

Ю. В. Федоров

ПРИНЯТИЕ _____
_____ **РЕШЕНИЙ**

**В УПРАВЛЕНИИ
СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКИМ
РАЗВИТИЕМ ГОРОДА**



URSS

Ю. В. Федоров

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ
В УПРАВЛЕНИИ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ
РАЗВИТИЕМ ГОРОДА**



**URSS
МОСКВА**

Федоров Юрий Владимирович

Принятие решений в управлении социально-экономическим развитием города. — М.: Издательство ЛКИ, 2007. — 184 с.

В настоящей книге рассматриваются вопросы, связанные с выбором решений при наличии нескольких критериев, применительно к социально-экономической сфере города. Формулируется и обосновывается принцип перехода от многокритериальной задачи оптимизации к однокритериальной.

На примере оптимального распределения бюджетных финансовых ресурсов города развивается общий подход к решению многокритериальных задач повышения качества жизни населения и эффективности управления учреждений-получателей бюджетных средств. Система экономико-математических моделей как формирования расходных статей бюджета, так и развития транспортной подсистемы, получена с учетом необходимости принятия решений на основе неполной, неточной и нечеткой информации.

Книга предназначена всем, кто по роду своей деятельности сталкивается с необходимостью решения многокритериальных задач в области социально-экономического развития города — экономистам-аналитикам, инженерам-разработчикам, исследователям. Может быть использована студентами старших курсов и аспирантами математических и экономических специальностей.

Рецензенты:

зав. кафедрой «Экономика и логистика на транспорте» СамГУПС,

д-р экон. наук, проф. П. В. Куренков;

заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой логистики и организации перевозок

Санкт-Петербургского инженерно-экономического университета,

д-р техн. наук, проф. В. С. Лукинский;

заслуженный деятель науки РФ,

зав. кафедрой «Экономика и предпринимательство» НГТУ,

д-р техн. наук, проф. Ф. Ф. Юрлов

Издательство ЛКИ. 117312, г. Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, д. 9

Формат 60×90/16. Тираж 500 экз. Печ. л. 11,5. Зак. № 1289.

Отпечатано в ООО «ЛРНАЦД». 117312, г. Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, д. 11А, стр. 11

ISBN 978-5-382-00456-3

© Издательство ЛКИ, 2007

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	
	E-mail URSS@URSS.ru
	Каталог изданий в Интернете:
	http://URSS.ru
	Тел./факс 7 (495) 135-42-16
URSS	Тел./факс: 7 (495) 135-42-46

5427 ID 63225



Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельца.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Состояние проблемы моделирования качества жизни, ее место в системе моделей социально-экономического развития города	
1.1. Сущность понятия «управление социально-экономическим развитием города»	10
1.2. Качество жизни населения города: подходы к его измерению	16
1.3. Обзор задач, методов и систем принятия решений	23
1.4. Построение аналитической модели интегрального показателя повышения качества жизни	29
1.5. Особенности исследуемой проблемы в применении метода анализа иерархии и построении интегрального показателя качества жизни	36
2. Математическая модель управления социально-экономической сферой города	
2.1. Организационно-методические основы муниципального планирования и принятия решений по распределению бюджетных средств	46
2.2. Оптимальное распределение ресурсов как результат решения многокритериальных задач оптимизации.....	53
2.2.1. Сравнительный анализ методов многокритериальной оптимизации	63
2.2.2. Структурирование проблемы в виде иерархической системы	67
2.3. Альтернативный вариант оценки эффективности управления социально-экономическим развитием города	70
2.4. Применение метода нечетких множеств в прогнозировании доходов населения	75
3. Модели принятия решений в сфере распределения средств на уровне городских Департаментов	
3.1. Распределительная модель ресурсов Департамента энергетики, ЖКХ и связи.....	86
3.2. Применение оптимизационной модели в задаче повышения эффективности функционирования Департамента по управлению имуществом.....	99
3.2.1. Выбор предпочтительного варианта управления муниципальной собственностью.....	107
3.3. Модель распределения бюджетных средств Департамента образования.....	111

4. Система моделей оптимального распределения ресурсов нижнего уровня	
4.1. Аналитическое планирование развития отрасли переработки твердых бытовых отходов.....	116
4.2. Повышение надежности муниципального банка как результат оптимального распределения ресурсов.....	131
5. Модели транспортной подсистемы города	
5.1. Расстановка приоритетов социально-экономических сценариев развития транспортной подсистемы города	139
5.2. Решение задачи выбора возможного сценария развития транспортной подсистемы города с применением имитационного моделирования	151
5.3. Интервальная математика в задаче выбора типа транспортного средства.....	159
5.4. Выбор перевозчика для городских нужд в рамках выполнения заказов, связанных с реализацией национальных проектов	161
Приложение: Исходный текст программы получения компонент многомерного вектора	168
Список литературы	172

ВВЕДЕНИЕ

Город — большая социально-экономическая система с массой сложных причинно-следственных связей между факторами, описывающими функционирование и развитие его подсистем — населения, производства, финансов, экологии, непроизводственной сферы, внешней экономической сферы, пространства. Исследование таких систем осложняется еще и тем, что это — динамические, многоцелевые системы со значительной долей знаний о них качественного характера. Город имеет и внутренние и внешние цели, как, впрочем, и его подсистемы, и для принятия решения необходимо формировать согласованное, с учетом множества критериев эффективности, компромиссное решение, что совсем непросто. Что же касается того, что город — динамическая территориальная система, то это означает, что он, и, в частности, его социально-экономическая сфера, находится в постоянном движении, результатом чего являются те или иные изменения в создании благоприятных условий жизнедеятельности населения. Главная задача управления городом — обеспечение таких пропорций общественного воспроизводства, которые способствуют достижению прогрессивных изменений в социально-экономической сфере, приводящих к повышению качества городской жизни. Решение этой задачи происходит в условиях расширения функций городского самоуправления путем разработки стратегии социально-экономического развития на уровне муниципального управления. Такая стратегия предусматривает составление программ (планов) социально-экономического развития города по всем направлениям хозяйственной деятельности. При этом стремление не только дать этим планам количественную оценку, но и сделать их оптимальными относительно принятых оценок является естественным. Решение подобных задач возможно только на основе проблемно-ориентированных систем поддержки принятия решений, созданных с применением математического моделирования и совре-

менных информационных технологий. Центральное место в них занимают математические модели города и его подсистем, включающие важнейшие факторы и взаимосвязи между ними, и построенные на базе системного анализа с учетом элементов неопределенности.

Построение таких моделей сопряжено с массой теоретических и прикладных проблем. В данной работе рассматриваются математические модели управления социально-экономическим развитием города. Поскольку это управление осуществляется через такие механизмы, как законодательство, бюджет и др., а для местных органов власти бюджет является главным механизмом управления социально-экономическим развитием города, то наибольший интерес представляет построение моделей финансирования задач и функций местного самоуправления. Разработке именно этих моделей в значительной степени и посвящена настоящая работа.

Самой известной моделью городской системы является модель Дж. Форрестера [1]. Это попытка динамического описания города, как совокупности трех подсистем — населения, жилого фонда и предприятий, в которой автору удалось решить задачу предсказания динамики занятости населения и старения материальных фондов в предположении того, что внешняя среда обладает бесконечной мощностью для удовлетворения всяких потребностей города и бесконечной емкостью для сбыта товаров, производимых в городе. Однако, несмотря на то, что основой проведения любых городских программ является их финансирование, финансовые отношения между органами власти и объектами управления в работе Форрестера не рассматриваются.

Не столь известная, как модель Форрестера, модель Лоури [2] представляет собой первую попытку описания процесса развития городской системы. Она предназначена для прогнозирования изменений в городской системе вследствие изменений в градообразующей базе (например, реконструкции или строительства новых мощных предприятий) и в транспортной системе (например, строительства новых магистралей). Составной частью этой модели является модель финансирования, в которой анализируются соотно-

шения между капиталовложениями в различные отрасли городского хозяйства и окружающей его среды. Однако жесткой привязки к бюджету этих капиталовложений модель Лоури не предусматривает. Модель эта статическая, основанием для этого служит обширный фактический материал различных исследований, подтверждающий тот факт, что городская система обладает значительной инерцией.

В [201] количественные методы позволили создать классификации городов по их функциям и с учетом 13 различных критериев, построить зависимость средней цены на землю (от времени, необходимого для поездки в центр, плотности населения, коэффициента занятости, типа исследуемого микрорайона, уровня торгового обслуживания), определить и обосновать факторы, определяющие развитие городов, разработать модель размещения торговых предприятий. П. Мерлен подчеркивает в данной работе, что наиболее важными темами для понимания закономерностей освоения городской территории (как и для выявления возможных градостроительных мер) являются:

- 1) пространственный анализ видов деятельности и функций городов;
- 2) образование цен на землю;
- 3) механизмы развития городов;
- 4) городской транспорт и перемещения горожан.

При этом предлагаемые к рассмотрению модели достаточно просты. С бюджетом города никак не связаны, фактор неопределенности в них не учитывается.

Модель BASENOC [3], применявшаяся для анализа вариантов развития г. Москвы относится к моделям функционально-пространственной структуры города. Здесь город рассматривается как система элементов территории, каждый из которых может быть охарактеризован по типу и активности использования и функциональной связанности с другими элементами территории. И гравитационный и энтропийный подходы, используемые в данной модели, позволяют учесть большое число параметров, характеризующих городскую

систему в общем и подсистемы «градообразующая база», «обслуживание», «население», «транспорт», в частности. Что касается стоимостного подхода, то он в модели города, как, впрочем, и в оценочных моделях — размещения обслуживания и размещения населения — не используется.

Социо-эколого-экономическая модель региона [4] может быть реализована и на примере города. Она представляет собой систему балансовых уравнений, каждое из которых соответственно описывает использование продукта (экономического, природного и социального), с критерием эффективности в виде накопленного конечного продукта. Итогом использования этой модели является получение сценария устойчивого развития региона. Параметры расходной части бюджета здесь не используются.

Ни одна из известных на сегодняшний день моделей не дает всесторонней картины городских процессов. Рано или поздно любая попытка строгого и полного описания городской системы приводит к тому, что обнаруживается факт недостаточно глубокого проникновения в суть процессов и элементов, чрезвычайная сложность и даже невозможность процедуры формализации отношений между подсистемами и их характеристиками [5]. Это является главной причиной того, что большинство подобных исследований посвящены изучению отдельных сторон и аспектов городской действительности.

Одной из немногих, претендующих на построение целостной картины города, типа уже упомянутой BASEHOC, является имитационная модель [6], построенная как модель системной динамики, для чего использована система моделирования Vensim PLE. Помимо моделирования предпринимательской активности в городе, финансовых отношений, демографических и миграционных процессов, эта модель позволяет описывать динамику развития городской системы с учетом эволюции жилого фонда и планирования деятельности жилищно-коммунального хозяйства.

Последняя модель наиболее близка (из всех, приведенных выше) к той, которая будет описана в настоящей работе. Близка по кругу рассматриваем-

мых вопросов и проблем социально-экономического развития, а самое главное потому, что в ее основе, также как и в предлагаемой, лежит признание (и использование) того факта, что для местных органов власти бюджет является главным механизмом управления социально-экономического развития города.

Однако и в этой модели нет того, что служит отправной точкой моделирования в предлагаемом варианте, а именно: задача моделирования социально-экономического развития города должна ставиться и решаться исходя из необходимости решения главной задачи функционирования органов местного самоуправления — повышения качества жизни горожан. Да, во многих известных моделях подчеркивается важность (первостепенность) решения этой проблемы, но чтобы вся система моделей своим возникновением была бы обязана рассмотрению проблемы повышения качества жизни и органически вытекала бы одна из другой так, что решение одной из них являлось бы ограничением в другой — такого нет нигде.

При этом единственно возможным путем решения поставленной социально-экономической проблемы повышения качества жизни является повышение эффективности использования ресурсов [7], прежде всего финансовых — расходной части бюджета города. Повышение эффективности использования этих ресурсов во многом означает их оптимальное распределение по получателям. Таким образом, говоря о системе взаимосвязанных моделей, следует иметь в виду совокупность оптимизационных задач оптимального распределения ресурсов. Для решения прежде всего этих задач и должна быть предназначена информационно-аналитическая система поддержки принятия решений, которая может быть разработана на основе данной работы.

1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ, ЕЕ МЕСТО В СИСТЕМЕ МОДЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА

1.1. Сущность понятия «управление социально-экономическим развитием города»

Под управлением социально-экономического развития города понимается [8,148] совокупность социальных и экономических отношений между субъектами территории города, находящихся под управленческим воздействием городских властей и создающих благоприятные условия воспроизводства жизнедеятельности населения.

К этой области отношений непосредственное отношение имеют отрасли социальной сферы — образование, здравоохранение, культура, физкультура и спорт; отрасли производства — производство потребительских товаров и услуг, жилой фонд, его строительство и обслуживание, торговля, транспорт, а также социальное обеспечение, охрана общественного порядка — то есть все отрасли и предприятия, относящиеся к компетенции местной власти.

Местное самоуправление — обязательная компонента демократического государственного строя, принципы которой закреплены в Конституции РФ и федеральных законах [69,70]. Оно осуществляется населением через избранные им представительные и исполнительные органы, наделенные имущественными и финансово-бюджетными правами. В структуре местных органов власти представлены все три ветви — законодательная, исполнительная, судебная:

- а) выборный представительный орган (дума, Совет);
- б) исполнительный орган власти (мэрия, администрация);
- в) высшее должностное лицо (мэр, глава администрации);
- г) органы судебной власти.

При управлении городом обычно выделяют [3,5,8,9,68] три уровня принятия решений. На верхнем осуществляется макро моделирование соци-

ально-экономического развития города и формирование стратегии его развития. Эти решения касаются всего города и принимаются мэром и городской думой.

На среднем уровне в рамках утвержденной стратегии развития города разрабатываются конкретные управленческие решения. Делается это на уровне Департаментов, Комитетов, управлений относительно объектов, имеющих общегородское значение. На нижнем, информационном, уровне осуществляется учет информации о конкретных объектах управления, которая стекается из районов, органов управления, административно-хозяйственных служб. Здесь формируется статистическая отчетность для верхних уровней управления, а принимаемые решения касаются конкретных объектов.

К объектам управления относят население, фонды территории, инфраструктуру, субъекты деловой активности, источники бюджета и финансов. Население — это постоянно проживающие на городской территории граждане, жители близлежащих районов, приезжие. К фондам территории относятся сама территория, здания и сооружения, жилой фонд, природные ресурсы. Инфраструктура включает дороги, транспортную сеть, инженерные коммуникации, теплосети, топливно-энергетическое хозяйство, водопроводно-канализационное вместе со зданиями и сооружениями, входящими в их состав. Сюда же относят объекты социальной инфраструктуры — образования, здравоохранения, культуры и т.д. Субъектами деловой активности являются юридические лица (коммерческие), частные предприниматели, муниципальные и государственные предприятия и организации. Наконец, к источникам бюджета и финансов относят предприятия, население, землю, здания и другие объекты, пополняющие бюджет города.

Исторический отечественный и зарубежный опыт теории и практики управления свидетельствует о том, что со второй половины двадцатого века наиболее успешно развивается та экономика, которая привержена социальной ориентации, что означает практическое подчинение воспроизводствен-

ных процессов задачам развития личности человека, повышения качества его жизни.

Вместе с тем, действующая система муниципального управления не позволяет в полной мере использовать мощный трудовой, финансовый, производственно-экономический потенциал города для решения этой задачи. Целесообразность продолжения поиска концептуальных основ эффективного управления городом очевидна.

Принципиальную схему системы управления социально-экономической сферы города можно представить [9] так, как это сделано на рис.1.1. Здесь верхний уровень принятия решений представлен процессом выявления тенденций развития объекта управления, а также совокупности факторов и особенностей их воздействия на развитие социально-экономической сферы города.

В последующем действие факторов (материальных, социальных, экономических, политических) материализуется согласно схеме: тенденции развития — цели — принципы, функции управления. Цели, принципы, функции реализуются через определенный механизм управления, включающий персонал (кадры), органы, информационные потоки и методы (модели) управления развитием социально-экономической сферы. В результате управление представляется как сложное взаимодействие населения, кадрового потенциала предприятий, общественных организаций и их органов с органами управления городом. Целостное единство и взаимная связь элементов этого взаимодействия и образуют систему управления социально-экономическим развитием города.

Данная схема подтверждает, что город — это открытая система (все элементы взаимодействуют между собой и с внешней средой), являющаяся типичным представителем больших систем, поскольку представляет собой сложную динамическую развивающуюся систему большой размерности.

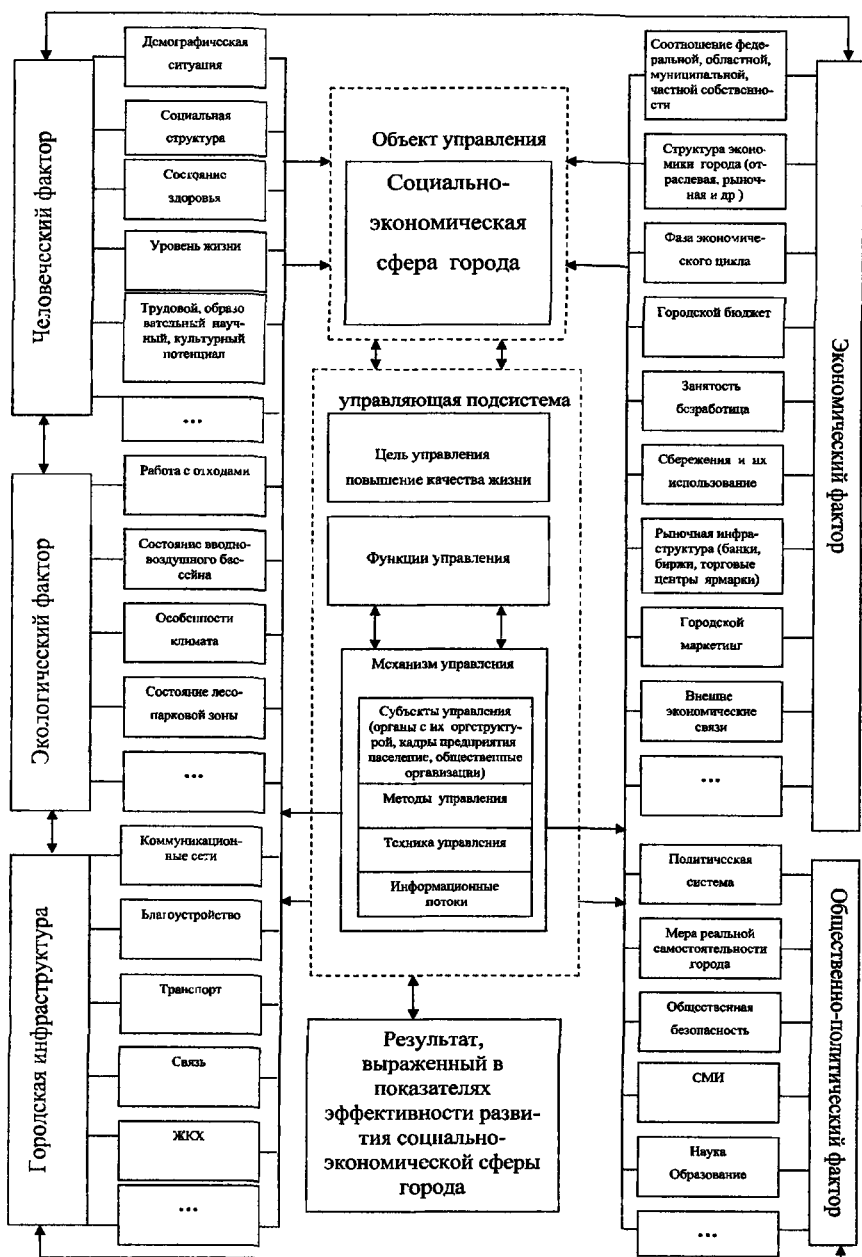


Рис.1.1. Принципиальная схема системы управления социально-экономической сферой города

Конструктивный анализ таких систем возможен на основе их структуризации, т.е. выделения подсистем, совместное функционирование которых определяет динамику развития объекта. На рис.1.1 подсистемы — градообразующая база, обслуживающий комплекс, население, природные ресурсы и экология — представлены совокупностью факторов, их характеризующих — экономическими, общественно-политическими, экологическими, человеческими, а также городской инфраструктурой. При этом в качестве градообразующей базы выступает производственный комплекс, включающий в себя промышленность, строительство, науку, систему подготовки кадров и т.д. Обслуживающий комплекс состоит из жилищно-коммунального обслуживания, здравоохранения, общественного транспорта, просвещения и т.д. Для выполнения своих функций предприятия города должны располагать природными и производственными ресурсами. К первым относятся территория, вода, воздух — среда обитания городского населения, но одновременно это и местные производственные ресурсы, управляемые городскими органами власти.

Одним из основных элементов принципиальной схемы системы управления является показатель эффективности развития социально-экономической сферы города. В его качестве должен быть сформирован показатель, характеризующий создание городскими властями благоприятных условий воспроизводства жизнедеятельности населения (т.е. качества жизни населения). Предположим, что существует некая обобщенная количественная оценка уровня качества жизни населения города $Z(t)$. Формирование такой оценки возможно только с позиций многокритериальной оптимизации и принятия решений в условиях неопределенности. Тогда формализованная цель города имеет вид

$$Z(t) \rightarrow \max.$$

Количественное значение показателя $Z(t)$ определяется ресурсами потребления R , которыми располагает город для удовлетворения запросов населения. Поскольку все они допускают обобщенную количественную оценку

в денежном выражении, то $Z(t) = F(R, t)$, но для экономических систем характерно дискретное управление с некоторой периодичностью $t_k - t_n$, где t_k и t_n — конец и начало временного интервала. Поэтому более корректная запись цели города имеет смысл максимизации приращения качества жизни Z в течении планового периода $Z(t_k) - Z(t_n) \rightarrow \max$,

$$\text{а один из возможных показателей } K = \max \frac{Z(t_k) - Z(t_n)}{(t_k - t_n) * R} = \max \frac{\Delta Z}{\Delta t * R},$$

причем в качестве ресурсов потребления здесь выступает (принят) бюджет города, увеличенный на ресурсы потребления производственного комплекса города. Хотя теоретически эти ресурсы включают в себя фонды социально-культурных мероприятий, жилищного строительства, материального обеспечения, практически в нынешних экономических условиях они сужены до рамок доходов части горожан, связанных с предприятиями производственными отношениями.

Для местных органов власти бюджет является главным механизмом управления социально-экономической сферы города. Это один из важнейших инструментов государственного регулирования экономики и его роль в последние 15 лет, в условиях уменьшения возможности государства влиять на экономические процессы в стране, значительно возросла. Бюджет представляет собой законодательно утвержденный план доходов и расходов обычно на год, предназначенный для финансового обеспечения задач и функций государства и местного самоуправления. Бюджетные и имущественные права, предоставленные местным органам власти, дают им возможность составлять, рассматривать, утверждать и исполнять свои бюджеты, распоряжаться переданными в их ведение предприятиями (имуществом) и получать от них доходы, управляя таким образом бюджетным процессом. Являясь одним из главных каналов доведения до населения конечных результатов производства, местные бюджеты играют важнейшую роль в обеспечении и развитии инфраструктуры города.

1.2. Качество жизни населения города: подходы к его измерению

При наличии значительного количества работ, посвященных вопросам управления социально-экономической сферой [8,9,12,19,21,23,68,82,86,128, 129,130,135,136,144,145], до сих пор остается много дискуссионных вопросов, связанных с определением понятия качества жизни, методологией построения и анализа соответствующих интегральных показателей. Интерес к введению и измерению таких показателей понятен — их условная оптимизация в той или иной форме при различного рода ресурсных, политических и прочих ограничениях позволила бы определять оптимальные траектории социально-экономического развития города [10,11].

В экономической литературе по вопросам качества жизни можно встретить утверждение, что в состав этой категории входят только те элементы, которые можно количественно измерить. При этом не вызывает сомнения необходимость включения в содержание качества жизни реальных доходов населения, общественных производственных фондов, народного потребления материальных и нематериальных благ и услуг, свободного времени населения и т.д. — качество жизни характеризуется не только уровнем потребления и степенью удовлетворения потребностей в материальных и культурных благах, но включает также условия, созданные обществом и государством. Под условиями здесь понимается жилищно-бытовые условия, условия труда и отдыха, использование свободного времени и т.д. Универсальным эквивалентом всех этих социально-экономических категорий являются ресурсы, которые обеспечивают процесс повышения качества жизни, а также деятельность, направленную обществом и государством на реализацию этого процесса.

Качество жизни — сложная комплексная социально-экономическая категория, которая выражает фактический уровень потребления материальных, социальных и духовных благ и услуг, степень удовлетворения рациональных потребностей в этих благах и услугах и условия в обществе для удовлетворения и развития этих потребностей [12,13,20,22,23].

При этом число и состав факторов, входящих в категорию качество жизни, обусловлены полнотой наших знаний, а соответствующие интегральные показатели имеют условный смысл, ограниченное время и место. Действительно, развитие производственных сил и потребностей населения, изменения в самом обществе не остановить, соответственно меняются основные свойства качества жизни и говорить об адекватности описания действительного положения дел в городе сделав это единожды, на какой-то момент времени, нельзя. Категория качество жизни относится к числу динамических, причем эта динамика является следствием изменения во времени и пространстве значимостей (степеней важности, удельных весов) отдельных составляющих. Здесь имеется в виду, что интегральный показатель есть свертка этих составляющих (частных критериев), а их значимость в свою очередь, является нетривиальной сверткой оценок приоритетности этих составляющих в форме зависимостей от времени. Изменение приоритетности возможно в соответствии с функцией $b_1 \ln(t+1) + b_2$, когда налицо быстрое возрастание предпочтения одной составляющей перед другой до некоторого t , после которого следует медленное возрастание, или в соответствии с экспонентой $c_1 \exp(c_2 t) + c_3$, когда медленное увеличение (или уменьшение) значимости во времени сменяется быстрым увеличением (уменьшением), или в соответствии с параболической функцией $d_1 t^2 + d_2 t + d_3$, когда возрастание до максимума значимости сменяется убыванием (или наоборот), или в соответствии с колебательной функцией $l_1 t^n \sin(t+l_2) + l_3$, когда колебания предпочтений осуществляется во времени с возрастающей ($n > 0$) или убывающей ($n \leq 0$) амплитудой. Впрочем, возможно и линейное возрастание предпочтения одной составляющей перед другой в соответствии с зависимостью $a_1 t + a_2$.

Подбор таких функций возможен путем аппроксимации экспертных оценок о степени важности составляющих, полученных в различные моменты времени, либо предоставив в распоряжение эксперта некоторую функциональную шкалу [14].

Во втором случае параметры вышеприведенных функций $b_1, b_2, c_1, c_2, c_3, d_1, d_2, d_3, l_1, l_2, l_3, a_1, a_2, n$ подбираются таким образом, чтобы более или менее точно описать изменяющиеся суждения и установить область допустимых значений функций в пределах девятибалльной шкалы.

Следует отметить также, что интегральные показатели качества жизни используются в различных задачах социально-экономического анализа и управления. Это и межстрановые, и межрегиональные сопоставления [15,16], и проблема оптимизации адресности социальной помощи малоимущим слоям населения [17,18], и управление социально-экономическим развитием региона [19,20], где интегральные показатели использовались как показатели степени достижения целей и т.д. Какого-то унифицированного подхода к их построению не существует.

Возможно применение структурно-функционалистского типа парадигм, когда ведущая роль в жизни города приписывается социальным структурам разного уровня общности, которые и определяют место и роль индивидуумов и социальных групп. Интеракционистский же тип парадигм, наоборот, приписывает эту роль актору и в такой постановке объектом анализа является система функциональных потребностей индивидуума и степень их удовлетворения. Этот путь предполагает переход от микрохарактеристик качества жизни (отдельного человека) к соответствующей макрохарактеристике интегрированием индивидуальных оценок, что реализовать можно, пожалуй, лишь теоретически.

Поэтому остановимся на первом варианте, в соответствии с которым непосредственным объектом анализа служит общество (город) в целом, рассматривая совокупность макропоказателей, определяющих условия и уровень жизни населения этого общества. Оценивать при этом будем качество жизни не в широком смысле, а только ту составляющую, которую привносит в количественную оценку этой категории бюджет города, а точнее его расходная часть. Необходимость построения интегрального показателя качества жизни именно в таком понимании диктуется тем, что в

проводимом исследовании в конечном итоге первично не всеобъемлющая и адекватная оценка качества жизни, а эффективное распределение бюджетных ресурсов (и, уже как следствие этого, повышение качества жизни). С этой точки зрения подобное рассмотрение указанной категории видится весьма оправданным.

Правомочность такого подхода подтверждается и точкой зрения акад. Федоренко Н.П. [21], согласно которой отличительной чертой нового века станет не просто повышение жизненного уровня населения, а повышение качества его жизни. Не просто рост заработной платы и социального обеспечения, а повышение приоритетов государственного здравоохранения и народного образования, государственной поддержки культуры и искусства. Все это ведет к смене приоритетов социально-экономической политики, в том числе и на уровне города, в расходной части бюджета.

И чем выше эффективность расходования средств соответствующих статей городского бюджета, тем больше прирост качества жизни за исследуемый промежуток времени (год).

Чтобы построить интегральный показатель качества жизни, нужно

- 1) выявить перечень частных критериев, влияющих на формирование значений искомого показателя и, если их много, отсеять наименее существенные из них;
- 2) предложить (найти) метод построения интегрального показателя (опираясь, по-возможности, на официально регистрируемые статистические данные), для чего детализировать полученные на этапе 1 частные критерии до уровня расходных статей городского бюджета;
- 3) реализовать предложенный на этапе 2 метод применительно к полученной иерархической схеме, конкретизирующей искомым интегральный показатель.

Среду и систему обеспечения жизнедеятельности населения, рассматривая индивидуума как существо биологическое и социальное, характеризуют следующие частные критерии [22,10]:

- качество населения, которое отражает уровень образования и культуры, ожидаемую продолжительность жизни, физическое здоровье и т.д.;
- благосостояние населения, под которым подразумевается доходы и расходы, уровень здравоохранения, потребления благ и услуг, обеспеченность жильем и т.д.;
- социальная безопасность, отражающая уровень социальной защиты, физической и имущественной безопасности члена общества, уровень условий труда и т.д.;
- качество окружающей среды, включающее данные о состоянии воды, воздуха, почвы;
- природно-климатические условия, раскрывающие состав и объем природно-сырьевых ресурсов, отражающие климатические особенности, частоту и специфику чрезвычайных ситуаций.

Такая точка зрения, аккумулирующая в себе результаты многих исследований, посвященных анализу условий, образа и уровня жизни населения, более всего подходит для многокритериальной классификаций стран (регионов) по интегральному показателю качества жизни. Скажем, последний критерий для городов может быть использован далеко не всего.

Что объединяет указанные критерии, так это то, что на состояние всех этих характеристик прямое воздействие оказывает бюджет, который предназначен для финансирования отраслей городской экономики, обеспечивающих процессы удовлетворения как биологических, так и социальных потребностей горожан.

Вместе с тем, все свойства перечисленных частных критериев применительно к городу можно отразить всего двумя социально-экономическими категориями — уровнем и условиями жизни (Y_p и Y_c соответственно):

$$КЖ = f(Y_p \text{ и } Y_c), \text{ где } КЖ \text{ — качество жизни.} \quad (1.1)$$

В свою очередь, в качестве доминирующих факторов в смысле их влияния на уровень и условия жизни, как правило, выделяют следующие [23,22]:

$$Y_p = f(D_x, C_o, Z_d, O_6, J_y), \quad (1.2)$$

где D_x — доходы населения; C_o — социальное обеспечение; Z_d — здравоохранение; O_6 — образование; J_y — жилищные условия.

$$Y_c = f_2(C_y, Y_d, T_p, Z_d, \mathcal{E}_x, \Pi_x), \quad (1.3)$$

где C_y — санитарные условия; Y_d — условия для проведения досуга; T_p — состояние транспорта, \mathcal{E}_x — экология, Π_x — психическое состояние населения.

Применительно к нашей задаче зависимости (1-1), (1-2), (1-3) трансформируются в аналогичные, с несколько иным смысловым наполнением аргументов

$$КЖ = f(Y_p \text{ и } Y_c) = f(D_x, C_o, Z_d, O_6, J_y, C_y, Y_d, T_p, \mathcal{E}_x, \Pi_x), \quad (1.4)$$

где D_x — доходы населения города за соответствующий промежуток времени (год). Все остальные аргументы, будучи приведенными к тому же интервалу времени, что и доход населения, представляют собой затраты общества (бюджетные отчисления): C_o — на социальное обеспечение; Z_d — на нужды здравоохранения; O_6 — на нужды образования; J_y — на нужды муниципального строительства; C_y — на нужды жилищно-коммунального хозяйства города; Y_d — на нужды культуры; T_p — на нужды городского общественного транспорта, \mathcal{E}_x — на экологию, Π_x — на формирование у населения удовлетворительного психологического состояния (на нужды милиции, пожарной службы).

Факторы, не вошедшие в (1.2) или (1.3), могут быть объединены с другими, включенными в указанные совокупности, в кластеры и поэтому в явном виде в этих зависимостях их нет. Например, правовая защита, обычно входящая в (1.2) здесь объединена с социальным обеспечением, демографическая ситуация напрямую зависит от жилищных условий и доходов населения, поэтому ее также нет. Выбор уровня общности диктуется конкретными прикладными целями исследования и возможностями используемых методов — этим и объясняется подобный прием.

Иерархически проблему построения интегрального показателя качества жизни в виде (1.4) можно представить следующим образом:



Рис 1.2. Общий вид иерархии

Иерархия отражает результаты проведенного анализа наиболее важных элементов и их взаимоотношений, но не позволяет определить величину воздействия альтернатив (элементов самого низкого уровня) на общую цель — качество жизни.

С точки зрения классификации иерархия, представленная на рис. 1.2, относится к иерархии с различным числом и составом альтернатив под критериями [25]. Критериев в данном случае два (уровень жизни и условия жизни), которые расположены на одном уровне и объединены фокусом — качеством жизни, причем под каждым критерием разное (пять или шесть соответственно) количество альтернатив. Отметим также, что процесс построения иерархической структуры исследуемого объекта не может быть формализован и «золотая середина» числа уровней иерархий определяется опытом и способностью неформального мышления исследователя. В данном случае трехуровневая иерархия обеспечивает приемлемую адекватность отображения проблемы качества жизни городского населения и служит основанием для проведения процедуры оценки приоритетов альтернатив.

Если попытаться построить зависимость (1.4) как уравнение множественной регрессии, то объем совокупности официально регистрируемых статистических данных, по которой строилась бы регрессия, должен быть в 6-7 раз больше числа включенных в нее факторов. В противном случае коэффициенты (параметры) регрессии оказываются статистически незначимыми

[24]. Это требование делает применение эконометрического подхода практически неосуществимым из-за трудностей в сборе и преобразовании соответствующей статистики — будут нужны статистические данные по расходной части бюджета города за 60-70 лет. Однако то, что нельзя корректно сделать с помощью средств эконометрики, можно осуществить используя методы теории принятия решений.

1.3. Обзор задач, методов и систем принятия решений

Трудности формализации зависимости интегрального показателя качества жизни не означает, что реальных путей разрешения этой ситуации не существует. Ведь в чем собственно проблема? Проблема в целесообразности построения искомой зависимости методами, позволяющими это сделать в условиях неопределенности, в условиях учета количественных по природе факторов — доходов населения, расходов городского населения на здравоохранение, образование, на нужды милиции и т.д. — как факторов качественных.

Данный вид неопределенности относится в большей степени к социально-экономической неопределенности по классификации, предложенной в [35]. Вообще же в задачах анализа, синтеза, прогнозирования и планирования решений выделяют следующие виды неопределенности:

- 1) природные неопределенности, обусловленные недостаточностью знаний об изучаемом явлении (системе). Как правило, они вызваны неизвестными внешними факторами, неизвестными параметрами процессов, протекающих в системе. Этот вид неопределенностей имеет (чаще всего) стохастическую природу;
- 2) стратегические неопределенности, обусловленные наличием нескольких активно и разумно действующих участников исследуемой операции, имеющих разные цели. В этом случае каждая из сторон принимает решения в предположении, что стратегии остальных участников ей неизвестны;

- 3) социально-экономические неопределенности, вызванные неопределенностью затрат ресурсов, а также неопределенностью возможных последствий принимаемых решений;
- 4) концептуальные неопределенности, связанные с неопределенностью целей и задач, которые вызваны альтернативностью целей и стратегий их достижения;
- 5) операционно-технические неопределенности, которые обусловлены неопределенностью средств решения задач. Они возникают из-за существования множества технологий, методов и моделей, способных решать возникающие задачи.

Наличие неопределенностей определяют необходимость проведения следующего вида работ:

- а) организацию обработки больших объемов информации об изучаемой системе с созданием баз данных (и возможностью обмена информации между ними);
- б) субъективность результатов, обусловленная привлечением к решению проблем экспертной информации, вызывает неизбежность проверки знаний экспертов, решение проблемы повышения их объективности и прозрачности;
- в) поддержку принятия решения, прежде всего, в виде разработки соответствующих информационных систем;
- г) обеспечение возможности выбора метода и моделей, адекватных условиям и сложности решаемых задач, релевантных используемой информации.

Все эти особенности исследования проблемы в условиях неопределенности найдут отражение в настоящей работе в дальнейшем, а пока рассмотрим последнюю из них. Множество разработанных формальных методов и процедур для решения задач анализа и синтеза делает задачу выбора соответствующей методологии непростой. Возникающая практически во всех этих методах проблема приведения оценок факторов (альтернатив) к сопостави-

тому виду решается либо введением специальных шкал, например, шкалы желательности [36], либо путем нормализации факторов [37], либо с помощью балльных шкал [39]. При этом в [40,41] говорится о неконтролируемой субъективности при использовании балльных шкал и о недостаточной обоснованности понятия «важность критерия» (фактора). Вместе с тем, именно коэффициенты важности критериев являются наиболее распространенным в научном мире средством ранжирования альтернатив (критериев, факторов).

Для определения важности факторов используются количественные оценки и отношения порядка. Основными способами задания коэффициентов важности являются: ряд приоритетов, вектор приоритетов, весовые коэффициенты. Ряд приоритетов используется в лексикографических методах [41, 42], которые основаны на строгом упорядочении критериев по важности. Здесь не допускается повышение уровня менее важных факторов, если это вызывает даже незначительное ухудшение уровня хотя бы одного из более важных факторов. Это не всегда возможно и не всегда соответствует возможностям лица принимающего решение (ЛПР). Такие методы, с жестким учетом приоритетов факторов, абсолютно не защищены от субъективизма ЛПР и, если весовые коэффициенты включают в себя субъективную и объективную составляющую [43,44], то оценка важности, полученная с помощью лексикографических методов, содержит только субъективную.

