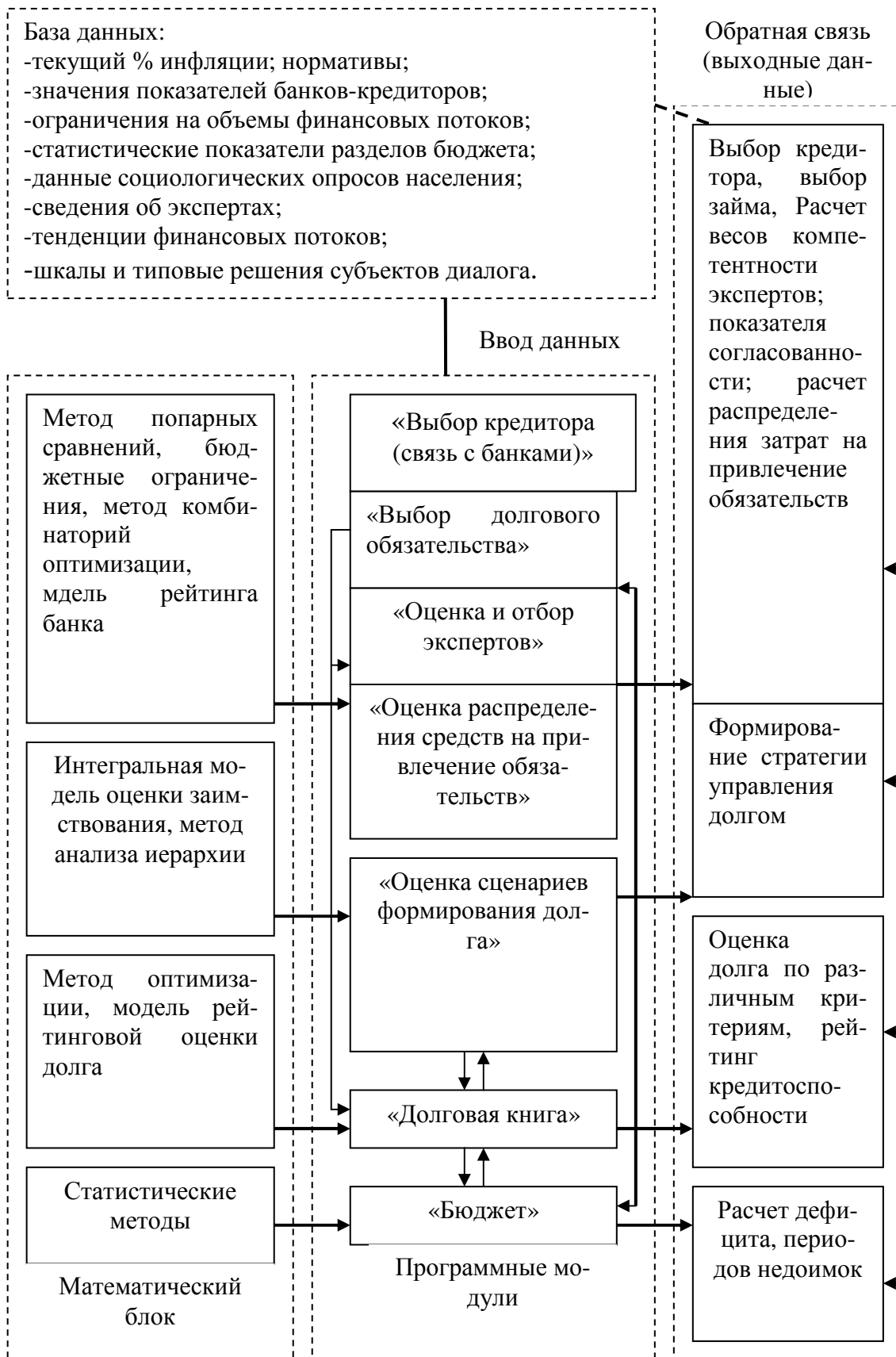


Рис. 8.2. Структура взаимосвязи компонентов программного комплекса

Платформой для создания СППР выбрана система 1С, так как на данный момент эта система программирования является наиболее оптимизированной и универсальной по работе с массивами данных (базами данных) и их обработке. Система 1С представляет собой программируемую платформу, которая позволяет реализовать практически любой алгоритм, проста в эксплуатации, имеет низкие требования к компьютерному оборудованию.

Взаимодействие моделей и программных модулей определяется в зависимости от специфики решаемых задач, этапа стратегического управления долгом города. В частности был проведен иерархический синтез с использованием автоматизированного модуля «Оценка сценариев формирования долга». Критерии и цели каждого уровня иерархии предложены в результате метода мозгового штурма. Внешняя среда анализировалась с точки зрения законодательной, социальной, экономической, политической, технологической составляющих.

За входную информацию принимаются:

- перечень факторов, критериев и альтернатив, влияющих на развитие сценария;
- оценки факторов и альтернатив по 9-ти балльной шкале отношений;
- оценки критериев последствий от реализации возможных сценариев по 9-ти балльной шкале разностей.

Учитывая влияние различных действующих сил, их цели и значимость, система оценивает и выводит информацию о наиболее вероятном логическом и желаемом сценарии развития долга муниципалитета. Выходной информацией являются:

- система приоритетных факторов и альтернатив, необходимых для достижения определенного сценария;
- набор необходимых схем процесса достижения состояния долга и таблиц оценки развития долга для каждого сценария.

Основные экранные формы модуля приведены в Приложении 1.

В локальной версии либо эксперты работают на одном компьютере, либо ЛПР вводит согласованные данные. Не всегда эксперт имеет возможность присутствовать на месте проведения экспертной сессии. При использовании возможностей Интернет можно значительно увеличить число экспертов, принимающих участие в решении задачи, и, таким образом, увеличить достоверность получаемых результатов.

В начале экспертной сессии ЛПР пересылает на сайт необходимую информацию для работы экспертов. Каждый эксперт после входа в систему работает со своей моделью иерархии (редактирует и проводит

оценку). По результатам работы экспертов ЛПР составляет новую, более перспективную, на его взгляд, модель иерархии и опять предоставляет ее экспертам. Итерации прекращаются, когда ЛПР будет удовлетворен результатом. ЛПР может размещать на сайте необходимую экспертам информацию, а сами эксперты могут использовать для общения chat.

Могут быть использованы два типа процедур: процедуры с личным контактом между специалистами («Круглый стол») и многоуровневые процедуры без личных контактов с контролируемой обратной связью. После оценивания критериев подсчитывается и сообщается экспертам средняя оценка и показатель разброса оценок. Экспертов, давших крайние оценки, просят обосновать свое мнение, с ним знакомят всех остальных, после чего проводится следующая итерация опроса. Подобные итерации заканчиваются тогда, когда будет достигнуто достаточное согласие между оценками экспертов.

Недостатком МАИ является иерархическое описание задачи, которое требует от эксперта хорошего знания методологии. Этот недостаток устранен в СППР с помощью адаптированного интерфейса пользователя. Работа эксперта сведена к попарной оценке ряда вариантов, оформленных в виде таблиц. ЛПР может добавлять на каждом уровне необходимые с его точки зрения критерии и сценарии. Оценив конкретный уровень критериев и альтернатив, эксперт автоматически попадает на следующий. Заполнив все последовательно предложенные СППР таблицы, ЛПР получает интегрированную оценку сценария развития долга муниципалитета.

Модуль «Оценка сценариев формирования долга» позволяет осуществлять расчет приоритетов и весов критериев, ранжировать цели стратегий, используя модели попарных сравнений. Результаты работы этого модуля имеют как самостоятельную ценность (так как полученные приоритеты фактически отражают желаемое состояние долга и дерево целей финансового климата муниципалитета), так и служат входными данными для модуля «Оценка распределения средств на привлечение обязательств».

Модуль «Выбор долгового обязательства» служит рекомендацией для дальнейших действий по привлечению новых долговых обязательств. В случае выбора кредита как формы займа, можно применить модуль «Выбор кредитора (банка)», что облегчает поиск стратегического партнерства, прогнозирует расчеты основных показателей этого инструмента покрытия дефицита.

Модуль «Оценка распределения средств на привлечение обязательств» позволяет оптимально распределять ресурсы (затраты) на обслуживание комбинации долговых обязательств.

Модуль «Оценка сценариев формирования долга» служит основой для формирования экспертных суждений о критериях и целях долговой политики, динамике и тенденциях развития структуры долга муниципалитета.

Модуль «Оценка и отбор экспертов» позволяет решить вопрос отбора наиболее компетентных экспертов, рассчитать веса компетентности экспертов, показателя согласованности мнений. Программный продукт может использоваться не только для отбора экспертов в экспертную группу, но и для отбора специалиста любой организации экономической сферы.

Модуль «Бюджет» содержит входную информацию (сведения о покрытии дефицита) для модуля «Долговая книга» [128]. Модуль «Долговая книга» в свою очередь является информативным для модуля «Оценка сценариев формирования долга».

8.4. Результаты внедрения иерархических моделей и программного обеспечения формирования стратегии планируемого долга в Администрации муниципального образования «Юргинский городской округ»

В 2007 году разработана и утверждена «Комплексная программа социально-экономического развития муниципального образования «Юргинский городской округ» Кемеровской области до 2021 года», которая включает в себя следующие разделы:

1. Концепция социально-экономического развития муниципального образования «Юргинский городской округ» до 2021 года;
2. Долгосрочный план социально-экономического развития муниципального образования «Юргинский городской округ» до 2017 года;
3. Среднесрочный план социально-экономического развития муниципального образования «Юргинский городской округ» на 2011 год.
4. Годовой план социально-экономического развития муниципального образования «Юргинский городской округ» на 2007 год.

В 2006 году в рамках разработки комплексной программы был проведен анализ, в ходе которого была осуществлена апробация разработанных моделей. Обработка экспертных данных проводилась с помощью модуля «Выбор долгового обязательства». Результаты расчетов представлены в таблице 8.1 (по порядку представлены формы обяза-

тельства – кредиты, облигации, договора, гарантии). В 3 столбце отражены реальные формы привлечения.

Таблица 8.1

Сводные значения

Год	Вектор приоритетов формы привлечения долгового обязательства, рассчитанный по методике	Форма привлечения долгового обязательства Администрацией г.Юрга
2004	{4, 3, 2, 1}	Гарантия
2005	{4, 3, 1, 2}	Договор
2006	{1, 4, 3, 2}	Кредит
2007	{4, 3, 1, 2}	Гарантия

Некоторое расхождение объясняется небольшой разницей между значениями весов выбранных форм долговых обязательств.

Использование предложенных моделей, а также разработанных модулей программных продуктов позволило систематизировать процесс анализа, прогнозирования и стратегического планирования долга. Эксперты осуществили описание факторов, целей, возможных сценариев развития долга. Оценили методом попарного сравнения степень влияния факторов на результативный сценарий. Модель адекватно отражает цели стратегического планирования долга муниципалитета. К приоритетным целям отнесены экономическая стабильность, соблюдение муниципального бюджета.

К стратегическим целям управления социально-экономическим развитием муниципального образования «Юргинский городской округ» отнесены создание предпосылок удовлетворения потребностей жителей города и бизнеса за счет ресурсов муниципального образования, обеспечение максимально возможного согласования интересов рыночных и нерыночных субъектов города (в том числе оказание финансовой и правовой поддержки субъектам, участвующим в развитии города), привлечение из внешних источников в город ресурсов, необходимых для функционирования и развития города на взаимовыгодных условиях (в т.ч. формирование благоприятного инвестиционного климата, использование внешне-экономического потенциала, участие в федеральных и региональных программах).

В целом по результатам анализа выделено основное стратегическое направление развития города: создание условий для улучшения инве-

стиционного климата в муниципальном образовании городе Юрге. Целями направления являются: разработка действенных механизмов по привлечению инвестиций в экономику города; оптимизация деятельности муниципальных предприятий; повышение эффективности бюджетной системы города Юрги.

Выбрана модель промышленного направления развития города, а, следовательно, обоснована необходимость привлечения инвестиционных кредитов. В качестве источников финансирования проектов стратегического плана выделяются:

- 1) собственные средства предприятий и предпринимателей;
- 2) земные средства кредитных учреждений;
- 3) средства российских и международных фондов и общественных организаций;
- 4) бюджетные средства для проектов социального развития;
- 5) инвестиции.

Финансирование реализации отдельных проектов плана происходит в рамках индивидуальных схем, которые разрабатываются участниками рабочих групп, реализаторами проектов и инвесторами.

Выполнение стратегического плана происходит под контролем Совета по реализации стратегического плана, который принимает рекомендательные решения по отбору мер для первоочередной реализации.

Администрация города участвует в реализации стратегического плана через своих представителей в Совете по реализации стратегического плана, тематических комиссиях, рабочих группах, ежегодных общегородских конференциях о ходе реализации плана. Структурные подразделения Администрации обеспечивают разработку и выполнение плана действий Администрации по реализации стратегического плана и представление информации для его мониторинга.

Проекты стратегического плана участвуют в бюджетном процессе.

Разработка стратегии социально-экономического развития города Юрги была впервые осуществлена в 2004 году. Комплексная программа ранее была разработана в 2004 и пересмотрена в 2007 году, так как целевые ориентиры стратегического развития бюджета города каждый год подвергаются корректировке. Среднесрочный план социально-экономического развития муниципального образования «Юргинский городской округ» рассчитан до 2011 года, долгосрочный план – до 2017 года.

В связи с этим, для апробации предложенной модели были рассчитаны интегральные показатели по ограниченному перечню стратегических целей за период 2004–2007 г.г. График изменения интегральной

оценки логического и желаемого долга (таблица 8.2) говорит о схождении к некоторому среднему значению, сближению целей в долгосрочном периоде планирования к ориентирам.

Таблица 8.2

Сводные значения интегральных оценок логического и желаемого сценария развития долга

Год	Интегральный показатель логического сценария развития долга	Интегральный показатель желаемого сценария развития долга
2004	5,88	20,72
2005	7,12	20,11
2006	8,12	19,29
2007	9,48	17,67

Положительные значения подтверждают увеличивающуюся тенденцию к той структуре долга, которую и хотела видеть Администрация города. Высокая зависимость бюджета города от внешних источников финансирования доходной базы, на поступление которых городская администрация влиять не может, существенно снижает возможность организации в городе социально-экономических программ.

9. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ ПРИ ПРИНЯТИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

9.1. Формирование экспертной комиссии

Социально-экономическое развитие города характеризуется факторами различной направленности: производственные, инвестиционные, финансовые, социально-экономические, кадровые, инфраструктурные и др. Принятие решений о социально-экономическом развитии, о формировании стратегии управления городом требует организации экспертного оценивания показателей развития города, а также факторов внешней среды.

Обычно в городе создается некий Координационный Совет по стратегическому планированию - консультативно-координирующий орган при Главе города, обеспечивающий согласование действий органов муниципальной власти, бизнеса и сообщества, всех заинтересованных субъектов, участвующих в стратегическом планировании развития города. Так, в г. Юрга в его состав вошли 20 человек из числа депутатов городского Совета народных депутатов, должностных лиц Администрации города, руководителей предприятий, представителей общественных организаций.