Нельзя не отметить возможность построения функции 1.4 как функции полезности на множестве альтернатив [44,46,47,48,49,50], основанную на аксиомах рационального выбора. Эти аксиомы, впервые сформулированные в [51], включают аксиомы общего характера, утверждающие сравнимость рассматриваемых исходов по предпочтению, транзитивность отношений предпочтения и устанавливающие соотношение между полезностями исходов на основе объективной или субъективной вероятности, и аксиомы независимости, выполнение которых позволяет декомпозировать многомерную функцию полезности и совместное распределение исходов. При выполнении условий независимости факторов по полезности и по предпочтению многомер-

ную функцию полезности можно построить как взвешенную сумму или взвешенное произведение одномерных функций полезности для факторов. Конкретный вид этой функции зависит от предпочтений ЛПР. Основными ограничениями в применении методов теории полезности являются: выполнение условий независимости, сложность количественного измерения предпочтений, отклонения поведения ЛПР от рационального [38]. В [52] отмечается, что трудно предположить, что полезности и вероятности просто находятся в головах ЛПР в ожидании, что их извлекут оттуда, а методы теории полезности предполагают «немедленного» назначения всех основных параметров. В теории проспектов [52] отклонения от рациональности учитываются при назначении субъективных вероятностей. В отличие от теории полезности, где вычисляются значения полезности в шкале интервалов, в теории проспектов применяются значения ценности в шкале разностей. Для выигрышей функция ценности является выпуклой, а для потерь — вогнутой, а вместо вероятностей исходов здесь используются функции вероятности, построенные с учетом поведенческих аспектов. Но и этот подход панацеей от всех противоречий исследуемых проблем не является и поэтому широкого распространения не получил.

При парном сравнении альтернатив методами ELECTRE [53,54] выбор лучшей основан на какой-либо стратегии компенсации недостатков достоинствами. Здесь не определяется количественно показатель качества каждой из альтернатив, а устанавливается лишь условие превосходства одной из альтернатив над другой. Вычисляются индексы согласия и несогласия с гипотезой о превосходстве одной альтернативы над другой. Доминируемые альтернативы после этого из рассмотрения исключаются, а оставшиеся образуют ядро, которое последовательно усекается путем изменения значений уровня согласия и несогласия. Последовательный анализ предпочтений таким образом позволяет выделить альтернативы с противоречивыми оценками и остановиться на ядре, образование которого достаточно обоснованно с точки зрения имеющейся информации. Трудности в применении методов ELECTRE

связаны с назначением ЛПР весов критериев, по которым сравниваются альтернативы.

Методы вербального анализа решений [40,41] используют непосредственно результаты качественных изменений, учитывая когнитивные и поведенческие аспекты поведения ЛПР. Это позволяет получить описание проблемы, близкое к реальному, и обосновать методы с психологической точки зрения. Проверка на непротиворечивость информации ЛПР и использование логических процедур, лежащих в основе правил перехода от измерений к ранжированию альтернатив, их классификации и выбора наилучшей из них, а также возможность получения объяснений результатов повышают шансы на успех в практическом применении методов ЗАПРОС, ПАРК, ОРКЛАСС.

В теории нечетких множеств [56,57,58,59,60,61,62,63] знания о предпочтительности альтернатив представляются с помощью нечетких множеств, формирование которых проще и менее трудоемко, чем построение функций полезности. Методы принятия решений, основанные на применении теории нечетких множеств, различаются процедурами оценки качества альтернатив (точечные, интервальные оценки, нечеткие числа), способами выявления предпочтений (критериальные, парнодоминантные), принципами обработки предпочтений для нахождения наилучшего решения. К настоящему времени для большинства методов принятия решений разработаны нечеткие аналоги. Вместе с тем использование подхода размытых (нечетких) множеств связан с внесением существенных искажений в описание проблемы. Построение функций принадлежности не имеет надежного психологического обоснования из-за отсутствия обоснованных процедур. Поэтому требуется теоретическое и экспериментальное исследование получаемых результатов с целью проверки их адекватности, согласованности, надежности и т.д.

Достоинства метода анализа иерархий (МАИ) — простота и хорошее соответствие интуитивным представлениям, несмотря на большое количество требуемой экспертной информации, — предопределили его широкое применение [14,64,65,66].

МАИ — математически обоснованный способ оперирования суждениями экспертов. Как правило, знания экспертов используют, когда информация, необходимая для принятия решений, является неполной, неточной, неколичественной, что имеет место в рассматриваемой задаче. МАИ позволяет измерять количественные и качественные факторы с помощью оценок предпочтительности по девятибалльной шкале отношений (табл.1.1):

Шкала для оценки предпочтений

Табл.1.1

Отсутствие предпочтительности	1
Слабая предпочтительность	3
Умеренная предпочтительность	5
Сильная предпочтительность	7
Абсолютная предпочтительность	9
Промежуточные градации	2,4,6,8

При этом элементы одного уровня иерархии сравниваются попарно по отношению к их воздействию на общую для них характеристику (элемент вышестоящего уровня). Результаты таких сравнений образуют матрицы парных сравнений, которые являются обратносимметричными. Их общее количество равно числу элементов исследуемой иерархии за исключением элементов самого нижнего уровня (уровня альтернатив). Нормированный главный первый собственный вектор такой матрицы интерпретируется как вектор приоритетов сравниваемых элементов. Матрицы подобного вида являются неприводимыми, поэтому для реализации процедуры вычисления главного правого собственного вектора применяется либо итерационный метод [26], до достижения заданной точности, либо один из приближенных [27]. Осуществляемая далее линейная свертка полученных векторов приоритетов сравниваемых элементов позволяет получить вектор приоритетов альтернатив, каждая компонента которого оценивается числами из интервала $[0,1]$. Такой способ изменения веса (степени важности) является относительным, поскольку зависит и от оценок предпочтительности и от количества сравниваемых альтернатив. При заполнении матриц парных сравнений возникает проблема согласованности суждений. Она связана с тем, что эксперт, сравнивая

элементы иерархии попарно, может попасть в ситуацию, при которой будет нарушена транзитивность суждений, что делает бессмысленной дальнейшую работу с матрицей. При этом матрица может быть несогласованной и без нарушения порядка, как следствие ограниченности и дискретности применяемой шкалы, а вероятность возможных нарушений согласованности повышется с увеличением ее размерности. Существуют различные методы оценки согласованности рассматриваемых матриц [14,28]. По одному из них вычисляется степень согласованности $CR = (\lambda_{\max} - n)/(n-1)$, где n -порядок матрицы, а λ_{\max} — ее максимальное собственное значение, для того, чтобы сравнить ее со среднестатистической оценкой согласованности матрицы такой же размерности, но заполненной случайным образом. Для идеально согласованной положительной обратносимметричной матрицы максимальное собственное число равно порядку этой матрицы, т.е. $CR=0$. Так что, если указанное частное имеет величину, превышающую 0,1, то матрица должна быть пересмотрена, она несогласованная.

Следует отметить также, что между элементами иерархической структуры исследуемой проблемы в МАИ возможны отношения двух типов. Во-первых, это отношения между элементами, находящимися на соседних уровнях иерархии, которые учитываются в процессе построения иерархии и последующей процедуре линейной свертки, а, во-вторых, это отношения между элементами одного уровня иерархии, на основе которых вычисляются векторы приоритетов элементов этого уровня относительно элемента, находящегося на верхнем уровне.

1.4. Построение аналитической модели интегрального показателя повышения качества жизни

Вернемся к проблеме количественной оценки повышения качества жизни и иерархии, изображенной на рис.1.2. Вначале осуществим экспертную оценку альтернатив по критериям (элементы второго уровня иерархии) «уровень жизни» и «условия жизни». Результаты формирования матриц пар-

ных сравнений с учетом шкалы для оценки предпочтений (табл.1.1) представлены в табл.1.2 и табл.1.3

Табл.1.2

Уровень жизни населения	Какой из приведенных ниже факторов в наибольшей степени оказывает влияние на уровень жизни?					W ₁
	Доходы населения	Расходы на социальное обеспечение	Расходы на здравоохранение	Расходы на образование	Расходы на муниципальное строительство	
Доходы населения	1	4	3	2	7	0,3226
Расходы на социальное обеспечение	1/4	1	1/3	1/5	3	0,0908
Расходы на здравоохранение	1/3	3	1	1/3	6	0,2024
Расходы на образование	1/2	5	3	1	9	0,3510
Расходы на муниципальное строительство	1/7	1/3	1/6	1/9	1	0,0333
$\lambda_{\max} = 5,3335; CR = 0,08 < 0,10$						

Вектор приоритетов альтернатив W рассчитывается как правый собственный вектор матрицы парных сравнений [A] из равенства [14,29]

$$[A]*W = \lambda_{\max} * W,$$

где λ_{\max} — максимальное собственное значение положительной квадратной матрицы [A]. При этом вектор W, соответствующий максимальному собственному значению λ_{\max} , с точностью до постоянной сомножителя C можно вычислить по формуле

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{[A]^k * e}{e^T * [A]^k * e} = C * W,$$

где $e = (1, 1, \dots, 1)^T$ — транспонированный единичный вектор;

$k = 1, 2, 3, \dots$ — показатель степени; $C = \text{const}$.

Вычисления W проводят до достижения допустимой погрешности ξ :

$$e^T * |W^{(\ell)} - W^{(\ell+1)}| \leq \xi$$

Здесь ℓ — номер итерации, такой, что $\ell=1$ соответствует $k=1$,

$\ell=2$ соответствует $k=2$, и т.д.

ξ обычно принимается равной 0,01 независимо от порядка матрицы.

Такой способ вычисления W технически достаточно сложен, поэтому на практике для обратносимметричных, достаточно близких к согласованным матрицам, используют один из следующих алгоритмов [27]:

- 1) суммируем элементы каждой строки матрицы $[A]$ и записываем полученные результаты в столбец, после чего складываем все элементы найденного столбца и делим каждый из элементов этого столбца на полученную сумму;
- 2) суммируем элементы каждого столбца и записываем полученные результаты в столбец, заменяя каждый элемент построенного столбца на обратный ему, складываем элементы столбца из обратных величин и делим каждый из этих элементов на полученную сумму;
- 3) суммируем элементы каждого столбца, делим элементы каждого столбца на их сумму, складываем элементы каждой строки полученной матрицы, записываем результаты в столбец, делим каждый из элементов последнего столбца на порядок n матрицы $[A]$;
- 4) перемножаем элементы каждой строки и записываем полученные результаты в столбец, извлекаем корень n -степени из каждого элемента найденного столбца, складываем элементы этого столбца, делим каждый из этих элементов на полученную сумму.

Все эти алгоритмы, будучи примененными к идеальной матрице, дают один и тот же точный результат. Для обратносимметричных, достаточно близких к согласованным матрицам (такowymi считаются лишь те из них, для которых $CR < 0,10$) описанные способы используются для приближенного вычисления.

Воспользуемся первым из них для табл.1.2. Последовательно выполнения описанные выше действия, получаем $W_1 = (0,3226; 0,0908; 0,2024; 0,3510; 0,0333)^T$.

Для оценки согласованности суждений вначале найдем максимальное собственное значение матрицы, для чего

- а) умножаем матрицу парных сравнений на полученный столбец W_1 ;

б) элементы полученного на предыдущем шаге столбца делим на соответствующие элементы столбца вектора приоритетов W_1 ;

в) рассчитываем среднее арифметическое найденных отношений, которое и дает оценку максимального собственного значения матрицы $\lambda_{\max} = 5,3335$.

Проверка на согласованность полученных локальных приоритетов путем сравнения значения индекса (степени) согласованности CR с пороговым, равным 0,10, показывает 0,0834.

Это позволяет сделать вывод об удовлетворительной степени согласованности полученных значений компонент вектора приоритетов W_1 — пересмотру экспертные оценки (табл.1.2) не подлежат.

Не повторяя описанной выше процедуры оценки компонентов вектора приоритетов, приведем суждения эксперта и результаты их обработки применительно к задаче оценки приоритетов альтернатив по отношению к критерию «условия жизни»:

Табл.1.3

Условия жизни	Какой из приведенных ниже факторов оказывает большее воздействие на условия жизни?						W_2
	Расходы на нужды ЖКХ	Расходы на нужды сферы культуры	Расходы на нужды общественного транспорта	Расходы на нужды здравоохранения	Расходы на экологию	Расходы на нужды милиции	
Расходы на нужды ЖКХ	1	6	4	3	6	5	0,3735
Расходы на нужды сферы культуры	1/6	1	1/3	1/5	1	1/3	0,0453
Расходы на нужды общественного транспорта	1/4	3	1	1/3	3	2	0,1932
Расходы на нужды здравоохранения	1/3	5	3	1	5	4	0,2739
Расходы на экологию	1/6	1	1/3	1/5	1	1/3	0,0453
Расходы на нужды милиции	1/5	3	1/2	1/4	3	1	0,1188
$\lambda_{\max} = 6,4426$; CR = 0,0885							

Следующим шагом в определении результирующего вектора приоритетов и альтернатив является построение матрицы предпочтений критериев относительно фокуса (табл.1.4)

Табл.1.4

Качество жизни населения города	Какой из критериев наиболее важен?		W ₃
	Уровень жизни	Условия жизни	
Уровень жизни	1	3	0,75
Условия жизни	1/3	1	0,25
$\lambda_{\max} = 2,00; CR = 0,00$			

и получили соответствующего вектора приоритетов критериев $W_3 = (0,75; 0,25)^T$

Поскольку векторы приоритетов альтернатив относительно критериев W_1 и W_2 нормированы, результирующий вектор рассчитывается по формуле [14,29]

$$W = [A]*[L]* W_3 * [B],$$

где [A] — матрица, элементы которой представляют собой компоненты векторов приоритетов альтернатив относительно критериев «уровень жизни» и «условия жизни»;

[L] — структурная матрица, элементами диагонали которой являются соотношения числа альтернатив под каждым критерием (5 и 6) к общему числу альтернатив (11);

W_3 — вектор приоритетов критериев относительно фокуса,

[B] — диагональная матрица, предназначенная для окончательного нормирования значений вектора приоритетов альтернатив (после последовательного перемножения слева направо матриц [A],[L] и W_3).

$$[A]*[L]=\begin{matrix} & \begin{matrix} Y_p & Y_c \end{matrix} \\ \begin{matrix} D_x \\ C_o \\ Z_d \\ O_b \\ Ж_y \\ C_y \\ Y_d \\ T_p \\ Э_x \\ П_x \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,3226 & 0 \\ 0,0908 & 0 \\ 0,2024 & 0,2739 \\ 0,3510 & 0 \\ 0,0333 & 0 \\ 0 & 0,3735 \\ 0 & 0,0453 \\ 0 & 0,1432 \\ 0 & 0,0453 \\ 0 & 0,1188 \end{bmatrix} \end{matrix} * \begin{bmatrix} 5/11 & 0 \\ 0 & 6/11 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,1466 & 0 \\ 0,0413 & 0 \\ 0,0920 & 0,1494 \\ 0,1595 & 0 \\ 0,0151 & 0 \\ 0 & 0,2037 \\ 0 & 0,0247 \\ 0 & 0,0781 \\ 0 & 0,0247 \\ 0 & 0,0648 \end{bmatrix}$$

Откуда $[A]*[L]*W_3 = [0,1100; 0,0310; 0,1063; 0,1196; 0,0114; 0,0509; 0,0062; 0,0195; 0,0062; 0,0162]$

Сумма компонент этого ненормированного вектора приоритетов альтернатив равна 0,4773. Для нормирования значений компонент вектора умножим его на диагональную матрицу $[B]$ с элементами диагонали, равными

$(\sum_{K=1}^{10} x_K)^{-1} = (0,4773)^{-1} = 2,0953$. Получаем $[A]*[L]*W_3 * [B] = (0,2305; 0,0650; 0,2227; 0,2506; 0,0239; 0,1067; 0,0130; 0,0409; 0,0130; 0,0339)^T$

Таким образом, аналитическую запись (математическую модель) интегрального показателя повышения качества жизни (1.4) можно представить в виде:

$$КЖ_1 = 0,2305 * D_x + 0,0650 * C_o + 0,2227 * Z_d + 0,2506 * O_b + 0,0239 * Ж_y + 0,1067 * C_y + 0,0130 * Y_d + 0,0409 * T_p + 0,0130 * C_k + 0,0339 * П_x \quad (1.5)$$

Задача выбора вида функции $КЖ(r, W)$, интегрирующей показатель повышения качества жизни, с учетом как информации о значениях вектора отдельных факторов качества жизни $r = (D_x, C_o, Z_d, O_b, Ж_y, C_y, Y_d, T_p, C_k, П_x)$, так и информации о значениях вектора приоритетов (весовых коэффициентов), компоненты которого определяют значимость отдельных факторов, не имеет однозначного решения.

Чаще всего в литературе используется синтезирующая функция, относящаяся к виду так называемых обобщенных средних [30,31,32], причем наибольшее распространение имеют взвешенные степенные средние вида (применительно к рассматриваемой задаче):

$$КЖ(r, W) = \left[\sum_{i=1}^{10} r_i^\lambda W_i \right]^{1/\lambda}, \text{ где параметр } \lambda \text{ определяет конкретный вид интегрирующей функции. При } \lambda=1 \text{ имеем обычное взвешенное среднее арифметическое}$$

$$КЖ(r, W) = \sum_{i=1}^{10} r_i W_i \quad (1.6)$$

для вектора $r = (r_1, r_2, \dots, r_{10}) = (L_x, C_0, \dots, P_x)$. При $\lambda \rightarrow 0$ получается взвешенное среднее геометрическое КЖ $(r, W) = \prod_{i=1}^{10} r_i^{W_i}$ для того же вектора $r = (r_1, r_2, \dots, r_{10})$. При $\lambda=2$ говорят о взвешенном среднеквадратичном, при $\lambda = -1$ — о взвешенном гармоническом среднем.

В пользу выбора среднеарифметической формы показателя КЖ есть ряд убедительных доводов. Во-первых, аналитическая и вычислительная простота; во-вторых, функцию (1.5) можно интерпретировать как линейное приближение к «истинной» функциональной зависимости КЖ (r, W) ; в-третьих, линейная свертка универсальна в том смысле, что процедура поиска $\min (r, W)$, порожденная произвольной сверткой может быть получена при помощи подбора переменных и весовых коэффициентов для соответствующей линейной синтезирующей функции [33,34].

Кроме того, существует лемма [76], утверждающая, что для задачи линейного программирования (в которой неизбежно в дальнейшем будет использована функция (1.5) в качестве целевой) любое эффективное, находящееся на множестве Парето решение может быть представлено в виде (1.6), то есть в виде суммы произведений весов, умноженных на частные критерии.

Величины найденных компонентов вектора приоритетов W имеют четкую интерпретацию — показывают среднее изменение результата (КЖ) с изменением фактора на единицу. Так, если допустить, что качество жизни имеет свой денежный эквивалент (а мы изначально исходим из этого предположения), то, например, прирост доходов населения на 1 единицу (1 млн. руб.) приведет к увеличению качества жизни в среднем на 0,2305 млн. руб. при неизменном значении других факторов, закрепленных на среднем уровне.

Возможно также, что в качестве единиц измерения C_0, Z_d, \dots, P_x будут приняты не ассигнования, а их доли в задаваемом ограничении на величину расходов бюджета. Тогда коэффициенты регрессии в выражении (1.5) будут

показывать увеличение качества жизни в процентах. Например, при приросте расходов на программы социальной поддержки населения на 1% это 0,065%.

1.5. Особенности исследуемой проблемы в применении метода анализа иерархий и построении интегрального показателя качества жизни

Как уже отмечалось, существуют различные подходы к определению категории (интегрального показателя) «качество жизни». Это касается, прежде всего, способов учета и наполнения ее основных структурных составляющих — уровня и условий жизни.

Так на рис.1.2 оба критерия — и уровень жизни и условия жизни — представлены в явном виде. Однако имея в виду то, что в конечном счете нас интересует оптимальное распределение финансовых ресурсов по получателям, в предположении решающего влияния на качество жизни бюджета города, иерархическое представление исследуемой проблемы может иметь вид, как на рис.1.3 [73].



Рис.1.3. Иерархическая схема проблемы повышения качества жизни населения

Здесь нижний (третий) уровень представлен Департаментами, Комитетами, управлениями и др. учреждениями, через которые идет финансирование работ и услуг, выполнение которых позволит говорить о реализации целей второго уровня иерархии. Для их компактного размещения на рис.1.3 введены условные обозначения, представленные в табл.1.5.

Табл.1.5

1	ГУВД	УВД	объединены в один кластер	А
	Государственная противопожарная служба	ГПС		
	Управление по гражданской обороне	ГО		
1	Отдел ГИБДД ГУВД	ГАИ		
2	Инспекция МЧС	НИ		В
3	Управление городской статистики	УГС		С
4	Управление внешнеэкономических и международных связей	УМС		Д
5	Комитет по экологии	КЭ		Н
6	Департамент энергетики, ЖКХ и связи	ЖКХ		Е
10	Департамент образования	ДО		Ф
11	Транспортное управление	ТУ		Г
12	Департамент по строительству, архитектуре, землепользованию	ДС		Н
13	Департамент здравоохранения	ДЗ		И
14	Департамент культуры	ДК	объединены в один кластер	J
15	Комитет по физической культуре и спорту	КФК		
16	Департамент по управлению муниципальным имуществом	ДМИ	объединены в один кластер	К
17	Финансовое управление	ФУ		
18	Центр по начислению и выплате пенсий и пособий	ЦВ		L
19	Комитет по вопросам семьи, материнства и детства	КС	объединены в один кластер	М
20	Управление социальной поддержки	УС		

Кластеры здесь введены по признаку группирования элементов в соответствии с относительной важностью. Их введение обусловлено большим числом элементов на последнем уровне — 20 Департаментов, Комитетов и управлений, а также тем, что без них могла возникнуть ситуация, когда под элементами второго уровня было бы число альтернатив, превышающее 9. Однако многочисленные эксперименты по изучению возможности человека перерабатывать информацию, обобщенные в статье Дж.Миллера [74], показали ограниченную пропускную способность экспертов при одновременном сравнении нескольких объектов: их число не должно превышать 7 ± 2 , в противном случае обоснованность численных сравнений может оказаться нарушенной. К примеру, пренебрежение малыми различиями в оценке двух альтернатив по критериям, вызывает нетранзитивность, что убедительно показано в [75].

Чтобы снять ограничение на количество одновременно сравниваемых объектов, могут быть предприняты следующие шаги:

- 1) кластеризация с целью уменьшения числа альтернатив;
- 2) оценка предпочтений с использованием шкалы лингвистических переменных.

Группирование альтернатив (элементов одного уровня иерархии) чаще всего проводится в соответствии с их относительной важностью и тогда можно иметь кластер, куда вошли элементы одного уровня важности, другой кластер, состоящий из элементов менее значимых, третий кластер — из элементов еще менее важных [14,64]. После анализа кластеров элементы в каждом из них попарно сравниваются, причем если их слишком много, то вновь образуются кластеры и, таким образом, возможны ситуации, когда некоторые элементы принадлежат нескольким кластерам и получают из всех них несколько весов. Подобный процесс группирования и декомпозиции обеспечивает приемлемую согласованность, несмотря на размерность задачи, значительно превышающую 9.

В [77] предложен алгоритм кластеризации множества альтернатив исходя из предположения возможности построения матриц парных сравнений по всем m критериям при числе алгоритмов $N > 9$. При этом вначале формируются матрицы парных сравнений A_j , $j = \overline{1, m}$ вычисляются векторы приоритетов, которые пересматриваются, если индексы согласованности $CR_j \gg 0,1$. После чего вектора приоритетов нормируются и осуществляется переход к шкале желательности путем введения полос (интервалов), соответствующих определенным интервалам значений приоритета. Число полос выбирается от 2 до 4, если $CR_j \geq 0,1$, в противном случае — больше, при этом ширина полосы должна быть не менее $2CR_j$. В результате получается множество кластеров, которые далее обрабатываются по известному уже алгоритму, включающему вычисление векторов приоритетов кластеров, альтернатив в каждом из них; устранение влияния количества альтернатив, входящих в кластер на приоритеты альтернатив по критериям; вычисление для каждого критерия

новых нормированных векторов приоритетов альтернатив и формирование матрицы, столбцами которой служат эти вектора и, наконец, оценка компонент результирующего вектора приоритетов в результате перемножения полученной на предыдущем этапе матрицы на вектор приоритетов критериев.

В том случае, когда для заданного множества альтернатив невозможно сформировать матрицы парных сравнений альтернатив по критериям, разбиение на классы (по каждому критерию) можно произвести с помощью набора лингвистических оценок. Вначале формируется шкала лингвистических оценок от q_1 до q_L , после чего осуществляется построение матриц парных сравнений лингвистических стандартов по всем критериям на основе ответов на вопросы «насколько значение q_i предпочтительнее значения q_j с точки зрения рассматриваемого критерия?» и рассчитываются векторы приоритетов введенных стандартов для каждого критерия. Затем всем альтернативам назначаются экспертно лингвистические оценки по всем критериям и производится кластеризация множества альтернатив. Последующие этапы совпадают с этапами предыдущего алгоритма (начиная с «устранения влияния количества альтернатив, входящих в кластер ...» и до конца).

С точки зрения классификации иерархия на рис.1.3 относится к иерархии с различным числом и составом альтернатив под критериями. Следующим шагом в построении математической модели интегрального показателя качества жизни является проведение иерархического синтеза и получение вектора приоритетов альтернатив, компоненты которого и будут служить коэффициентами линейаризованной искомой функции. Здесь может возникнуть вопрос: а не следует ли использовать полученный вектор приоритетов для пропорционального распределения расходной части бюджета между рассматриваемыми Департаментами, Комитетами, управлениями? Нет, не следует, потому что иерархический синтез дает возможность получить подходное решение, а применение этих результатов в оптимизационной задаче (и именно в этих целях ищется функция качества жизни) позволяет принять оптимальное решение. Использование оптимизационного подхода, базирую-

щегося на результатах иерархического синтеза несколько нивелирует (как минимум) ту погрешность, которую вносит в получение решения задачи распределения средств субъективизм экспертов.

Сам по себе метод анализа иерархий не обеспечивает оптимальности по Парето. Более того, добавление новой альтернативы в набор или, наоборот, исключение из него, как правило, изменяет порядок ранжированных ранее альтернатив и это изменение является следствием смены предпочтений. Если же предпочтения остаются прежними, то ни сужение спектра исследуемых альтернатив, ни его расширение к изменению порядка ранжированных ранее альтернатив не приводит. Критерии, используемые в МАИ являются псевдокритериями [78]. Здесь сумма приоритетов альтернатив по любому критерию равна единице и численное значение компонент результирующего вектора приоритетов зависит не только от свойств сравниваемых альтернатив, но и от их количества. Другими словами, метод анализа иерархий является методом псевдокритериального выбора с относительным значением псевдокритерия, что делает бессмысленным сравнение его абсолютных числовых значений.

Изначально вычисление приоритетов в МАИ рассматривалось автором метода в контексте задачи распределения некоторого ресурса среди альтернатив, которое реализуется пропорционально их предпочтительности, и здесь то, что распределение зависит от количества и состава участников этой операции, выглядит вполне естественно. Так же, как изменение прежних предпочтений эксперта, связанные с появлением и исчезновением альтернатив.

Относительно экспертов необходимо отметить следующее обстоятельство. Большой объем прогнозно-аналитических работ, сопровождающих решение проблемы муниципального планирования, безусловно предполагает привлечение ученых и специалистов. Однако распределение бюджетных средств (как и сравнительный анализ стратегических альтернатив [67,71]) является прерогативой высших руководителей местного самоуправления, не-

сущих в конечном счете, всю полноту ответственности за результаты социально-экономического развития муниципального образования.

Теперь вернемся к рис 1.3 и поясним смысл критериев (элементов) второго уровня иерархии — прежде всего это касается «поддержания и развития муниципального городского хозяйства». Муниципальное хозяйство включает комплекс отраслей [79], находящихся в муниципальной собственности (полностью или частично), либо в других формах собственности, но выполняющих жизненно важные функции по муниципальному заказу. При этом на уровне города муниципальное хозяйство практически совпадает с городским хозяйством, куда входят [80] предприятия, организации, хозяйства и учреждения, призванные удовлетворять материально-технические и культурно-бытовые нужды населения и предприятий. В [81] дается определение городского хозяйства, объединяющего всю градообслуживающую подсистему города, включая образование, медицину, науку, культуру и т.д. В целом городское хозяйство, представляет собой сложную совокупность организаций и предприятий самых разных отраслей народного хозяйства, в развитие которой должны ежегодно вкладываться финансовые средства, трудовые и материальные ресурсы, поскольку без его развития и совершенствования невозможно повышение качества жизни населения.

Что же касается оставшихся двух критериев, то «проведение социальной и социально-ориентированной политики» согласно распределению расходов бюджета по получателям средств ведомственной квалификации расходов находится в русле деятельности управления социальной поддержки, Комитета по вопросам семьи, материнства и детства, Центра по начислению и выплате пенсий и пособий, а также Департамента энергетики, ЖКХ и связи, Департамента образования, транспортного управления, Департамента здравоохранения, Комитета по физической культуре и спорту и Департамента культуры [82]. При этом выделение социальной сферы по Общероссийскому классификатору видов деятельности, продукции и услуг (ОКДП) затруднено в связи с тем, что значительная часть видов деятельности предоставляет ус-

луги не только населению, но и производственные услуги, рыночные и нерыночные. В соответствии с Общероссийским классификатором отраслей народного хозяйства (ОКОНХ) социальную сферу отождествляют с непродуцирующей, охватывающей жилищное и коммунальное хозяйство, непродуцирующие виды бытового обслуживания, здравоохранение, физическую культуру и спорт, социальное обеспечение, образование, культуру и искусство, науку, страховое и пенсионное обеспечение, розничную торговлю и общественное питание, пассажирский транспорт и связь по обслуживанию населения [83,84]. Эта информация и предопределила выделение указанных выше учреждений в качестве элементов третьего уровня иерархии, детализирующих рассматриваемый критерий второго уровня.

Построение математической модели интегрального показателя качества жизни населения предполагает проведение иерархического синтеза, для чего вновь используем наиболее популярную модификацию МАИ — метод парного сравнения. Алгоритм проведения этого исследования в данном случае включает четыре этапа:

1) определение степени влияния элементов второго уровня иерархии (критериев) на проблему качества жизни населения в виде нормированного вектора приоритетов критериев W_1 (табл.1.6);

2) определение относительной важности Департаментов, Комитетов и управлений (альтернатив) с точки зрения проведения социальной и социально-ориентированной политики, поддержания и развития муниципального городского хозяйства, реализации функций государства в виде векторов приоритетов альтернатив W_2, W_3, W_4 ;

3) определение относительной важности элементов кластеров в каждом из них W_5, W_6, W_7, W_8, W_9 и пересчет с учетом полученных результатов кластеризации векторов W_2, W_3, W_4 (т.е. получение W_2^*, W_3^*, W_4^*);

4) определение результирующего вектора приоритетов альтернатив, применяя уже использованную ранее (для вывода зависимости 1.5) формулу:

$$W = [A] * [L] * [W_1] * [B].$$

Здесь [A] — матрица, столбцами которой служат компоненты векторов приоритетов альтернатив относительно критериев (т.е. W_2^* , W_3^* , W_4^* с коррекцией на размерность);

[L] — структурная матрица, элементами диагонали которой являются соотношения числа альтернатив над каждым критерием (8,9,9) к общему числу альтернатив 26 (см. рис.1.3 и табл.1.5);

[W_1] — вектор приоритетов критериев относительно фокуса иерархии;

[B] — диагональная матрица, предназначенная для окончательного нормирования значений вектора приоритетов альтернатив после последовательного перемножения слева направо указанных матриц.

$$[A] * [L] * [W_1] = \begin{matrix} \text{УВД} \\ \text{ГПС} \\ \text{ГО} \\ \text{ГАИ} \\ \text{НИ} \\ \text{УГС} \\ \text{УМС} \\ \text{КЭ} \\ \text{ЖКХ} \\ \text{ДО} \\ \text{ТУ} \\ \text{ДС} \\ \text{ДЗ} \\ \text{ДК} \\ \text{КФК} \\ \text{ДМИ} \\ \text{ФУ} \\ \text{ЦВ} \\ \text{КС} \\ \text{УС} \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,2713 & 0 & 0 \\ 0,1421 & 0 & 0 \\ 0,0491 & 0 & 0 \\ 0,0491 & 0 & 0 \\ 0,0422 & 0 & 0 \\ 0,0750 & 0 & 0 \\ 0,1705 & 0 & 0 \\ 0,2007 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3655 & 0,3624 \\ 0 & 0,2468 & 0,2447 \\ 0 & 0,1456 & 0,1443 \\ 0 & 0,1023 & 0 \\ 0 & 0,0672 & 0,1014 \\ 0 & 0,0378 & 0,0640 \\ 0 & 0,0126 & 0,0210 \\ 0 & 0,0056 & 0 \\ 0 & 0,0167 & 0 \\ 0 & 0 & 0,0391 \\ 0 & 0 & 0,0171 \\ 0 & 0 & 0,0057 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 8/26 & 0 & 0 \\ 0 & 9/26 & 0 \\ 0 & 0 & 9/26 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0,5294 \\ 0,3088 \\ 0,1618 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,0442 \\ 0,0231 \\ 0,0080 \\ 0,0080 \\ 0,0069 \\ 0,0122 \\ 0,0278 \\ 0,0327 \\ 0,0594 \\ 0,0401 \\ 0,0236 \\ 0,0109 \\ 0,0129 \\ 0,0076 \\ 0,0025 \\ 0,0006 \\ 0,0018 \\ 0,0022 \\ 0,0010 \\ 0,0003 \end{bmatrix}$$

Сумма компонент полученного вектора приоритетов альтернатив равна 0,3258. Для нормирования умножим его на диагональную матрицу [B] с элементами диагонали, равными $(0,3258)^{-1} = 3,0694$:

$$W = (0,1357; 0,0709; 0,0246; 0,0246; 0,0211; 0,0374; 0,0853; 0,1004; 0,1823; 0,1231; 0,0724; 0,0335; 0,0396; 0,0233; 0,0077; 0,0018; 0,0055; 0,0066; 0,0031; 0,0009)^T \quad (1.7)^*$$

Результаты обработки суждений экспертов

Табл.1.6

Качество жизни населения города	Реализация функций государства				Поддержка и развитие муниципального городского хозяйства				Проведение социальной и социально-ориентированной политики				W ₁							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Реализация функций государства																				
Поддержка и развитие муниципального городского хозяйства																				
Проведение социальной и социально-ориентированной политики																				
λ _{exp} = 3,0; CR = 0,0056																				
Ключ из приоритетных путей Деятельности носит наибольший вклад и рост																				
Функции государства	A	B	C	D	N											W ₂				
A	1	7	7	6	5											0,5:16				
B	1	1/2	1/4	1/4	1/4											0,0422				
C	1	1	1/3	1/3	1/3											0,0750				
D	1	1	1	1	1											0,1705				
N	1	1	1	1	1											0,2007				
λ _{exp} = 5,34; CR = 0,085																				
Ключ из приоритетных путей Деятельности носит наибольший вклад и рост																				
Поддержка и развитие муниципального городского хозяйства																				
E	F	G	H	I	J	K										W ₃				
E	1	3	5	6	7	8	9										0,3655			
F	1	3	4	5	6	7	2468										0,2468			
G	1	2	3	4	5										0,1456					
H	1	2	3	4	1023										0,1023					
I	1	2	3	0,677										0,677						
J	1	1	3	0,6504										0,6504						
K	1	1	1	0,0222										0,0222						
λ _{exp} = 7,51; CR = 0,085																				
Ключ из приоритетных путей Деятельности носит наибольший вклад и проведение социальной и социально-ориентированной политики																				
Проведение социальной и социально-ориентированной политики для населения																				
E	F	G	I	J	L	M										W ₄				
E	1	3	5	6	7	8	9										0,3654			
F	1	3	4	5	6	7	0,2467										0,2467			
G	1	2	3	4	5	0,1443										0,1443				
I	1	2	3	4	0,1014										0,1014					
J	1	3	4	0,0853										0,0853						
L	1	2	0,0391										0,0391							
M	1	2	0,0228										0,0228							
λ _{exp} = 7,56; CR = 0,094																				
Ключ из приоритетных путей Деятельности носит наибольший вклад и проведение социальной и социально-ориентированной политики																				
Проведение социальной и социально-ориентированной политики																				
E	F	G	I	J	L	M										W ₄				
E	1	3	5	6	7	8	9										0,3654			
F	1	3	4	5	6	7	0,2467										0,2467			
G	1	2	3	4	5	0,1443										0,1443				
I	1	2	3	4	0,1014										0,1014					
J	1	3	4	0,0853										0,0853						
L	1	2	0,0391										0,0391							
M	1	2	0,0228										0,0228							
λ _{exp} = 7,56; CR = 0,094																				
Ключ из приоритетных путей Деятельности носит наибольший вклад и проведение социальной и социально-ориентированной политики																				
Проведение социальной и социально-ориентированной политики																				
E	F	G	I	J	L	M										W ₄				
E	1	3	5	6	7	8	9										0,3654			
F	1	3	4	5	6	7	0,2467										0,2467			
G	1	2	3	4	5	0,1443										0,1443				
I	1	2	3	4	0,1014										0,1014					
J	1	3	4	0,0853										0,0853						
L	1	2	0,0391										0,0391							
M	1	2	0,0228										0,0228							

$$W_2 = (0,2713, 0,1421, 0,0491, 0,0491, 0,0491, 0,0491, 0,0491, 0,0491, 0,0491, 0,0491, 0,0491, 0,0491, 0,0491, 0,0491, 0,0491)$$

Ключ из приоритетных путей Деятельности носит наибольший вклад и рост

Кластер А	ГРУВД	ПТС	ГО	ГММ	W ₅
	1	3	5	5	0,3303
	1	1	3	3	0,2778
	1	1	1	1	0,0960
λ _{exp} = 4,06; CR = 0,02					0,0960

Ключ из приоритетных путей Деятельности носит наибольший вклад и рост

Кластер J	Деятельность по культуре	W ₆	Кластер К	Деятельность по управлению муницип. аудита	W ₇
	1	3	1	1	1/3
	1/3	1	3	3	1
λ _{exp} = 2,00; CR = 0,00					0,75
λ _{exp} = 2,00; CR = 0,00					0,25

Ключ из приоритетных путей Деятельности носит наибольший вклад и проведение социальной и социально-ориентированной политики

Кластер J	Деятельность по культуре	W ₈	Кластер М	Деятельность по управлению социальными проблемами	W ₉
	1	3	1	1	3
	1/3	1	3	3	1
λ _{exp} = 0,3655; 0,2468 0,1456; 0,1023 0,0672, 0,0378, 0,0126; 0,0056 0,0167					0,75
λ _{exp} = 0,3655; 0,2467 0,1443; 0,1014 0,0640; 0,0210, 0,0391; 0,0171 0,0057					0,25

Таким образом, математическую модель интегрального показателя качества жизни населения применительно к иерархической схеме, представленной на рис.1.3, можно представить в виде

$$\text{КЖ}_2 = 0,1357x_1 + 0,0709x_2 + 0,0246x_3 + 0,0246x_4 + 0,0211x_5 + 0,0374x_6 + 0,0853x_7 + 0,1004x_8 + 0,1823x_9 + 0,1231x_{10} + 0,0724x_{11} + 0,0335x_{12} + 0,0396x_{13} + 0,0233x_{14} + 0,0077x_{15} + 0,0018x_{16} + 0,0055x_{17} + 0,0066x_{18} + 0,0031x_{19} + 0,0009x_{20} \quad (1.7)$$

где x_1, x_2, \dots, x_{20} — размеры ассигнований, выделяемых рассматриваемым (табл.1.5) получателям бюджета, через которых идет финансирование работ и услуг для муниципальных нужд (в долях от бюджета, т.е. в относительных единицах).

2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРОЙ ГОРОДА

2.1. Организационно-методические основы муниципального планирования и принятия решений по распределению бюджетных средств

Формула эффективности управления гласит [7]: «знать, уметь, хотеть, успеть». Что касается «знать», то в нашем случае это в большей степени касается знания Федеральных законов «Об основных принципах местного самоуправления в Российской Федерации» и «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Российской Федерации» [69, 70, 190]. В соответствии с первым из них в составе регионов выделяются муниципальные образования, в которых выбираются местные органы власти, обладающие правом решения всех вопросов местного значения. Это, в первую очередь, право формирования собственного бюджета и практически полные права для проведения местной социально-экономической политики. Второй закон поставил во главу всех работ в сфере государственной плановой деятельности разработку системы прогнозов социально-экономического развития в целом по стране и по регионам и, на основании их, концепций и программ социально-экономического развития регионов (в том числе городов).

Неизбежность сочетания государственного (муниципального) планового регулирования и рыночных механизмов в настоящее время уже никто не подвергает сомнению [21,67]. Анализ мирового опыта подтверждает, что достижения большинства развитых стран Европы, Америки и Азии достигнуты на основании устойчивых традиций регионального и местного самоуправления, базирующихся, в том числе, на эффективной системе планового регулирования развития территорий. А поскольку объектом планирования являются все отрасли и сферы жизнедеятельности муниципального образования с протекающими в рамках его территории экономическими и социальными процессами, то «уметь» означает верно определять важнейшие цели, задачи и ориентиры города, а также разрабатывать механизмы их достиже-

ния, исследовать (и находить) возможности для их реализации, что напрямую зависит от имеющихся бюджетных ресурсов и проводимых политик финансирования. Под последними здесь понимается процесс принятия решений о том, какие отрасли, виды деятельности, структурные подразделения исполнительной власти необходимо финансировать в соответствии с существующими представлениями о их «важности» в решении задачи повышения качества жизни городского населения.

Таким образом, задачи принятия решений в сфере распределения бюджетных ресурсов являются неотъемлемой частью муниципального планирования, что нашло отражение, в частности, в Стратегическом плане развития С-Петербурга, где главная цель «стабильное улучшение качества жизни всех слоев населения» распадается на две подцели «повышение доходов и занятости» и «улучшение общих условий жизни за счет более эффективного расходования бюджета». Оптимальное же распределение бюджетных ресурсов приводит к повышению существующих показателей для оценки качества жизни населения [68], а математическая модель интегрального показателя (1.5 или 1.7) дает возможность вычислять количественную оценку цели города в динамике, по мере смены приоритетов в политиках финансирования.

Анализ опыта разработки концепций социально-экономического развития городов показал, что они обычно включают четыре основных раздела: стартовые условия (на момент проведения исследования) и оценку исходной социально-экономической ситуации, стратегический выбор города, основные направления городской социально-экономической политики и ресурсы для реализации стратегического выбора города с механизмом их использования. В соответствии с ними схема муниципального планирования, показывая полное соответствие закону «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Российской Федерации», начинается (рис.2.1) с рассмотрения вопросов определения стартовых условий и оценки исходной ситуации,

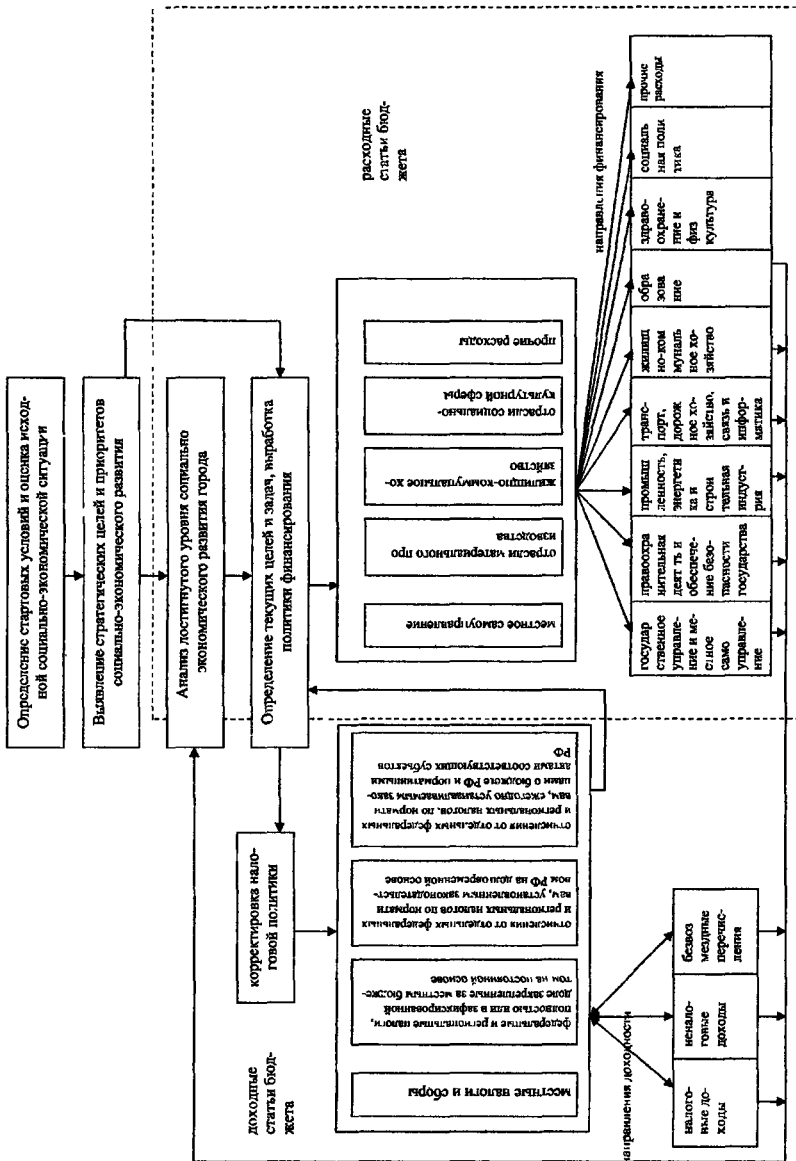


Рис. 2.1. Муниципальное планирование

где выявляется роль муниципального образования в социально-экономическом развитии страны, региона, особенности его геополитического и экономического положения, другие предпосылки и условия развития. В число факторов, влияющих на оценку и анализ стартовых условий, включаются, прежде всего, следующие:

- качество жизни населения;
- величина и эффективность использования социально-экономического потенциала города;
- экологическая ситуация на территории города;
- экономическая ситуация;
- состояние системы городского самоуправления.

Этап «стратегический выбор города» или «определение глобальных целей и приоритетов социально-экономического развития» предполагает рассмотрение вопросов, раскрывающих стратегический замысел социально-экономического развития города на рассматриваемую перспективу. Здесь обосновываются основные приоритеты и целевые ориентиры развития его социальной и экономической сферы, градостроительства и управления, определяются будущие задачи по различным отраслям и видам деятельности.

Этап «анализ достигнутого уровня социально-экономического развития города» («анализ текущей ситуации») означает уточнение существующих проблем, проведение сравнительного анализа достигнутого уровня развития с перспективным (прогноznым). Такой анализ может проводиться как на уровне всего города, так и на уровне районов, Департаментов, отраслей и Комитетов. В результате этих работ определяются текущие цели и задачи и вырабатывается политика финансирования, которая основывается на процедурах оценки социально-экономической значимости отраслей, видов деятельности, объектов, функций и т.д. На этом этапе («Определение текущих целей и задач, выработка политики финансирования») происходит распределение бюджетных средств по получателям, количественная оценка которых получается в результате решения оптимизационных задач. При этом процесс

распределения таков, что вначале финансовые ресурсы распределяются между расходными статьями бюджета, внутри которых затем происходит распределение по конкретным объектам и функциям. Сами же финансовые средства (местный бюджет) формируются за счет собственных и регулирующих доходов. Регулирующие доходы — это поступления в местный бюджет от других уровней власти, из вышестоящих бюджетов — регионального и федерального, в виде отчислений от отдельных федеральных и региональных налогов по нормативам, установленным законодательством РФ на долговременной основе и отчислений от отдельных федеральных и региональных налогов по нормативам, ежегодно устанавливаемым законами о бюджете РФ и нормативными актами соответствующих субъектов РФ.

В число главных регулирующих доходов входят отчисления [138,139, 141]:

- от налога на добавленную стоимость;
- от акцизов;
- от налога на прибыль предприятия;
- от подоходного налога физических лиц.

При этом нормативы отчислений регулирующих доходов утверждают вышестоящими органами власти в зависимости от общей суммы расходов местного бюджета и объема его собственных доходов.

В состав собственных доходов местного бюджета включены:

- а) местные налоги и сборы — земельный налог, налог на имущество физических лиц, налог на рекламу, налог на наследство и дарение, местные лицензионные сборы;
- б) доходы от продажи муниципальной собственности — доходы от продажи земли, доходы от продажи квартир гражданам, доходы от продажи объектов государственной и муниципальной собственности;
- в) средства обязательного медицинского страхования, средства внебюджетных и отраслевых фондов.

Этап «корректировка налоговой политики» позволяет установить равновесие между потребностями и возможностями в финансовых средствах путем изменения местных налоговых ставок и предоставления налоговых льгот.

Общепризнанного методического подхода к формированию программ, планов, принципов распределения бюджетных ресурсов, обеспечивающих финансовую поддержку принимаемых городскими властями решений, в настоящее время не существует [67,68,71,72,140,156,191]. Система градостроительного проектирования переживает тяжелый кризис, «редкостью стала разработка генеральных планов городов; основная масса городов не обеспечена современной документацией долгосрочного городского планирования» [85]. Пересмысление роли планового регулирования в процессе муниципального управления, разработка новых экономико-математических моделей и механизмов по анализу и прогнозу складывающейся ситуации, распределению бюджетных ресурсов, проведение работ по созданию (усовершенствованию существующих) информационных систем являются главными задачами формирования и реализации научно обоснованной местной социально-экономической политики.

Относительно субъекта планового регулирования в рамках городов проблем не возникает — это органы местного самоуправления, а объектом планирования являются все отрасли и сферы жизнедеятельности муниципального образования вместе с протекающими в рамках его территории экономическими и социальными процессами [67]. Что касается задач по распределению бюджетных ресурсов города, то, как уже отмечалось, распределение ресурсов — это составляющая муниципального планирования, и поэтому субъект и объект муниципального планирования и задач принятия решений по распределению бюджетных ресурсов один и тот же.

Следует отметить еще одно обстоятельство, подтверждающее целесообразность и необходимость решения обозначенных целей настоящего исследования — это растущая нехватка ресурсов на местном уровне. В Европейской хартии местного самоуправления представлены принципы экономической и финансово-налоговой политики демократического государства по отношению к муниципальным образованиям. Эти принципы предусматривают, в числе прочих, право муниципальных образований на обладание доста-

точными финансовыми средствами, а также выравнивание (корректировку) потоков ресурсов от различных источников финансирования местных органов и выработку новых процедур распределения расходов [87].

Однако ситуация с местным самоуправлением в РФ такова, что она не соответствует этим требованиям. Финансовых ресурсов, необходимых для выполнения предоставленных административным единицам данного вида полномочий, у них нет, а органы местного самоуправления находятся в жесткой зависимости от вышестоящих структур [86]. «Программа развития бюджетного федерализма в Российской Федерации до 2005 года» эту тенденцию не исправила: сформировать самостоятельную ресурсную базу муниципальных финансов не удалось.

Это происходит, прежде всего, из-за проводимых в стране налогово-бюджетной реформы и реформы территориального управления. В соответствии с первой из них происходит централизация налоговых доходов на федеральном уровне, проявлением чего стала отмена налога с продаж, являвшегося региональным налогом (с 1 января 2004г.); сокращение числа региональных и местных налогов (поправки к Налоговому и Бюджетному кодексам с августа 2004г., в результате в распоряжении органов местного самоуправления остались лишь налог на имущество физических лиц и земельный налог); перенос на федеральный уровень части наиболее собираемых налогов, таких как налог на добавленную стоимость, платежи за пользование недрами, акцизы на табачную продукцию и др. В итоге налоги, из которых формируются доходы региональных и местных бюджетов уменьшаются. Уменьшаются во имя благой казалось бы цели — уменьшения налоговой нагрузки на экономику.

Целью реформы территориального управления является поддержание сбалансированности ресурсного обеспечения территорий с их расходными полномочиями путем приостановки действия или полной отмены ряда социальных законов и перенос части расходных полномочий с местного уровня на региональный. Фактически же это означает увязку расходных полномочий городов с их весьма скромными финансовыми ресурсами.

В итоге на долю местных налогов и сборов приходится лишь 15% от их общего объема (или 7,8% совокупных доходов местных бюджетов), а остальные 85% обеспечивают регулирующие поступления от федеральных и региональных налогов. Это означает невозможность самостоятельного управления органами муниципальных образований формированием основного объема поступающих в их бюджеты доходов и сильную зависимость от федерального и регионального центров. При этом нехватка ресурсов на местном уровне имеет тенденцию к росту, что подтверждается следующей статистикой: с 26,7% в 1999г. до 41,7% в 2003г. возросла доля безвозмездных перечислений из бюджетов вышестоящих уровней в совокупные доходы бюджетов муниципальных образований, что, прежде всего, объясняется существенным повсеместным сужением их финансовой базы.

Кроме того, расходы территорий планируются равными доходам. Однако расчет первых ведется по минимальным нормативам, а вторых — по максимальным, не учитывая необходимость предоставления органами местного самоуправления льгот населению. В итоге бюджеты городов, равно как и бюджеты субъектов РФ, исполняются с дефицитом. На уровне городов периодически публикуемая официальная статистика отсутствует, а по субъектам РФ по итогам 2003 года консолидированные бюджеты 62 из 89 территорий исполнены с дефицитом [86].

Приведенная выше аргументация убедительно показывает актуальность и своевременность разработки системы экономико-математических моделей оптимального распределения финансовых ресурсов.

2.2. Оптимальное распределение ресурсов как результат решения многокритериальных задач оптимизации

Формирование интегрального показателя в виде (1.5) или (1.7) предполагает, по-сути, использование его в качестве обобщенного критерия. Все известные методы построения обобщенного критерия основаны на сведении многокритериальной задачи к задаче с одним критерием (в предположении

независимости критериев). При этом должно быть произведено обоснование выбора принципа оптимальности, измерение и нормализация векторного критерия, определена важность локальных критериев.

Принципов оптимальности в литературе по теории принятия решений, исследованию операций, многокритериальной оптимизации, теории игр и статистических решений предложено много [88,89,90,91,92,93,94, 209]. Напомним, что при построении интегрального показателя (1.5) и (1.7) использовано (и обосновано) его представление в виде взвешенного среднего арифметического, хотя это может быть мультипликативный, максимальный критерий Байеса-Лапласа или какой-либо иной. Строгих процедур проверки адекватности принципа оптимальности специфике решаемой задачи не существует, на практике вопрос о виде обобщающего критерия решается субъективно. Сопоставимость оценок альтернатив по разным критериям достигается либо нормализацией критериев, либо использованием специальных шкал (например, шкалы желательности [36]) или шкал балльных. Последние характеризуются неконтролируемой субъективностью и по этой же причине подвергаются критике [39,40]. Там же говорится о недостаточной обоснованности понятия важность критерия. Однако, несмотря на это обстоятельство, коэффициенты важности — самое распространенное средство ранжирования локальных критериев исследований всего мира.

Постановок многокритериальных задачи с целевой функцией (1.7) может быть несколько. Олицетворением позиции руководителей Департаментов, которые считают, что их заявки все равно в полной мере не будут удовлетворены, может служить постановка, в соответствии с которой нужно определить максимумы средств, направляемых на нужды их учреждений. Именно заявки с мест служат базой для формирования расходной части бюджета, а в условиях его дефицита требуемые ресурсы всегда оказываются больше запрашиваемых. Поэтому переход от постановки задачи, когда требуется найти максимум средств, направляемых на нужды Департаментов, Комитетов и управлений в рамках бюджетных ограничений

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{найти} \\ \max x_1 \\ \max x_2 \\ \dots \\ \max x_{20} \\ \text{при} \quad x_1 + x_2 + \dots + x_{20} = 1 \\ x_{i \min} \leq x_i \leq x_{i \max}, i = \overline{1, 20} \end{array} \right. \quad (2.1)$$

к постановке, когда искомыми являются те же переменные x_1, x_2, \dots, x_{20} , но обеспечивающие максимум интегрального показателя качества жизни (1.7) при одновременном удовлетворении той же самой системы ограничений

$$\left. \begin{array}{l} \text{найти} \quad \max KЖ_2 \\ \text{при} \quad x_1 + x_2 + \dots + x_{20} = 1 \\ x_{i \min} \leq x_i \leq x_{i \max}, \end{array} \right\} i = \overline{1, 20} \quad (2.2)$$

кажется естественным. Естественным, отражающим попытку достичь «всего сразу», то есть получить наилучшие (максимальные) значения по всем критериям одновременно. С точки зрения сегодняшнего состояния дел в городской экономике это не очень реалистично и есть притязания на идеальный результат [38,50,95,96,157]. Задача (2.2) — это компромисс между оценками по критериям, желательное для лица принимающего решение отношение между ними в точке решения, нашедшее отражение в математической записи $KЖ_2$. Устранение многокритериальности путем их объединения с использованием коэффициентов важности является одним из возможных вариантов перехода к однокритериальным задачам оптимизации.

Другим способом решения многокритериальных задач является метод «стоимость-эффективность», согласно которому на первом этапе осуществляется построение моделей стоимости и эффективности, проводится синтез оценок стоимости и эффективности, а на втором — оптимизация по одному критерию при ограничении по второму с последующим построением множества Эджворта-Парето [97,90].

Еще одним достаточно известным средством решения многокритериальных задач являются человеко-машинные процедуры (ЧМП), которые представляют собой циклический процесс взаимодействия ЛПР и компьютера. При этом анализ выполняет ЛПР, а расчеты — компьютер. Существующие три группы ЧМП основаны: одна — на выборе коэффициентов важности критериев, другая — на сравнении векторов, третья — на поиске удовлетворительных значений критериев [89,98,99]. Все ЧМП отличаются друг от друга лишь содержанием и способом выполнения фаз анализа и расчета.

Все эти методы не лишены недостатков. Например, когда исследователь переводит все критерии, кроме одного, в ограничения, он совершает произвол, обосновать который (оправдать) с точки зрения руководителя, отвечающего за решение проблемы, практически невозможно. Или, в основе ряда ЧМП лежит предположение, что человек может искать наилучшее решение путем непосредственного назначения ряда параметров (например, весов критериев) и сравнения получающихся решений. Однако такая процедура может быть удобной, только если критериев мало (два, три). Или в ЧМП оценки векторов считается, что ЛПР может безошибочно определять градиент целевой функции, что не бесспорно, точно так же, как и то, что в работе с малыми приращениями критериев ЛПР не будет совершать ошибки.

Значения $x_{i \min}$ и $x_{i \max}$ для всех $i = \overline{1, 20}$ в (2.1) и (2.2) — это минимально допустимые ассигнования (на заработную плату, оплату электроэнергии и других жизненноважных расходных статей) и максимально допустимые потребности рассматриваемых направлений расходования средств соответственно. Численный расчет $x_{i \min}$, $x_{i \max}$ для каждого Департамента, Комитета, управления должен базироваться на использовании нормативов расходования средств и учете специфики этих предприятий и организаций.

Нормативы финансовых затрат, будучи строго денежными показателями, в остальном могут различаться [142]:

- 1) по времени действия (годовые, месячные, дневные, разовые);

- 2) по характеру применения (директивные, расчетные);
- 3) по методам разработки (простые, комбинированные, групповые);
- 4) по сфере применения (индивидуальные, отраслевые).

Очевидна недопустимость значительного отставания норм от постоянно изменяющихся экономических условий. Поэтому сроки действия нормативной информации, используемой в процессе регулирования финансово-хозяйственной деятельности учреждений, должны пересматриваться, а сами нормы корректироваться. Ведь одни нормативы затрат могут отражать реальный уровень потребности в средствах на протяжении трех и более лет (например, нормы расходов на повышение квалификации персонала), другие требуют чуть ли не ежегодного пересмотра (индексация заработной платы или коммунальных расходов). Расчет и научное обоснование нормативов бюджетных наименований становится все более актуальной проблемой [141,143]. На базе рассчитанных социальных и финансовых нормативов и определяется нижняя граница затрат, которые могут быть произведены в муниципальном образовании (учреждении), как гарантированный минимум средств на содержание и развитие [144].

Вместе с тем, наряду с постановкой (2.1), возможны иные постановки. В частности, когда желаемых состояний можно добиться при минимальном вложении средств. Такая концепция соответствует модели утилитаризма, отражающей вложение средств в быстро развиваемые учреждения (виды работ, районы, объекты) с целью получения максимального эффекта от затраченных финансовых средств [100] с тем, чтобы в дальнейшем (в последующие годы) большему вниманию в структуре расходов уделить оставшимся направлениям. С математической точки зрения это означает, что в постановке (2.1) наряду с требованиями максимизации средств, направляемых на нужды одних получателей (Департаментов), появляются критерии, минимизирующие нужды других Департаментов:

анализа результатов решения задач (2.2), (2.4) и (2.6), то он должен показать последовательное уменьшение значений целевых функций от (2.2) к (2.6). Появление же в (2.4) отрицательных составляющих объясняется тем, что в соответствующей многокритериальной задаче (2.3) по сравнению с (2.1) присутствуют требования минимизации переменных. По аналогии с теорией линейного программирования [93,137], здесь использован известный в ней прием, когда для того, чтобы найти минимум функции, производится смена ее знака на противоположный и ищется максимум полученной функции. Таким образом, логика формирования всех целевых функций задач (2.2)–(2.4)–(2.6) одна и та же: сначала во всех многокритериальных задачах добиваемся единообразия — все критерии приводим к максимуму, а затем осуществляем переход к однокритериальной задаче с целевой функцией, состоящей из суммы целевых функций многокритериальной задачи с учетом коэффициентов важности. Соответственно вся аргументация в пользу линейной свертки критериев, приведенная сразу после вывода математической модели интегрального показателя качества жизни (1.5) может быть применима для обоснования вида целевой функции не только задачи (2.2), но и задач (2.4), (2.6).

Безусловно, смена знака целевой функции на противоположный и замена процедуры поиска минимума (максимума) процедурой нахождения максимума (минимума) является фактом очевидным и доказанным для задач линейного программирования. Таковыми и являются (2.2), (2.4), (2.6). Но, если переходы от (2.1) к (2.2) и от (2.5) к (2.5')

$$\begin{array}{ll}
 \text{найти} & \min(k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + k_{20}x_{20}) \\
 \text{при} & x_1 + x_2 + \dots + x_{20} = 1 \\
 & x_{i\min} \leq x_i \leq x_{i\max}, i = \overline{1,20}
 \end{array} \quad (2.5')$$

не вызывают никакого неприятия в силу своей обыденности в теории многокритериальности, а последующее преобразование (2.5') в (2.6) логично вписывается в указанную схему решения задач ЛП, то с видом целевой функции задачи (2.4) ситуация сложнее.

Прецедентов в научной литературе по поводу того, какой должна быть свертка критериев, кроме среднеарифметической формы (*суммы произведений весов, умноженных на частные критерии*), по имеющимся у автора сведениям, нет. Но ведь это означает, что постановки (2.1), (2.3), (2.5) могут иметь одинаковые решения. Однако только что предложена конструкция построения целевой функции однокритериальной задачи по множеству целевых функций многокритериальных задач (2.1) и (2.5), решения которых, очевидно, будут различаться и это справедливо.

Чтобы имела право на существование и постановка (2.4), необходимо принять предлагаемую схему формирования целевых функций задач (2.2)-(2.4)-(2.4).

С точки зрения экономического содержания подобная конструкция целевой функции однокритериальной задачи оптимизации может быть использована для оценки как уровня качества жизни, так и степени эффективности управления [73, 11,10, 102, 103]. В интерпретацию значений интегрального показателя качества жизни как оценки степени эффективности управления городом (Департаментов, Комитетов, административных служб) легко укладывается факт появления отрицательных составляющих, которые уменьшают величину соответствующего показателя эффективности. Действительно, трудно рассчитывать на повышение степени эффективности управления, если финансовые средства выделяются на минимальном уровне. Скорее, наоборот, уровень эффективности управления ухудшится, что и объясняет появление в математической записи соответствующего показателя отрицательной составляющей. Так что с экономической точки зрения переход от многокритериальных задач (2.1)-(2.3)-(2.5) к однокритериальным типа (2.2)-(2.4)-(2.6) в значительно меньшей степени уязвим, чем с математической. Хотя, надо признать, что и приведенное математическое обоснование, пусть и не очень строгое, вполне приемлемо и имеет право на существование.

Возможность преодоления многокритериальности путем перехода к однокритериальным задачам позволяет решать эти задачи (задачи оптимального распределения бюджетных средств) в рамках классической задачи математического моделирования. Результаты решения (средствами Microsoft Excel [194]) задачи (2.2)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{найти} \quad \max \left(\begin{array}{l} 0,1357x_1 + 0,0709x_2 + 0,0246x_3 + 0,0246x_4 + 0,0211x_5 + 0,0374x_6 + 0,0853x_7 + \\ + 0,1004x_8 + 0,1823x_9 + 0,1231x_{10} + 0,0724x_{11} + 0,0335x_{12} + 0,0396x_{13} + 0,0233x_{14} + \\ + 0,077x_{15} + 0,0018x_{16} + 0,0055x_{17} + 0,0066x_{18} + 0,0031x_{19} + 0,0009x_{20} \end{array} \right) \\ \text{при} \quad \begin{array}{l} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \dots + x_{20} = 1 \\ 0,1221 < x_1 < 0,1628; \quad 0,0738 \leq x_2 \leq 0,0851; \quad 0,0221 < x_3 < 0,0295; \\ 0,0221 \leq x_4 \leq 0,0295; \quad 0,0190 \leq x_5 \leq 0,0253; \quad 0,0337 \leq x_6 \leq 0,0449; \\ 0,0768 \leq x_7 \leq 0,1024; \quad 0,0904 \leq x_8 \leq 0,1205; \quad 0,1641 \leq x_9 \leq 0,2188; \\ 0,1108 \leq x_{10} \leq 0,1477; \quad 0,0652 \leq x_{11} \leq 0,0869; \quad 0,0302 \leq x_{12} \leq 0,0402; \\ 0,0354 \leq x_{13} \leq 0,0475; \quad 0,0210 < x_{14} < 0,0280; \quad 0,0069 \leq x_{15} \leq 0,0092; \\ 0,0016 \leq x_{16} \leq 0,0022; \quad 0,0050 \leq x_{17} \leq 0,0066; \quad 0,0059 \leq x_{18} \leq 0,0079; \\ 0,0028 \leq x_{19} \leq 0,0037; \quad 0,0008 \leq x_{20} \leq 0,0011 \end{array} \end{array} \right. \quad (2.2^*)$$

задачи (2.4)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{найти} \quad \max \left(\begin{array}{l} 0,1357x_1 + 0,0709x_2 + 0,0246x_3 + 0,0246x_4 + 0,0211x_5 + 0,0374x_6 + 0,0853x_7 + \\ + 0,1004x_8 - 0,1823x_9 - 0,1231x_{10} - 0,0724x_{11} + 0,0335x_{12} + 0,0396x_{13} + 0,0233x_{14} + \\ + 0,077x_{15} + 0,0018x_{16} + 0,0055x_{17} + 0,0066x_{18} + 0,0031x_{19} + 0,0009x_{20} \end{array} \right) \\ \text{при} \quad \begin{array}{l} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \dots + x_{20} = 1 \\ 0,1221 < x_1 < 0,1628; \quad 0,0738 \leq x_2 \leq 0,0851; \quad 0,0221 < x_3 < 0,0295; \\ 0,0221 \leq x_4 \leq 0,0295; \quad 0,0190 \leq x_5 \leq 0,0253; \quad 0,0337 \leq x_6 \leq 0,0449; \\ 0,0768 \leq x_7 \leq 0,1024; \quad 0,0904 \leq x_8 < 0,1205; \quad 0,1641 \leq x_9 \leq 0,2188; \\ 0,1108 \leq x_{10} \leq 0,1477; \quad 0,0652 \leq x_{11} < 0,0869; \quad 0,0302 \leq x_{12} \leq 0,0402; \\ 0,0354 \leq x_{13} \leq 0,0475; \quad 0,0210 \leq x_{14} \leq 0,0280; \quad 0,0069 \leq x_{15} \leq 0,0092; \\ 0,0016 \leq x_{16} \leq 0,0022; \quad 0,0050 \leq x_{17} \leq 0,0066; \quad 0,0059 < x_{18} < 0,0079; \\ 0,0028 \leq x_{19} \leq 0,0037; \quad 0,0008 \leq x_{20} < 0,0011 \end{array} \end{array} \right. \quad (2.4^*)$$

и задачи (2.6)

$$\text{найти } \max \begin{cases} -0,1357x_1 - 0,0709x_2 - 0,0246x_3 - 0,0246x_4 - 0,0211x_5 - 0,0374x_6 - 0,0853x_7 - \\ -0,1004x_8 - 0,1823x_9 - 0,1231x_{10} - 0,0724x_{11} - 0,0335x_{12} - 0,0396x_{13} - 0,0233x_{14} - \\ -0,077x_{15} - 0,0018x_{16} - 0,0055x_{17} - 0,0066x_{18} - 0,0031x_{19} - 0,0009x_{20} \end{cases}$$

при

$$\begin{aligned} & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + \dots + x_{20} = 1 \\ & 0,1221 < x_1 < 0,1628; \quad 0,0738 < x_2 \leq 0,0851; \quad 0,0221 \leq x_3 \leq 0,0295; \\ & 0,0221 \leq x_4 \leq 0,0295; \quad 0,0190 < x_5 \leq 0,0253; \quad 0,0337 \leq x_6 \leq 0,0449; \\ & 0,0768 < x_7 \leq 0,1024; \quad 0,0904 \leq x_8 \leq 0,1205; \quad 0,1641 < x_9 \leq 0,2188; \\ & 0,1108 \leq x_{10} \leq 0,1477; \quad 0,0652 \leq x_{11} \leq 0,0869; \quad 0,0302 \leq x_{12} \leq 0,0402; \\ & 0,0354 < x_{13} \leq 0,0475; \quad 0,0210 \leq x_{14} < 0,0280; \quad 0,0069 \leq x_{15} < 0,0092; \\ & 0,0016 \leq x_{16} < 0,0022; \quad 0,0050 < x_{17} \leq 0,0066; \quad 0,0059 < x_{18} \leq 0,0079; \\ & 0,0028 \leq x_{19} \leq 0,0037; \quad 0,0008 \leq x_{20} \leq 0,0011 \end{aligned}$$

(2.6*)

приведены в таблице 2.1:

Табл.2.1

Результаты решения многокритериальных задач

Переменные	Значения искоемых переменных (в относительных единицах)				
	(2.2*)	(2.4*)	(2.6*)	(2.7)	(2.9)
X ₁	0,1577	0,1628	0,1221	0,1221	0,1221
X ₂	0,0738	0,0738	0,0851	0,0738	0,0771
X ₃	0,0221	0,0221	0,0295	0,0295	0,0295
X ₄	0,0221	0,0221	0,0295	0,0295	0,0295
X ₅	0,0190	0,0190	0,0253	0,0253	0,0253
X ₆	0,0337	0,0337	0,0449	0,0449	0,0449
X ₇	0,0768	0,0963	0,0768	0,0768	0,0768
X ₈	0,0904	0,1205	0,0904	0,0904	0,0904
X ₉	0,2188	0,1641	0,1641	0,2188	0,2188
X ₁₀	0,1108	0,1108	0,1108	0,1108	0,1108
X ₁₁	0,0652	0,0652	0,0751	0,0652	0,0652
X ₁₂	0,0302	0,0302	0,0402	0,0302	0,0302
X ₁₃	0,0354	0,0354	0,0475	0,0354	0,0354
X ₁₄	0,0210	0,0210	0,028	0,021	0,021
X ₁₅	0,0069	0,0069	0,0092	0,0069	0,0069
X ₁₆	0,0016	0,0016	0,0022	0,0022	0,0016
X ₁₇	0,0050	0,0050	0,0066	0,0065	0,005
X ₁₈	0,0059	0,0059	0,0079	0,0059	0,0059
X ₁₉	0,0028	0,0028	0,0037	0,0037	0,0028
X ₂₀	0,0008	0,0008	0,0011	0,0011	0,0008
Значение целевой функции	0,1063	0,0052	-0,0949	-0,0153	-0,0155

Из табл.2.1 видно, что значения интегрального показателя качества жизни (целевой функции) в рамках одних и тех же ограничений на объем финансовых ресурсов x_1, x_2, \dots, x_{20} наиболее высоко для случая (задачи) 2.2*, когда на нужды Департаментов, Комитетов и управлений запрошены максимальные средства. В том случае, когда для одних получателей запрашиваются максимальные ресурсы, а для других — минимальные (задача 2.4*), это значение ниже. Еще более низкое значение соответствует заявке на минимальные ресурсы (задача 2.6*). Такие результаты хорошо согласуются с представлениями о том, что чем больше выделяемых ресурсов, тем выше качество жизни и тем самым подтверждают возможность применения предложенной конструкции сверки критериев в качестве интегрального показателя качества жизни населения и оценки степени эффективности управления социально-экономическим развитием города.

2.2.1. Сравнительный анализ методов многокритериальной оптимизации

Применяемый способ формирования целевых функций задач (2.2)-(2.4)-(2.6) таков, что вектор приоритетов направлений расходования средств, компоненты которого служат в качестве коэффициентов при искомым переменных, рассчитывается на основе применения *качественных факторов*, оказывающих существенное влияние на качество жизни (эффективность управления). А в интервальных оценках на возможный диапазон изменения искомым переменных используется *количественная информация*, своими корнями восходящая к нормативам расходования средств, учету специфики организаций — получателей бюджетных средств, финансовому состоянию муниципального образования, себестоимости работ (услуг), производимых (предоставляемых) на ассигнования, величины которых в конечном итоге определяются в результате решения задач (2.2)-(2.4)-(2.6) см. рис. 2.2.



Рис. 2.2. Этапы формализации задачи оптимального распределения ресурсов

Естественен вопрос о том, насколько близко решение многокритериальных задач (2.1), (2.3), (2.5) как задач однокритериальной оптимизации в виде (2.2),(2.4),(2.6) соответственно от решения этих же задач, но в постановках иных, отличных от вышеупомянутых. Проведение сравнительного анализа и выработка рекомендаций по применению различных методов многокритериальной оптимизации приобрело актуальность с 70-х годов прошлого века [92,93,94,95]. В силу сложности проблемы и отсутствия значительного прогресса в теории векторной оптимизации актуален он и сейчас.

В качестве альтернативного варианта предложенному в п.2.2 способу перехода от многокритериальности к однокритериальности рассмотрим наиболее традиционный, в силу своей известности и определенного консерватизма исследователей, подход, согласно которому один показатель (направление расходования средств) считается наиболее важным и ищется его максимальное значение, а остальные показатели переводятся в разряд ограничений.