Типовая схема формирования экспертной комиссии включает такие этапы, как определение количественного состава экспертов, разработка формальных и профессиональных требований к эксперту, определение состава экспертной комиссии, определение степени компетентности каждого эксперта [49].

Экспертная комиссия должна иметь в своем составе специалистов по каждой из групп факторов социально-экономического развития города. При этом логично предположить, что в наибольшей степени должно учитываться мнение специалистов именно по тому профилю, к которому имеет отношение оцениваемый показатель. Так, например, при оценке кадрового блока показателей, эксперты должны обладать знаниями экономики и социологии труда, трудового законодательства, механизма функционирования и регулирования рынка труда и иметь опыт работы в данной области. В то же время, нельзя пренебрегать и мнением других членов экспертной комиссии, пусть даже не обладающих высокой степенью компетентности в данной области, поскольку нельзя допускать обособленности оценивания отдельных сфер развития города, каждая проблема должна рассматриваться во взаимосвязи и с другими. Таким образом, возникает необходимость определения весов значимости экспертов при оценивании различных блоков показателей.

Минимальное количество экспертов определяется числом функциональных сфер жизнедеятельности города. Например, в [58] выделяются шесть блоков показателей социально-экономического развития города. В [41] минимальное количество экспертов предлагается определять по формуле (9.1).

$$N = 0,5 (3/\alpha + 5), \quad (9.1)$$

где $0 < \alpha \leq 1$ – параметр, задающий минимальный уровень ошибки экспертизы. Исходя из этого условия минимальное количество экспертов равно 4 (при $\alpha = 1$).

Для каждого эксперта необходимо определить оценку уровня его компетентности по каждому блоку показателей.

В [49] называются такие основные требования к эксперту, как широкий кругозор и знание предметной области, наличие научных трудов и практического опыта, способность решать творческие задачи, независимость мышления и др. Таким образом, задача определения компетентности экспертов является многокритериальной. Наиболее популярным методом многокритериальной оценки альтернатив является метод взвешенных сумм [81].

Предлагается использовать следующие критерии и шкалы для оценивания экспертов [96]:

1. уровень образования: среднее (1 балл), среднее специальное (2–4 балла), высшее (5–8 баллов), наличие ученой степени (9–10 баллов).

2. соответствие профиля образования предметной области (а именно конкретной сфере функционирования города): не соответствует (1 балл), не очень соответствует (2–4 балла), более или менее соответствует (5–8 баллов), соответствует (9–10 баллов).

3. опыт работы по профилю предметной области: отсутствует (1 балл), небольшой (2–4 балла), не очень большой (5–8 баллов), большой (9–10 баллов).

4. административная и экономическая независимость в данной сфере: отсутствует (1 балл), низкая (2–4 балла), средняя (5–8 баллов), высокая (9–10 баллов).

5. способность решать творческие задачи и опыт участия в экспертном оценивании: отсутствует (1 балл), низкая (2–4 балла), средняя (5–8 баллов), высокая (9–10 баллов).

Суммарная оценка уровня компетентности эксперта по i -тому функциональному блоку определяется по формуле (9.2).

$$O_{k_i} = \sum_j W_j O_j, \quad (9.2)$$

где O_{k_i} – оценка уровня компетентности эксперта по i -тому функциональному блоку;

O_j – оценка эксперта по j -тому критерию;

W_j – вес критерия оценки эксперта, причем $\sum_j W_j = 1$.

Затем сводим полученные оценки O_{k_i} в таблицу компетентности экспертов (таблица 9.1).

Таблица 9.1

Таблица компетентности экспертов

Функциональные блоки	Эксперты						max
	1	2	3	4	...	d	$O_{k_{is}}$
Социально-экономический							
Кадровый							
Инвестиционный							
Инфраструктурный							
Производственный							
Финансовый							

На пересечении строк и столбцов находятся оценки уровня компетентности s -того эксперта по i -тому функциональному блоку $O_{k_{is}}$.

При анализе, планировании и прогнозировании социально-экономического развития города данной таблицей можно воспользоваться:

1) для определения наиболее компетентного эксперта по определенному функциональному блоку показателей (в случае использования индивидуального метода экспертных оценок). Им будет являться эксперт, имеющий наибольшую оценку по i -тому блоку ($\max O_{k_{is}}$);

2) для определения весов важности экспертов при групповом экспертном оценивании. Вес важности s -того эксперта по i -тому функциональному блоку определяется по формуле:

$$W_{is} = \frac{O_{k_{is}}}{\sum_s O_{k_{is}}}. \quad (9.3)$$

9.2. Оценка согласованности экспертов

Субъективный характер восприятия экспертами оцениваемой ситуации приводит к расхождению в оценках экспертов. В связи с этим, возникает две проблемы:

- 1) получение агрегированной групповой оценки нескольких экспертов;
- 2) оценка согласованности мнений экспертов.

Для решения первой проблемы необходимо назначение весов важности экспертов, учитывающих их компетентность в предметной области.

Если имеется d экспертов ($s = \overline{1, d}$), то имеется d весов важности W_s ($\sum W_s = 1$), и d полученных от экспертов оценок факторов развития города x_s . Тогда агрегированная групповая оценка экспертов определяется по формуле (9.4).

$$x_{\text{груп}} = \sum_s W_s \cdot x_s . \quad (9.4)$$

Например, пусть при оценивании вероятности реализации возможности внешней среды от пяти экспертов получены следующие оценки вероятности: $x_1=0,8$, $x_2=0,7$, $x_3=0,9$, $x_4=0,5$, $x_5=0,7$. Веса важности экспертов $W_1=0,15$, $W_2=0,2$, $W_3=0,15$, $W_4=0,1$, $W_5=0,4$. Тогда агрегированная групповая оценка $x_{\text{груп}}=0,725$.

Полученные экспертные оценки фактически представляют собой вариационный ряд:

$$\begin{array}{cccccc} x_s & x_1 & x_2 & \dots & x_d \\ W_s & W_1 & W_2 & \dots & W_d \end{array}$$

Поэтому критерием согласованности мнений экспертов может служить показатель вариации экспертных оценок. Для этих целей на практике используется коэффициент вариации K_v , который применяют не только для сравнительной оценки вариации, но и для характеристики однородности совокупности. Совокупность считается однородной, если коэффициент вариации не превышает 33% (для распределений, близких к нормальному) [48].

Таким образом, необходимо вычислить коэффициент вариации и сравнить его с нормативным значением (33%). Если $K_v \leq 33\%$, то считать оценки экспертов согласованными. Если $K_v > 33\%$, то оценки экспертов не согласованны, и тогда экспертам нужно пересмотреть свои оценки, причем наиболее правильным будет пересмотреть оценку, имеющую наибольшую разницу $|x - x_{\text{груп}}|$, при наличии одинаковых отклонений в первую очередь пересматривается оценка наименее компетентного эксперта.

Коэффициент вариации определяется по формуле:

$$K_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%, \quad (9.5)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение;

\bar{x} – среднее значение, или $x_{\text{груп}}$.

Используя введенные выше обозначения, среднее квадратическое отклонение определяется по формуле (9.6)

$$\sigma = \sqrt{\sum_s W_s \cdot (x_s - x_{\text{груп}})^2}. \quad (9.6)$$

Для приведенного выше примера $K_v=14,38\%$, т.е. согласованность оценок экспертов достаточная.