Финансирование какого направления следует считать наиболее важным, а какие — менее будем определять по значениям компонент результирующего вектора приоритетов (1.7)*. В результате получаем соответствующую задаче 2.2* оптимизационную задачу вида:

$$\begin{array}{l}
 \text{найти} \quad \max \quad x_9 \\
 \text{при} \quad x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{20} = 1 \\
 0,1221 \leq x_1 \leq 0,1628; 0,0738 \leq x_2 \leq 0,0851; 0,0221 \leq x_3 \leq 0,0295; \\
 0,0221 \leq x_4 \leq 0,0295; 0,0190 \leq x_5 \leq 0,0253; 0,0337 \leq x_6 \leq 0,0449; \\
 0,0768 \leq x_7 \leq 0,1024; 0,0904 \leq x_8 \leq 0,1205; 0,1641 \leq x_9 \leq 0,2188; \\
 0,1108 \leq x_{10} \leq 0,1477; 0,0652 \leq x_{11} \leq 0,0869; 0,0302 \leq x_{12} \leq 0,0402; \\
 0,0354 \leq x_{13} \leq 0,0475; 0,0210 \leq x_{14} \leq 0,0280; 0,0069 \leq x_{15} \leq 0,0092; \\
 0,0016 \leq x_{16} \leq 0,0022; 0,0050 \leq x_{17} \leq 0,0066; 0,0059 \leq x_{18} \leq 0,0079; \\
 0,0028 \leq x_{19} \leq 0,0037; 0,0008 \leq x_{20} \leq 0,0011
 \end{array} \quad (2.7)$$

Решением этой задачи являются следующие значения искомым переменных:

$$\begin{array}{l}
 x_1 = 0,1221; x_2 = 0,0771; x_3 = 0,0295; x_4 = 0,0295; x_5 = 0,0253; x_6 = 0,0449; x_7 = 0,0768; \\
 x_8 = 0,0904; x_9 = 0,2188; x_{10} = 0,1108; x_{11} = 0,0652; x_{12} = 0,0302; x_{13} = 0,0354; x_{14} = 0,021; \\
 x_{15} = 0,0069; x_{16} = 0,0016; x_{17} = 0,005; x_{18} = 0,0059; x_{19} = 0,0028; x_{20} = 0,0008.
 \end{array}$$

Их анализ показывает, что из всех возможных вариантов постановки многокритериальной задачи оптимизации более всего задаче (2.7) соответствует следующая:

$$\begin{array}{l}
 \text{найти} \quad x_1 \rightarrow \min \\
 \quad \quad x_2 \rightarrow \min \\
 \quad \quad x_3 \rightarrow \max \\
 \quad \quad x_4 \rightarrow \max \\
 \quad \quad x_5 \rightarrow \max \\
 \quad \quad x_6 \rightarrow \max \\
 \quad \quad x_7 \rightarrow \min \\
 \quad \quad x_8 \rightarrow \min \\
 \quad \quad x_9 \rightarrow \max \\
 \quad \quad x_{10} \rightarrow \min \\
 \quad \quad \dots\dots\dots \\
 \quad \quad x_{20} \rightarrow \min \\
 \quad \quad x_1 + x_2 + \dots + x_{20} = 1 \\
 \text{при} \quad 0,1221 \leq x_1 \leq 0,1628; 0,0738 \leq x_2 \leq 0,0851; 0,0221 \leq x_3 \leq 0,0295; \\
 0,0221 \leq x_4 \leq 0,0295; 0,0190 \leq x_5 \leq 0,0253; 0,0337 \leq x_6 \leq 0,0449; \\
 0,0768 \leq x_7 \leq 0,1024; 0,0904 \leq x_8 \leq 0,1205; 0,1641 \leq x_9 \leq 0,2188; \\
 0,1108 \leq x_{10} \leq 0,1477; 0,0652 \leq x_{11} \leq 0,0869; 0,0302 \leq x_{12} \leq 0,0402; \\
 0,0354 \leq x_{13} \leq 0,0475; 0,0210 \leq x_{14} \leq 0,0280; 0,0069 \leq x_{15} \leq 0,0092; \\
 0,0016 \leq x_{16} \leq 0,0022; 0,0050 \leq x_{17} \leq 0,0066; 0,0059 \leq x_{18} \leq 0,0079; \\
 0,0028 \leq x_{19} \leq 0,0037; 0,0008 \leq x_{20} \leq 0,0011
 \end{array} \quad (2.8)$$

В постановке (2.8) сомнение вызывает лишь второй критерий (по x_2), оптимальное значение которого по результатам решения (2.7) все-таки ближе к минимуму, чем к максимуму.

В п. 2.2 был рассмотрен алгоритм решения подобного рода задач путем перехода к однокритериальным задачам оптимизации, согласно которого (2.8) преобразуется к виду:

$$\left. \begin{array}{l} \text{найти} \\ \text{при} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \max (-0,1357x_1 - 0,0709x_2 + 0,0246x_3 + 0,0246x_4 + 0,0211x_5 + 0,0374x_6 - \\ - 0,0853x_7 - 0,1004x_8 + 0,1823x_9 - 0,1231x_{10} - 0,0724x_{11} - 0,0335x_{12} - \\ - 0,0396x_{13} - 0,0233x_{14} - 0,0077x_{15} - 0,0018x_{16} - 0,0055x_{17} - 0,0066x_{18} - \\ - 0,0031x_{19} - 0,0009x_{20}) \\ x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{20} = 1 \\ 0,1221 \leq x_1 \leq 0,1628; 0,0738 \leq x_2 \leq 0,0851; 0,0221 \leq x_3 \leq 0,0295; \\ 0,0221 \leq x_4 \leq 0,0295; 0,0190 \leq x_5 \leq 0,0253; 0,0337 \leq x_6 \leq 0,0449; \\ 0,0768 \leq x_7 \leq 0,1024; 0,0904 \leq x_8 \leq 0,1205; 0,1641 \leq x_9 \leq 0,2188; \\ 0,1108 \leq x_{10} \leq 0,1477; 0,0652 \leq x_{11} \leq 0,0869; 0,0302 \leq x_{12} \leq 0,0402; \\ 0,0354 \leq x_{13} \leq 0,0475; 0,0210 \leq x_{14} \leq 0,0280; 0,0069 \leq x_{15} \leq 0,0092; \\ 0,0016 \leq x_{16} \leq 0,0022; 0,0050 \leq x_{17} \leq 0,0066; 0,0059 \leq x_{18} \leq 0,0079; \\ 0,0028 \leq x_{19} \leq 0,0037; 0,0008 \leq x_{20} \leq 0,0011 \end{array} \quad (2.9)$$

Зная решение этой задачи в постановке (2.7), трудно уйти от соблазна проверки конструкции построения целевой функции однокритериальной задачи и, в целом, правомочности перехода от (2.8) к (2.9). Полного совпадения значений решения (2.9) решению (2.7) ожидать не приходится, хотя бы из-за ситуации вокруг x_2 , что собственно и подтверждают результаты решения этой задачи на ПК (см. табл. 2.1). Зафиксировав же x_2 на уровне 0,0771, при неизменности остальных ограничений задачи (2.9), получаем идентичную решению (2.7) совокупность компонент вектора $x=(x_1, x_2, \dots, x_{20})$ — табл.2.1.

Такой исход сравнения результатов оптимизации подтверждает правомочность решения многокритериальной задачи типа (2.1) (или (2.3) или (2.5)) как однокритериальной в виде (2.2) ((2.4), (2.6) соответственно). Вопрос о возможности распространения этого подхода на более широкий класс линейных многокритериальных задач с целевыми функциями и ограничениями иной сложности, чем та, которая имеет место в настоящей

работе, выходит за рамки проводимого исследования и здесь не рассматривается.

2.2.2. Структурирование проблемы в виде иерархической системы

Коэффициенты важности направлений расходования средств, используемые для формирования математической модели интегрального показателя качества (1.5*) или (1.7*), рассчитываются исходя из иерархического представления исследуемой проблемы, которое явилось результатом изучения ее целей. Остановимся на основных моментах в построении иерархии целей.

Прежде всего следует руководствоваться понятиями конкретизации и выделения цели и средств достижения цели [166]. Первое означает разбиение цели на более детальные цели нижележащего уровня, которые, в то же время, можно считать средствами для достижения целей вышестоящего уровня. То есть, отталкиваясь от целей нижнего уровня и рассматривая их в качестве достижения целей, расположенных над ними, можно построить иерархию «снизу-вверх». Точно также, детализируя глобальную цель на ряд более мелких, можно построить иерархию «сверху-вниз».

Двигаясь по иерархии вверх, чаще всего исследователь получает очень общую, расплывчатую цель, применить которую в работе трудно. В то же время ответить на вопрос где следует прекратить уточнение целей — если спускаться все ниже по иерархии — тоже трудно. Когда следует остановиться и прекратить формализацию, должен подсказать здравый смысл, основанный на сопоставлении преимуществ и недостатков дальнейшей детализации (практической стороне уровня детализации).

Для того чтобы избежать разрастания иерархии, в [170] предлагается проводить «тест на важность» с любой целью — претендентом. Такая цель включается в иерархию, если ЛПР считает, что состояние исследуемой проблемы может измениться без учета этой цели. При этом исследователь должен помнить о ситуации, когда цели, по отдельности не проходящие «тест на важность», вместе могут оказаться важными.

Что касается расширения иерархии по качественным причинам, то такое разрастание по вертикали целесообразно только в том случае, когда оно дает более ясное представление о соответствующих элементах выплещежащего уровня, а не служит качественной таблицей проверки рассматриваемых аспектов.

Возвращаясь к предлагаемым в настоящей работе иерархиям, нельзя пройти мимо того факта, что, во-первых, как правило, это качественные иерархии целей, а, во-вторых, в муниципальных органах власти ЛПР крайне редко выступает в качестве аналитика. Более реалистична ситуация, когда аналитик формально и детально определяет иерархию целей и представляет результаты и рекомендации лицу, принимающему решение, которое затем выбирает какой-то альтернативный вариант. При этом, чтобы разобраться во всем самому и убедить других в правильности своего решения, ЛПР будет вынужден досконально изучить проблему и найти всеми признанные объективные факторы, приводящие иерархический анализ к объективным критериям, используемым для целей нижнего уровня.

Выбранный набор целей и связанных с ними критериев будет соответствовать исследуемой проблеме, если последние обладают свойствами [14,44,167,168,169]:

- 1) полноты — охватывают все важные аспекты проблемы;
- 2) действенности — могут быть с пользой применены в анализе;
- 3) разложимости — способны упростить процесс оценки путем разбиения его на части;
- 4) неизбыточности — исключают дублирование учета различных аспектов последствий;
- 5) минимальности — обеспечивают минимальную размерность проблемы.

Свойство полноты предполагает включение в состав целей нижнего уровня иерархии всех аспектов заинтересованности исследователя в изучаемой проблеме. Действенность означает, что критерии иерархии помогают ЛПР принять лучший вариант решения проблемы, чему в значительной сте-

исни способствует правильный выбор из большого числа разнообразных факторов наиболее существенных. Разложимость крайне желательна при анализе возможных последствий и суждений лица, принимающего решение о неопределенных событиях. Найти количественное выражение предпочтений в общем случае, без раздробления процесса оценки крайне трудно, т.к. это предполагает построение n -мерной функции полезности (при n -критериях) или совместного распределения вероятностей для событий, с которыми связана учитываемая неопределенность. Впрочем, независимость элементов иерархии на каждом уровне значительно упрощает ситуацию. Неизбыточность означает, что критерии определены так, что учет одних и тех же аспектов возможных последствий невозможен. Что же касается минимальной размерности, то это естественно, чтобы перечень критериев был настолько мал, насколько это возможно. Ведь рост числа критериев обуславливает трудности последующего иерархического синтеза (в установлении количественных оценок «весов» элементов нижнего уровня иерархии на основании суждений ЛПР).

Еще один важный момент в построении иерархии — это неединственность совокупности критериев. То, что перечень критериев может быть не единственным как для какой-то исследуемой проблемы, так и для соответствующей иерархии целей, это факт и это естественно. А решение о том, какой набор критериев лучше применить, зависит от того, где и как планируется использовать результаты иерархического анализа (синтеза), а также от сложности (возможности) проведения подобной операции.

Другими словами, для изучаемой проблемы не существует единственного варианта иерархии целей. Она может измениться вместе с изменением степени формализации проблемы (количеством целей), а, самое главное, вместе с изменением видения проблемы ЛПР. Два различных подхода к анализу возможностей в рассматриваемой проблеме (качества жизни населения города, например) приводят к двум различным иерархиям, а это дает возмож-

ность определить и проиллюстрировать различные варианты, имеющиеся у лица, принимающего решение.

2.3. Альтернативный вариант оценки эффективности управления социально-экономическим развитием города

Представляется, что в качестве критерия эффективности управления социально-экономическим развитием города может быть использован показатель \mathcal{E}_y , сопоставляющий изменение качества жизни населения $KЖ_1$, с затратами C , потребовавшимися для достижения $KЖ_1$ за определенный период времени (обычно за год) [11]:

$$\mathcal{E}_y = KЖ_1 / C \quad (2.10)$$

В [67] эффект от реализации территориального социально-экономического потенциала, являющийся числителем приведенной выше дроби, предлагается рассматривать как сумму двух составляющих, одна из которых характеризует прирост качества жизни населения (в нашем случае это $KЖ_1$), а другая вклад территории в решение региональных и федеральных проблем, что на уровне города, как правило, находит отражение в соответствующих поступлениях в бюджет и, таким образом, также входит в $KЖ_1$. Что касается затрат C , то они очевидны — в нашем случае это расходная часть городского бюджета, а в общем случае «они зависят от специфики конкретных мероприятий по реализации потенциала и могут быть определены по известным в практике расчетов эффективности крупных инвестиционных проектов методикам» [67,104,105,106].

Усиление роли планирования в практике муниципального управления предполагает, в числе основных, разработку не только планово-финансовых, но и прогнозно-стратегических документов. Показатель (2.10), помимо оценки эффективности управления за какой-то прошедший год, можно использовать и для прогноза на ближайшие годы, предварительно спрогнозировав изменение качества жизни и размер бюджета.

Предсказываемое значение КЖ₁ может быть определено как точечный прогноз при подстановке в (1.5) соответствующих значений факторов $D_x, C_o, Z_o, \dots, P_x$. Этот прогноз дополняется вычислением стандартной ошибки и доверительного интервала.

Вначале средствами Microsoft Excel (или Statistica) проводится аналитическое выравнивание временных рядов, соответствующим всем десяти факторам, входящим в модель (1.5) — доходам населения, бюджетным отчислениям на социальное обеспечение, на нужды здравоохранения и т.д. — по статистическим данным за несколько предыдущих лет. Затем, по полученным таким образом зависимостям $D_x = D_x(t)$, $C_o = C_o(t), \dots$, $P_x = P_x(t)$, строится точечный прогноз D_x, C_o, \dots, P_x , который используется как для оценки предсказываемого значения затрат (ресурсного потенциала) C , так и для оценки КЖ. Реализация описанного подхода позволяет получить и точечную и интервальную оценки прогнозного значения показателя эффективности управления \mathcal{E}_y .

Безусловно, вычисление значения \mathcal{E}_y является важным этапом в оценке эффективности управления социально-экономическим развитием города, однако оно мало что дает без возможности сравнения его с аналогичными значениями за предыдущие годы и с ожидаемыми значениями на ближайшую перспективу. Технологию получения прогноза (традиционную, принятую в Microsoft Excel) мы уже описали (о ее недостатках и причинах использования иной, основанной на применении теории нечетких множеств, будет сказано в следующем параграфе). Для получения динамики рассматриваемого показателя нужно рассчитать и за предыдущие годы соответствующие значения \mathcal{E}_y . Чтобы это сделать, необходимы:

- значения параметров расходной части бюджета за последние 8-10 лет;
- официальные статистические данные по доходам населения за этот же период;

- четкое закрепление статей бюджета за соответствующими факторами, входящими в функцию качества жизни (1.5);
- достоверность исходной информации.

Что касается последнего пункта, то трудно поверить в то, что можно принимать хорошее решение на основе ложной информации. Более того, сообщение достоверной информации — одно из свойств оптимального механизма управления [7]. Однако в настоящее время, в силу ряда особенностей экономической жизни страны, рассматриваемый механизм управления (социально-экономическим развитием города) к механизму открытого управления, в котором решения принимаются на основе абсолютно достоверной информации, отнести нельзя. Но это не уменьшает актуальности и значения рассматриваемого материала. Проводимые же ниже графические иллюстрации результатов исследования (рис.2.3) основаны большей частью на использовании официальных данных по расходной части бюджета г. Тольятти и условно достоверной статистике по доходам населения этого города [107,108].

Возможности предлагаемого подхода не ограничиваются только оценкой значений показателя эффективности управления и построения краткосрочного прогноза. Стремление городских властей повысить эффективность управления должно подталкивать их к принятию решений (в том числе по распределению бюджетных средств) в соответствии с максимумом показателя (2.10). Зная возможный «коридор» изменения показателя и задействованные для этого ресурсы, можно однозначно ответить на вопрос, что дает оптимальное распределение ресурсов и какова оценка эффективности управления, если таким распределением пренебречь.

Ответ на вопрос об оценке эффективности управления, если оптимальным распределением ресурсов пренебречь, может дать расчет показателя \mathcal{E} , в соответствии с формулами (1.5), (2.10). Ведь распределение ресурсов в соответствии с найденным вектором приоритетов W (положенным в основу записи (1.5)) можно считать «подходящим», «рациональным», но не оптимальным. (Таковым можно принять и распределение ресурсов в бюджетах про-

ных лет). Оптимальное же распределение ресурсов может быть получено в результате решения следующей оптимальной задачи:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{найти} \quad \max (0,2305 * D_x + 0,0650 * C_o + 0,2227 * Z_d + 0,2506 * O_b + 0,0239 * J_y + 0,1067 * C_y + \\ \quad + 0,0130 * Y_d + 0,0409 * T_p + 0,0130 * \mathcal{E}_k + 0,0339 * \Pi_x) / \\ \quad (C_o + Z_d + O_b + J_y + C_y + Y_d + T_p + \mathcal{E}_k + \Pi_x) \\ \text{при} \quad D_x + C_o + Z_d + O_b + J_y + C_y + Y_d + T_p + \mathcal{E}_k + \Pi_x \leq C' \\ \quad D_{x \min} \leq D_x \leq D_{x \max}; \quad C_{o \min} \leq C_o \leq C_{o \max}; \\ \quad Z_{d \min} \leq Z_d \leq Z_{d \max}; \quad O_{b \min} \leq O_b \leq O_{b \max}; \\ \quad J_{y \min} \leq J_y \leq J_{y \max}; \quad C_{y \min} \leq C_y \leq C_{y \max}; \\ \quad Y_{d \min} \leq Y_d \leq Y_{d \max}; \quad T_{p \min} \leq T_p \leq T_{p \max}; \\ \quad \mathcal{E}_{k \min} \leq \mathcal{E}_k \leq \mathcal{E}_{k \max}; \quad \Pi_{x \min} \leq \Pi_x \leq \Pi_{x \max}; \end{array} \right. \quad (2.11)$$

Здесь C' — расходная часть бюджета за интересующий исследователя год, увеличенная на сумму доходов населения за тот же период;

$[D_{x \min}, D_{x \max}]$ — возможный диапазон изменения доходов населения, получаемый как доверительный интервал прогнозного значения D_x . Предсказуемое значение доходов населения (как среднедушевой доход) рассчитывается на основе применения нечеткой логики (см.след. параграф). Именно на его базе вычисляется среднегодовая сумма доходов населения, входящая в C' , и возможный диапазон $[D_{x \min}, D_{x \max}]$;

$C_{o \max}, Z_{d \max}, \dots, \Pi_{x \max}$ — параметры идеального (утопического) бюджета, учитывающего в полной мере все потребности соответствующего направления расходования средств;

$C_{o \min}, Z_{d \min}, \dots, \Pi_{x \min}$ — суммы ассигнований, покрывающие минимально возможные потребности соответствующих направлений расходования средств.

Задача (2.11) относится к классу задач дробно-линейного программирования которая, будучи приведенной к эквивалентной задаче линейного программирования методом преобразования переменных [202]

$$y_i = x_i \rho, \text{ где } i = \overline{1,10}; x_1 = D_x; x_2 = C_o; \dots; x_{10} = \Pi_x \text{ и } \rho = 1/(x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_{10})$$

$$\text{найти } \max(0,2305y_1 + 0,0650y_2 + 0,2227y_3 + 0,2506y_4 + 0,0239y_5 + 0,1067y_6 + 0,0130y_7 + 0,0409y_8 + 0,0130y_9 + 0,0339y_{10})$$

$$\text{при } y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 - C^* \cdot \rho \leq 0$$

$$\begin{aligned} \rho * D_{x \min} \leq y_1 \leq \rho * D_{x \max}; \quad \rho * C_{o \min} \leq y_2 \leq C_{o \max}; \\ \rho * Z_{\partial \min} \leq y_3 \leq \rho * Z_{\partial \max}; \quad \rho * O_{\partial \min} \leq y_4 \leq \rho * O_{\partial \max}; \\ \rho * Ж_{y \min} \leq y_5 \leq \rho * Ж_{y \max}; \quad \rho * C_{y \min} \leq y_6 \leq \rho * C_{y \max}; \\ \rho * Y_{\partial \min} \leq y_7 \leq \rho * Y_{\partial \max}; \quad \rho * T_{p \min} \leq y_8 \leq \rho * T_{p \max}; \\ \rho * Э_{k \min} \leq y_9 \leq \rho * Э_{k \max}; \quad \rho * \Pi_{x \min} \leq y_{10} \leq \rho * \Pi_{x \max}; \\ y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} = 1 \end{aligned} \quad (2.12)$$

решается средствами Microsoft Excel. При согласованных с аналитиками мэрии верхних и нижних значениях пределов изменения искомым перемснных, неизменности предпочтений экспертов на интересующий исследователя промежуток времени (5 лет), результаты решения задачи (2.12) и расчетов по формуле (2.10) могут быть представлены следующим образом:

Эффективность управления

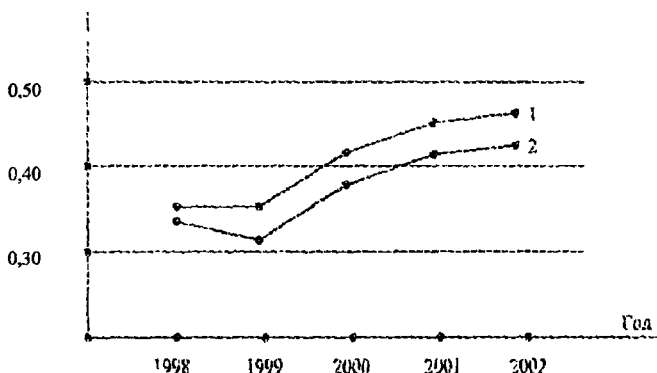


Рис. 2.3. Динамика значений показателя эффективности управления

Как видно из рисунка, в целом эффективность управления растет. Однако главное в том, что предлагаемый подход позволяет определить диапазон от оптимального (кривая 1) до рассчитанного по формуле (2.10) — кривая 2 — значения показателя Эу при одних и тех же затратах (ресурсном потенциале). Этот возможный сдвиг означает перераспределение ресурсов между расходными статьями бюджета и соответствующее изменение величины среднеду-

нового дохода. Все это позволяет руководству социально-экономического блока мэрии иметь представление о том, какой может быть оценка их работы применительно к обеим ситуациям.

2.4. Применение метода нечетких множеств в прогнозировании доходов населения

Прогноз доходов населения, будучи неотъемлемым элементом модели социально-экономического развития, играет важную роль в формировании комплекса практических мер по ее реализации. Известны статистические, адаптивные, имитационные, экспертно-статистические модели (в трудах С.А. Айвазяна, Н.М. Римашевской, А.Х. Карапетяна, Н.Е. Рабкиной, Л.А. Миграновой и др. учёных), используемые для решения рассматриваемой задачи прогнозирования [109,110,111,192]. Однако принятие решения на основе этих, ставших уже классическими, методов и моделей часто не даёт желаемого эффекта по причине значительных погрешностей и рисков. Основными причинами этого является, во-первых, невозможность учёта всех источников доходов населения, во-вторых, отсутствие достаточно полной непротиворечивой априорной информации и, в-третьих, влияние на процессы формирования доходов разного рода неконтролируемых внешних воздействий.

Поэтому решение интересующей нас задачи будем осуществлять с учётом того обстоятельства, что информация, лежащая в основе этой процедуры, неполная и нечёткая.

Применение в этой ситуации нечёткой логики (в виде модели нечётких временных рядов [56,112,113]) представляется, таким образом, вполне логичным и естественным шагом. Тем более, что по сравнению с другими методами, погрешность прогнозирования в этом случае минимальная [114,115,117].

Известно [116], что нечёткий временной ряд $\{\tilde{Y}(t)\}$ включает совокупность нечётких множеств X^t , $t = 1, 2, \dots$. При условии, что составляющие этого ряда X^t принимают лингвистические значения, $\tilde{Y}(t)$ представляет собой нечёткую функцию аргумента t , значениями которой служат нечёткие словесные

понятия типа «низкое», «среднее», «высокое» и т.п., которыми на практике пользуется человек. Лингвистические переменные дают возможность учёта качественных факторов и, таким образом, неопределённости решаемой задачи.

Уже отмечалось, что основой нашего исследования являются эмпирические данные — временной ряд $\{Y(t)\}$ наблюдений (денежные доходы в среднем на душу населения). «Погружение» этого ряда в нечёткую среду и позволит получить нечёткую функцию $\tilde{Y}(t)$ аргумента t в универсальном множестве U со значениями в виде нечётких интервалов X^t с функцией принадлежности $\mu_{X^t}(u_i)$, т.е. $X^t = \{\mu_{X^t}(u_i)/u_i, u_i \in U, \mu_{X^t}(u_i) \in [0,1]\}$, что означает, что любая точка из интервала u_i будет принадлежать множеству X^t со степенью принадлежности $\mu_{X^t}(u_i) = \mu_i(t)$ с заданными числами $\mu_i(t), i = \overline{1, m}$ при каждом фиксированном $t = 1, 2, \dots$. Здесь $U = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ — полное множество (в нашем случае интервал числовой оси), составленный из интервалов $u_i, i = \overline{1, m}$, а нечёткое множество X универсального множества U определяется следующим образом:

$$X = \{(\mu_X(u_1)/u_1), (\mu_X(u_2)/u_2), \dots, (\mu_X(u_m)/u_m)\}$$

при этом $\mu_{X^t}(u_i)$ — функция принадлежности, отображающая элементы u_i на множество вещественных чисел отрезка $[0, 1]$, которые указывают степень принадлежности u_i множеству $X, \mu_X(u_i) \in [0,1]$;

«/» — символ, показывающий, что значение μ_i относится к элементу, следующему за ним (а не означает деление на u_i).

Перейдём теперь непосредственно к формулировке и решению задачи прогнозирования. Для этого необходимо построить модель нечёткого временного ряда, провести её идентификацию и, после этого, получить перспективный прогноз. Вся эта процедура реализуется посредством следующего многоэтапного исследования (которое для большей ясности проведем на реальном нечетком временном ряде).

Этап 1. Определение полного множества U . Для этого в табл.2.2, воспроизведём динамику денежных доходов населения Самарской области за

1993–2003 г.г. (в среднем на душу населения в месяц, тыс. руб.) [118] и их приростов между каждым последующим и предыдущим годами.

Табл. 2.2

Год t	Доходы тыс.руб. $D(t)$	Прирост тыс.руб $V(t)$	Фазсификация прироста доходов населения (результаты реализации этапа 4)
1993	49,2		
1994	182,1	132,9	$A^{34} = \{(0,99/u_1), (0,93/u_2), (0,82/u_3), (0,69/u_4), (0,58/u_5), (0,48/u_6), (0,40/u_7)\}$
1995	475,6	293,5	$A^{35} = \{(1/u_1), (0,98/u_2), (0,91/u_3), (0,80/u_4), (0,68/u_5), (0,56/u_6), (0,46/u_7)\}$
1996	730,5	254,9	$A^{36} = \{(1/u_1), (0,98/u_2), (0,89/u_3), (0,77/u_4), (0,65/u_5), (0,54/u_6), (0,45/u_7)\}$
1997	928,3	197,8	$A^{37} = \{(1/u_1), (0,95/u_2), (0,85/u_3), (0,73/u_4), (0,62/u_5), (0,51/u_6), (0,42/u_7)\}$
1998	1201,0	272,7	$A^{38} = \{(1/u_1), (0,98/u_2), (0,90/u_3), (0,79/u_4), (0,66/u_5), (0,55/u_6), (0,45/u_7)\}$
1999	2028,0	827,0	$A^{39} = \{(0,73/u_1), (0,85/u_2), (0,95/u_3), (1/u_4), (0,97/u_5), (0,89/u_6), (0,77/u_7)\}$
2000	2600,0	572,0	$A^{40} = \{(0,83/u_1), (0,97/u_2), (1/u_3), (0,95/u_4), (0,85/u_5), (0,73/u_6), (0,61/u_7)\}$
2001	3256,0	656,0	$A^{41} = \{(0,85/u_1), (0,94/u_2), (1/u_3), (0,98/u_4), (0,90/u_5), (0,78/u_6), (0,66/u_7)\}$
2002	4260,0	1004,0	$A^{42} = \{(0,62/u_1), (0,74/u_2), (0,86/u_3), (0,96/u_4), (1/u_5), (0,98/u_6), (0,88/u_7)\}$
2003	5716,0	1456,0	$A^{43} = \{(0,40/u_1), (0,48/u_2), (0,58/u_3), (0,70/u_4), (0,82/u_5), (0,93/u_6), (1/u_7)\}$

Строго говоря, универсальное множество U должно иметь своими границами наименьшее и наибольшее значения приростов доходов (132,9 и 1456,0 соответственно).

Однако для большего удобства оперирования с ним несколько расширим его до множества в границах:

$$U = [130, 1460]$$

Этап 2. Разделение множества U на несколько интервалов равной длины. Таких интервалов u_i , $i = \overline{1, n}$ длиной в 190 тыс. руб.) у нас семь ($n=7$)

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_7\}:$$

$$u_1 = [130, 320]; u_2 = [320, 510]; u_3 = [510, 700]; u_4 = [700, 890];$$

$$u_5 = [890, 1080]; u_6 = [1080, 1270]; u_7 = [1270, 1460]$$

Точки, делящие эти интервалы пополам, имеют координаты $u_{cp}^1 = 225$; $u_{cp}^2 = 415$; $u_{cp}^3 = 605$; $u_{cp}^4 = 795$; $u_{cp}^5 = 985$; $u_{cp}^6 = 1175$; $u_{cp}^7 = 1365$

Этап 3. Определение множества нечётких множеств в универсальном множестве U (введение лингвистической переменной и определение соответствующих значений этой переменной).

Разумно предположить, что лингвистическая переменная, де-факто уже введённая ранее, — прирост доходов населения — может принимать следующие значения:

- очень низкий уровень прироста доходов населения (ОНУПДН);
- низкий уровень прироста доходов населения (НУПДН);
- средний уровень прироста доходов населения (СУПДН);
- неизменный уровень прироста доходов населения (НеУПДН);
- нормальный уровень прироста доходов населения (НоУПДН);
- высокий уровень прироста доходов населения (ВУПДН);
- очень высокий уровень прироста доходов населения (ОВУПДН),

каждому из которых соответствует нечёткая переменная. Например, значение «очень низкий уровень прироста доходов населения» может задаваться нечёткой переменной $\langle \text{ОНУПДН}, [130, 320], A_1 \rangle$, где A_1 — нечёткое множество с областью определения $[130, 320]$.

Нечёткие множества A_1, A_2, \dots, A_7 в полном множестве U определяются с помощью функций принадлежности вида

$$\mu_{A_j}(u_j) = \{1 + [c(V - u_{cp}^j)]^2\}^{-1} \quad (2.13)$$

где u_{cp}^j — координаты точек, делящих интервалы u_j , $j = \overline{1,7}$ пополам;

V — численные значения прироста доходов населения (из табл. 2.2);

$c = \text{const} = 0,001$ — подобрано так, чтобы обеспечить преобразование чётких чисел в нечёткие (лежащие в $[0, 1]$).

Последовательно принимая в качестве значений переменной V средние точки интервалов u_j , (одному значению V здесь соответствует семь пар значений u_j, u_{cp}^j), получаем представление нечётких множеств:

$$A_1 = \{(1/u_1), (0,97/u_2), (0,87/u_3), (0,75/u_4), (0,63/u_5), (0,53/u_6), (0,43/u_7)\}$$

$$A_2 = \{(0,97/u_1), (1/u_2), (0,97/u_3), (0,87/u_4), (0,75/u_5), (0,63/u_6), (0,53/u_7)\}$$

$$A_3 = \{(0,87/u_1), (0,97/u_2), (1/u_3), (0,97/u_4), (0,87/u_5), (0,75/u_6), (0,63/u_7)\}$$

$$A_4 = \{(0,75/u_1), (0,97/u_2), (0,87/u_3), (0,75/u_4), (0,63/u_5), (0,53/u_6), (0,43/u_7)\}$$

$$A_5 = \{(0,63/u_1), (0,75/u_2), (0,87/u_3), (0,97/u_4), (1/u_5), (0,97/u_6), (0,87/u_7)\}$$

$$A_6 = \{(0,53/u_1), (0,63/u_2), (0,75/u_3), (0,87/u_4), (0,97/u_5), (1/u_6), (0,97/u_7)\}$$

$$A_7 = \{(0,43/u_1), (0,53/u_2), (0,63/u_3), (0,75/u_4), (0,87/u_5), (0,97/u_6), (1/u_7)\}$$

Этап 4. Преобразование чётких количественных значений прироста доходов населения в нечёткие (фаззификация исходных данных). Реализация

этого этапа позволяет учесть соответствующие количественным значениям качественные представления о динамике доходов населения.

В табл.2.2 приведены итоги фазсификации приростов доходов V_j за все 10 лет — с 1994 по 2003 год. Эти результаты облечены в форму нечётких множеств приростов доходов за 1994 год, 1995 год,..., 2003 год — Λ^{94} , Λ^{95} ,..., Λ^{03} соответственно, в аналитической записи которых функции принадлежности $\mu_{\Lambda}(u_j)$ вычислены по формуле (2.13).

Этап 5. Непосредственно прогнозирование доходов населения в символах нечёткой логики.

Для этого вначале определимся с объёмом выборки временного ряда наблюдений, на базе которого будет строиться прогноз. Статистические данные о доходах населения за 1993–2003 г.г. довольно сложно корректно сопоставить с аналогичными данными более раннего периода, к тому же последние носят неполный, выборочный характер. Поэтому предысторию длиной в 6 лет будем считать вынужденным компромиссом между желанием иметь объём выборки, больший, чем 6 наблюдений, и отсутствием полной непротиворечивой априорной информации.

Чтобы получить прогнозируемое значение прироста доходов для года t (в виде нечёткого множества $F(t)$), необходимо [113,114] вычислить матрицу нечётких отношений $R(t)$, которая определяется посредством операции пересечения двух нечётких множеств, представленных в виде матрицы нечётких приростов доходов населения $S(t)$ за $(t-2)$, $(t-3)$, $(t-4)$, $(t-5)$, $(t-6)$ — годы и матрицы нечёткого прироста доходов $N(t)$ за $(t-1)$ — год соответственно:

$$R(t)[i, j] = S(t)[i, j] \cap N(t)[i, j] = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{i1} & r_{i2} & \dots & r_{ij} \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

Тогда $F(t) = [\max(r_{11}, r_{21}, \dots, r_{i1}) \max(r_{12}, r_{22}, \dots, r_{i2}) \dots \max(r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{ij})]$

Так, для оценки численного значения прогноза прироста доходов населения за 2000 год, необходимо выполнить следующие действия:

$$S(2000) = \begin{array}{|c|cccccc|l} \hline \text{онупдн} & \text{нупдн} & \text{супдн} & \text{н}_2\text{упдн} & \text{н}_3\text{упдн} & \text{вупдн} & \text{овупдн} & \\ \hline 0,99 & 0,93 & 0,82 & 0,69 & 0,58 & 0,48 & 0,40 & \text{нечеткий прирост за 1994г} \\ 1 & 0,98 & 0,91 & 0,80 & 0,68 & 0,56 & 0,46 & \text{нечеткий прирост за 1995г} \\ 1 & 0,98 & 0,89 & 0,77 & 0,65 & 0,54 & 0,45 & \text{нечеткий прирост за 1996г} \\ 1 & 0,95 & 0,85 & 0,73 & 0,62 & 0,51 & 0,42 & \text{нечеткий прирост за 1997г} \\ 1 & 0,98 & 0,90 & 0,79 & 0,66 & 0,55 & 0,45 & \text{нечеткий прирост за 1998г} \\ \hline \end{array}$$

$$N(2000) = |0,73 \ 0,85 \ 0,95 \ 1 \ 0,97 \ 0,89 \ 0,77| - \text{нечеткий прирост за 1999г.}$$

$$R(2000) = \begin{array}{|c|cccccc|} \hline 0,73 & 0,85 & 0,82 & 0,69 & 0,58 & 0,48 & 0,40 \\ 0,73 & 0,85 & 0,91 & 0,80 & 0,68 & 0,56 & 0,46 \\ 0,73 & 0,85 & 0,89 & 0,77 & 0,65 & 0,54 & 0,45 \\ 0,73 & 0,85 & 0,85 & 0,73 & 0,62 & 0,51 & 0,42 \\ 0,73 & 0,85 & 0,90 & 0,79 & 0,66 & 0,55 & 0,45 \\ \hline \end{array}$$

Наконец,

$$F(2000) = |0,73 \ 0,85 \ 0,91 \ 0,80 \ 0,68 \ 0,56 \ 0,46|$$

Производя аналогичные расчеты для остальных годов, получаем

$$F(2001) = |0,83 \ 0,97 \ 1 \ 0,95 \ 0,85 \ 0,73 \ 0,61|$$

$$F(2002) = |0,85 \ 0,94 \ 1 \ 0,98 \ 0,90 \ 0,78 \ 0,66|$$

$$F(2003) = |0,62 \ 0,74 \ 0,86 \ 0,96 \ 0,97 \ 0,89 \ 0,77|$$

$$F(2004) = |0,40 \ 0,48 \ 0,58 \ 0,70 \ 0,82 \ 0,93 \ 0,88|$$

Этап 6. Преобразование нечетких значений приростов доходов в четкие (дефазсификация полученных на предыдущем этапе результатов вычислений).

Реализация этой операции может быть осуществлена с помощью формулы

$$V(t) = \frac{\sum_{i=1}^7 \mu_i(u_i) u'_{i,t}}{\sum_{i=1}^7 \mu_i(u_i)}$$

Здесь $\mu_i(u_i)$ — значения функций принадлежности для рассматриваемого (прогнозируемого) года, вычисленные на этапе 5, а $u'_{i,t}$ — координаты точек, делящих интервалы u_i универсального множества U пополам.

Для 2000 года, рассматриваемого в качестве примера, имеем:

$$V(2000) = \frac{0,73 * 226,45 + 0,85 * 415 + 0,91 * 605 + 0,80 * 795 + 0,68 * 985 + 0,56 * 1175 + 0,46 * 1369}{0,73 + 0,85 + 0,91 + 0,80 + 0,68 + 0,56 + 0,46} = \frac{3662,14}{4,99} = 733,9 \text{ (тыс.руб.)}$$

Прибавляя полученное значение прироста доходов к величине доходов населения за 1999 год, получаем прогнозируемое значение в размере

$$P_{\text{прогн}}(2000) = 2028,0 + 733,9 = 2761,9 \text{ (тыс. руб.)}$$

Качество используемой в статье модели прогнозирования может быть измерено средней ошибкой аппроксимации. Применительно к только что вычисленному $P_{\text{прогн}}(2000)$ можно сказать, что абсолютная ошибка аппроксимации составляет

$$A_1 = \left| \frac{P_{\text{факт}}(2000) - P_{\text{прогн}}(2000)}{P_{\text{факт}}(2000)} \right| * 100\% = \left| \frac{2600 - 2761,9}{2600} \right| * 100\% = 6,23\%$$

Продолжая вычисления по оценке $P_{\text{прогн}}(2001)$, $P_{\text{прогн}}(2002)$, $P_{\text{прогн}}(2003)$, завершим ретроспективный анализ прогноза и получим среднюю ошибку аппроксимации:

$$V(2001) = 670,2 \text{ (тыс. руб.); } P_{\text{прогн}}(2001) = 3270,2 \text{ (тыс. руб.); } P_{\text{факт}} = 3256 \text{ (тыс. руб.);}$$

$$A_2 = 0,44\%$$

$$V(2002) = 764,8 \text{ (тыс. руб.); } P_{\text{прогн}}(2002) = 4020,8 \text{ (тыс. руб.); } P_{\text{факт}} = 4260 \text{ (тыс. руб.);}$$

$$A_3 = 5,62\%$$

$$V(2003) = 823,8 \text{ (тыс. руб.); } P_{\text{прогн}}(2003) = 5083,8 \text{ (тыс. руб.); } P_{\text{факт}} = 5716 \text{ (тыс. руб.);}$$

$$A_4 = 11,06\%$$

Средняя ошибка аппроксимации (по совокупности из 4 значений) составляет, таким образом,

$$A = \frac{1}{n} \sum_i A_i = 5,84\%$$

что говорит о вполне приемлемом уровне адекватности рассматриваемой модели прогнозирования.