Коэффициент вариации равен нулю при наибольшей согласованности оценок экспертов (все оценки одинаковые). С увеличением значения коэффициента вариации, степень согласованности экспертов снижается. Поэтому предлагается ввести следующую шкалу изменения коэффициента вариации [56]:

Таблица 9.2

Шкала изменения коэффициента вариации

Значение коэф- фициента вариации	0–11%	11–22 %	22–33 %	> 33 %
Качественная характеристика согласованности экспертов	Очень высокая	Высокая	Умеренная	Недостаточная (слабая)

9.3. Формирование состава экспертной комиссии в г. Юрга

На основании сформированных в пункте 9.1 требований к составу экспертной комиссии среди членов Координационного Совета по стратегическому планированию были отобраны 10 экспертов. В состав экспертной комиссии вошли представители администрации города, совета народных депутатов, представители надзорных органов, независимых общественных организаций. В соответствии с формулой (9.1) ошибка экспертизы $\alpha=0,2$. Были получены оценки компетентности экспертов по каждому функциональному блоку социально-экономического развития города. Сформированная таблица компетентности приводится в Приложении Б.

Для определения уровня согласованности экспертов, были проведены пробные экспертные опросы, включающие оценки факторов социально-экономического развития города различной направленности. В результате средний коэффициент вариации экспертных оценок составил 12,5%, что говорит о высокой степени согласованности экспертных суждений.

9.4. Модель многокритериальной оценки и отбора экспертов в экспертную группу методом анализа иерархий

В разделе 9.2 предложена процедура оценки компетентности экспертов на основе прямых методов сравнения многокритериальных альтернатив. В данном разделе приводится модель оценки и отбора экспертов на основе метода анализа иерархий на примере отбора экспертов для целей управления долгом муниципалитета. Планирование долга – достаточно ответственная задача и при оправданных затратах на экспертизу осреднение суждений экспертов проводится с учетом их квалификации («веса»). Для определения весовых коэффициентов экспертов целесообразно использовать иерархическую структуру критериев.

Расчет агрегированной оценки в случае привлечения n экспертов, имеющих различную значимость, осуществляется по формуле:

$$a_{ij}^A = a_{ij}^{p_1} a_{ij}^{p_2} \dots a_{ij}^{p_n},$$

где $a_{ij}^{p_k}$ – оценка объекта, проведенная k -м экспертом с весовым коэффициентом p_k , при этом $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$.

Самих экспертов могут оценивать субъективно по критериям: профессиональный уровень (стаж работы в сфере планирования финансов, опыт работы экспертом в финансовой области, интуиция), независимость суждений, опыт работы по профилю, творческий подход к решению проблем и опыт участия в экспертном оценивании (рисунок 9.1). Например, если стаж работы экспертов 10, 15 и 20 лет, то вес этого критерия для экспертов равен 0,222; 0,333 и 0,444 соответственно. Рассчитав веса каждого критерия и усреднив их по количеству, получаем обобщенный вес значимости мнения эксперта.

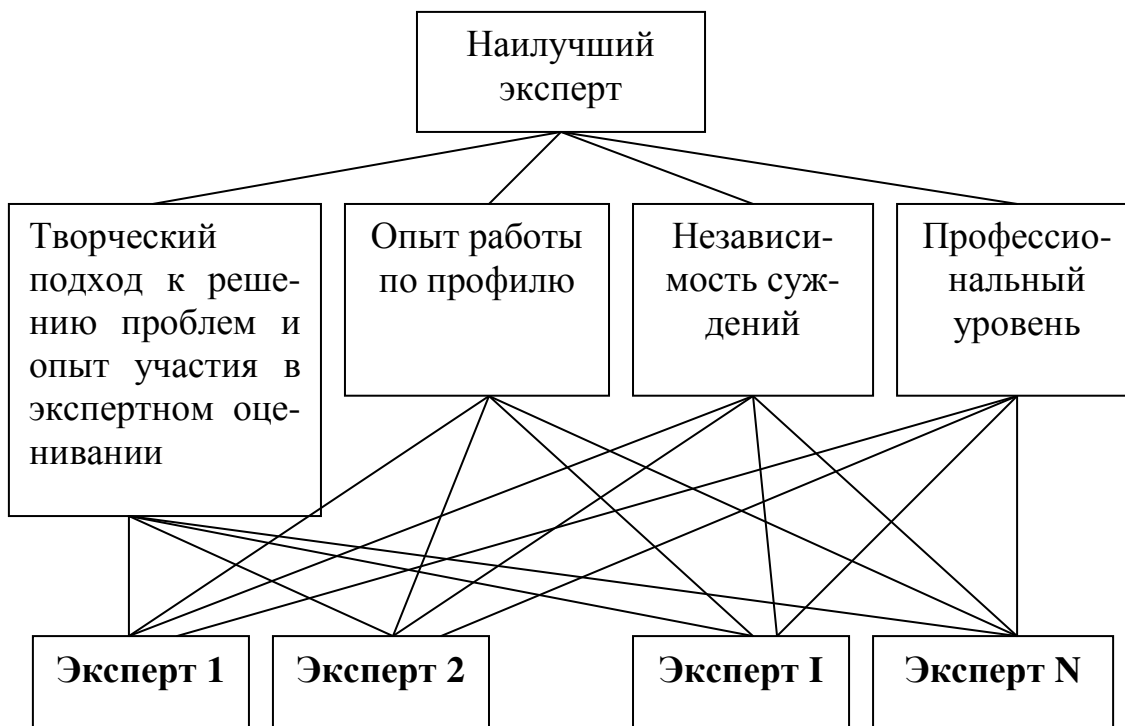


Рис. 9.1. Иерархия ранжирования экспертов

Используем следующие критерии и шкалы для оценивания экспертов [137]:

1. Уровень образования: среднее (1 балл), среднее специальное (2 балла), высшее (3 балла), наличие ученой степени кандидата (4 балла), наличие ученой степени доктора (5 баллов).

2. Опыт работы по профилю предметной области: отсутствует (0 баллов), от 1 до 3 лет (1 балл), от 3 до 5 лет (2 балла), от 5 до 10 лет (3 балла), от 10 до 20 лет (4 балла), свыше 20 лет (5 баллов).

3. Административная и экономическая независимость в данной сфере: полная независимость (5 баллов), знаком с работой организации (4 балла), работает в той же организации, но непосредственно не влияет на принятие решений (3 балла), непосредственно в ходе выполнения своих организационных функций связан с организацией (2 балла), работает в том же органе принятия решения (1 балл).

4. Способность решать творческие задачи и опыт участия в экспертном оценивании: отсутствует (1 балл), низкая (2 балла), средняя (3 балла), выше среднего (4 балла), высокая (5 баллов) и т.д..

Осреднение критериев оценки экспертов может быть осуществлено и на уровне собственных векторов матриц парных сравнений (таблица 9.3). При этом результаты будут эквивалентны тем, которые

получены на уровне элементов матриц, если однородность составленных матриц достаточна и меньше 0,10.

Вычисление значений вектора приоритетов W проводится также на основании формулы (6.1).

Далее предлагается заполнить матрицы сравнений по каждому из критериев по отношению к экспертам (например, для трёх экспертов, как показано в таблице 9.5). Через W_i , $i = 1,2,3,4$ обозначены вектора приоритетов качеств специалистов. При проведении попарных сравнений пользуются шкалой отношений (таблица 9.4).

При компьютерной обработке таблицы заполняются автоматически исходя из попарной разности баллов, соответствующих одинаковому качеству [141].

Таблица 9.3

Веса критериев оценки эксперта

Критерии оценки эксперта	Профессиональный уровень	Опыт работы по профилю	Независимость суждений	Творческий подход к решению проблем и опыт участия в экспертном оценивании	W
Профессиональный уровень	1	3	5	3	0,536
Опыт работы по профилю	1/3	1	5	1/3	0,139
Независимость суждений	1/5	1/5	1	3	0,088
Творческий подход к решению проблем и опыт участия в экспертном оценивании	1/3	3	1/3	1	0,136

Таблица 9.4

Шкала отношений (степени значимости) качества

Степень значимости	Определение	Объяснение
1	Одинаковая значимость	Два кандидата имеют одинаковое по уровню качество
2	Некоторое преобладание значимости качества одного специалиста над другим (слабая значимость)	Разница в уровне качества кандидатов равна одному баллу
3	Существенная или сильная значимость	Разница в уровне качества кандидатов равна двум баллам
4	Очевидная или очень сильная значимость	Разница в уровне качества кандидатов равна трем баллам
5	Абсолютная значимость	Разница в уровне качества кандидатов равна четырем баллам
Обратные величины приведенных выше ненулевых величин	Если качеству кандидата i при сравнении с качеством кандидата j приписывается одно из определенных выше ненулевых чисел, то качеству кандидата j при сравнении с качеством кандидата i приписывается обратное значение	Если согласованность качеств была постулирована при получении N числовых значений для образования матрицы

Результирующий вектор приоритетов экспертов рассчитывается по формуле $W_9 = [W_1, W_2, W_3, W_4] \cdot W$.

Например, для рассмотренного примера получили:

$$W_9 = \{0,672; 0,218; 0,110\}.$$

Таблица 9.5

Ранжирование экспертов по критерию «Профессиональный уровень»

Профессиональный уровень	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	W_1
Эксперт 1	1	3	5	0,72
Эксперт 2	1/3	1	3	0,18
Эксперт 3	1/5	1/3	1	0,10

Анализ значений полученного вектора показывает, что в соответствии с рассмотренными критериальными оценками наилучшим является первый эксперт, его мнение по совокупности качеств более компетентно, и окончательное решение следует принимать в соответствии с его мнением.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ЛПР – лицо, принимающее решение

МСУ – местное самоуправление

МО – муниципальное образование

СППР – система поддержки принятия решений

СЭР – социально-экономическое развитие

ССЭРГ – стратегия социально-экономического развития города

СЭРГ – социально-экономическое развитие города

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Barro R. On Determination of the Public Debt.– Journal of Political Economy, 1979, vol. 87, p. 940–947.
2. Barro R. Optimal Debt Management. NBER Working Paper. – 1995. – № 5327..
3. Borisov A., Krumberg O. Possibility theory for decision making // Fuzzy Sets Systems. Vol. 9, N 1, 13-24 (1991)
4. Calvo G. Servicing the Public Debt: The Role of Expectations. – American Economic Review, 1988, vol. 78, p. 647–661.
5. Calvo G., Guidotti P. Indexation and Maturity of Government Bonds: An Exploratory Model. Public Debt Management: Theory and History. Cambridge University Press, 1990.
6. Eaton J., Gersovitz M. Debt with potential repudiation: Theoretical and empirical analysis // Review of Economic Studies. 1981. – № 48.
7. Gordon L.G. Strategic Planning For Local Government. Washington: JCMSA, 1993.
8. Hatry H. Performance Measurement. Washington, DC: The Urban Institute Press, 1999.
9. Hatry H., Singer T. Monitoring The Outcomes Of Economic Development Programs. The Urban Institute Press, 1990.
10. Malyshev N.G., Berstein I.S., Bozhenuk A.V. Fuzzy model of decision making in CAD system // Fuzzy sets in informatics. International Conference. Moscow; 1998. p. 44
11. Missale A., Blanchard O. The Debt Burden and Debt Maturity.– American Economic Review, 1994, vol. 84, p. 309–319. Journal of Political Economy, 1977, vol. 85, p. 473–492.
12. Nedosekin A. Fuzzy Sets Applications to Finance Management // Audit & Finance Analysis (Russian & English editions), № 2, 2000.
13. Tabellini G. Accommodative monetary policy and Central bank reputation. Unpublished manuscript. Los Angeles: Univ. of California, 1983.
14. Zakharova A. The software and mathematical models of strategic planning of region innovative development // Journal Economy and Business. International Scientific Publications. Bulgaria, Info Invest. – 2008. – Vol. 2. – Part 1. – P. 663-669.
15. Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Блишун А.Ф., Силов В.Б., Тарасов В.Б. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под ред. Поспелова А.Д. – М.: Наука. Гл. ред. физ.- мат. лит., 1986. – 312 с.

16. Автоматизированная информационная система АИС «Налог» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http:// www.oviont.ru/ projects/ ais/ tax_2_moscow/](http://www.oviont.ru/projects/ais/tax_2_moscow/)

17. Алтунин А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях/ А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.

18. Андрейчиков А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике/ А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 368 с.: ил.

19. Андрианов Д.Л. Имитационное моделирование и сценарный подход в системах поддержки принятия решений/ Андрианов Д.Л. [и др.]// Проблемы теории и практики управления. – 2002. – №5. – С.14–25

20. Андрианов Д.Л. Построение систем учета, анализа и прогнозирования государственных финансов / Д.А. Андрианов [и др.]// Проблемы теории и практики управления. – 2004. – №3. – С.61–74

21. Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие/ В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин / под ред. А.А. Емельянова.– М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.: ил.

22. Бабич А.М. Государственные и муниципальные финансы: Учебник для вузов / А.М. Бабич, Л.Н. Павлова. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 687 с.

23. Батанов Э. Использование заимствований для финансирования инфраструктурных проектов (на примере Санкт-Петербурга) / Э. Батанов // Рынок ценных бумаг. – 2004. – № 14(269). – С. 74–75.

24. Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечеткий логический вывод на основе определения истинности нечеткого правила *modus ponens* // Методы и системы принятия решений. Системы, основанные на знаниях. – Рига: РПИ, 1989. – С.74-80

25. Борисов А.Н. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной/ А.Н.Борисов, А.В. Алексеев, О.А. Крумберг и др. – Рига: Зинатне, 1982. – 256 с.

26. Борисов А.Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н.Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева и др.– М: Радио и связь, 1989. – 304 с.

27. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.

28. Бочарников В.П. Fuzzy-Технология: математические основы практика моделирования в экономике. – Санкт-Петербург, 2001. – 328 с.

29. Бюджетный кодекс Российской Федерации, 17 июля 1998 г.

30.Вавилов А.П. Доверие инвесторов и оптимальное управление государственным долгом/ А.П. Вавилов, Ковалишин Е.А.// Экономика и математические методы. – 2002. том 38. – №1. – С.35–46

31.Вавилов А.П. Принципы государственной долговой политики/ /Вопросы экономики. – 2003. – №8. – С.46–63.

32.Василенко И.А. Административно–государственное управление в странах Запада: США, Великобритания, Франция, Германия: Учебное пособие./ И.А. Василенко. Изд. 2–е, перераб. и доп. – М.: Издательская корпорация «Логос», 2001. – 200 с.

33.Ветров Г.Ю. Индикаторы социально-экономического развития муниципальных образований. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2001.

34.Ветров Г.Ю. Социально–экономическое развитие малых городов России// Г.Ю. Ветров [и др.]; Под ред. Г.Ю. Ветрова. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2003. – 68 с.

35.Визгалов Д.В. Как измерить успех программы развития города? // Городское управление. – 2002. - № 8. – С.20-27

36.Волкова Н. Принципы и методы управления долгом Санкт–Петербурга / Н.Волкова, Д. Корнеев, Э. Гаязова // Рынок ценных бумаг. – 2003. – №11. – С. 73–79.