Прогнозное значение прироста доходов населения Самарской области и величины самих доходов на 2004 год

$V(2004) = 898,2$ (тыс. руб.); $P_{\text{прогн}}(2004) = 6614,2$ (тыс. руб.), что на 548 тыс.руб. отстает от официальных данных [146].

Динамика изменения средней ошибки аппроксимации по годам:

2000 год	факт<прогн	6,23%
2001 год	факт<прогн	0,44%
2002 год	факт>прогн	5,62%
2003 год	факт>прогн	11,06%
2004 год	факт>прогн	7,65%

Таким образом наблюдается увеличение разрыва между фактическим и прогнозируемым значениями доходов населения: после спада в 1999 году с 2000 года происходит стабильное высокое увеличение доходов: сначала (с 2000 по 2001 год) на 84 р., затем на 348 р. (с 2001 года по 2002г.) на 452 р. (с 2002г. по 2003г.). При сохранении темпов прироста это может привести к значительной величине абсолютной ошибки аппроксимации и, соответственно, к неприемлемому уровню адекватности используемой модели прогнозирования.

Проанализируем работу модели (2.14), несколько изменив алгоритм прогнозирования (в символах нечеткой логики).

Если из матрицы $S(t)$ вычлнить матрицу нечетких приростов доходов $M(t)$ за (t-2)-год, т.е. придать больший вес данным (t-2) года, равнозначный данным предпоследнего, т.е. (t-1) года и рассмотреть формулу (2.14) в виде

$$R(t) = S(t) \cap (M(t) \cap N(t)) \quad (2.14')$$

то получим

$$M(t) \cap N(t) = |0,73 \ 0,85 \ 0,90 \ 0,79 \ 0,66 \ 0,55 \ 0,45|$$

$$R(t) = \begin{vmatrix} 0,73 & 0,85 & 0,82 & 0,69 & 0,58 & 0,48 & 0,40 \\ 0,73 & 0,85 & 0,90 & 0,79 & 0,66 & 0,55 & 0,45 \\ 0,73 & 0,85 & 0,89 & 0,77 & 0,65 & 0,54 & 0,45 \\ 0,73 & 0,85 & 0,85 & 0,73 & 0,62 & 0,51 & 0,42 \end{vmatrix}$$

$$F(2000) = |0,73 \ 0,85 \ 0,90 \ 0,79 \ 0,66 \ 0,55 \ 0,45|$$

Таким образом, $F(2000)$ несколько отличается от $F(2000)$, вычисленного с использованием (2.14'), что означает превалирование в расчетах по приросту доходов за 2000 год данных двух лет — за 1998 и 1999 годы, приводящих к

результату $V(2000)=732,3$ р. и $P_{\text{прогн}}(2000)=2760,3$ р. (Здесь и далее доходы приводятся с учетом деноминации 1998 года). Однако разница составляет всего 1,6 р.: настолько полученное значение меньше рассчитанного с использованием формулы (2.14).

Проведя расчеты по данным 2001,2002,2003 гг, получаем:

$V(2001) = 733,0$;	$P_{\text{прогн}}(2001) = 3333,0$	3270,2	3256
$V(2002) = 756,7$;	$P_{\text{прогн}}(2002) = 4012,7$	4020,8	4260
$V(2003) = 803,7$;	$P_{\text{прогн}}(2003) = 5063,7$	5083,8	5716
$V(2004) = 884,2$;	$P_{\text{прогн}}(2004) = 6600,2$	6614,2	7162
		ф-ла (2.10)	факт.значение

Таким образом, в условиях из года в год увеличивающегося среднедушевого дохода с темпом роста порядка 1,5 тыс.руб. в год, изменения в алгоритме (2.14) нецелесообразны.

Полученные результаты можно сопоставить с точечным прогнозом на основе статистической модели (аналитической функции для моделирования тенденции временного ряда). Такая функция, в соответствии с информационными технологиями, принятыми в EXCEL, может быть линейной, гиперболой, экспонентой, степенной или параболой второго и более порядков. Реализация процедуры выбора формы тренда показала, что наиболее востребованной является линейная модель (при значениях коэффициента детерминации R^2 от 0,93 до 0,96 и объёмах выборок в 7 элементов). Средняя ошибка аппроксимации по результатам, приведённым в табл. 2.3 составила 19,17%, что более чем в 3 раза превышает аналогичный показатель для модели на основе нечёткой логики. Это позволяет сделать вывод о возможности использования последней в прогнозировании денежных доходов населения.

Табл.2.3

Прогноз доходов населения	2000 год	2001 год	2002 год	2003 год	Средняя ошибка аппроксимации
Модель четкого временного ряда	2002,0	2710,8	3484,8	4050,1	19,17%
Модель нечеткого временного ряда	2761,9	3270,2	4020,8	5083,8	5,84%

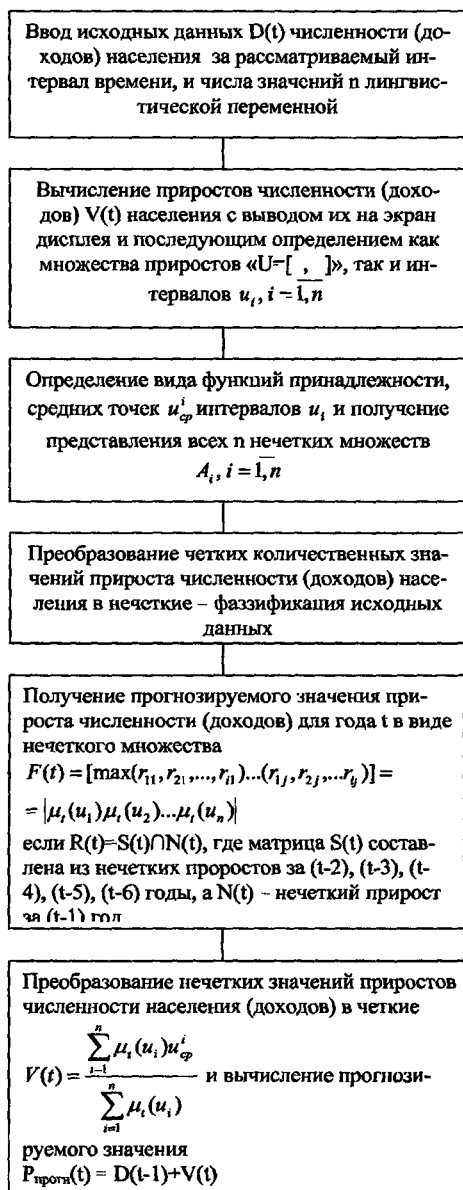


Рис.2.4. Схема алгоритма прогнозирования численности (доходов) населения

Программная версия нечёткой прогнозной модели допускает использование представительного статистического материала и получение прогноза на отдалённую перспективу, что очень важно для её практического применения.

Рассмотренный подход для прогнозирования среднедушевого дохода используем и для решения задачи прогнозирования численности населения. Ведь если размер бюджета города на следующий год известен на момент его распределения по статьям и получателям, то ни среднедушевой доход, ни численность и, разумеется, предполагаемая сумма доходов населения за рассматриваемый период времени, неизвестны. Значения этих параметров могут быть только спрогнозированы, а затем уже учтены в модели (2.11). Тогда все факторы этой оптимизационной задачи будут приведены к одному промежутку времени (году), а поскольку все они имеют к тому же одну и ту же единицу измерения (руб), то неизбежную, как правило, в решении многокритериальных задач, процедуру приведения разнородных показателей (искомых переменных) к сопоставимому виду, в данном случае, можно считать излишней. Блок-схема алгоритма прогнозирования приведена на рис 2.4.

Итак, для завершения этапа формализации задачи (2.11) необходимо решить задачу прогнозирования численности населения. Вся аргументация, приведенная в пользу применения нечеткой логики для решения задачи прогнозирования среднедушевого дохода, может быть использована и для решения настоящей задачи. Но из-за отсутствия новизны в алгоритме (рис.2.4) по сравнению с алгоритмом прогнозирования доходов населения изложение ее решения лишено особого смысла и поэтому здесь не приводится.

3. МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В СФЕРЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДСТВ НА УРОВНЕ ГОРОДСКИХ ДЕПАРТАМЕНТОВ

3.1. Распределительная модель ресурсов Департамента энергетики, ЖКХ и связи

Развитие сферы ЖКХ города, его энергетики и связи является важной компонентой обеспечения жизнедеятельности населения. Соответствующее направление расходования бюджетных средств любого муниципалитета занимает не менее трети от общего объема. Поэтому задача повышения эффективности управления отраслью ЖКХ в условиях постоянного дефицита бюджетных ресурсов весьма актуальна.

Задача реформирования жилищно-коммунального комплекса в целом предусматривает как формирование нормативно-правовой базы для реализации основных целей реформы ЖКХ, создание конкурентных отношений в сфере управления жилищным фондом и создание условий для функционирования управляющих компаний, реорганизацию структуры управления жилищно-коммунальным комплексом города, так и модернизацию, реконструкцию и ремонт жилищного фонда и инженерной инфраструктуры, финансовую стабилизацию ЖКХ, тарифное регулирование. Помимо формирования рыночных механизмов функционирования ЖКХ и условий для привлечения инвестиций планируется также принять меры по адресной социальной защите населения при оплате жилищно-коммунальных услуг.

Для органов местного самоуправления реализация данного этапа реформирования позволит снизить издержки бюджета, привести объекты ЖКХ и инженерной инфраструктуры к нормативному состоянию, ликвидировать критический уровень износа основных фондов в жилищно-коммунальном комплексе, обеспечить надежность работы инженерно-коммунальных систем жизнеобеспечения значительно повысив тем самым эффективность управления отраслью городского жилищно-коммунального хозяйства. Важное место в решении этой проблемы занимает оптимальное распределение бюджетных ресурсов.

Предлагаемая к рассмотрению распределительная модель является составной частью общей распределительной модели, в соответствии с которой вначале все средства города (бюджет) распределяются по Департаментам (глава 2), затем — по подразделениям или видам работ (функциям) всех Департаментов, после чего — по направлениям или подфункциям, конкретизирующим предыдущий уровень модели. Предполагается, что все получатели бюджетных средств, в том числе и Департамент энергетики, ЖКХ и связи (далее просто Департамент ЖКХ), являющийся в данном случае объектом исследования, формирует свой бюджет в объеме, соответствующем решению оптимизационной задачи 2.2* (2.4*, 2.6*) или (2.8*). Считается, что подобный принцип распределения, основанный на процедуре оптимизации, безусловно приведет к повышению эффективности расходования средств в целом, а использование в качестве одного из методов исследования функционально-стоимостного анализа (ФСА), кроме того, к выявлению и устранению излишних затрат.

Что касается условий неопределенности, то большое число факторов, которое необходимо учесть при построении распределительной модели Департамента ЖКХ носит качественный характер, что позволяет говорить о принятии решений с учетом неполной, неточной и нечеткой информации. Поэтому в качестве одного из основных методов, положенных в основу данной работы, и здесь выбран метод анализа иерархий. Кроме всего прочего, это позволяет иметь одинаковую методическую погрешность.

Обозначим целевые приоритеты объекта исследования: Департамент энергетики, ЖКХ и связи осуществляет управление отраслью, обеспечивающей стабильную работу объектов коммунального городского хозяйства и качественное содержание жилищного фонда [157,81,79]. Достижение этой цели невозможно без обеспеченности финансовыми ресурсами, удовлетворительного состояния инженерной инфраструктуры и соответствующего уровня квалификации кадров. В свою очередь, реализация этих требований (критериев) позволяет надеяться на успешное выполнение всех видов работ и услуг

(функций) Департамента. Таким образом, иерархия, упорядочивающая приведенные выше критерии качества и определяющая эффективное функционирование Департамента ЖКХ для рассматриваемых альтернатив (рис.3.1), имеет вид, представленный на рис.3.2.

Программа		Цели		
Иерархическое представление проблемы	Цель	Попарное сравнение элементов иерархии		
	Эффективное функционирование департамента энергетики, ЖКХ и связи	Альтернативы (функции Департамента)		
Критерии качества	удовлетворительное состояние инженерной инфраструктуры (ИФ),	A	1 Содержание департамента	ЖФ
	обеспеченность финансовыми ресурсами (ОФР),	B	2 Содержание жилфонда	ЖП
наличие квалифицированных кадров (НКК).	Показывать иерархию в виде схемы	C	3 Кап ремонт жилых помещений	ЖС
			4 Кап ремонт нежилых помещений	ЖД
			5 Текущее содержание дорог	СД
			6 Уборка придвортерной грязи	ПГ
			7 Содержание уличного освещения	УО
			8 Содержание и очистка ливневой канализации	ЛК
			9 Содержание остановок общественного транспорта	ООТ
			10 Содержание тротуаров и разделительных полос	СТ
			11 Содержание зеленых насаждений	ЗН
			12 Содержание земель общего пользования	ЗОП
		D	13 Восстановление бесхозных инженерных сетей	ИС
			14 Содержание кладбищ	СК
			15 Очлов бесхозных животных	БЖ
			16 Содержание общественных туалетов	ТО
			17 Теплообеспечение	ТС
			18 Водоотребление	ВП
		E	19 Водоотведение	ВО
			20 Полиция	ПШ
			21 Энергообеспечение	ЭС
		F	22 Перспективное развитие ЖКХ	ЖХ
			23 Инвентаризация и приватизация	ИП
		G	24 Переработка твердых бытовых отходов	ТБО
			25 Энергоресурсосбережение в муниципальном хозяйстве	ЭР
			26 Радио, телефония, ТВ-сети	РТ

Рис.3.1. Альтернативы и критерии качества

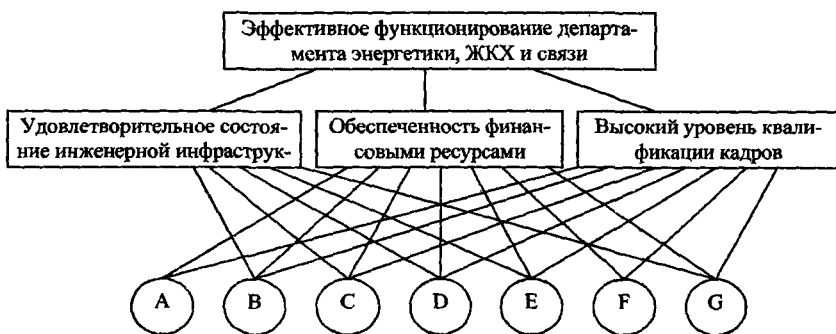


Рис.3.2. Общий вид иерархии

Данная иерархия относится к классу иерархий с различным числом и составом альтернатив под критериями. На рис.3.2. на последнем (третьем) уровне приведены не сами альтернативы (за исключением А и F), а кластеры: В — характеризует состояние жилищного фонда и объектов соцкультбыта; С — функции дорожно-мостового хозяйства; D — благоустройство и озеленение; E — функции водотеплоснабжения; G — прочие. Введение кластеров является вынужденным шагом, обусловленным девятибалльной шкалой, которая используется в МАИ для упорядочения элементов иерархии. Для корректного сравнения альтернатив их не должно быть более 9 под критерием. Так, с введением кластеров под критерием «удовлетворительное состояние инженерной инфраструктуры» получилось 5 элементов иерархии, а не 24, как изначально (без введения кластеров) должно быть.

Конечной целью работы с иерархией является получение нормированного вектора приоритетов альтернатив, для чего, используя основную модификацию МАИ — метод попарного сравнения, проведем исследование, результаты которого сведем в табл. 3.1 (подробно описывать алгоритм нет смысла — он уже был приведен ранее, в главе 2).

Результирующий вектор приоритетов функций Департамента ЖКХ получается в результате перемножения матриц [14,103]

$W^{жкх} = [A] * [L] * W_1^{жкх} * B$, где $[A]$ — матрица, элементами которой являются компоненты векторов приоритетов альтернатив относительно критериев, $[L]$ — структурная матрица, элементы диагонали которой есть частные от деления числа альтернатив под каждым критерием (24, 26, 26) к общему числу альтернатив (76); $W_1^{жкх}$ — вектор приоритетов критериев качества относительно главной цели иерархии; $[B]$ — диагональная матрица, предназначенная для окончательного нормирования результирующего вектора приоритетов альтернатив после последовательного перемножения слева направо матриц $[A]$, $[L]$ и вектора $W_1^{жкх}$.

Эффективное функционирование Департамента ЖСК		Удовлетворительное состояние испорченной инфраструктуры		Ухудшающееся состояние материальной инфраструктуры		Высокий уровень качества жилищного строительства		Обеспечивается функциональные ресурсы		Высокий уровень качества жилищного строительства		W _{норм}	
1		1/5		1		3		1/5		7		0,2249	
1		1		1		1		1		1		0,6961	
1		1		1		1		1		1		0,0790	
λ _{норм} = 3,0967, CR = 0,0483													
Определение относительной приоритетности элементов задачи (A и B) в групп работ В,С,Д,Е,Г (только значения их вкладов в решение проблемы, достигаемых удовлетворительного состояния жилищной инфраструктуры, обеспеченности функциональными ресурсами в высоком уровне квалификации кадрового состава специалистов Департамента ЖСК)													
Составные элементы инфраструктуры		W _{норм}		Обеспечивается функциональные ресурсы		W _{норм}		Обеспечивается функциональные ресурсы		W _{норм}		W _{норм}	
А	В	С	Д	Е	Г	А	В	С	Д	Е	Г	А	В
1	4	8	1/3	5	0,3093	1	1/8	1/4	2	1/9	1/2	0,0368	1/2
1	1	4	1/5	3	0,1425	1	1	3	9	1/3	4	5	0,2384
1	1	7/9	1/3	0,0307	С	1	1	7	1/5	2	4	0,1578	1
1	λ _{норм} = 4,3960	1	8	0,4187	Д	1	1	1/9	1/6	1/3	1	0,0201	1
1	CR = 0,0990	1	1	0,0786	Е	1	1	1	1	6	8	0,3493	1
Определение относительной важности функций (карьерная), обеспеченности в кадры													
ЖФ		ЖП		ЖТ		ЖФ		ЖП		ЖТ		ЖФ	
1	7	1	9	0,7526	А	1	2	3	6	1/4	1/2	5	0,1605
1	1	1	3	0,1834	В	1	2	5	1/5	1/3	1/3	4	0,1179
1	λ _{норм} = 3,1221, CR = 0,0611	1	0,6640	Г	1	1	4	1/7	1/5	1/5	3	0,0830	1
1	1	1	1	0,0597	Д	1	1	1/9	1/8	1/3	1/3	0,0997	1
1	1	1	1	0,1027	Е	1	1	1	1	3	8	0,1347	1
1	1	1	1	0,0597	Ф	1	1	1	1	1	7	0,2382	1
1	1	1	1	0,1027	Г	1	1	1	1	1	1	1	0,0456
λ _{норм} = 7,5945, CR = 0,0990													
ЖФ		ЖП		ЖТ		ЖФ		ЖП		ЖТ		ЖФ	
1	9	7	6	0,3338	ЖФ	1	5	4	3	9	7	0,3635	1
1	1/8	1/3	1/5	0,0228	ЖП	1	1	1/3	1/4	4	7	0,0976	1
1	1	2	6	0,2683	ЖТ	1	1	1/3	1/3	6	4	0,1828	1
1	1	5	4	0,2126	СХ	1	1	1	1	8	5	0,2644	1
1	1	1	1	0,0597	ВК	1	1	1	1	1	1	1	0,0249
1	1	1	1	0,1027	ОТ	1	1	1	1	1	1/3	1	0,0638
λ _{норм} = 6,4889; CR = 0,0978													
ЖФ		ЖП		ЖТ		ЖФ		ЖП		ЖТ		ЖФ	
1	3	8	9	0,4385	ЖП	1	1/7	1/5	1/3	1/8	1	0,0531	1
1	1	1/3	5	0,1608	ЖТ	1	1	3	1	5	5	0,5072	1
1	1	1	1	0,2923	СР	1	1	1	1	1	3	0,2859	1
1	1	1	1	0,0786	ФТ	1	1	1	1	1	1	1	0,1437
1	1	1	1	0,0786	ГТ	1	1	1	1	1	1	1	0,0786
λ _{норм} = 5,1623, CR = 0,0905													

Найдем вначале результат перемножения матриц $[A] * [L]$:

$$[A] * [L] = \begin{matrix} A & \begin{bmatrix} 0 & 0,0368 & 0,1606 \\ 0,2329 & 0,1945 & 0,0887 \\ 0,0567 & 0,0474 & 0,0216 \\ 0,0198 & 0,0165 & 0,0075 \\ 0,0476 & 0,0527 & 0,0277 \\ 0,0033 & 0,0036 & 0,0019 \\ 0,0383 & 0,0424 & 0,0223 \\ 0,0303 & 0,0336 & 0,0176 \\ 0,0085 & 0,0094 & 0,005 \\ 0,0146 & 0,0162 & 0,0085 \\ 0,0112 & 0,0073 & 0,0072 \\ 0,0003 & 0,002 & 0,0019 \\ 0,0056 & 0,0037 & 0,0036 \\ 0,0082 & 0,0054 & 0,0053 \\ 0,0008 & 0,0005 & 0,0005 \\ 0,002 & 0,0013 & 0,0013 \\ 0,1924 & 0,1532 & 0,1468 \\ 0,0705 & 0,0562 & 0,0538 \\ 0,1282 & 0,1021 & 0,0979 \\ 0,0345 & 0,0274 & 0,0263 \\ 0,0131 & 0,0104 & 0,01 \\ F & 0 & 0,1186 & 0,2383 \\ 0,0042 & 0,0031 & 0,0024 \\ 0,0399 & 0,0299 & 0,0232 \\ 0,0233 & 0,0174 & 0,0135 \\ 0,0113 & 0,0085 & 0,0066 \end{bmatrix} \\ \text{ЖФ} \\ \text{ЖП} \\ \text{НП} \\ \text{СД} \\ \text{ПГ} \\ \text{УО} \\ \text{ЛК} \\ \text{ООТ} \\ \text{СТ} \\ \text{ЗН} \\ \text{ЗОП} \\ \text{ИС} \\ \text{СК} \\ \text{БЖ} \\ \text{ОТ} \\ \text{ТС} \\ \text{ВП} \\ \text{ВО} \\ \text{ПП} \\ \text{ЭС} \\ \text{ИП} \\ \text{ТБО} \\ \text{ЭР} \\ \text{РТ} \end{matrix} * \begin{bmatrix} 24/76 & 0 & 0 \\ 0 & 26/76 & 0 \\ 0 & 0 & 26/76 \end{bmatrix} = \begin{matrix} \begin{bmatrix} 0 & 0,0126 & 0,0549 \\ 0,0736 & 0,0665 & 0,0303 \\ 0,0179 & 0,0162 & 0,0074 \\ 0,0063 & 0,0056 & 0,0026 \\ 0,0150 & 0,0180 & 0,0095 \\ 0,0010 & 0,0012 & 0,0007 \\ 0,0121 & 0,0145 & 0,0076 \\ 0,0096 & 0,115 & 0,0060 \\ 0,0027 & 0,0032 & 0,0017 \\ 0,0046 & 0,0055 & 0,0029 \\ 0,0035 & 0,0025 & 0,0025 \\ 0,0009 & 0,0007 & 0,0007 \\ 0,0018 & 0,0013 & 0,0012 \\ 0,0026 & 0,0018 & 0,0018 \\ 0,0003 & 0,0002 & 0,0002 \\ 0,0006 & 0,0004 & 0,0004 \\ 0,0608 & 0,0524 & 0,0502 \\ 0,0223 & 0,0192 & 0,0184 \\ 0,0405 & 0,0349 & 0,0335 \\ 0,0109 & 0,0094 & 0,0090 \\ 0,0041 & 0,0036 & 0,0034 \\ 0 & 0,0406 & 0,0815 \\ 0,0013 & 0,0011 & 0,0008 \\ 0,0126 & 0,0102 & 0,0079 \\ 0,0074 & 0,0060 & 0,0046 \\ 0,0036 & 0,0029 & 0,0023 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Получившуюся матрицу умножим на вектор $W_1^{жжж} = (0,2249; 0,6961; 0,079)^T$, результатом чего станет вектор $[A] * [L] * W_1^{жжж} = (0,0131; 0,0653; 0,0159; 0,0055; 0,0167; 0,0011; 0,0134; 0,106; 0,0030; 0,0051; 0,0027; 0,0007; 0,0014; 0,0020; 0,000; 0,0005; 0,0541; 0,0198; 0,0361; 0,0097; 0,0037; 0,0347; 0,0011; 0,0106; 0,0062; 0,0030)^T$. Сумма компонентов этого вектора равна 0,3362, т. е. он подлежит нормированию. Для этого умножим его на диагональную матрицу $[B]$ с элементами диагонали, равными $\left(\sum_{i=1}^{26} x_i\right)^{-1} = (0,3362)^{-1} = 2,9744$. Получим

$$W^{жжж} = [A] * [L] * [W_1^{жжж}] * [B] = (0,039; 0,1941; 0,0473; 0,0165; 0,0496; 0,0034; 0,0399; 0,0316; 0,0089; 0,0152; 0,0081; 0,0022; 0,0041; 0,006; 0,0006; 0,0014; 0,1609; 0,059; 0,1073; 0,0288; 0,0109; 0,1032; 0,0033; 0,0315; 0,0183; 0,0089)^T.$$

Таким образом, функция эффективности расходования бюджетных средств Департамента ЖКХ будет иметь вид:

$$Z(x,w)=0,039x_A+0,1941x_{жф}+0,0473x_{жп}+0,0165x_{шт}+0,0496x_{сд}+0,0034x_{ш}+0,0399x_{yo}+0,0316x_{лх}+0,0089x_{от}+0,0152x_{ст}+0,0081x_{зн}+0,0022x_{зоп}+0,0041x_{ис}+0,0060x_{ск}+0,0006x_{бж}+0,0014x_{от}+0,1609x_{тс}+0,059x_{вп}+0,1073x_{во}+0,0288x_{шт}+0,0109x_{эс}+0,1032x_{ф}+0,0033x_{шт}+0,0315x_{тбо}+0,0183x_{эр}+0,0089x_{рт}. \quad (3.1)$$

Здесь $x = (x_A, x_{жф}, x_{жп}, \dots, x_{рт})$ — вектор направлений использования средств, компоненты которого задаются в относительных единицах (долях от бюджета Департамента в целом). Величины $w_j (j = 1,26)$ найденных выше коэффициентов при $x_A, x_{жф}, x_{жп}$ и т.д., с точки зрения эконометрики [24,121] показывают среднее изменение результата (уровня эффективности управления) с изменением финансирования соответствующей затратной статьи на процент при неизменном значении других факторов, закрепленных на среднем уровне. Например, при приросте расходов на содержание Департамента ЖКХ на 1% (функция A на рис.3.1) это увеличение составит 0,039%.

Представление функции эффективности $Z(x,w)$ в виде (3.1) означает, что в процессе ее формализации учтена позиция руководителей структурных подразделений Департамента, запрашивающих максимум средств на выполнение каждой функции $A, ЖФ, ЖП, \dots, РТ$. Тогда введение функции $Z(x,w)$ — это один из возможных вариантов преодоления многокритериальности путем перехода к так называемому интегральному сводному показателю (весаовой функции) в виде обычного взвешенного среднего арифметического.

Таким образом, решение задачи оптимального распределения ресурсов Департамента ЖКХ становится возможным в рамках классической задачи математического моделирования с целевой функцией $Z(x,w)$, основным ограничением $\left(\sum_{i=1}^{26} x_i \right) = 1$ и двадцатью шестью ограничениями на диапазон изменения искомых переменных:

$$0,039x_A + 0,1941x_{ЖФ} + 0,0473x_{ЖП} + 0,0165x_{НП} + 0,0496x_{СД} + 0,0034x_{ПП} + 0,0399x_{УО} + 0,0316x_{ЛК} + 0,0089x_{ООТ} + 0,0152x_{СТ} + 0,0081x_{ЗН} + 0,0022x_{ЗОП} + 0,0041x_{ИС} + 0,0060x_{СК} + 0,0006x_{БЖ} + 0,0014x_{ОТ} + 0,1609x_{ТС} + 0,059x_{ВП} + 0,1073x_{ВО} + 0,0288x_{ПП} + 0,0109x_{ЭС} + 0,1032x_{Ф} + 0,0033x_{ИП} + 0,0315x_{ТВО} + 0,0183x_{ЭР} + 0,0089x_{РТ} \rightarrow \max;$$

$$x_A + x_{ЖФ} + x_{ЖП} + \dots + x_{РТ} = 1;$$

$$\begin{aligned} 0,0075 \leq x_A \leq 0,039; & 0,1941 \leq x_{ЖФ} \leq 0,23; \\ 0,0078 \leq x_{ЖП} \leq 0,0473; & 0,0037 \leq x_{НП} \leq 0,0165; \\ 0,0203 \leq x_{СД} \leq 0,0496; & 0,0009 \leq x_{ПП} \leq 0,0034; \\ 0,0155 \leq x_{УО} \leq 0,0399; & 0,0014 \leq x_{ЛК} \leq 0,0316; \\ 0,0015 \leq x_{ООТ} \leq 0,0089; & 0,0015 \leq x_{СТ} \leq 0,0152; \\ 0,003 \leq x_{ЗН} \leq 0,0081; & 0,0005 \leq x_{ЗОП} \leq 0,0022; \\ 0,0006 \leq x_{ИС} \leq 0,0041; & 0,001 \leq x_{СК} \leq 0,006; \\ 0,0003 \leq x_{БЖ} \leq 0,0006; & 0,0005 \leq x_{ОТ} \leq 0,0014; \\ 0,1609 \leq x_{ТС} \leq 0,4271; & 0,059 \leq x_{ВП} \leq 0,0696; \\ 0,1073 \leq x_{ВО} \leq 0,1214; & 0,0288 \leq x_{ПП} \leq 0,0368; \\ 0,0109 \leq x_{ЭС} \leq 0,0128; & 0,0271 \leq x_{Ф} \leq 0,1032; \\ 0,0003 \leq x_{ИП} \leq 0,0033; & 0,0064 \leq x_{ТВО} \leq 0,0315; \\ 0,0019 \leq x_{ЭР} \leq 0,0183; & 0,0089 \leq x_{РТ} \leq 0,00979. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Поясним логику формирования диапазонов изменения искомым переменных. Конфиденциальность информации, содержащейся в заявках на финансирование структурных подразделений Департамента, сделала невозможным их использование в настоящей постановке задачи. Поэтому за основу были взяты данные из официальных источников [121] и рассчитанные с учетом значимости функций в виде вектора W (полученного с помощью МАИ): если для направления x_i величина фактического (официального) распределения меньше, чем величина теоретического (полученного с помощью МАИ), то в качестве нижней границы берется первое значение, верхней — второе и наоборот. В абсолютных единицах (рублях) единице основного ограничения соответствует 2006554,3 тыс. руб.

Решение этой задачи, относящейся к классу задач линейного программирования, средствами *Microsoft Excel* дало результаты, приведенные в табл.3.2.

Как видно из таблицы, решение оптимизационной задачи совпало по 22 позициям с данными официального распределения, за исключением функций

водопотребления, подпитка, энергосбережения и перспективного развития ЖКХ. Это совпадение явилось следствием предложенного варианта (стратегии) формирования диапазона изменения искомым переменных и особенности решения задач линейного программирования, заключавшейся в том, что оптимум всегда располагается на границе области допустимых решений. Учет достоверной информации в вопросе формирования ограничений оптимизационной задачи изменит эту ситуацию.

Табл.3.2

Функции и результаты исследования Департамента ЖКХ

№	Функции Департамента ЖКХ (альтернативы) (2003г.)	Распределение средств по функциям			Результующий вектор Y1
		Оптимальное (%)	Фактическое (официальное) (%) т.р.		
1	Содержание Департамента энергетики, ЖКХ и связи	0,75	0,75	15144	0,19
2	Содержание жилищного фонда	23,00	23,00	461592	1,18
3	Капитальный ремонт жилых помещений	0,78	0,78	15663	0,16
4	Капитальный ремонт нежилых помещений	0,37	0,37	7487	0,22
5	Текущее содержание дорог	2,03	2,03	40755	0,41
6	Уборка прибордюрной грязи	0,09	0,09	1710	0,26
7	Содержание уличного освещения	1,55	1,55	31148	0,39
8	Содержание и очистка ливневой канализации	0,14	0,14	2760	0,04
9	Содержание остановок общественного транспорта	0,15	0,15	3000	0,17
10	Содержание тротуаров и разделительных полос	0,15	0,15	3069	0,10
11	Содержание зеленых насаждений	0,30	0,30	6000	0,37
12	Содержание земель общего пользования	0,05	0,05	990	0,23
13	Восстановление бесхозных инженерных сетей	0,06	0,06	1185	0,15
14	Содержание кладбищ	0,10	0,10	2010	0,17
15	Отлов бродячих животных	0,03	0,03	567	0,05
16	Содержание общественных туалетов	0,05	0,05	913	0,36
17	Теплоснабжение	42,71	42,71	857024	2,62
18	Водопотребление	5,90	6,96	139723	1,18
19	Водоотведение	12,14	12,14	243678	1,13
20	Подпиток	2,88	3,68	73803	1,00
21	Энергоснабжение	1,09	1,28	25609	1,00
22	Перспективное развитие ЖКХ	3,93	2,71	54360	0,38
23	Инвентаризация и приватизация	0,03	0,03	671	0,09
24	Переработка твердых бытовых отходов	0,64	0,64	12760	0,20

25	Энергоресурсосбережение в муниципальном хозяйстве	0,19	0,19	3800	0,10
26	Радио, телефония, ТВ-сети	0,89	0,09	1150	1,00
	ВСЕГО	100 %	100 %	2006541	

Что касается обнаружения и сокращения излишних затрат, это традиционно является целью функционально-стоимостного анализа [122,123]. Однако, если в классическом варианте ФСА анализу подвергаются функции и их стоимости, то в нашем случае — значимость функций и затраты на их осуществление.

При этом значимость функций определена с использованием метода анализа иерархий и соответствует компонентам вектора $W^{(жжж)}$, а в качестве затрат примем официальное распределение средств (приведенное во втором столбце табл.3.2). Отношение соответствующих значений указанных векторов позволяет определить вектор удельных относительных затрат Y_1 и, по максимальному значению среди его компонент — наиболее предпочтительную альтернативу для улучшения функции по технико-экономическому критерию. Такой функцией является теплоснабжение (явный лидер со значением 2,62), затем по мере убывания — содержание жилищного фонда и водопотребление (1,18), водоотведение (1,13), энергоснабжение, подпиток, радио, телефония, ТВ-сети (1,00).

Вопрос о том, на сколько могут быть сокращены затраты на осуществление этих функций, может быть решен на основе стандартного для решения подобного рода задач детального просчета использования ресурсов, подробного представления о процессах (в рамках функции теплоснабжения) и их влиянии на себестоимость оказания населению города подобной услуги.

В предположении возможности считать излишними до трети запрашиваемых финансовых ресурсов (что для такой функции, как теплоснабжение, не кажется нереальным прежде всего, из-за больших логистических издержек 149,150,79]) рассмотрим, как вариант, следующий алгоритм количественной оценки искомых затрат.

Алгоритм этот прост: необходимо уменьшать финансирование указанных ("перспективных") работ (это найдет отражение в изменении соответствующих ограничений оптимизационной задачи (3.2)), решать ее и, по полученному значению уровня эффективности управления $Z(x,w)$, принимать решение как о шаге дискретизации Δx , так и о целесообразности последующих итераций. Критерием выбраковки рассматриваемого варианта сокращения затрат может служить, например, разность $(Z_k(x,w) - Z_{opt}(x,w)) \leq \varepsilon$ или разность $|Z_k(x,w) - Z_{k-1}(x,w)| \leq \varepsilon$. Здесь $Z_{opt}(x,w) = 0,1376$ — оптимальный уровень эффективности, соответствующий решению оптимизационной задачи в постановке (3.2) $Z_k(x,w)$ — значение показателя эффективности управления на k -шаге функционально-стоимостного анализа; ε -допустимый уровень изменения показателя эффективности.

Табл.3.3

Результаты функционально-стоимостного анализа

№ п/п	Результаты решения оптимизационной задачи (3.2) с уменьшенным значением величины верхней границы изменения средств, направляемых на выполнение работ по обеспечению функции теплоснабжения								
	Искомые переменные (0,4271)	0%	-5%	-10%	-15%	-20%	-25%	-30%	-35%
1	x_A	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075
2	$x_{жф}$	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
3	$x_{жн}$	0,0078	0,0078	0,0078	0,0078	0,0078	0,010	0,0317	0,0473
4	$x_{пп}$	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037
5	$x_{сд}$	0,0203	0,0203	0,0203	0,0203	0,0308	0,0496	0,0496	0,0496
6	$x_{гп}$	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
7	x_{yo}	0,0155	0,0155	0,0155	0,0155	0,0155	0,0155	0,0155	0,0213
8	$x_{жк}$	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014
9	x_{oot}	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
10	$x_{ст}$	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
11	$x_{зн}$	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
12	$x_{зон}$	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
13	$x_{вс}$	0,0006	0,0006	0,0006	0,0014	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
14	$x_{ск}$	0,001	0,001	0,001	0,0015	0,001	0,001	0,001	0,001

15	$X_{бж}$	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
16	$X_{от}$	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
17	$X_{тс}$	0,4271	0,4057	0,3848	0,3634	0,3421	0,3207	0,2994	0,2780
18	$X_{ан}$	0,059	0,059	0,059	0,059	0,0696	0,0696	0,0696	0,0696
19	$X_{во}$	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214
20	$X_{зм}$	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288
21	$X_{эс}$	0,0109	0,0109	0,0109	0,0109	0,0109	0,0109	0,0109	0,0109
22	$X_{ф}$	0,0393	0,0607	0,0816	0,1030	0,1032	0,1032	0,1032	0,1032
23	$X_{зм}$	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
24	$X_{тбо}$	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064	0,0064
25	$X_{эр}$	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019
26	$X_{рт}$	0,0089	0,0089	0,0089	0,0089	0,0089	0,0089	0,0089	0,0089
27	Z_{opt}	0,1376	0,1364	0,1352	0,1340	0,1317	0,1293	0,1269	0,1244
28	ΔZ_{opt}	-	0,0012	0,0012	0,0012	0,0013	0,0024	0,0024	0,0025

Выбор такого критерия выбраковки означает, по-сути, что среди возможных путей реализации ФСА [122,123,125,126,147]

- сокращение затрат при одновременном повышении характеристик (свойств) исследуемой системы (объекта);
- повышение качества при сохранении уровня затрат;
- сокращение затрат при обоснованном снижении показателей эффективности до их функционально необходимого уровня;
- повышение качества при некотором, экономически оправданном увеличении затрат

- выбран третий (предпоследний): сокращение затрат функций при обоснованном снижении величины показателя эффективности управления $Z_{opt}(x,w)$ до функционально необходимого уровня.