37.Вошинин А.П. Оптимизация в условиях неопределенности// А.П. Вошинин, Г.Р. Сотиров. – Изд–во МЭИ (СССР) и Техника (НРБ), 1989. – 224 с.

38.Временные методические рекомендации по управлению государственным и муниципальным долгом для субъектов Российской Федерации и муниципальных образований [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.minfin.ru/fvr/metod/vymetod.doc>.

39.Гапоненко А.Л. Развитие региона: цели, закономерности, методы управления// А.Л. Гапоненко, В.Г. Полянский. – М.: Изд–во РАГС, 1999.

40.Глазков С. Долг Москвы: итоги деятельности в 2004 г. // С. Глазков// РЦБ. – 2004. – № 23. – С.66–69.

41.Глущенко В.В. Исследование систем управления // В.В. Глущенко, И.И.Глущенко. – г.Железнодорожный: М.О.: ООО НПЦ «Крылья», 2000. – 416с.

42.Гмурман В.Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов. / под ред. Гмурман В.Н. Изд. 7-е, стер. –М.: Высш. шк., 2000. – 479 с. :ил.

43.Голубков Е.П. Системный анализ как методологическая основа принятия решений / Е.П. Голубков// Менеджмент в России и за рубежом. – 2003. – №3. – с.25–29

44. Города и районы Кузбасса: Стат. сб. // Кемеровостат. – Кемерово, 2005. – 153 с.

45. Григорьева А.А., Осипов Ю.М. Математические модели задачи определения конкурентоспособности продукции. // Автоматизация и современные технологии. – 1999. – № 4. – С.34-37

46. Гутман Г.В. Управление региональной экономикой // Г.В. Гутман, А.А. Мироедов, С.В. Федин; Под ред. Г.В. Гутмана. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 176 с.: ил.

47. Емельянов С.В. Многокритериальные методы принятия решений / С.В. Емельянов, О.И. Ларичев. – М.: Наука, 1985. – 64 с.

48. Ефимова М.Р. Практикум по общей теории статистики: Учеб. Пособие / М.Р. Ефимова, О.И. Ганченко, Е.В. Петрова. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 208 с.

49. Ехлаков Ю.П. Информационные технологии в управлении и принятии решений / Ехлаков Ю.П., Жуковский О.И., Тарасенко В.Ф., Герасименко В.В.; Под ред. Ю.П. Ехлакова. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1997. – 238 с.

50. Жуковин В.Е. Многокритериальные модели принятия решений с неопределенностью. – Тбилиси: Мецниереба, 1983. – 104 с.

51. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

52. Захарова А.А. Автоматизация SWOT-анализа организации с применением нечетких моделей // Автоматизация и современные технологии. – 2008. – № 3. – С.29-34

53. Захарова А.А. Мониторинг реализации стратегии социально-экономического развития города // Конкурентоспособность территорий и предприятий во взаимозависимом мире: материалы VII Всероссийского форума молодых ученых и студентов. – Екатеринбург, 2005. – Ч.3 – С.271

54. Захарова А.А. Нечеткая модель интегрального показателя инновационного развития региона // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'09». Научное издание в 4-х томах. – М.: Физматлит, 2009. – Т.1. – С.505-511

55. Захарова А.А. Нечеткая модель оценки возможностей и угроз развития города на основе дедуктивного логического вывода // Современные техника и технологии: Труды XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2005. – Т.2. – С. 154-155

56. Захарова А.А. Оценка согласованности экспертов в системе поддержки принятия решений о социально-экономическом развитии го-

рода // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: Труды III Всероссийской научно-практической конференции. – Томск, 2005. – Т.2. – С.40-41

57. Захарова А.А. Построение функций принадлежности лингвистических термов при оценке социально-экономического развития города // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: труды II ВНИПК. – Томск, 2004. – Т.2. – С.17

58. Захарова А.А. Построение функций принадлежности термов лингвистических переменных с использованием экспоненциальных функций / Информационные технологии и математическое моделирование: материалы III ВНИПК. – Томск, 2004. – Ч.2. – С.81-82

59. Захарова А.А. Расчет значения выходной переменной в нечетких моделях стратегического анализа города / Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2005): материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. – Томск, 2005. – С.44-45

60. Захарова А.А. Структура системы поддержки принятия решений о социально-экономическом развитии города / Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: труды III Всероссийской научно-практической конференции. – Томск, 2005. – Т.2. – С.28-29

61. Захарова А.А. Технология информационной поддержки управления региональной инновационной системой / Е-экономика – Е-общество в Центральной и Восточной Европе: труды X международной научной конференции. – Люблин, 2009. – С.335-339

62. Захарова А.А., Григорьева А.А. Использование нечетких знаний в СППР об эффективности муниципального управления / Современные техника и технологии: Труды X юбилейной МНПК студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2004г. – Т.2. – С.17

63. Захарова А.А., Мицель А.А. Модель интегральной оценки стратегического развития города // Доклады ТУСУР. – 2005. – №3(11). – С. 11–16

64. Захарова А.А., Мицель А.А. Нечеткие модели оценки факторов социально-экономического развития города // Доклады ТУСУР. – 2005. – №4 (12). – С. 20–26

65. Захарова А.А., Мицель А.А. Оценка угроз внешней среды в системе принятия решений о социально-экономическом развитии города / Инфотелекоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании: материалы первой МНТК. – Ставрополь, 2004. – с.414–415

66. Захарова А.А., Мицель А.А. Построение терм-множеств лингвистической переменной при анализе социально-экономического развития города / Инфотелекоммуникационные технологии в науке, произ-

водстве и образовании: Материалы первой МНТК. – Ставрополь, 2004. – с.416–417

67.Захарова А.А., Сухарева Е.Ю., Таскаева, О.А. Новые модели принятия решений о социально-экономическом развитии города // Менеджмент в России и за рубежом. – 2006. – № 1. – С.38–43

68.Захарова, А.А. Нечеткие модели принятия решений о стратегии социально-экономического развития города: Дис...канд. техн. наук: 05.13.10 / А.А.Захарова. – Томск, 2006. – 150 с.

69.Иванов В.Н. Инновационные социальные технологии государственного и муниципального управления: Учебное пособие./ В.Н. Иванов, В.И. Латрушев. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 1998. – 248 с.

70.Игнатов В.Г. Регионоведение (экономика и управление): Учебное пособие / Игнатов В.Г., Бутов В.И. – Москва: «Тесса», Ростов н/Д: издательский центр «Март», 2000. – 416 с.

71.Индикаторы структурной реформы субъектов Федерации и муниципальных образований. – М.: Фонд «Институт экономики города», 1998. – 150 с.

72.Келлер А.В. Методика проведения SWOT-анализа с использованием экспертных оценок. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://conf.susu.ru/doc/marketing/keller.htm>

73.Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: замещения и предпочтения: Пер. с англ. / Р.Л., Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.

74.Ковалишин Е.А. Влияние неопределенности на структуру государственного долга/ Е.А. Ковалишин, А.Б. Поманский // Экономика и математические методы. 2002. – Т. 38. – №4. – С.60–69.

75.Колесникова Н.А. Финансовый и имущественный потенциал региона: опыт регионального менеджмента / Н.А. Колесникова. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 240 с.: ил.

76.Комплексная программа социально-экономического развития муниципального образования «Юргинский городской округ» Кемеровской области до 2021 года, Юрга, 2007

77.Копылов Ю.М. Тенденции развития и потенциал системы местного самоуправления/ Ю.М. Копылов. – Владивосток, 2002. – 74 с.

78.Кофман А Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с..

79. Кузнецова Н.В. Рейтинговая оценка регионов России с позиции концепции устойчивого развития экономики / Н.В. Кузнецова, М.А. Перун // Менеджмент в России и за рубежом. – 2006. –№6. – С.121–140.

80.Ларичев О.И. Анализ процессов принятия человеком решений при альтернативах, имеющих оценки по многим критериям (обзор)/ О.И. Ларичев // Автоматика и телемеханика. – 1981. – № 8. – С.131–141.

81.Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений./ О.И. Ларичев. – М.: Наука, 1979. – 220 с.

82.Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения/ О.И. Ларичев.– М.: Наука, 1987. – 220 с.

83.Ларичев О.И. Человеко–машинные процедуры принятия решений (обзор) / О.И. Ларичев // Автоматика и телемеханика. – 1971. – № 12. – С.130–142.

84.Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б.Г. Литвак. – М.: Патент, 1996.– 298 с.

85.Литвин Ю.В. Оценка риск – рейтинга кредита, используя методы анализа иерархий / Ю.В. Литвин, Т.Н. Попова // Аудит и финансовый анализ. 2005. – № 3. – С. 23–33

86.Малиновский В. Оценка кредитоспособности субъектов Российской Федерации / В. Малиновский, А. Панфилов // Рынок ценных бумаг. – 2004. – №6. – С.40–42

87.Малышев Н. Г. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР / Н.Г.Малышев, Л.С.Бернштейн, А.В.Боженюк. – М.: Энергоатомиздат, 1991.– 136с.: ил.

88.Масалович А.И. Прогноз дает ... компьютер / Б.М. Софтмаркет. – 1996. – № 23. –С.6.

89.Махеев С.П. Упорядочение объектов в иерархических системах / С.П. Махеев, И.Ф. Шахнов// Известия АН СССР. Техническая кибернетика. – 1991. – №3. – с.29–46.

90.Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990.- 272 с.

91.Мерлен П. Город. Количественные методы изучения. М.: Прогресс, 1977. – 262 с.

92.Методы планирования хозяйства города / В.В.Битунов, Е.Г.Чистяков, В.А.Шульга. – М.: Экономика, 1981. – 192 с.

93.Мещеряков И. К вопросу управления инвестиционно–заёмной деятельностью городов и регионов / И. Мещеряков // Рынок ценных бумаг, 2004, №14 (269), – С.23–28

94.Мицель А.А. Программные средства для анализа и планирования муниципального долга / А.А. Мицель, Т.Ю. Чернышева // Научная сессия ТУСУР–2005: материалы всероссийской научно–технической

конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. – Томск, 2005. – С. 239–241.

95. Мицель А.А., Захарова А.А. Применение нечетких лингвистических моделей при разработке стратегии развития муниципального образования // Известия ТПУ. – 2005. – Т.308. – № 4. – С.178–182.

96. Мицель А.А., Захарова А.А. Формирование экспертной комиссии при принятии решений о социально-экономическом развитии города / Научная сессия ТУСУР – 2005: материалы Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов. – Томск, 2005. – Ч.3. – С.173–175.

97. Мицель А.А., Чернышева Т.Ю. Модель интегральной оценки планирования сценариев долга региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2009. – №4(97). – С. 24–30.

98. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. СПб: Изд-во Сезам, 2002. – 181 с.

99. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер. с англ. / под ред. Р.Р.Ягера – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.

100. Организация административного мониторинга социальных программ на региональном и местном уровнях / под ред. А.Л. Александровой. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2002. – 47 с.

101. Отчет по человеческому развитию 1994 (для Программы развития ООН) – Нью-Йорк, Оксфорд Университи Пресс, 1995. – С.97.

102. Официальный сайт Компании СервоКомп–Софт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.servocomp.ru>

103. Официальный сайт ООО «Прогноз» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.prognoz.ru>.

104. Официальный сайт Фонда общественного мнения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fom.ru>

105. Оценка муниципальных программ// Ветров Г.Ю., Визгалов Д.В., Пинегина М.В., Шевырова Н.И. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2003. – 99 с.

106. Планирование инвестиций. Сайт «Дистанционный консалтинг». От 1.04.2005.

107. Подиновский В.В. Парето–оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – 256 с.

108. Попов Э. В. Экспертные системы. Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ / Попов Э. В.– М.: Наука, 1987. – 200 с.

109. Пospelов Д.А. Логико–лингвистические модели в системах управления / Д.А. Пospelов.– М.: Энергоиздат, 1981. – 232 с.

110. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика / Д.А. Поспелов.– М.: Наука, 1986. – 288 с.
111. Постников М. А. Городское хозяйство – крупная отрасль экономики / М. А. Постников, М. Ф. Соловьев.– М.:, 1984. – 248 с.
112. Прикладные нечеткие системы / под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено.– М.: Мир, 1993. - 368 с.
113. Приобретение знаний / под ред.С.Осуги, Ю.Саэки. – М.: Мир, 1990.– 304 с.
114. Программа экономического и социального развития Кемеровской области на 2005–2010 годы. Москва–Кемерово.Б.И – 2004.
115. Реформа системы управления городской экономикой в России в 1998 - 2000 гг./ под ред. Н.Б. Косаревой, Р. Дж. Страйка. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2001.
116. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. / Т. Саати, К. Кернс. — М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
117. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Пер. с англ./ Т. Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.
118. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2008611596. Россия. Информационная система оценки сценариев формирования долга / Т.Ю. Чернышева, П.Н. Ефимов. Заявлено 21.02.2008; Зарегистр. 27.03.2008.
119. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ 2007610212. Россия. Информационная система поддержки выбора кредитодателя / Т.Ю. Чернышева. Заявлено 16.11.2006; Зарегистр. 09.01.2007
120. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ 2007610206. Россия. FUZZY-SWOT-1.0 / А.А. Захарова, С.В. Салифов Заявлено 16.11.2006; Зарегистр. 09.01.2007
121. Серпилин А. Принципы построения оптимальной инвестиционно–заемной системы городов и регионов / А. Серпилин // Рынок ценных бумаг.-Б.М 2004. – № 20. – С.60–69.
122. Стратегическое планирование развития города. Зарубежный опыт 80–90–х гг.: пробл.–темат. сб. /РАН, ИНИОН. Отв. ред.: Л. Д.Капранова, С. Л. Зарецкая. – М., 1999. – 168 с.
123. Технологии принятия решений: метод анализа иерархий// [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.citforum.ru/consulting/BI/resolution>
124. Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р. И. Трухаев. – М.: Наука, 1981. – 258 с.

125. Устав муниципального образования «Юргинский городской округ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.adm.yrg.kuzbass.net>

126. Уткин Э.А. Государственное и муниципальное управление / Э.А. Уткин, А.Ф. Денисов. – М.: Ассоциация авторов и издателей «Тандем». Издательство «ЭКМОС», 2001. – 304 с.

127. Уткин Э.А. Государственное и региональное управление / Э.А. Уткин, А.Ф. Денисов. – М.: ИКФ «ЭКМОС», 2002. – 320 с.

128. Чернышева Т.Ю. Автоматизированная система учета и контроля структуры и объема долга региона или муниципального образования / Т.Ю. Чернышева, Д.А. Соломатов // Информационная карта АИП. Инв.№ ВНТИЦ 50200501392 от 03.10.2005.

129. Чернышева Т.Ю. Аналитическая модель разработки сценариев развития госдолга // Научная сессия ТУСУР–2007: материалы всероссийской научно–технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. – Томск, 2007. – Ч.4, –С.178–181.