Расчеты с целью сокращения излишних затрат по функции теплоснабжения (табл.3.3) показали, что снижение максимальной планки затрат с 0,4271 до 0,3421 с шагом в 5% (это в относительных единицах 0,02135) — строка 17 таблицы — привели к уменьшению показателя эффективности Z_{opt}

(x, w) последовательно с 0,1376 до 0,1317, снижаясь на каждом шаге на 0,0012 (строки 27 и 28). Каждый следующий шаг приводит к уменьшению Z_{opt} на величину вдвое большую — 0,0024.

Учитывая это обстоятельство, а также то, что минимально допустимая величина ресурсов исследуемой функции составляет 0,1609 (см. математическую модель задачи 3.2), что более чем вдвое меньше верхней границы в 0,3421, можно принять, в качестве функционально необходимого уровня показателя эффективного управления $Z_{opt}(x, w)$ значение 0,1317, признав, таким образом, 20% ассигнований, выделяемых на финансирование функции теплоснабжения, излишними (что составляет = 171405 т.р.).

Рассмотрение ситуации с меньшим шагом дискретизации (например, в 1%) делает обнаружение наступления указанного выше перепада в изменении ΔZ_{opt} с 0,0012 до 0,0024 не столь явным и потому здесь нецелесообразным.

Что касается значения вектора удельных относительных затрат Y_1 , то его значение, соответствующее 20% уменьшению величины $x_{тс} = 0,4271$, составляет 2,13 при первоначальном (до сокращения) в 2,62.

Естественным является стремление учесть несколько «перспективных» функций, а не только теплоснабжение. В рассматриваемом варианте — это содержание жилищного фонда и водопотребление (по 1,18), водоотведение (1,13), энергоснабжение, подпиток, радио, телевидения, ТВ-сети (1,00). Такой вариант проведения ФСА увеличивает трудоемкость решения поставленной задачи по мере расширения круга одновременно рассматриваемых функций. Однако при более внимательном рассмотрении диапазонов соответствующих переменных задачи (3.2) оказывается, что разница между их верхней и нижней границами весьма мала у ($0,0109 \leq x_{эс} \leq 0,0128$; $0,0228 \leq x_{тп} \leq 0,0368$; $0,0089 \leq x_{рт} \leq 0,0979$) и мала у ($0,1073 \leq x_{во} \leq 0,1214$; $0,059 \leq x_{вт} \leq 0,0696$; $0,1941 \leq x_{жф} \leq 0,23$) по сравнению с уже исследованной $x_{тс}$ ($0,1609 \leq x_{тс} \leq 0,4271$) не говоря уж о этой разнице в абсолютных единицах (тыс.руб.). Поэтому, применительно к задаче 3.2, остановимся на уже сделанном выше, имея в виду, что если возникнет необходимость исследовать другие функции (при изменении диапазонов со-

ответствующих переменных задачи (3.2) или при решении иных задач), можно воспользоваться алгоритмом, апробированном на функции тепло-снабжения.

Такое применение ФСА означает, по-сути, его использование в целях коррекции диапазонов изменения переменных задачи (3.2), соответствующих «перспективным» функциям и последующего перераспределения средств на осуществление всех 26 функций (табл.3.3).

3.2. Применение оптимизационной модели в задаче повышения эффективности функционирования Департамента по управлению имуществом

Предпримем попытку реализации аналогичного рассмотренному (применительно к Департаменту ЖКХ) пути повышения эффективности функционирования Департамента по управлению муниципальным имуществом.

Не касаясь в явном виде самого болезненного вопроса (о сокращении численности работающих), будем вести речь об оптимальном распределении средств по функциям указанного объекта исследования. Считается, что подобный принцип распределения в условиях постоянного дефицита бюджетных ресурсов ведёт к повышению эффективности их использования [124,195].

Способ решения этой задачи и соответствующая методика, приведенные ниже, также, как и при рассмотрении Департамента ЖКХ, основаны на использовании системного анализа, математического моделирования, моделирования рассуждений и функционально-стоимостного анализа (ФСА). При этом предполагается, что размер бюджета нашего объекта исследования известен. Он получен в результате решения общей оптимизационной задачи (2.2*,2.4*,2.6* или 2.8*) распределения средств города по всем получателям — Департаментам.

Большое число факторов, которые нужно учесть при решении поставленной задачи, носит как количественный, так и качественный характер, что

говорит о необходимости принятия решения с учётом неполной, неточной и нечёткой информации. Одним из немногих методов, позволяющих измерять все существенные осязаемые и неосязаемые количественные и качественные параметры, является метод анализа иерархии (МАИ).

Чтобы применить МАИ, необходимо представить проблему иерархически, для чего нужно определиться с логикой формирования целевых приоритетов. Будем считать, что они представляют набор целей, которых желает достигнуть лицо, принимающее решения (ЛПР) по процедуре распределения средств исследуемого Департамента.

Исследуемый Департамент «непосредственно управляет муниципальным имуществом в пределах предоставленных ему полномочий» [119,196]. Эффективное управление (главная цель и одновременно фокус иерархии) невозможно без соблюдения законодательных и нормативных актов (законодательства РФ, «Положения о Департаменте по управлению имуществом г. Тольятти», нормативных актов, принятых органами местного самоуправления), квалифицированных кадров и обеспеченности финансовыми ресурсами. Таким образом, иерархия имеет вид (рис. 3.3):

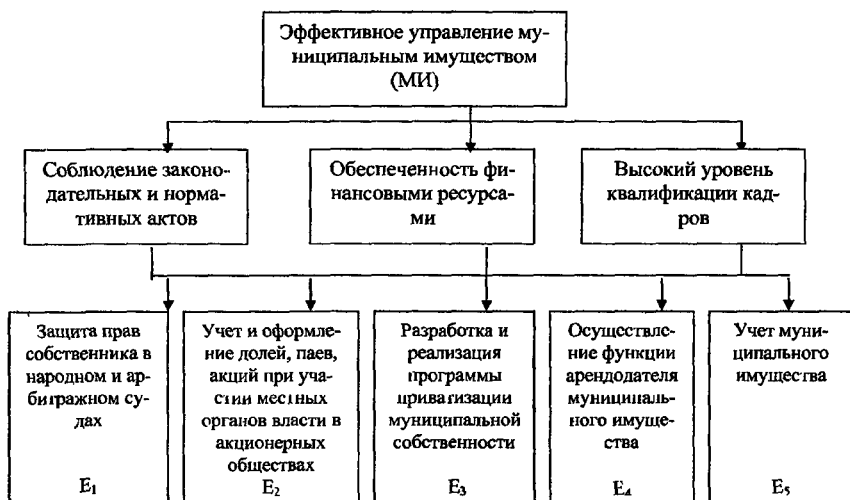


Рис.3.3. Общий вид иерархии

Данная иерархия относится к классу иерархий с одинаковым числом и составом альтернатив (функций) под критериями. При этом функция «учёт муниципального имущества» составная, включает 4 подфункции (оформление прав муниципальной собственности, ведение реестра, закрепление имущества в хозяйственное ведение, оперативное управление, осуществление контроля за движением основных средств). Данную альтернативу для удобства в расчётах будем считать кластером, что позволит нам говорить, что под критериями находится пять альтернатив (а не восемь, как самом деле).

Конечной целью работы с иерархией является получение нормированного вектора $W^{(mn)}$ приоритетов альтернатив, компоненты которого затем будут использованы для формирования целевой функции оптимизационной задачи распределения бюджетных средств по функциям Департамента. Для этого воспользуемся основной модификацией МАИ — методом попарного сравнения и проведем в соответствии с уже использованным ранее алгоритмом исследование, результаты которого представим в табл. 3.4.

Теперь вернемся к задаче оптимального распределения ресурсов. Будем придерживаться позиции руководства Департамента, в соответствии с которой наибольший интерес представляют максимумы средств, которые должны быть направлены на выполнение каждой функции в пределах бюджета исследуемого объекта и заданных диапазонах их изменения. Такая многокритериальная задача оптимизации в соответствии с концепцией, предложенной в главе 2, ее преобразования в однокритериальную, может быть записана в рамках классической задачи математического моделирования с целевой функцией, линейной относительно искомым величин средств, направляемых на выполнение функций Департамента, и коэффициентами при них в виде компонент найденного вектора $W^{(mn)}$, основным ограничением $\sum_{i=1}^8 x_i = 1$ и восемью ограничениями интервального типа на все $x_i, i = \overline{1,8}$:

$$\begin{cases}
 \text{найти } \max(0,0985x_1 + 0,1157x_2 + 0,0387x_3 + 0,0205x_4 + 0,1681x_5 + \\
 \quad + 0,1993x_6 + 0,2097x_7 + 0,1644x_8) \\
 \text{при } x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 1 \\
 0,0716 \leq x_1 \leq 0,1074; \quad 0,0926 \leq x_2 \leq 0,1388 \\
 0,0310 \leq x_3 \leq 0,0464; \quad 0,0164 \leq x_4 \leq 0,0246 \\
 0,1345 \leq x_5 \leq 0,2017; \quad 0,1547 \leq x_6 \leq 0,2319 \\
 0,1678 \leq x_7 \leq 0,2516; \quad 0,1316 \leq x_8 \leq 0,1972
 \end{cases} \quad (3.3)$$

В качестве ограничений взяты данные по исполнению бюджета Департамента за один из последних годов, когда на реализацию всех восьми функций была использована сумма в размере 8 673 334 рубля [119]. Верхние и нижние границы изменения искомых переменных — это минимально допустимое и максимально возможное значения средств, которые должны быть направлены на выполнение той или иной функции (из заявок подразделений Департамента при формировании бюджета на упомянутый год). Данные, как и фактические затраты на каждую функцию, конфиденциальны. Поэтому будем считать приведённые цифры условными.

Решение задачи (3.3) относящейся к классу задач линейного программирования. средствами Microsoft Excel приведено в таблице 3.5:

Табл.3.5

Результаты исследования Департамента по управлению МИ

№	Функции Департамента по управлению муниципальным имуществом	Распределение средств по функциям						
		Фактическое, руб	Оптимальное		Y1	Результаты ФСА		
			в долях	в рублях		1	2	3
1	Оформление прав муниципальной собственности	776371	0,0716	621011	0,8	0,0716	0,0716	0,0716
2	Веление реестра	1003613	0,0926	803151	0,8	0,0926	0,0926	0,0926
3	Закрепление имущества в хозяйственное ведение и оперативное управление	335766	0,0310	268873	0,8	0,031	0,031	0,031
4	Осуществление контроля за движением основных средств	177911	0,0164	142243	0,8	0,0164	0,0164	0,0164
5	Осуществление функции арендодателя муниципального имущества	1458095	0,1733	1503089	1,0	0,2017	0,2017	0,2017
6	Разработка и реализация программ приватизации муниципального имущества	1676663	0,2319	2011346	1,2	0,1993	0,2319	0,1993

7	Учет и оформление долей, паев, акций при участии местных органов власти в акционерных обществах	1818906	0,2516	2182211	1,2	0,2516	0,2097	0,2097
8	Защита прав собственника в народном и арбитражном судах	1426006	0,1316	1141411	0,8	0,1358	0,1451	0,1778
9	Значение показателя эффективности управления $Z(x, \omega)$,	0,1599	0,1687	0,1687		0,1676	0,1669	0,1658

Оптимальное распределение приводит к повышению уровня эффективности использования ресурсов с 0,1599 до 0,1687. Численное значение уровня эффективности равно значению аналитического выражения показателя эффективности распределения бюджетных средств Департамента по управлению имуществом. Оптимальному распределению ресурсов соответствует значение этой функции $Z_{\max}(x, \omega)$, получаемое в результате решения задачи (3.3), а в качестве сравниваемого варианта берется значение $Z_{\text{факт}}(x, \omega)$. Сравнивая полученные в результате решения оптимизационной задачи величины затрат с фактическими, видим: некоторые из них сильно расходятся. Например, в затратах на разработку и реализацию программ приватизации разница составляет почти 335 тыс. руб., по седьмой функции — 363 тыс.руб. Возникает вопрос о целесообразности коррекции решения с точки зрения нахождения и устранения излишних затрат.

Воспользуемся для этого примененными в исследовании функций Департамента ЖКХ приемами функционально-стоимостного анализа, подвергнув анализу значимости функций и затраты на их осуществление.

Значимость функций определена с использованием МАИ и соответствует компонентам вектора $W^{(мин)}$, а в качестве затрат возьмем оптимальное распределение средств соответствующее решению задачи (3.3) и приведенное во втором столбце таблицы 3.5. Откорректированные с применением ФСА значения и должны стать фактическими, заняв место в официальном бюджете Департамента.

Отношение соответствующих значений указанных векторов позволяет определить вектор Y_1 и, по максимальному значению его компонент, выявить

предпочтительную функцию для работы по уменьшению соответствующей величины затрат.

Это шестая и седьмая функции (что подтверждает первоначальную версию). Ответ на вопрос о количественной оценке излишних затрат может быть решен так же, как и в случае с Департаментом ЖКХ, в результате детального просчета использования ресурсов и распределении накладных расходов в соответствии с ним, (а не на основании прямых затрат или учета полного объема предоставляемых Департаментом по МИ услуг). Если такими могут быть признаны ресурсы порядка 15% (по обеим функциям) относительно оптимального варианта, то можно остановиться на варианте 3, по которому количество средств на 6 и 7 функции (0,1993 и 0,2097 — табл. 3.5) соответствует значениям компонент вектора Y_1 , равным 1,0 и 1,0. При этом увеличилась доля 5 и 8 функций: уменьшение количества средств на реализацию наиболее значимых (и наиболее финансируемых) функций привело к увеличению средств, направляемых на финансирование функций, в списке значимости которые стоят сразу за ними. Значение показателя эффективности распределения средств (управления) уменьшилось на 1,7% (с 0,1687 до 0,1658), оставаясь больше 0,1599, соответствующего фактическому распределению и функционально необходимому распределению затрат.

Если последний недостаточно объективно обоснован, то подобное достаточно резкое сокращение затрат на 6 и 7 функции (на 14,1% или 281588 руб. по 6 функции и 16,6% или 390975 руб. — по 7 функции) может оказаться чрезмерным. В этой ситуации возможен, как в случае с Департаментом ЖКХ, постепенное сокращение предполагаемых расходов: на 2,5;5;7,5;10% (т.е. при ограничениях на x_6 и x_7 вида:

$$0,1547 \leq x_6 \leq 0,2261; 0,1547 \leq x_6 \leq 0,2203; 0,1547 \leq x_6 \leq 0,2145; 0,1547 \leq x_6 \leq 0,2087 \text{ и}$$

$$0,1678 \leq x_7 \leq 0,2453; 0,1678 \leq x_7 \leq 0,239; 0,1678 \leq x_7 \leq 0,2327; 0,1678 \leq x_7 \leq 0,2264$$

соответственно):

Табл.3.6.

Результаты ФСА Департамента по управлению МИ

№ функции	Решение оптимизационной задачи (3.3) с укороченными диапазонами изменения переменных x_6 и x_7			
	на 2,5%	на 5%	на 7,5%	на 10%
1	0,0716	0,0716	0,0716	0,0716
2	0,0926	0,0926	0,0926	0,0926
3	0,031	0,031	0,031	0,031
4	0,0164	0,0164	0,0164	0,0164
5	0,1854	0,1975	0,2017	0,2017
6	0,2261	0,2203	0,2145	0,2087
7	0,2453	0,239	0,2327	0,2264
8	0,1316	0,1316	0,1395	0,1516
Значение показателя эффективности $Z(x, \omega)$	0,1682	0,1678	0,1673	0,1669

3.2.1. Выбор предпочтительного варианта управления муниципальной собственностью

Решение проблемы повышения эффективности управления Департамента по управлению муниципальным имуществом предполагает помимо разработки механизма оптимального распределения ресурсов (описанного ранее), рассмотрение вопросов, связанных с эффективностью управления муниципальной собственностью [195,196,197].

Объясняется это тем, что более половины (51,6% в 2003г. — табл. 3.7) совокупных доходов местных бюджетов приходится на долю налоговых поступлений [86]:

Табл.3.7

Структура доходов бюджетов муниципальных образований РФ (доля в совокупных доходах, %)

Налоговые доходы	59,8	60,5	63,8	69,7	68,2	61,2	53,6	51,6
Неналоговые доходы	2,4	2,2	3,7	3,6	3,5	4,3	4,9	5,4
Безвозмездные отчисления	37,8	37,3	32,5	26,7	28,3	34,2	40,5	41,7
Годы	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003

Однако неналоговые доходы составляют (за тот же 2003г.) всего 5,4%, что говорит о невысоком уровне эффективности использования муниципальной собственности, в том числе муниципальных предприятий, нежилой не-

движимости, земельных ресурсов и др. Необходимы меры, прежде всего, методического характера, чтобы исправить эту ситуацию и повысить эффективность управления [127,198,200].

Следует отметить, что очень часто бюджеты городов, испытывая затруднения в наполнении, предопределяют принятие решения местных властей о продаже имущества через приватизацию. Безусловно, при этом увеличиваются и ограничения, установленные действующим законодательством, объем и виды имеющегося муниципального имущества, но более всего — экономическое состояние муниципального образования, дефицит финансовых ресурсов. Кроме того, квалифицированный уровень персонала Департаментов по имуществу не всегда позволяет воспользоваться современными методами теории принятия решений и соответствующими информационными технологиями. Как следствие, решения принимаются с помощью не очень глубоких, нетрудоемких методов, использование которых не позволяет говорить о системном, научно-обоснованном подходе [128,129,130,199].

Формализовать задачу оценки возможных вариантов использования муниципального имущества и выбора наиболее предпочтительного из них достаточно трудно из-за качественного характера информации об исследуемой проблеме, большой доли нечисловых оценок при описании и структуризации процедуры моделирования. Тем не менее, положив в основу исследования подход «выгоды-издержки» [131,132,133], принцип декомпозиции и применяя метод анализа иерархии, оказалось возможным это сделать.

Решение задачи начнем с иерархического представления исследуемой проблемы. Для чего очертим круг наиболее распространенных форм управления муниципальным имуществом (МИ), которое может быть передано в хозяйственное ведение, оперативное управление, передано в использование и (или) залог, приватизацию или передано в качестве доли при учреждении хозяйственных товариществ и обществ в соответствии с действующим законодательством [121,196]. Другими словами, такими формами управления являются: муниципализация, муниципальная аренда, полная концессия и муни-

ципальная концессия [128,156]. Эти варианты использования МИ будут являться альтернативными, формирующими самый нижний уровень иерархии, соответственно A_1, A_2, A_3, A_4 .

Для выбора предпочтительного варианта используем подход «выгоды-издержки» как продуктивный и отвечающий требованиям системного анализа. В соответствии с ним необходимо построить две иерархии, упорядочивающие критерии качества и определяющие общие выгоды и издержки для исследуемых альтернатив (рис.3.4 и рис.3.5 соответственно)

В вершинах обеих иерархий одна и та же цель — эффективное использование МИ, однако в первом случае таковым оно должно быть с точки зрения извлечения наибольших выгод, во втором — с точки зрения наименьших издержек. Кроме того, в обоих случаях используется трёхуровневая иерархия, обеспечивающая в должной мере детализацию интегрального критерия (выгод и издержек соответственно) и приемлемый уровень адекватности.



Рис.3.4 Иерархия выгод

Таким образом, в приведённых иерархиях на первом уровне расположены основные факторы, определяющие выгоды и издержки, на втором — критерии качества, характеризующие собственно выгоды и издержки, на третьем — альтернативы, из которых следует сделать выбор. При этом наилучшей из них должно соответствовать наибольшее значение отношения количественно определенных выгод к издержкам.

Трудности, связанные с получением количественных оценок качественных факторов, входящих в иерархии выгод и издержек, могут быть преодолены, если для этого вновь использовать метод анализа иерархии (МАИ) и, в частности, самую популярную его модификацию — метод попарных сравнений [14].



Рис.3.5. Иерархия издержек

Алгоритм оценки результирующего вектора приоритетов рассматриваемых альтернатив применительно к иерархии выгод включает обработку 174 экспертных оценок 23 матриц парных сравнений (которые содержат также такое же количество чисел, обратных к названным ранее и 98 единичных диаго-

нальных элементов). Не приводя здесь эти матрицы из-за чрезмерной громоздкости подобного описания, перечислим этапы расчета результирующего вектора (на примере Тольяттинской городской компании, входящей в реестр муниципальных предприятий г.Тольятти 2003г. [127,134]):

1) вычисляются векторы приоритетов альтернатив $W_{A_j^4}^A$ относительно критериев качества A_j^3 третьего иерархического уровня — всего их получается 19:

$$W_{A_{11}^4}, W_{A_{12}^4}, W_{A_{13}^4}, W_{A_{14}^4}, W_{A_{21}^4}, W_{A_{22}^4}, \dots, W_{A_{29}^4}, W_{A_{31}^4}, W_{A_{32}^4}, \dots, W_{A_{36}^4}$$

Здесь каждый вектор имеет четыре значения, характеризующие рассматриваемые альтернативы A_1, A_2, A_3, A_4 ;

2) вычисляются векторы приоритетов критериев качества $W_{A_i^E}^E, W_{A_i^E}^E, W_{A_i^E}^E$ (размерность первого из них равна 4, второго 9, третьего 6) и $W_{A_1^E}^E$ (размерность равна

3), который взвешивает критерии $A_{11}^2, A_{12}^2, A_{13}^2$ относительно главной цели A_1^1 ;

3) используя результаты этапов 1 и 2, рассчитываются векторы приоритетов альтернатив по критериям $A_{11}^2, A_{12}^2, A_{13}^2$. Это осуществляется в результате перемножения матриц, столбцы которых представлены значениями векторов приоритетов альтернатив, на векторы приоритетов критериев:

$$W_{A_1^4}^A = [W_{A_{11}^4}^A \quad W_{A_{12}^4}^A \quad W_{A_{13}^4}^A \quad W_{A_{14}^4}^A] * W_{A_1^E}^E$$

$$W_{A_2^4}^A = [W_{A_{21}^4}^A \quad W_{A_{22}^4}^A \quad W_{A_{23}^4}^A \quad W_{A_{24}^4}^A \quad W_{A_{25}^4}^A \quad W_{A_{26}^4}^A \quad W_{A_{27}^4}^A \quad W_{A_{28}^4}^A \quad W_{A_{29}^4}^A] * W_{A_2^E}^E$$

$$W_{A_3^4}^A = [W_{A_{31}^4}^A \quad W_{A_{32}^4}^A \quad W_{A_{33}^4}^A \quad W_{A_{34}^4}^A \quad W_{A_{35}^4}^A \quad W_{A_{36}^4}^A] * W_{A_3^E}^E$$

4) результирующий вектор приоритетов альтернатив относительно корневой вершины иерархии A_1^1 вычисляется следующим образом:

$$W^{(B)} = [W_{A_1^4}^A \quad W_{A_2^4}^A \quad W_{A_3^4}^A] * W_{A_1^E}^E$$

Аналогичные преобразования с матрицами парных сравнений иерархии издержек приводят к вектору приоритетов альтернатив $W^{(B)}$. Отношение компонент вектора $W^{(B)}$ к соответствующим компонентам вектора $W^{(A)}$ и последующий выбор из полученных частных наибольшего значения позволяют сделать вывод о наиболее предпочтительном варианте использования муниципального имущества.

3.3. Модель распределения бюджетных средств Департамента образования

Применительно к рассматриваемому Департаменту предлагается использовать принцип распределения не по функциям, а по подразделениям исследуемого объекта. Проблема здесь заключается в том, как при известном дефицитном бюджете распределить его по девяти отделам [158]:

- отдел нормативно-правового сопровождения деятельности образовательных учреждений А;
- отдел информационного обеспечения, анализа и маркетинга В;
- отдел технического надзора С;
- ревизионное бюро D;
- финансовое бюро Е;
- отдел обеспечения кадровых потребностей образования F;
- отдел дошкольного образования G;
- отдел общего образования H;
- отдел профессионального образования I,

чтобы суммы средств, направляемых на нужды этих подразделений, обеспечивали бы их функционирование (как и функционирование всего Департамента) с максимальной эффективностью.

Естественна постановка задачи, в соответствии с которой потребности всех отделов в финансовых ресурсах выполнялись бы по максимуму. Воспользуемся приведенными ранее результатами формализации подобного рода задач в виде (2.1) и (2.2) с той лишь разницей, что в качестве целевой функции однокритериальной задачи, аналогичной (2.2), в данном случае будет функция $Z(x, \omega)$, где $x=(x_1, x_2, \dots, x_9)$ — вектор искомых значений средств, направляемых на финансирование подразделений исследуемого Департамента, а $\omega=(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_9)$ — вектор приоритетов подразделений объекта исследования. Если построить процедуру формализации таким образом, что при этом будут учтены факторы, в наибольшей степени влияющие на эффективность функционирования средств, то в качестве $Z(x, \omega)$ получим функцию

эффективности функционирования, как результат расходования бюджетных средств. Главное здесь — найти вектор ω , для чего представим задачу распределения средств с точки зрения эффективности их использования таким образом:

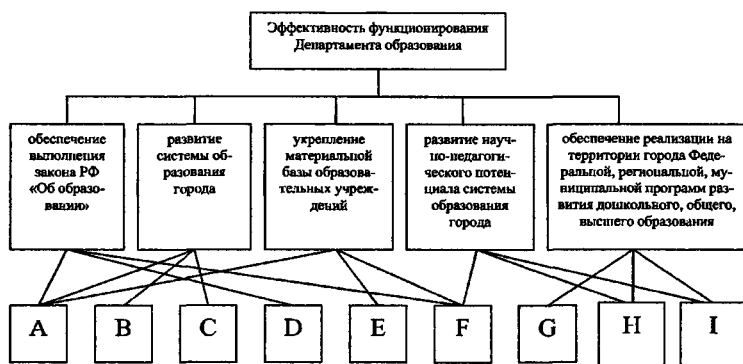


Рис. 3.6. Общий вид иерархии

Представленная на рис.3.6 иерархия показывает, что управление системой образования г. Тольятти будет эффективным, если будет обеспечено:

- 1) выполнение закона РФ «Об образовании»;
- 2) функционирование и развитие системы образования города, включающей расположенные на его территории муниципальные образовательные учреждения всех типов и видов;
- 3) ресурсное обеспечение на основе региональных и местных нормативов, укрепление материальной базы образовательных учреждений и развитие их финансово-хозяйственной самостоятельности;
- 4) развитие научно-педагогического потенциала системы образования города;
- 5) реализация на территории города Федеральной, региональной, муниципальной программ развития дошкольного, общего, высшего образования.

Все перечисленные пять факторов (требований, критериев) составляют второй уровень иерархии. Реализация этих требований через подразделения

А, В, С, D, E, F, G, H, I (элементы третьего уровня иерархии) позволяет надеяться на эффективное выполнение всех видов работ и услуг (функций) Департамента.

Таким образом, количественная оценка компонент вектора $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_9)$ должна быть получена с использованием информации, лежащей в основе иерархического представления исследуемой проблемы. Поскольку она носит качественный характер, то это позволяет говорить о принятии решения с учетом неполной, неточной и нечеткой информации. Вновь воспользуемся методом анализа иерархий.

Итоги иерархического синтеза при условии, что исследователя интересует ситуация, в соответствии с которой руководство Департамента требует определить максимальные размеры ассигнований на нужды подразделений

$$\left\{ \begin{array}{l} \max x_1 \\ \max x_2 \\ \dots \\ \max x_9 \end{array} \right.$$

предполагая, что их маргинальный характер обернется максимальной эффективностью функционирования всего учреждения, а также используя соответствующую конструкцию целевой функции однокритериальной задачи оптимизации 2.2, позволяют представить функцию эффективности функционирования Департамента образования в виде обычного взвешенного среднего арифметического

$$Z(x, \omega) = 0,4452x_1 + 0,0716x_2 + 0,0251x_3 + 0,0281x_4 + 0,1047x_5 + 0,1125x_6 + \\ + 0,0925x_7 + 0,0449x_8 + 0,0768x_9$$

Отметим, что искомые значения средств x_1, x_2, \dots, x_9 здесь представлены в относительных единицах (долях от бюджета Департамента).

Таким образом, решение исходной многокритериальной задачи оптимизации распределения бюджетных ресурсов становится возможным в рамках классической задачи математического моделирования с целевой функцией

ей $Z(x, \omega)$, основным ограничением $\sum_{i=1}^9 x_i = 1$ и девятью ограничениями на

диапазоны изменения искомым переменных:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{найти } \max (0,4452x_1 + 0,0716x_2 + 0,0251x_3 + 0,0281x_4 + 0,1047x_5 + \\ \quad + 0,1125x_6 + 0,0925x_7 + 0,0449x_8 + 0,0768x_9) \\ \text{при } x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 = 1 \\ 0,1941 \leq x_1 \leq 0,4452; \quad 0,0716 \leq x_2 \leq 0,1068; \\ 0,0250 \leq x_3 \leq 0,0502; \quad 0,0281 \leq x_4 \leq 0,0562; \\ 0,0864 \leq x_5 \leq 0,1571; \quad 0,0926 \leq x_6 \leq 0,1687; \\ 0,0841 \leq x_7 \leq 0,1850; \quad 0,0449 \leq x_8 \leq 0,0673; \quad 0,0752 \leq x_9 \leq 0,1149; \end{array} \right. \quad (3.4)$$

Поясним логику формирования ограничений на диапазоны изменения искомым переменных: в качестве нижних границ принят минимально возможный уровень финансирования подразделений, без каких-либо ассигнований на развитие, а в качестве верхних — такие значения средств, в которых учтены все запланированные (с полным обеспечением) на следующий год мероприятия, чье выполнение было возложено руководством на тот или иной отдел. Эти сведения конфиденциальные, основанные на реальных данных за 2003 год, и поэтому в реальном исчислении (в руб) не приводятся.

Решение задачи (3.4), относящейся к классу задач линейного программирования, средствами Microsoft Excel дало следующие результаты

$$x_1 = 0,3862; \quad x_2 = 0,1068; \quad x_3 = 0,0250; \quad x_4 = 0,0281; \quad x_5 = 0,1571; \quad x_6 = 0,0926; \quad x_7 = 0,0841; \\ x_8 = 0,0449; \quad x_9 = 0,0752; \quad Z_{\max} = 0,2234.$$

Таким образом, оптимальное распределение ресурсов и соответствующий уровень эффективности их использования (распределения) найдены.

4. СИСТЕМА МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ НИЗШЕГО УРОВНЯ

4.1. Аналитическое планирование развития отрасли переработки твердых бытовых отходов

После того, как оказалась решенной проблема распределения финансовых ресурсов на уровне Департаментов (Комитетов, Управлений), аналогичная задача возникла для ряда сложных функций этих учреждений. В частности, для Департамента ЖКХ это касается такой функции, как переработка твердых бытовых отходов (ТБО), когда кроме традиционных сценариев — захоронения и переработки по заводским технологиям, нужно вкладывать средства в такие виды переработки, как пиролиз и оборотные техногенные ресурсные циклы [151,152].

Проблема переработки твердых бытовых отходов возникла не сегодня, однако в последнее десятилетие, с хроническим для него дефицитом бюджетов всех уровней, она обострилась еще больше. Необходимо не только совершенствовать существующие технологии, разрабатывать новые, но и выпускать соответствующие машины и оборудование, а также иметь современное производство. Ресурсов на все это не хватает, именно поэтому как оценка относительной значимости альтернатив, так и аналитическое (стратегическое) планирование развития отрасли в целом весьма актуальны [153,154].

Предлагаемая к рассмотрению процедура планирования является итерационной и включает два процесса по определению вероятных альтернатив (сценариев, исходов), выполненных в прямом направлении и один обратный процесс, связанный с достижением желаемого будущего. В основе такого подхода с двумя целями — логической (достижимой) и желаемой, достижение которой требует существенных изменений на входах, — лежит классическая теория планирования [64,155,29]. Новизна здесь — в практическом использовании этой теории применительно к отрасли переработки ТБО, постановке и решении на основе полученных результатов задачи оптимального распределения ресурсов (в качестве которых может быть фонд развития отрасли или

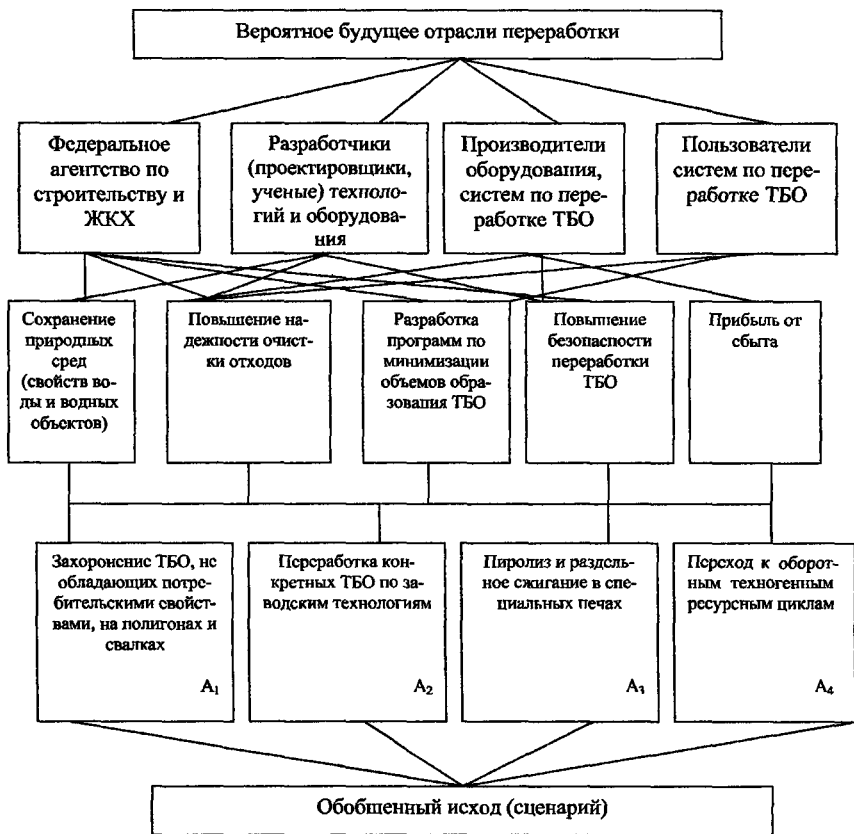


Рис. 4.1. Иерархия первого прямого процесса планирования

соответствующая расходная статья бюджета Департамента ЖКХ крупного города) [210].

Иерархическая структура первого прямого процесса планирования приведена на рис. 4.1.

Фокус иерархии определяет основную цель, которую предполагается достигнуть в будущем. На уровне 2 расположены акторы, в наибольшей степени определяющие развитие отрасли в будущем. Среди них Федеральное агентство по строительству и ЖКХ, разработчики (проектировщики и ученые), производственники, пользователи систем по переработке ТБО.

Каждый актер имеет свои цели, часть из которых пересекается с целями других акторов. Всего же третий иерархический уровень состоит из пяти самостоятельных целей. Уровень 4 содержит вероятные сценарии достижения поставленной цели. Замыкает иерархию обобщенный сценарий, означающий, что процесс развития отрасли происходит одновременно по всем предложенным сценариям, но с разной степенью интенсивности, т.е. это некоторый компромиссный для факторов путь развития отрасли.

В задаче рассматривается четыре вероятных сценария. Первый из них A_1 — захоронение ТБО, не обладающих потребительскими свойствами, на полигонах и свалках. A_2 — переработка конкретных ТБО (а это тоже требует предварительной обработки отходов) по заводским технологиям. Третий сценарий A_3 — пиролиз и раздельное сжигание в специальных печах — более всего актуален для городов с химическим производством, но не только. Сценарий A_4 — самый привлекательный — переход к оборотным техногенным ресурсным циклам.

После построения иерархии ее элементы оцениваются экспертами с применением девятибалльной шкалы отношений, принятой в методе попарного сравнения (используемой нами модификации МАИ). Для полученных таким образом матриц суждений рассчитываются их главные собственные вектора, которые и интерпретируются как вектора приоритетов сравниваемых элементов иерархии. При этом главный собственный вектор W матрицы A находится из уравнения

$$AW = \lambda_{\max} W,$$

где λ_{\max} — максимальное собственное значение матрицы A . Матрицы подобного вида являются неприводимыми, поэтому для вычисления W обычно применяется итерационный метод или один из четырех алгоритмов его приближенного вычисления, приведенных ранее.

Отметим также, что в целях недопущения нарушения транзитивности суждений (это делает бессмысленной дальнейшую обработку матрицы), а такая опасность существует и повышается с увеличением размерности матрицы,

необходимо вычислять значение индекса несогласованности $CR = (\lambda_{\max} - n)/(n-1)$, которое не должно превышать 0,1. Здесь n — размерность матрицы A .