130. Чернышева Т.Ю. Вычисление аналитических показателей обязательств // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: Труды IV всероссийской научно–практической конференции. – Томск, 2006. –Т 2. – С. 52–53.

131. Чернышева Т.Ю. Захарова А.А. Принятие решений о выборе рационального вида займа на основе метода анализа иерархий // Финансовый менеджмент. – 2008. – №5. – С. 54–56

132. Чернышева Т.Ю. Иерархическая модель оценки и отбора экспертов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2009. – №1(19).– С.168 – 174

133. Чернышева Т.Ю. К вопросу об оптимальном государственном долге / Т.Ю. Чернышева // Менеджмент в России и за рубежом. – 2007. – № 6. – С.51–54

134. Чернышева Т.Ю. Модели аналитического планирования долга муниципалитета на основе анализа иерархий: Дис...канд. техн. наук: 05.13.18 / Т.Ю. Чернышева. – Томск, 2007. – 150 с.

135. Чернышева Т.Ю. Модели управления государственным долгом/ Т.Ю. Чернышева// Финансы и кредит. – 2007. – №24. – С.39–42.

136. Чернышева Т.Ю. Модель долга с функцией максимума на эффективность заимствований // Фундаментальные исследования. – 2006. – №4.– С. 99–101.

137. Чернышева Т.Ю. Модель многокритериальной оценки экспертов // Альманах современной науки и образования. – 2008. – № 9 (16). – С.242–245.

138. Чернышева Т.Ю. Применение информационной системы при принятии решения о выборе кредитного займа // Программные продукты и системы. – 2009. – №2. – С.186–188.

139. Чернышева Т.Ю. Применение методов оптимизации при планировании госдолга субъекта РФ // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – №9. – С. 23–25.

140. Чернышева Т.Ю. Применение экспертных оценок в аналитическом планировании долга региона // Проблемы экономики и управления. – 2007. – №2. – С. 99–103.

141. Чернышева Т.Ю. Стасюлевич Ю.Н. Информационные системы оценки качеств специалистов // Научная сессия ТУСУР–2008: материалы всероссийской научно–технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. – Томск, 2008. – Ч.4. – С.46–50.

142. Чернышева Т.Ю. Структура системы поддержки принятия решения управления долгом субъекта РФ // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: Труды III всероссийской научно–практической конференции. –Томск, 2005. – Т.2. – С.34–35.

143. Чернышева Т.Ю. Сценарный подход в планировании финансовой политики и долга субъекта РФ // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: Труды VI Всероссийской научно–практической конференции Томск, 2008. – С.305–309

144. Чернышева Т.Ю. Управление внутренним долгом как функция планирования // Современные техника и технологии: Труды 11–ой международной научно–практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2005. – Т.2. – С. 225–227.

145. Чернышева Т.Ю., Ефимов П.Н. Информационная система аналитического сценария формирования долга региона // Программные продукты и системы. – 2008. – №4. – С. 123–125.

146. Чернышева Т.Ю., Захарова А.А. Особенности построения информационной системы управления финансовыми потоками региона: Инновационные технологии и экономика в машиностроении: Труды VII Всероссийской научно–практической конференции с международным участием. – Томск, 2009. – С. 369–373.

147. Чернышева Т.Ю., Захарова А.А., Мицель А.А. Иерархическая модель оценки состояния социально–экономического развития муниципального образования // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313. – № 6. – С.44–48.

Формы компьютерной программы «Информационная система оценки сценариев формирования долга»

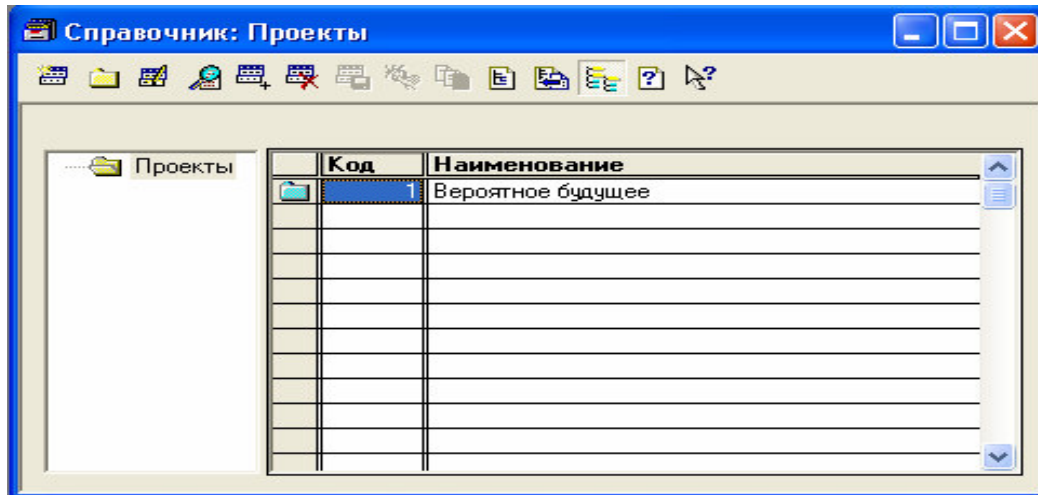


Рис. А.1. Форма справочника «Проекты»



Рис. А.2. Форма заполнения матрицы попарного сравнения факторов

Ввод данных - 1 *

1-й уровень: Резиденты субъекта РФ | Правительство субъекта

Документ №: 1 от: 18.06.07

Проект: Вероятное будущее

N	Фактор	Приоритет
1	Резиденты субъекта РФ	0.5966
2	Правительство субъекта РФ	0.0652
3	Кредиторы	0.0625
4	Внешние экономические факторы	0.2320

Комментарий:

OK Расчет Закрыть Печать

Рис. А.3. Форма расчета веса фактора «Действующие силы»

Калибровка переменных состояния - 1

№: 1 от: 04.07.07

Проект: Вероятное будущее

N	Фактор	Приоритет	Кредиты	Облига...	Договора	Гарантии
1	Материальное благополучие	0.8750	2	6	4	8
2	Социальная защита	0.1250	4	-6	2	-4
3	Государственный бюджет	0.7627	-2	-6	4	8
4	Социальное благополучие	0.0769	-4	4	2	6
5	Обеспечение общественного поряд	0.1579	-6	8	-4	2
6	Стабильность	0.8333	8	2	-4	6
7	Развитие	0.2500	-8	4	2	6
8	Прибыль1	0.1667	2	2	6	4

Комментарий:

OK Закрыть

Рис. А.4. Форма заполнения матрицы последствий влияния сценариев на критерии по шкале разности

Компетентности экспертов группы стратегического планирования при администрации г. Юрги

Функциональные блоки	Эксперты										Наиболее компетентный эксперт
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Социально- экономический	0.100	0.102	0.097	0.087	0.129	0.126	0.093	0.066	0.100	0.100	№ 5
Кадровый	0.097	0.105	0.091	0.089	0.126	0.129	0.097	0.067	0.097	0.102	№ 6
Инвестиционный	0.101	0.103	0.098	0.088	0.130	0.109	0.095	0.066	0.109	0.101	№ 5
Инфраструктурный	0.087	0.099	0.113	0.096	0.122	0.102	0.090	0.093	0.073	0.125	№ 10
Производственный	0.081	0.092	0.111	0.100	0.114	0.111	0.106	0.098	0.070	0.117	№ 10
Финансовый	0.094	0.100	0.101	0.091	0.125	0.115	0.097	0.076	0.093	0.108	№ 5
Средняя оценка	0.094	0.100	0.101	0.091	0.125	0.115	0.097	0.076	0.093	0.108	№ 5