На первом этапе иерархического синтеза формируется матрица суждений, устанавливающая степень влияния факторов на вероятный исход (повышение эффективности функционирования отрасли переработки ТБО)

Табл. 4.1

Результаты первого этапа иерархического синтеза

Какой из нижеприведенных акторов в наибольшей степени влияет на принятие решения о вероятном исходе в проблеме переработки ТБО?					
Вероятное будущее	Федеральное агентство по строительству и ЖКХ	Разработчики (проектировщики и ученые) технологий	Производители оборудования (систем переработки ТБО)	Пользователи технологий и оборудования	W_1
Федеральное агентство по строительству и ЖКХ	1	4	1	6	0,4230
Разработчики (проектировщики и ученые) технологий	1/4	1	1/4	2	0,1234
Производители оборудования (систем переработки ТБО)	1	4	1	5	0,3878
Пользователи технологий и оборудования	1/6	1/2	1/5	1	0,0658
$\lambda_{\max}=4,0316; CR=0,01$					

Из данных таблицы видно, что логическое будущее определяют в основном два актора — Федеральное агентство по строительству и ЖКХ и производители (0,4230 и 0,3878 в векторе приоритетов W_1). Такой вывод получается в результате обработки суждений эксперта, приведенных в табл. 4.1, в первой строке которой отмечено существенное превосходство во влиянии на принятие решения Федерального агентства над разработчиками (балл 4), очевидное — над пользователями (балл 6) и одинаковое — с производителями систем переработки ТБО (балл 1). Весомость разработчиков (строка 2) чуть-чуть выше, чем пользователей (балл 2), а производителей (строка 3) — существенно выше (балл 4 и 5) соответственно разработчиков и пользователей. Остальные элементы матрицы суждений заполнены числами, обратными к описанным выше (в силу обратно — симметричности таких матриц — по определению).

Далее вычисляется значимость целей относительно каждого актора. Число матриц попарных сравнений здесь соответствует числу факторов и равно 4.

Табл. 4.2

Определение значимостей целей относительно акторов

Какая из перечисленных ниже целей наиболее важна для Федерального агентства по строительству и ЖКХ?						Какая из перечисленных ниже целей наиболее важна для разработчиков (проектировщиков и ученых)?				
Федеральное агентство по строительству и ЖКХ	Сохранение природных сред	Повышение надежности очистки отходов	Разработка программ по минимизации объемов переработки ТБО	Повышение безопасности при переработке отходов	W_2	Разработчики	Сохранение природных сред	Повышение надежности очистки ТБО	Повышение безопасности при переработке отходов ТБО	W_3
Сохранение природных сред	1	1	3	3	0,375	Сохранение природных сред	1	1	3	0,3943
Повышение надежности очистки отходов	1	1	3	3	0,375	Повышение надежности очистки ТБО	1	1	3	0,3943
Разработка программ по минимизации объемов переработки ТБО	1/3	1/3	1	1	0,125	Повышение безопасности при переработке отходов ТБО	1/3	1/3	1	0,2114
Повышение безопасности при переработке отходов	1/3	1/3	1	1	0,125	$\lambda_{\max}=3,15; CR=0,08<0,1$				
$\lambda_{\max}=4,00; CR=0,000$										
Какая цель важнее для производителей?						Какая цель важнее для пользователей?				
Производители систем переработки ТБО	Повышение надежности	Повышение безопасности	Прибыль от сбыта	W_4		Пользователи оборудования	Повышение надежности очистки	Повышение безопасности	W_5	
Повышение надежности	1	1/3	1/5	0,0825		Повышение надежности очистки	1	1/3	0,1667	
Повышение безопасности	3	1	1/3	0,2982		Повышение безопасности	3	1	0,8333	
Прибыль от сбыта	5	3	1	0,6193		$\lambda_{\max}=2,0; CR=0,0$				
$\lambda_{\max}=3,11; CR=0,06<0,1$										

На следующем этапе определяются приоритеты всех четырех вероятных сценариев (альтернатив) относительно каждой цели. Результаты попарных сравнений приведены в табл. 4.3. Поскольку матрицы парных сравнений являются обратно симметричными, то для них характерна избыточность информации, поэтому в табл. 4.3 приводятся лишь верхние треугольники каждой из пяти матриц.

Табл. 4.3

Результаты попарных сравнений вероятных сценариев

Какая из альтернатив в наибольшей степени способствует сохранению природных сред?						Какая из альтернатив в наибольшей степени отвечает надежной очистке отходов?						
Сохранение природных сред	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Вектор приоритетов W ₆	Повышение надежности очистки отходов	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Вектор приоритетов W ₇	
	A ₁	1	1/3	1/5			1/5	0,0625	A ₁	1		1/5
A ₂		1	1/3	1/3	0,1683	A ₂		1	1	2	0,3639	
A ₃			1	1,3	0,3365	A ₃			1	2	0,3639	
A ₄				1	0,4327	A ₄				1	0,2021	
$\lambda_{\max}=4, 2690, CR=0,08$						$\lambda_{\max}=4, 0066, CR=0,002$						
Какой из вероятных сценариев в наибольшей степени обуславливает необходимость разработки по минимизации объемов образования ТБО?						Какая из альтернатив обеспечивает наибольшую безопасность процессов переработки отходов?						
Разработка программ по минимизации образования ТБО	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Вектор приоритетов W ₈	Повышение безопасности переработки ТБО	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Вектор приоритетов W ₉	
	A ₁	1	2	2			2	0,40	A ₁	1		1/5
A ₂		1	1	1	0,20	A ₂		1	1	1/3	1/3	0,2496
A ₃			1	1	0,20	A ₃			1	1/2	1/2	0,2553
A ₄				1	0,20	A ₄				1	1	0,4425
$\lambda_{\max}=4, 00; CR=0,00$						$\lambda_{\max}=4, 0854; CR=0,0028$						
Какой из вероятных сценариев обеспечит получение наибольшей прибыли от сбыта систем переработки ТБО?						Результаты ранжирования вероятных сценариев относительно акторов и фокуса иерархии?						
Прибыль от сбыта оборудования и технологий	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Вектор приоритетов W ₈	Акторы и фокус	Вероятные сценарии					
	A ₁	1	1/4	1/5			1/4	0,0666	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
A ₂		1	1/2	1	0,2546	Федеральное агентство по строительству и ЖКХ	0,1063	0,2558	0,3196	0,3184		
A ₃			1	3	0,4308	Разработчики технологий	0,0634	0,2636	0,3301	0,3438		
A ₄				1	0,2480	Пользователи оборудования и систем	0,0555	0,2687	0,2734	0,4024		
$\lambda_{\max}=4, 1012; CR=0,0359$						Производители оборудования	0,0627	0,2621	0,3729	0,3022		
						Фокус	0,0808	0,2599	0,3385	0,3208		

Вектор приоритетов альтернатив относительно первого фактора — Федерального агентства по строительству и ЖКХ ($W_{фа}$) — определяется путем перемножения матрицы, сформированной из значений векторов приоритетов W_6, W_7, W_8, W_9 на вектор W_2 , определяющий значимость целей для рассматриваемого фактора:

$W_{фа} = [W_6 \ W_7 \ W_8 \ W_9] * W_2$. Аналогично определяются векторы приоритетов альтернатив относительно разработчиков W_p , пользователей $W_{п}$, производителей $W_{пр}$:

$$W_p = [W_6 \ W_7 \ W_9] * W_3; \quad W_n = [W_7 \ W_9 \ W_{10}] * W_4; \quad W_{np} = [W_7 \ W_9] * W_5.$$

Результирующий вектор приоритетов W_o всех рассматриваемых сценариев развития отрасли переработки ТБО относительно фокуса иерархии находится следующим образом: $W_o = [W_{фа} \ W_p \ W_n \ W_{np}] * W_1$.

Анализ приоритетов показывает, что наиболее вероятными являются сценарии A_3 и A_4 . И это несмотря на инертность и отсутствие серьезных средств на развитие отрасли у государства (в лице Федерального агентства по строительству и ЖКХ и остальных факторов). Таким образом, возобладала точка зрения, в соответствии с которой наибольшее развитие должны получить самые наукоемкие и прогрессивные сценарии. Причем дважды (для разработчиков и пользователей) лучшей альтернативой признана A_4 (0,3438 и 0,4024 соответственно) и дважды (для Федерального агентства и производителей) — A_3 (0,3196 и 0,3729). Традиционным подходам — захоронению ТБО на полигонах и свалках и переработке конкретных отходов по соответствующим технологиям предлагается уделять заметно меньше внимания (0,0808 и 0,2599 соответственно).

Следующий этап стратегического планирования состоит в построении обобщенного сценария, для чего вводятся переменные состояния, оцениваемые по шкале разностей +8, +6, ..., -6, -8. В качестве переменных предлагается использовать следующие критерии: объем переработки ТБО, надежность очистки отходов, безопасность переработки, затраты на содержание систем переработки в хорошем состоянии, число проектировщиков и ученых, их профессионализм и уровень заработной платы, доходы производителей, финансирование научно-исследовательских работ (НИР), развитие технологий, расширение рынка сбыта оборудования и систем переработки ТБО.

Результаты оценки рассматриваемых сценариев и обобщенного исхода относительно факторов и фокуса иерархии приведены в табл. 4.4. Напомним, что при расчете значения переменной следует ответить на два вопроса:

1) в каком направлении в будущем (увеличится, уменьшится или останется неизменным) произойдет изменение *i*-критерия при реализации рассматриваемого *j*-сценария?;

2) какова интенсивность изменения *i*-критерия?

Табл. 4.4

Определение интегральных оценок обобщенных исходов относительно акторов и фокуса иерархии

Критерии оценок последствий (переменные состояния)	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Суммарное значение оценок сценариев по переменным состояниям относительно фокуса иерархии и факторов				
					Фокус иерархии	Федеральное агентство по строительству и ЖКХ	Разработчики	Пользователи	Производители
Проектировщики (разработчики), число	-4	0	+2	+2	0,9954	0,8508	1,6014	1,1296	1,0994
Профессионализм	-6	+2	+4	+4	2,6722	2,4258	2,8424	2,9076	2,8484
Уровень заработной платы	-3	+2	+4	+4	2,9146	2,7447	3,0326	3,0741	3,0365
Производители, число	0	+2	+2	+2	1,8384	1,7876	1,8750	1,8890	1,8744
Доходы	0	+2	+4	+4	3,1570	3,0636	3,2228	3,2406	3,2242
Функциональные характеристики	+2	+4	+4	+4	3,8384	3,7878	3,8768	3,8890	3,8742
Объем переработки									
Надежность очистки отходов	-2	+2	+1	+2	1,3383	1,1554	1,4181	1,5046	1,3761
Безопасность	-2	+2	+2	+2	1,6768	1,5750	1,7482	1,7780	1,7490
Содержание отрасли переработки	0	+4	+2	+4	2,9998	2,9360	3,0898	3,2312	3,0030
Параметры развития									
Финансирование НИР	0	+2	+4	+6	3,7986	3,7004	3,9104	4,0454	3,8290
Развитие технологий	0	+1	+3	+6	3,2002	3,1250	3,3167	3,5033	3,1940
Расширение рынка сбыта оборудования	+2	+2	+1	+2	1,6615	1,6804	1,6717	1,7266	1,6269
Интегральные оценки обобщенного исхода					29,4912	28,8325	30,6059	31,9190	30,7351

Так, в первой строке табл. 4.4 проставлены значения -4, 0, +2, +2, что означает, что число проектировщиков и ученых, занимающихся проблемой захоронения ТБО на полигонах и свалках в будущем намного уменьшится (-4), занимающихся проблемой переработки конкретных отходов по соответствующим технологиям — останется прежним (значение переменной равно 0), а вот интерес к сценариям A₃, A₄ приведет к небольшому увеличению (+2)

числа разработчиков. Значение критерия, равное +6 (-6) означает его значительное увеличение (уменьшение) в будущем относительно текущего состояния, в частности, финансирование НИР по проблеме оборотных техногенных циклов в будущем значительно увеличится (+ 6 в табл. 4.4).

Обобщенная мера на шкале для переменной состояния получится, если просуммировать произведения весов сценария (см. табл. 4.3) на соответствующие значения переменной состояния. Например, для числа проектировщиков и ученых (разработчиков) имеем:

$$- 4 * 0,0808 + 0 * 0,2599 + 2 * 0,3385 + 2 * 0,3208 = 0,9954.$$

Интерпретация этого числа такая же (более, чем сейчас/менее, чем сейчас), как и при калибровке самих переменных состояния: число проектировщиков и ученых в будущем будет незначительно повышаться.

Оценка обобщенного сценария в целом получается суммированием обобщенных мер для всех переменных состояний. Анализ оценок исходов показывает, что наилучшую оценку будущего по переменным состояниям имеет обобщенный сценарий, полученный с помощью весовых коэффициентов (оценок на основе шкалы разностей) соответствующих пользователям (+31,9190). Оценка обобщенного сценария, полученного при использовании усредненных по всем факторам весовых коэффициентов, имеет значение (+29,4912).

На следующем этапе планирования определяются желаемые альтернативы — сценарии. Одним из них может служить обобщенный сценарий, полученный комбинированием вероятных сценариев с весовыми коэффициентами пользователей и имеющий оценку +31,9190. Другой подход к формированию желаемого сценария заключается в общем стремлении акторов и экспертов к достижению лучших значений переменных состояния по сравнению с вероятным сценарием, при условии сохранения интересов и целей каждого актора. При этом независимый эксперт с согласия всех акторов корректирует их значимость в иерархии, использованной в предыдущем прямом процессе. Практически это означает, что табл. 4.1 преобразуется к виду:

Коррекция значимостей акторов

Желаемое будущее отрасли	Федеральное агентство по строительству	Разработчики (проектировщики)	Производители оборудования	Пользователи технологий и оборудования	Вектор приоритетов W_1
Федеральное агентство	1	6	1	7	0,4662
Разработчики	1,6	1	1/5	2	0,1046
Производители	1	5	1	6	0,4040
Пользователи	1/7	1/2	1/6	1	0,0562
$\lambda_{\max}=4,06; CR=0,02$					

Все остальные исходные данные иерархического синтеза принимаются без изменений из первого прямого процесса. Компоненты результирующего вектора W_0 приоритетов исследуемых сценариев получаются такими:

$$W_0^* = (0,0821; 0,2597; 0,3390; 0,3192)^T, \text{ где } T \text{ — знак транспонирования.}$$

Оценка нового обобщенного желаемого сценария, проведенная по ранее введенным критериям и переменным состояния (см. табл. 4.4) имеет значение 30,2783, что всего лишь на 1,6407 меньше оценки обобщенного вероятного сценария относительно фокуса иерархии. Подобная незначительная разница в 99% случаях может служить основанием для окончания процедуры планирования.

Принятие такого решения в нашем случае во многом обусловлено точкой зрения эксперта на проблему будущего отрасли, его оценками переменных состояния (табл. 4.4), вследствие чего интегральные оценки вероятных сценариев оказались весьма близки к оценке обобщенного исхода. В случае же существенного расхождения этих оценок -5,10,15 баллов и более (а такое возможно) следующим этапом процесса планирования должен стать первый обратный процесс, позволяющий определить новые цели и средства достижения желаемого будущего. Опишем алгоритм продолжения процесса планирования.

Проведенные выше расчеты показали, что наибольшее влияние на развитие отрасли переработки ТБО имеют Федеральное агентство по строительству и ЖКХ и производители. Поэтому необходимо выработать эффективные средства достижения целей для этих акторов, чтобы они повлияли на смещение

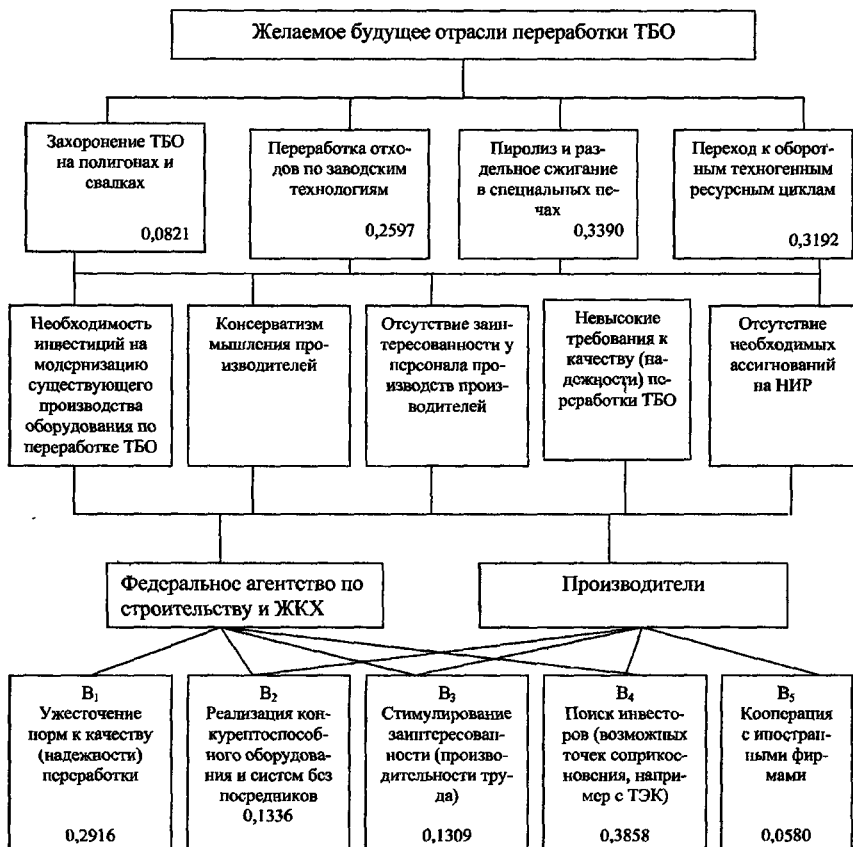


Рис. 4.2. Иерархия первого обратного процесса планирования

приоритетов в сторону желаемых сценариев. Иерархия первого обратного процесса приведена на рис. 4.2

Фокусом иерархии является желаемая стратегия развития отрасли. На втором уровне находятся сценарии, рассмотренные в первом прямом процессе. Приоритеты этих желаемых сценариев соответствуют обобщенному сценарию с откорректированными весами факторов (+30,2783).

На третьем уровне указаны основные проблемы, которые возникают при реализации желаемого будущего. Вектор их приоритетов рассчитывается путем обработки суждений эксперта, отвечающего на вопрос — разре-

ние какой проблемы более предпочтительно для достижения желаемого сценария?

Рассматриваемых проблем — пять:

1) необходимость значительных субсидий на модернизацию существующих производственных мощностей, занятых выпуском оборудования по переработке ТБО;

2) консерватизм мышления производителей оборудования в отношении перестройки производства для создания новых изделий;

3) низкие материальные и моральные стимулы у инженерно-технических работников и рабочих, занятых в производственной сфере;

4) невысокие требования к качеству переработки ТБО, обусловленные существующим уровнем технологичности производств, не способствуют созданию и внедрению в практику более эффективных систем переработки отходов;

5) отсутствие сколько-нибудь значимого финансирования научно-исследовательских работ в области создания высокоэффективных систем переработки отходов и соответствующих технологий.

На четвертом уровне иерархии расположены наиболее значимые акторы — Федеральное агентство по строительству и ЖКХ и производители, влияющие на решение указанных выше проблем. Вектор их приоритетов вычисляется, исходя из обработки суждений эксперта, отвечающего на вопрос — какой фактор в большей степени контролирует проблемы и влияет на их решение?

Последний (пятый) уровень образован альтернативами — целями, которые необходимо достичь для сближения вероятного и желаемого будущего. Таких альтернатив — пять:

1) ужесточение норм к качеству переработки B_1 ;

2) организация прямых поставок конкурентоспособных систем (и отдельных их элементов) переработки ТБО без привлечения посредников B_2 ;

3) разработка мер материального и морального стимулирования труда работников производственной сферы B_3 ;

4) привлечение инвестиций из топливно-энергетического комплекса (ТЭК) для создания оборудования, одновременно эффективно функционирующего и в отрасли переработки отходов, и в ТЭК, B_4 ;

5) проработка вопроса о кооперации с иностранными фирмами, создание совместных предприятий и привлечение зарубежных инвестиций B_5 .

Относительная значимость альтернатив — целей B_1 – B_5 получается в результате обработки суждений эксперта, отвечающего на вопрос — какая из сравниваемых целей и насколько предпочтительнее для достижения i -фактором желаемого будущего? Следует также отметить, что факторы в данном случае имеют хоть и одинаковое число целей — 4, но состав их не одинаков.

Далее результаты обработки суждений эксперта посредством иерархического синтеза, алгоритм проведения которого описан в первом прямом процессе, приводятся к результирующему вектору альтернатив — целей B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 :

$$W_B^\Phi = (0,2916; 0,1336; 0,1309; 0,3858; 0,0580)^T.$$

Из-за громоздкости и незначительности отличий процедуры оценки этого вектора от аналогичной процедуры первого прямого процесса промежуточные результаты расчета W_B^Φ здесь опущены.

Визуальный анализ компонент W_B^Φ показывает, что наименее значимой является цель B_5 . Этот факт нашел отражение во втором прямом процессе планирования (рис.4.3):

К акторам «Федеральное агентство по строительству и ЖКХ» и «производители» добавлены новые цели — альтернативы, рассмотренные в первом обратном процессе, за исключением B_5 . А то, что значимость B_4 превосходит значимость B_1 которая в свою очередь, более чем в 2 раза выше «веса» B_2 и B_3 , учитывается в ходе иерархического синтеза, соответствующего второму прямому процессу планирования.

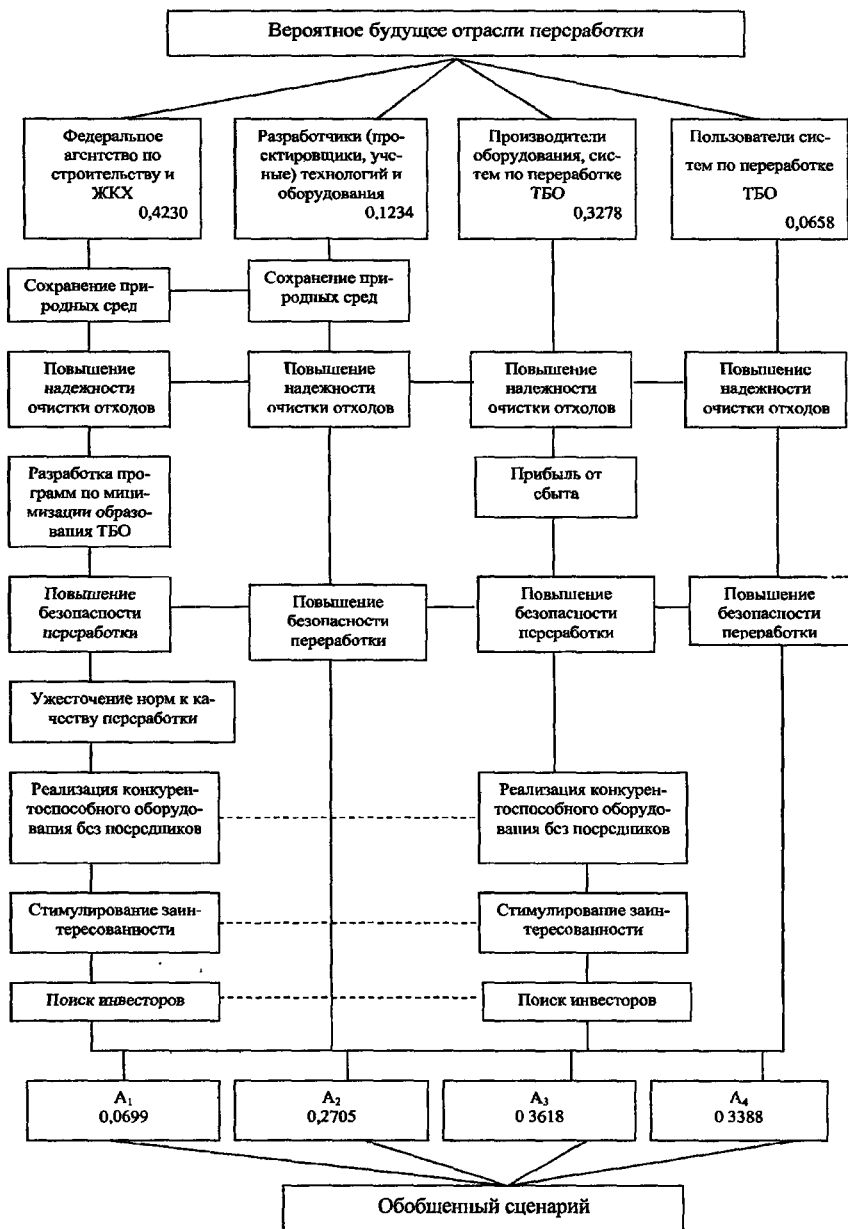


Рис. 4.3. Иерархия второго прямого процесса планирования

В конечном счете рассчитывается вектор приоритетов альтернатив A_1, A_2, A_3, A_4 $W_0^{**} = (0,0699; 0,2715; 0,3618; 0,3382)^T$ и интегральная оценка обобщенного сценария +31,6570 (рис. 4.4), которая показывает еще меньшее различие (относительно первой итерации) между вероятным и желаемым исходами:

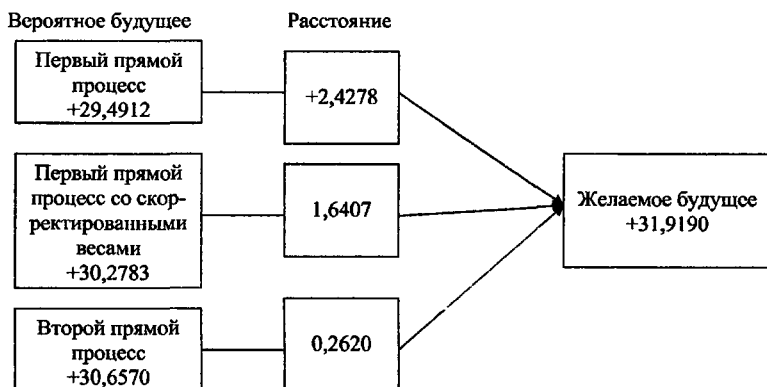


Рис.4.4. Интегральная оценка обобщенного сценария

Это различие столь мало, что итерационный процесс уточнения вектора приоритетов вероятных сценариев завершается: компромиссный для рассмотренных факторов путь развития отрасли определен.

Одним из возможных приложений полученных результатов может быть их использование в задаче оптимального распределения ресурсов по альтернативам. Поскольку все вероятные исходы оценивались с точки зрения повышения эффективности функционирования отрасли (развития отрасли), то при искомым величинах ресурсов x_1, x_2, x_3, x_4 соответствующие значения w_1, w_2, w_3, w_4 компонент полученного вектора приоритетов можно рассматривать как их веса в некотором интегральном сводном показателе (весовой функции)

$$Z(x, w) = \sum_{i=1}^4 w_i x_i,$$

который(ая) в этом случае приобретает смысл функции эффективности использования ресурсов. Интервальные оценки (диапазон изменения) искомых переменных — от минимально возможных до желаемых значений средств, которые должны быть направлены на развитие той или иной альтернативы — могут быть определены менеджментом. Чтобы не привязываться к конкретному объему распределяемых средств, здесь x_1, x_2, x_3, x_4 — искомые величины ресурсов, задаваемые в долях от всей суммы ассигнований на переработку ТБО (всего фонда развития).

Тогда задача оптимального использования средств может быть сформулирована в рамках классической задачи математического моделирования:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{найти } \max(0,0699x_1 + 0,2705x_2 + 0,3618x_3 + 0,3388x_4) \\ \text{при } x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\ 0,05 \leq x_1 \leq 0,15; \quad 0,25 \leq x_2 \leq 0,35 \\ 0,30 \leq x_3 \leq 0,45; \quad 0,30 \leq x_4 \leq 0,40 \end{array} \right. \quad (4.1)$$

Решая данную задачу, относящуюся к классу задач линейного программирования (средствами Microsoft Excel), получаем:

$$X_1 = 0,05; \quad X_2 = 0,25; \quad X_3 = 0,40; \quad X_4 = 0,30.$$

Таким образом, реализация описанной в данном разделе процедуры стратегического планирования позволила выявить круг параметров, в наибольшей степени влияющих на исследуемую проблему и, на базе этого, получить количественные оценки компромиссного для всех факторов пути развития отрасли. В свою очередь, использование найденного вектора приоритетов в оптимизационной задаче (4.1) дало возможность определить необходимые (оптимальные) для этого финансовые ресурсы.

4.2. Повышение надежности муниципального банка как результат оптимального распределения ресурсов

Предлагаемую ниже к рассмотрению задачу повышения надежности муниципального банка можно считать задачей низшего уровня, если иссле-

дуемый банк — получатель бюджетных средств, а можно и как область применения методики многокритериального оценивания объектов в условиях неопределенности, приведенную в настоящей работе ранее.

За последнее десятилетие проблема надежности банков неоднократно поднималась на страницах периодической печати и ряда других изданий. В этих публикациях либо давались обзоры существующих подходов, либо описывались конкретные методики оценки надежности разного рода финансовых институтов [159,160,161,34]. Однако попыток представить и решить задачу повышения надежности банка так, как это будет сделано ниже, ни в этих, ни в каких-либо других, известных автору, работах, до сих пор не принималось.

Проблема заключается в том, что у руководства банка есть определенная сумма свободных денежных средств и желание направить их на повышение уровня надежности руководимого ими учреждения, но нет веских оснований считать, что предлагаемые для решения этой задачи мероприятия приведут к оптимальному использованию указанных ресурсов. Другими словами, нужно определить, на какие статьи и сколько от общего объема следует направить средств, чтобы, в результате их оптимального распределения (использования), получить гарантированное повышение надежности банка [163].

Попытаемся представить и решить нашу задачу в рамках классической задачи математического моделирования. Для этого необходимо разработать процедуру формализации функции эффективности, сформировать целевую функцию и оценить степень влияния на нее выбранных исследователем и утвержденным руководством показателей, совокупность которых в целом и определяет надежность банка.

Будем отождествлять состояние банка с совокупностью значений характеристик его надежности, роль которых выполняют соответствующие коэффициенты, вычисляемые по данным банка. В их число, как правило, включают [164,184]:

- A — генеральный коэффициент устойчивости;
- B — коэффициент мгновенной ликвидности;
- C — кросс-коэффициент;
- D — генеральный коэффициент ликвидности;
- E — коэффициент защищенности капитала;
- F — коэффициент фондовой капитализации прибыли.

Свободные средства, направляемые на рост вышеперечисленных коэффициентов могут быть как суммами денег, которые непосредственно увеличивают, например, собственный капитал (а это повышает и генеральный коэффициент устойчивости и коэффициент фондовой капитализации прибыли), так и средствами, направляемыми, например, на проведение мероприятий по увеличению суммарных обязательств (что повышает кросс-коэффициент).

Строго говоря, интересующая нас задача является многокритериальной задачей оптимизации, в соответствии с которой должны быть найдены максимумы средств, направляемых на повышение всех шести коэффициентов:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{найти значения } x_1, x_2, \dots, x_6, \text{ обеспечивающие} \\ \quad \max x_1 \\ \quad \max x_2 \\ \quad \dots\dots\dots \\ \quad \max x_6 \\ \text{при } x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 1 \\ \quad x_{i \min} \leq x_i \leq x_{i \max}, i = \overline{1,6} \end{array} \right. \quad (4.2)$$

Сводим ее к однокритериальной, с целевой (весовой, сводной, синтезирующей) функцией $Z(x, w)$, где $w = (w_1, w_2, \dots, w_6)$ — вектор приоритетов коэффициентов A, B, C, D, E, F; $x = (x_1, x_2, \dots, x_6)$ — вектор искомым значений средств, направляемых на их рост.

Осуществление процедуры формализации с учетом факторов, в наибольшей степени влияющих на состояние банка, позволит в качестве $Z(x, w)$ получить функцию эффективности распределения средств. Наибольшую трудность здесь представляет поиск вектора w , для чего представим задачу

эффективного распределения средств с точки зрения повышения надежности банка.

Представленная на рис.4.5 иерархия показывает, что среди групп лиц (акторов), способных воздействовать и наиболее заинтересованных в надежности банка, присутствуют клиенты, кредиторы, акционеры банка, а также администрация города (они составляют второй уровень иерархии). Элементы третьего уровня содержат факторы, которыми руководствуется каждый актер для достижения своих целей. Четвертый уровень иерархии состоит из определяющих надежность банка коэффициентов А, В, С, D, E, F.



Рис.4.5. Общий вид иерархии

Таким образом, логика построения данной иерархии такова, что объективную картину о надежности банка нельзя представить без знания коэффициентов А-F. На них и напрямую связанных с ними показателями надежности оказывают воздействие, помимо состояния банковского менеджмента, степени автоматизации банка, такие факторы, как политическая ситуация в стране, материальное благополучие населения, степень доверия к банковской системе в целом. Эти факторы и лежат в основе отношений населения (в лице клиентов, кредиторов, акционеров и администрации города) с банком.

Попытаемся получить количественную оценку компонент вектора $w = (w_1, w_2, \dots, w_6)$ с использованием информации, лежащей в основе иерархического представления. Поскольку она носит качественный характер, то следует говорить о необходимости принятия решения с учетом неполной, неточной и нечеткой информации и, на основании этого, о возможности использования метода анализа иерархий.

Чтобы получить нормированный вектор приоритетов $w = (w_1, w_2, \dots, w_6)$ проведем четырехэтапное исследование, включающее

- 1) определение степени влияния акторов на проблему надежности банка;
- 2) определение степени важности факторов (элементов третьего уровня иерархии) для элементов второго уровня (акторов — клиентов, кредиторов, акционеров, администрации города);
- 3) определение степени важности коэффициентов A, B, C, D, E, F, относительно факторов (элементов третьего уровня иерархии);
- 4) нахождение результирующего вектора приоритетов коэффициентов надежности муниципального банка.

Соответствующие матрицы суждений с результатами их обработки представим в табл.4.6

Итоги иерархического синтеза позволяют представить функцию эффективности распределения средств в виде обычного взвешенного среднего арифметического

$$Z(x, w) = 0,3486x_1 + 0,0713x_2 + 0,1925x_3 + 0,1090x_4 + 0,1440x_5 + 0,1346x_6$$

Здесь искомые значения средств x_1, x_2, \dots, x_6 приведены в относительных единицах (долях от общей суммы средств, направляемой на цели повышения надежности банка).

Следовательно, решение исходной многокритериальной задачи распределения средств (4.2) становится возможным в виде (2.2), другими словами, в рамках классической задачи математического моделирования с целевой

функцией $Z(x, w)$, основным ограничением $\sum_{i=1}^6 x_i = 1$ и шестью ограничениями на диапазоны изменения искомым переменных:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{найти } \max (0,3486x_1 + 0,0713x_2 + 0,1925x_3 + 0,1090x_4 + 0,1440x_5 + 0,1346x_6) \\ \text{при } x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 1 \\ 0,3352 \leq x_1 \leq 0,6205; \quad 0,0677 \leq x_2 \leq 0,1354; \\ 0,1814 \leq x_3 \leq 0,3631; \quad 0,1044 \leq x_4 \leq 0,2120; \\ 0,1320 \leq x_5 \leq 0,2519; \quad 0,1239 \leq x_6 \leq 0,2614 \end{array} \right. \quad (4.3)$$

Интервальные оценки (диапазоны изменения) искомым переменных в данной модели есть результат работы менеджмента банка. Решение задачи (4.3), относящейся к классу задач линейного программирования, средствами Microsoft Excel, дало следующие результаты:

$$x_1 = 0.3906; x_2 = 0.0677; x_3 = 0.1817; x_4 = 0.1044; x_5 = 0.1320; x_6 = 0.1239 \\ Z_{\max} = 0.2229$$

Приведенный подход может быть легко адаптирован к решению задачи анализа динамики надежности банков. Так, если поставлена задача проранжировать несколько муниципальных банков за определенный период времени, статистические данные по которым (например, ежемесячные, в течение года) по всем шести коэффициентам известны, то для этого можно использовать функцию

$$N = w_1 * A + w_2 * B + w_3 * C + w_4 * D + w_5 * E + w_6 * F \quad (4.4)$$

где $w = (w_1, w_2, \dots, w_6)$ — найденный выше вектор приоритетов коэффициентов надежности A, B, C, D, E, F.

Вычисляя последовательно по каждому банку значения функции N и сравнивая их между собой, получаем результаты помесячного рейтингования.

В заключение отметим, что в данном случае не ставилось целью получить численное значение надежности до и после завершения процедуры распределения. Ставилось целью получить такую методику распределения средств, которая бы учитывала множество как внутренних, так и внешних факторов, показателей, условий функционирования муниципального банка.

Приведенный выше подход обеспечивает оптимальное с точки зрения эффективности распределение и удовлетворяет этим требованиям. Он также подтверждает факт того, что надежность банков является мерой субъективной уверенности экспертов, зависящей от имеющихся в их распоряжении объемов информации Ω .

Что же касается возможности получения численного значения надежности $p(m(\Omega))$ на основе методики m , то базовым соотношением для получения такой оценки является формула Байеса:

$$p(m(\Omega)) = \frac{1}{1 + \frac{P\{\text{банк ненадежен}\} P\{m(\Omega)\{\text{банк ненадежен}\}}{P\{\text{банк надежен}\} P\{m(\Omega)\{\text{банк надежен}\}}}} \quad (4.5)$$

Под методикой анализа здесь понимается набор правил, следуя которым эксперты выделяют из общего объема информации Ω некоторую ее часть $m(\Omega)$ в форме, удобной для осмысления и принятия решений.

Поскольку в нашем случае формой информации $m(\Omega)$ является набор коэффициентов A, B, C, D, E, F , то в формуле (4.5) отношение вероятностей, при определенных предположениях [165],

$$\frac{P\{m(\Omega)/\text{банк ненадежен}\}}{P\{m(\Omega)/\text{банк надежен}\}}$$

можно заменить взвешенной суммой указанных характеристик, а именно функцией (4.4).

Вероятности $P\{\text{банк надежен}\}$, $P\{\text{банк ненадежен}\}$ принято называть априорными и их значения определяются исходя неких «особых» соображений. И если изначально эксперт не обладает информацией о вероятности того, что исследуемый банк, при полном отсутствии о нем какой-либо информации, является надежным (ненадежным), то эти вероятности берутся равными 50%.

Таким образом, оказывается возможной и количественная оценка изменения надежности банка, как следствие оптимального размещения свободных денежных средств в целях повышения коэффициентов A, B, C, D, E, F .

5. МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ГОРОДА

5.1. Расстановка приоритетов социально-экономических сценариев развития транспортной подсистемы

Изучение транспортной подсистемы является одним из наиболее традиционных направлений в исследовании городских систем. При этом большинство задач, возникающих при рассмотрении транспортной подсистемы, формулируются в рамках теории графов, в том числе и касающихся городских пассажирских перевозок [171,172,173,174,175].

Рассматриваемые же ниже модели, по-существу, относятся к теории логистики [176,177,178,179], согласно классификации методов и моделей которой [176], это:

- выбор вида транспортного средства (ТС);
- выбор типа ТС;
- выбор перевозчика.

Сама транспортная сеть здесь считается заданной, задача в проведении новых магистралей не стоит (не рассматривается).

Опишем первую из предлагаемых к рассмотрению моделей, появившуюся в результате разработки процедуры выбора оптимального варианта совокупности мероприятий из морфологического множества вариантов описания альтернативных совокупностей (комплексного плана развития города) [180]. При поиске требуемого варианта оценивается социально-экономическая значимость альтернатив, размеры же предполагаемых инвестиций считаются неизвестными (для всех или части альтернатив).

В качестве метода исследования рассмотрим подход, основанный на сопоставлении интегральных оценок альтернатив, рассчитанных с учётом выгод, возможностей, рисков и издержек от реализации каждой из них и базирующийся на использовании метода анализа иерархий (МАИ), который эффективен в подобных рассматриваемой слабоструктурированных проблемах. Слабоструктурированность здесь объясняется тем, что среди множества факторов, которые необходимо учесть при решении поставленной задачи,

немало качественных, напрямую количественно не описываемых (например, возможности инвестирования). При этом, если для принятия решения с учетом количественных факторов (в условиях полной определенности) существует множество подходов, в том числе Cost Benefit Analysis (CBA), Альт-Инвест, метод на основе расчёта региональных нормативов эффективности инвестиционных вложений и др. [181,182,183], то в условия неопределённости (необходимости учета нечисловой информации) используют, как правило, экспертные методы с различными типами шкал измерения [38,39,40]. Применение этих методов (например, Cost Effectiveness Analysis — CEA) если и позволяет получить оптимальное по Парето решение, то с очень низкой вероятностью $\frac{1}{2^{n-1}}$ (при сравнении двух совокупностей n-факторов), причем доля субъективизма при выборе системы показателей, идентифицирующей результат, здесь достаточно велика. И от сочетания методов (например, CBA с CEA) можно ждать принятия одного из нехудших решений (рационального), но никак не оптимального на множестве всех учитываемых количественных и качественных факторов.

Новизна предлагаемой процедуры — в обосновании необходимости и использовании для выбора оптимального варианта совокупности мероприятий сразу четырех эффектов — выгод, издержек, возможностей и рисков, сведенных в один интегральный (аддитивный) показатель.

Рассмотрим фрагмент планируемых администрацией одного из городов Среднего Поволжья альтернативных мероприятий [119], представленный в виде следующей морфологической таблицы 5.1:

Табл. 5.1

Мероприятия, планируемые администрацией города для реализации в ближайшем будущем

Мероприятия (функции)	Альтернативы		
A ₁ Развитие транспортной системы	A ₁₁ Увеличение числа троллейбусных маршрутов	A ₁₂ Расширение парка маршрутного такси	A ₁₃ Внедрение скоростного трамвая
A ₂ Развитие инженерной инфраструктуры	A ₂₁ Строительство новой ТЭЦ	A ₂₂ Строительство нового газопровода	A ₂₃ Строительство завода по переработке мусора
A ₃ Мероприятия по защите населения	A ₃₁ Открытие частных охранных фирм	A ₃₂ Открытие клубов по самозащите	A ₃₃ Открытие школ по подготовке населения к ЧС и МП

A ₄ Инвестиции в здравоохранение	A ₄₁ Строительство кардиологического центра	A ₄₂ Реконструкция лечебного корпуса гор. больницы №1 под центр пластической хирургии	A ₄₃ Замена устаревшего медицинского оборудования в отделении гинекологии гор. больницы №2
A ₅ Развитие культурно-развлекательной индустрии	A ₅₁ Строительство комплекса Экомузея «Наследие»	A ₅₂ Реконструкция и модернизация городского парка	A ₅₃ Реконструкция драмтеатра «Колесо»
A ₆ Расширение спортивно-развлекательной отрасли	A ₆₁ Строительство аквапарка	A ₆₂ Строительство спортивного стадиона в Комсомольском районе	A ₆₃ Реконструкция лыжной базы Центрального района

В дальнейшем будем считать, что оптимальный вариант мероприятий включает по одной (лучшей) альтернативе по каждой функции. Это не столько упрощение задачи синтеза, сколько отражение в нашей задаче желаниа соответствующих подразделений администрации (и власти в целом) в условиях дефицита городского бюджета обеспечить гармоничное развитие города.

Также будем считать, что можно оценивать реализации, относящиеся к одному мероприятию, независимо от альтернатив других функций. Это второе допущение, лежащее в основе рассматриваемой методики синтеза, также можно считать достаточно справедливым, поскольку альтернативы, да и мероприятия, приведенные в табл. 5.1, если и взаимосвязаны, то весьма слабо, а большинство просто независимы.

Морфологическое множество альтернативных совокупностей включает $N=N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \cdot N_5 \cdot N_6 = 3^6 = 729$ вариантов. Здесь $N_i, i = \overline{1,6}$ — число альтернатив для реализации i — мероприятия. То обстоятельство, что оптимальный вариант состоит из «лучших» реализаций по каждой функции, значительно ускоряет его поиск, хотя и процедура автоматизированного перебора всех 729 совокупностей тоже не займет много времени.

Чтобы его найти, необходимо для каждой альтернативы соответствующей строки морфологической таблицы рассчитать количественные оценки приоритетов относительно выгод W_B , возможностей $W_{\text{воз}}$, издержек $W_{\text{и}}$ и рисков W_p , а затем по максимуму частных $(W_B + W_{\text{воз}})/(W_{\text{и}} + W_p)$ выбрать среди них лучшую. Такой критерий для поиска оптимального варианта выбран в предположении независимости по предпочтению между показателями выгод и

возможностей, издержек и рисков [44,29]. Поэтому и в числителе и в знаменателе предлагаемого интегрального показателя используется аддитивный (а не мультикативный) способ свёртки эффектов, как свидетельство того, что качество альтернатив должно определяться суммой эффектов от их свойств.

Последующее сопоставление названных сумм также естественно, как и сопоставление выгод к издержкам, к чему все уже давно привыкли. Подобный вид интегрального показателя позволяет, однако, значительно расширить (\approx в 2 раза) спектр характеристик эффективности исследуемых функций, с большей степенью обоснованности получить оптимальный вариант

Количественные оценки W_B , $W_{воз}$, W_R , W_T могут быть найдены, если для каждой из шести функций будут построены по четыре иерархии. Первая из них должна быть результатом детализации выгод, вторая — конкретизации возможностей, третья — разбиения издержек на более подробные составляющие, четвертая — рассмотрения возможных рисков, возникающих в процессе инвестирования в исследуемое мероприятие (функцию). Чтобы избежать в иерархиях серьезных «пробелов» и получить приемлемый уровень детализации, будем руководствоваться при их построении понятиями конкретизации и выделения логической связи «цель — средства достижения цели», введенными Мантеймом и Холлом [166].

В силу того, что алгоритмы обработки иерархий идентичны, подробно остановимся на решении задачи установления приоритетов альтернатив развития транспортной системы (первой строки морфологической табл. 5.1), при этом их значимость оценим с помощью наиболее эффективной модификации метода анализа иерархий — метода попарного сравнения.

Еще раз отметим, что если бы были известны значения выгод, возможностей, издержек и рисков, выраженные в денежных единицах, то это бы значительно упростило решение задачи. Однако особенность нашей задачи такова, что ни размеров предполагаемых инвестиций, ни количественных оценок перечисленных выше эффектов у исследователя нет, а рассчитывать можно лишь на экспертные оценки специалистов-аналитиков (ЛПР).

Аналитики не могут не знать о кризисе на муниципальном пассажирском транспорте. Вызвано это рядом причин. Одна из них заключается в том, что большое количество пассажиров, имеющих согласно существующему законодательству льготы на бесплатный проезд, предпочитают пользоваться услугами муниципального пассажирского транспорта, так как частные перевозчики не признают большинства из существующих льгот — в итоге оплачивают свой проезд порядка 30% от общего числа пассажиров. Дотации же из местного бюджета не покрывают всех необходимых расходов муниципальных предприятий. В результате они едва покрывают убытки от пассажирских перевозок и не имеют финансовых ресурсов на развитие производства.

Другой ощутимой статьей затрат для транспортных предприятий являются затраты на топливо и энергию, которые имеют устойчивую тенденцию к росту из года в год. Большое влияние на состояние подвижного состава оказывают производители автобусов, трамваев, троллейбусов — их стоимость для муниципальных перевозчиков по-прежнему остается слишком высокой. Так стоимость новых трамваев составляет около 200 тыс.долл. за единицу, троллейбусов — 100-200 тыс.долл., автобусов — порядка 80 тыс. долл. за единицу. Прекращение централизованных поставок нового подвижного состава за счет средств федерального бюджета с 1993 года и нехватка средств местного бюджета привело к тому, что износ троллейбусного и трамвайного парка составляет порядка 70%. Из-за высокой стоимости нового подвижного состава электротранспорта органы местного самоуправления вынуждены вместо выходящих из строя единиц вводить коммерческие автобусы. Это, как правило, микроавтобусы типа ГАЗель, поскольку окупаемость больших автобусов проблематична из-за недостаточной их заполняемости на маршруте.

Тем не менее, увеличение числа троллейбусных маршрутов D_1 , расширение парка маршрутного такси D_2 , внедрение скоростного трамвая D_3 , — вот те альтернативы, которые определяют направления развития муниципально-пассажирского транспорта и которые присутствуют в перечне мероприятий, планируемых администрацией города для реализации в ближайшем будущем (табл. 5.1).

Обратимся вначале к иерархии выгод от развития транспортной системы (рис.5.1).

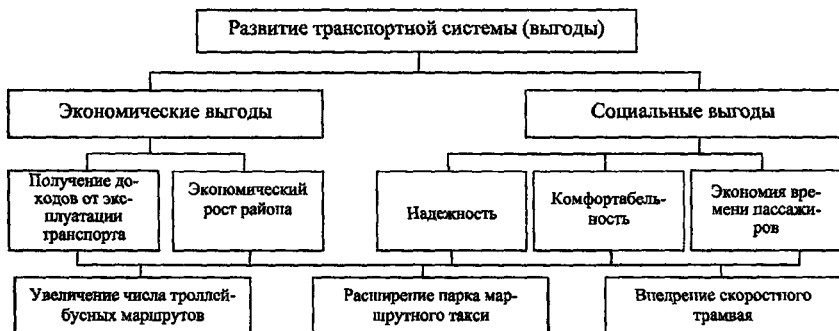


Рис.5.1. Иерархия выгод от развития транспортной системы

Суждения аналитиков по проблеме извлечения выгод от развития транспортной системы и их обработку, соответствующую МАИ, представим в табл. 5.2.

Итак, для первой строки морфологической таблицы вектор приоритетов $W_{\alpha}^{(1)}$ альтернатив по иерархии выгод найден. Очередь за аналогичным вектором, рассчитанным с использованием иерархии возможностей $W_{\text{воз}}^{(1)}$.

Будем считать, что детализация возможностей инвестирования в развитие транспортной системы в достаточной степени нашла отражение в иерархии, представленной на рис. 5.2:

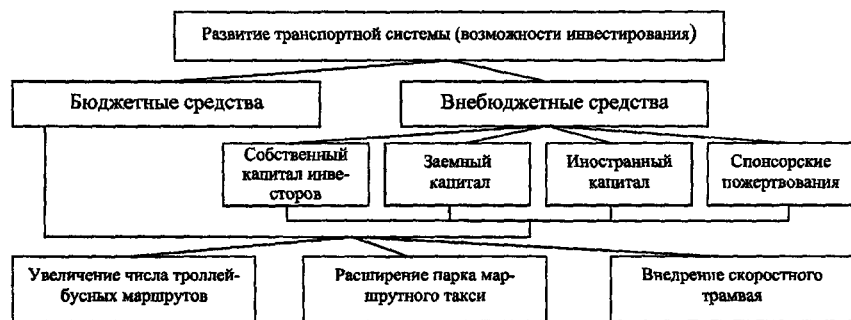


Рис.5.2. Иерархия возможностей инвестирования в развитие транспортной системы

Результаты обработки суждений экспертов относительно выгод от развития ТС

Табл. 5.2

Какая из приведенных ниже выгод вносит наибольший вклад в общую картину выгод от развития транспортной системы?			Реализация какой из нижеприведенных целей внесет наибольший вклад в экологическую выгоду?			Какой из нижеприведенных критериев вносит наибольший вклад в социальную выгоду?																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Экономические выгоды	Экономические выгоды	Социальные выгоды	Экономические выгоды	Получение доходов от эксплуатации транспорта	Экономический рост района	Социальные выгоды	Надежность года	Надежность года	Экономия времени	Комфортность	Надежность	Экономия времени																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
$W_1^{(экт)}$	$W_2^{(экт)}$	$W_3^{(экт)}$	$W_4^{(экт)}$	$W_5^{(экт)}$	$W_6^{(экт)}$	$W_7^{(экт)}$	$W_8^{(экт)}$	$W_9^{(экт)}$	$W_{10}^{(экт)}$	$W_{11}^{(экт)}$	$W_{12}^{(экт)}$	$W_{13}^{(экт)}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	1/3	0,25	1/7	1/7	1	2	0,6667	1	2	1	1	0,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
3	1	0,75	1	1/6	1/6	1	0,3337	1	1	1/2	1	0,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
$\lambda_{max} = 2,00 ; CR = 0,00 < 0,10$			$\lambda_{max} = 3,00 ; CR = 0,00 < 0,10$			$\lambda_{max} = 3,00 ; CR = 0,00 < 0,10$			$\lambda_{max} = 3,00 ; CR = 0,00 < 0,10$			$\lambda_{max} = 3,00 ; CR = 0,00 < 0,10$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Какая из альтернатив наиболее предпочтительна в деле получения доходов от эксплуатации транспорта?																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Получение доходов от эксплуатации транспорта			Комфортность			Экономия времени			Какой из альтернативных видов транспорта даст большую экономию времени?			Какой из альтернативных видов транспорта наиболее комфортен?																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	D_{12}	D_{13}	D_{14}	D_{15}	D_{16}	D_{17}	D_{18}	D_{19}	D_{20}	D_{21}	D_{22}	D_{23}	D_{24}	D_{25}	D_{26}	D_{27}	D_{28}	D_{29}	D_{30}	D_{31}	D_{32}	D_{33}	D_{34}	D_{35}	D_{36}	D_{37}	D_{38}	D_{39}	D_{40}	D_{41}	D_{42}	D_{43}	D_{44}	D_{45}	D_{46}	D_{47}	D_{48}	D_{49}	D_{50}	D_{51}	D_{52}	D_{53}	D_{54}	D_{55}	D_{56}	D_{57}	D_{58}	D_{59}	D_{60}	D_{61}	D_{62}	D_{63}	D_{64}	D_{65}	D_{66}	D_{67}	D_{68}	D_{69}	D_{70}	D_{71}	D_{72}	D_{73}	D_{74}	D_{75}	D_{76}	D_{77}	D_{78}	D_{79}	D_{80}	D_{81}	D_{82}	D_{83}	D_{84}	D_{85}	D_{86}	D_{87}	D_{88}	D_{89}	D_{90}	D_{91}	D_{92}	D_{93}	D_{94}	D_{95}	D_{96}	D_{97}	D_{98}	D_{99}	D_{100}	D_{101}	D_{102}	D_{103}	D_{104}	D_{105}	D_{106}	D_{107}	D_{108}	D_{109}	D_{110}	D_{111}	D_{112}	D_{113}	D_{114}	D_{115}	D_{116}	D_{117}	D_{118}	D_{119}	D_{120}	D_{121}	D_{122}	D_{123}	D_{124}	D_{125}	D_{126}	D_{127}	D_{128}	D_{129}	D_{130}	D_{131}	D_{132}	D_{133}	D_{134}	D_{135}	D_{136}	D_{137}	D_{138}	D_{139}	D_{140}	D_{141}	D_{142}	D_{143}	D_{144}	D_{145}	D_{146}	D_{147}	D_{148}	D_{149}	D_{150}	D_{151}	D_{152}	D_{153}	D_{154}	D_{155}	D_{156}	D_{157}	D_{158}	D_{159}	D_{160}	D_{161}	D_{162}	D_{163}	D_{164}	D_{165}	D_{166}	D_{167}	D_{168}	D_{169}	D_{170}	D_{171}	D_{172}	D_{173}	D_{174}	D_{175}	D_{176}	D_{177}	D_{178}	D_{179}	D_{180}	D_{181}	D_{182}	D_{183}	D_{184}	D_{185}	D_{186}	D_{187}	D_{188}	D_{189}	D_{190}	D_{191}	D_{192}	D_{193}	D_{194}	D_{195}	D_{196}	D_{197}	D_{198}	D_{199}	D_{200}	D_{201}	D_{202}	D_{203}	D_{204}	D_{205}	D_{206}	D_{207}	D_{208}	D_{209}	D_{210}	D_{211}	D_{212}	D_{213}	D_{214}	D_{215}	D_{216}	D_{217}	D_{218}	D_{219}	D_{220}	D_{221}	D_{222}	D_{223}	D_{224}	D_{225}	D_{226}	D_{227}	D_{228}	D_{229}	D_{230}	D_{231}	D_{232}	D_{233}	D_{234}	D_{235}	D_{236}	D_{237}	D_{238}	D_{239}	D_{240}	D_{241}	D_{242}	D_{243}	D_{244}	D_{245}	D_{246}	D_{247}	D_{248}	D_{249}	D_{250}	D_{251}	D_{252}	D_{253}	D_{254}	D_{255}	D_{256}	D_{257}	D_{258}	D_{259}	D_{260}	D_{261}	D_{262}	D_{263}	D_{264}	D_{265}	D_{266}	D_{267}	D_{268}	D_{269}	D_{270}	D_{271}	D_{272}	D_{273}	D_{274}	D_{275}	D_{276}	D_{277}	D_{278}	D_{279}	D_{280}	D_{281}	D_{282}	D_{283}	D_{284}	D_{285}	D_{286}	D_{287}	D_{288}	D_{289}	D_{290}	D_{291}	D_{292}	D_{293}	D_{294}	D_{295}	D_{296}	D_{297}	D_{298}	D_{299}	D_{300}	D_{301}	D_{302}	D_{303}	D_{304}	D_{305}	D_{306}	D_{307}	D_{308}	D_{309}	D_{310}	D_{311}	D_{312}	D_{313}	D_{314}	D_{315}	D_{316}	D_{317}	D_{318}	D_{319}	D_{320}	D_{321}	D_{322}	D_{323}	D_{324}	D_{325}	D_{326}	D_{327}	D_{328}	D_{329}	D_{330}	D_{331}	D_{332}	D_{333}	D_{334}	D_{335}	D_{336}	D_{337}	D_{338}	D_{339}	D_{340}	D_{341}	D_{342}	D_{343}	D_{344}	D_{345}	D_{346}	D_{347}	D_{348}	D_{349}	D_{350}	D_{351}	D_{352}	D_{353}	D_{354}	D_{355}	D_{356}	D_{357}	D_{358}	D_{359}	D_{360}	D_{361}	D_{362}	D_{363}	D_{364}	D_{365}	D_{366}	D_{367}	D_{368}	D_{369}	D_{370}	D_{371}	D_{372}	D_{373}	D_{374}	D_{375}	D_{376}	D_{377}	D_{378}	D_{379}	D_{380}	D_{381}	D_{382}	D_{383}	D_{384}	D_{385}	D_{386}	D_{387}	D_{388}	D_{389}	D_{390}	D_{391}	D_{392}	D_{393}	D_{394}	D_{395}	D_{396}	D_{397}	D_{398}	D_{399}	D_{400}	D_{401}	D_{402}	D_{403}	D_{404}	D_{405}	D_{406}	D_{407}	D_{408}	D_{409}	D_{410}	D_{411}	D_{412}	D_{413}	D_{414}	D_{415}	D_{416}	D_{417}	D_{418}	D_{419}	D_{420}	D_{421}	D_{422}	D_{423}	D_{424}	D_{425}	D_{426}	D_{427}	D_{428}	D_{429}	D_{430}	D_{431}	D_{432}	D_{433}	D_{434}	D_{435}	D_{436}	D_{437}	D_{438}	D_{439}	D_{440}	D_{441}	D_{442}	D_{443}	D_{444}	D_{445}	D_{446}	D_{447}	D_{448}	D_{449}	D_{450}	D_{451}	D_{452}	D_{453}	D_{454}	D_{455}	D_{456}	D_{457}	D_{458}	D_{459}	D_{460}	D_{461}	D_{462}	D_{463}	D_{464}	D_{465}	D_{466}	D_{467}	D_{468}	D_{469}	D_{470}	D_{471}	D_{472}	D_{473}	D_{474}	D_{475}	D_{476}	D_{477}	D_{478}	D_{479}	D_{480}	D_{481}	D_{482}	D_{483}	D_{484}	D_{485}	D_{486}	D_{487}	D_{488}	D_{489}	D_{490}	D_{491}	D_{492}	D_{493}	D_{494}	D_{495}	D_{496}	D_{497}	D_{498}	D_{499}	D_{500}	D_{501}	D_{502}	D_{503}	D_{504}	D_{505}	D_{506}	D_{507}	D_{508}	D_{509}	D_{510}	D_{511}	D_{512}	D_{513}	D_{514}	D_{515}	D_{516}	D_{517}	D_{518}	D_{519}	D_{520}	D_{521}	D_{522}	D_{523}	D_{524}	D_{525}	D_{526}	D_{527}	D_{528}	D_{529}	D_{530}	D_{531}	D_{532}	D_{533}	D_{534}	D_{535}	D_{536}	D_{537}	D_{538}	D_{539}	D_{540}	D_{541}	D_{542}	D_{543}	D_{544}	D_{545}	D_{546}	D_{547}	D_{548}	D_{549}	D_{550}	D_{551}	D_{552}	D_{553}	D_{554}	D_{555}	D_{556}	D_{557}	D_{558}	D_{559}	D_{560}	D_{561}	D_{562}	D_{563}	D_{564}	D_{565}	D_{566}	D_{567}	D_{568}	D_{569}	D_{570}	D_{571}	D_{572}	D_{573}	D_{574}	D_{575}	D_{576}	D_{577}	D_{578}	D_{579}	D_{580}	D_{581}	D_{582}	D_{583}	D_{584}	D_{585}	D_{586}	D_{587}	D_{588}	D_{589}	D_{590}	D_{591}	D_{592}	D_{593}	D_{594}	D_{595}	D_{596}	D_{597}	D_{598}	D_{599}	D_{600}	D_{601}	D_{602}	D_{603}	D_{604}	D_{605}	D_{606}	D_{607}	D_{608}	D_{609}	D_{610}	D_{611}	D_{612}	D_{613}	D_{614}	D_{615}	D_{616}	D_{617}	D_{618}	D_{619}	D_{620}	D_{621}	D_{622}	D_{623}	D_{624}	D_{625}	D_{626}	D_{627}	D_{628}	D_{629}	D_{630}	D_{631}	D_{632}	D_{633}	D_{634}	D_{635}	D_{636}	D_{637}	D_{638}	D_{639}	D_{640}	D_{641}	D_{642}	D_{643}	D_{644}	D_{645}	D_{646}	D_{647}	D_{648}	D_{649}	D_{650}	D_{651}	D_{652}	D_{653}	D_{654}	D_{655}	D_{656}	D_{657}	D_{658}	D_{659}	D_{660}	D_{661}	D_{662}	D_{663}	D_{664}	D_{665}	D_{666}	D_{667}	D_{668}	D_{669}	D_{670}	D_{671}	D_{672}	D_{673}	D_{674}	D_{675}	D_{676}	D_{677}	D_{678}	D_{679}	D_{680}	D_{681}	D_{682}	D_{683}	D_{684}	D_{685}	D_{686}	D_{687}	D_{688}	D_{689}	D_{690}	D_{691}	D_{692}	D_{693}	D_{694}	D_{695}	D_{696}	D_{697}	D_{698}	D_{699}	D_{700}	D_{701}	D_{702}	D_{703}	D_{704}	D_{705}	D_{706}	D_{707}	D_{708}	D_{709}	D_{710}	D_{711}	D_{712}	D_{713}	D_{714}	D_{715}	D_{716}	D_{717}	D_{718}	D_{719}	D_{720}	D_{721}	D_{722}	D_{723}	D_{724}	D_{725}	D_{726}	D_{727}	D_{728}	D_{729}	D_{730}	D_{731}	D_{732}	D_{733}	D_{734}	D_{735}	D_{736}	D_{737}	D_{738}	D_{739}	D_{740}	D_{741}	D_{742}	D_{743}	D_{744}	D_{745}	D_{746}	D_{747}	D_{748}	D_{749}	D_{750}	D_{751}	D_{752}	D_{753}	D_{754}	D_{755}	D_{756}	D_{757}	D_{758}	D_{759}	D_{760}	D_{761}	D_{762}	D_{763}	D_{764}	D_{765}	D_{766}	D_{767}	D_{768}	D_{769}	D_{770}	D_{771}	D_{772}	D_{773}	D_{774}	D_{775}	D_{776}	D_{777}	D_{778}	D_{779}	D_{780}	D_{781}	D_{782}	D_{783}	D_{784}	D_{785}	D_{786}	D_{787}	D_{788}	D_{789}	D_{790}	D_{791}	D_{792}	D_{793}	D_{794}	D_{795}	D_{796}	D_{797}	D_{798}	D_{799}	D_{800}	D_{801}	D_{802}	D_{803}	D_{804}	D_{805}	D_{806}	D_{807}	$D_{$

Все четыре этапа обработки экспертной информации, как и в случае с иерархией выгод, имеют место и для рассматриваемой иерархии. Эти результаты представлены в табл. 5.3.

Теперь перейдём к рассмотрению проблемы издержек от развития транспортной системы (рис. 5.3):

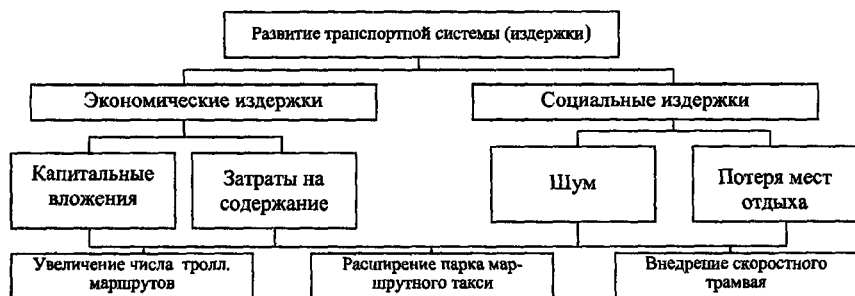


Рис.5.3. Иерархия издержек от развития транспортной системы

Используя данное иерархическое отображение проблемы издержек, проведем такое же, как и для предыдущих иерархий, исследование — см. табл. 5.4.

И, наконец, риски. Иерархия рисков, связанных с развитием транспортной системы, может быть представлена следующим образом:

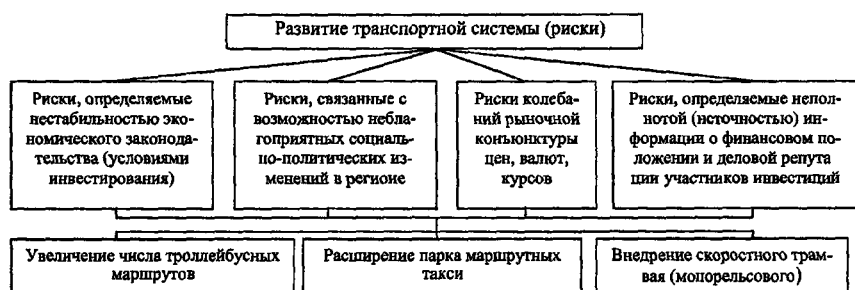


Рис. 5.4. Иерархия рисков при развитии транспортной системы

Результаты расчетов вектора приоритетов альтернатив по этой иерархии приведены в табл. 5.5.

На какой из приведенных ниже видов средств может рассчитывать город?				Какой из приведенных ниже видов инвестиций следует ожидать более всего?					
Развитие транспортной системы	Бюджетные средства	Внебюджетные средства	W'_1	Внебюджетные средства	Собственный капитал инвесторов	Заемный капитал	Иностраный капитал	Спонсорские пожертвования	W'_2
Бюджетные средства	1	1/5	0,1667	Собственный капитал инвесторов	1	1	4	7	0,4047
Внебюджетные средства	5	1	0,8333	Заемный капитал		1	4	7	0,4047
$\lambda_{max} = 2,00$; CR = 0,00 < 0,10				Иностраный капитал	$\lambda_{max} = 4,06$; CR = 0,02				0,1401
				Спонсорские пожертвования					0,0505
На какой из альтернативных видов транспорта будут отпущены бюджетные средства прежде всего?									
Бюджетные средства	D_1	D_2	D_3	W'_3	Собственный капитал	D_1	D_2	D_3	W'_4
D_1	1	4	6	0,6226	D_1	1	1/5	1/2	0,1211
D_2		1	4	0,2971	D_2		1	3	0,6413
D_3			1	0,0802	D_3			1	0,2375
$\lambda_{max} = 3,16$; CR = 0,08					$\lambda_{max} = 3,00$, CR = 0,00				
На какую из альтернатив пойдет прежде всего заемный капитал?									
Заемный капитал	D_1	D_2	D_3	W'_5	Иностраный капитал	D_1	D_2	D_3	W'_6
D_1	1	1/6	1/3	0,0947	D_1	1	1/3	1/6	0,0896
D_2		1	3	0,6316	D_2		1	1/4	0,2537
D_3			1	0,2737	D_3			1	0,6567
$\lambda_{max} = 3,027$, CR = 0,009					$\lambda_{max} = 3,08$, CR = 0,04				
На какую из альтернатив будут направлены спонсорские пожертвования прежде всего?									
Спонсорские пожертвования	D_1	D_2	D_3	W'_7	Фокус иерархии	D_1	Альтернативы D_2		D_3
D_1	1	3	3	0,6000	$W_{BH} = [W_4/W_5/W_6/W_7] \cdot [W_2/W_3] \cdot W^{(1)} = [W_5/W_{BH}] \cdot [W_1]$				
D_2		1	1	0,2000	Внебюджетные средства	0,1302	0,5608	0,3090	W_{BH}
D_3			1	0,2000	Фокус	0,2587	0,4920	0,2493	$W^{(1)}$ W_{BH}
$\lambda_{max} = 3,00$; CR = 0,00									

Какой из приведенных ниже видов издержек вносит наибольший вклад в общую картину издержек от развития транспортной системы?		Вес какого из приведенных ниже критериев качества выдана в экономических издержках?			Вес какого из приведенных ниже критериев качества выдана в социальных издержках?					
Экономические издержки	Социальные издержки	W_1''	Экономические издержки	Капитальные вложения	Затраты на содержание	Социальные издержки	W_2''	Шум	Потери мест от дыма	W_3''
1	3	0,7500	Капитальные вложения	1	3	Шум	0,7500	1	2	0,6667
1/3	1	0,2500	Затраты на содержание	1/3	1	Потери мест от дыма	0,2500	1/4	1	0,3333
<p>Вес какой из альтернатив выше в капитальных вложениях на развитие транспортной системы?</p> <p>Какая из альтернатив имеет больший вес в затратах на содержание?</p>										
Капитальные вложения	D_1	D_2	D_3	Затраты на содержание			D_1	D_2	D_3	W_5''
D_1	1	2	1/7	D_1	1	1/3	1	1/5	0,0974	
D_2	1	1	1/7	D_2		1		1/4	0,2693	
D_3	$\lambda_{max} = 3,07$; ИС = 0,04	1	1	D_3	$\lambda_{max} = 3,12$; ИС = 0,06			1	0,6336	
<p>Реализация какой из альтернатив в наибольшей степени создаст дополнительный шум?</p> <p>Реализация какой из альтернатив приведет к наибольшей потере мест от дыма горожан?</p>										
Ухудшение ситуации с шумом	D_1	D_2	D_3	Потери мест от дыма горожан			D_1	D_2	D_3	W_7''
D_1	1	2	1/7	D_1	1	1/2	1	1/5	0,1137	
D_2	1	1	1/7	D_2		1		1/4	0,2174	
D_3	$\lambda_{max} = 3,00$; ИС = 0,00	1	1	D_3	$\lambda_{max} = 3,08$; ИС = 0,02			1	0,6689	
<p>Результаты ранжирования альтернатив относительно элементов первого уровня и фокуса иерархии</p> <p>Альтернативы</p>										
Фокус иерархии, экономические и социальные издержки	D_1			D_2			D_3			
Экономические издержки	0,1434			0,1296			0,7270			$W_5'' = W_4'' W_5'' \cdot W_2''$
Социальные издержки	0,1806			0,1505			0,6689			$W_6'' = W_6'' W_7'' \cdot W_3''$
Фокус иерархии	0,1558			0,1366			0,7076			$W_7'' = W_7'' W_8'' \cdot W_1''$

Результаты обработки суждений экспертов по проблеме рисков

Для какой из альтернатив риск, определяемый нестабильностью экономического законодательства, является более весом?					Для какой из альтернатив риск, связанный с возможностью неблагоприятных соц.-полит. изменений в регионе, является наиболее значим?				
Условия инвестирования R ₁	D ₁	D ₂	D ₃	W ₂ ^{III}	Неблагоприятные соц.-полит. изменения в регионе R ₂	D ₁	D ₂	D ₃	W ₃ ^{III}
D ₁	1	2	1/3	0,2941	D ₁	1	1	1	0,3333
D ₂		1	1/2	0,1765	D ₂		1	1	0,3333
D ₃	λ _{max} = 3,15 ; CR = 0,07		1	0,5294	D ₃	λ _{max} = 3,00 ; CR = 0,00		1	0,3333
Для какой из альтернатив риск колебаний рыночной конъюнктуры цен, валют, курсов является наиболее значим?					Для реализации какой из альтернатив риск, связанный с неполнотой информации об участниках инвестиций, является наиболее весом?				
Колебания рыночной конъюнктуры цен, валют R ₃	D ₁	D ₂	D ₃	W ₄ ^{III}	Неполнота информации об участниках инвестиций R ₄	D ₁	D ₂	D ₃	W ₅ ^{III}
D ₁	1	3	1/3	0,2915	D ₁	1	2	1	0,4
D ₂		1	1/5	0,1031	D ₂		1	1/2	0,2
D ₃	λ _{max} = 3,06 ; CR = 0,02		1	0,6054	D ₃	λ _{max} = 3,00 ; CR = 0,00		1	0,4
Результаты ранжирования альтернатив относительно фокуса иерархии					Какой из приведенных видов риска является наиболее весом?				
Фокус иерархии	Альтернативы			Развитие транспортной системы города	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	W ₁ ^{III}
	D ₁	D ₂	D ₃						
W ₁ ⁽¹⁾ = [W ₂ ^{III} W ₃ ^{III} W ₄ ^{III} W ₅ ^{III}] · [W ₁ ^{III}]	0,3533	0,1978	0,4549	R ₁	1	3	3	1/2	0,2933
				R ₂		1	1	1/5	0,0991
				R ₃			1	1/5	0,0991
				R ₄	λ _{max} = 4,00 ; CR = 0,00			1	0,5085

Итак, вся необходимая информация для ответа на вопрос — какую альтернативу по развитию транспортной системы следует признать наиболее предпочтительной — получена. Воспользуемся ею для расчёта компонент вектора:

$$W^*(1) = \frac{W_B^{(1)} + W_{BOZ}^{(1)}}{W_H^{(1)} + W_P^{(1)}} = \left(\frac{0,2713 + 0,2587}{0,1558 + 0,3533}; \frac{0,2378 + 0,4920}{0,1366 + 0,1978}; \frac{0,4909 + 0,2493}{0,7076 + 0,4549} \right) =$$

$$= (1,0411; 2,1824; 0,6367)$$

Если бы нас интересовало только развитие транспортной системы, то в качестве первоочередной для реализации следовало бы рекомендовать альтернативу A₁₂ — расширение парка маршрутных такси.

Однако анализируемых функций у нас шесть и по каждой нужно найти вектор W⁽ⁱ⁾, i = 2, ..., 6, чтобы затем по значениям компонент выбрать максимальные из них.

Во избежание громоздкости, а также из-за отсутствия новизны в технологии оценки остальных векторов $W_i^{(i)}$, $i = \overline{2,6}$, в табл. 5.6 приведем лишь окончательные результаты по их обработке.

Морфологическая таблица с оценкой альтернатив по критерию отношения суммы значимостей выгод и возможностей к сумме значимостей издержек и рисков

Табл. 5.6

Функция (мероприятие)	Альтернатива и значение ее вектора приоритетов $(W_B+W_{B03})/(W_B+W_B)$		
1. Развитие транспортной системы A_1	A_{11}	A_{12}	A_{13}
	1,04	2,18	0,64
2. Развитие инженерной инфраструктуры A_2	A_{21}	A_{22}	A_{23}
	0,32	2,12	3,67
3. Мероприятия по защите населения A_3	A_{31}	A_{32}	A_{33}
	0,89	2,94	3,06
4. Инвестиции в здравоохранение A_4	A_{41}	A_{42}	A_{43}
	4,06	2,29	3,48
5. Развитие культурно-развлекательной индустрии A_5	A_{51}	A_{52}	A_{53}
	0,43	1,81	2,76
6. Развитие спортивно-развлекательной отрасли A_6	A_{61}	A_{62}	A_{63}
	0,79	5,63	1,98

Таким образом, поиск решения показал, что первоочередными для реализации должны быть признаны следующие альтернативы: 1) расширение парка маршрутного такси (значение приоритета 2,18); 2) строительство завода по переработке мусора (3,67); 3) открытие школ по подготовке населения к ЧС (3,06); 4) строительство кардиологического центра (4,06); 5) реконструкция драматического театра «Колесо» (2,76); 6) строительство спортивного стадиона (5,63).

Полученные результаты хорошо согласуются с интуитивными представлениями специалистов и экспертов в данной предметной области, четко интерпретируются и поэтому могут служить базой для прогнозирования, основанном не на экстраполяции прошлого, а на генерации и анализе различных гипотез об изменении существующих предпочтений.

Что же касается настоящего, то, как и для других моделей, построенных с помощью МАИ и рассмотренных ранее, результаты данного исследо-

вания достоверны на момент высказывания аналитиками суждений, приведенных в соответствующих матрицах парных сравнений (точнее, на момент высказывания и на весь период времени, в течение которого эти суждения существенно меняться не будут).

5.2. Решение задачи выбора возможного сценария развития транспортной подсистемы города методом имитационного моделирования

Большой объем требуемой экспертной информации, представляющей собой оценки предпочтительности, полученные в процессе парного сравнения альтернатив и критериев, и, как следствие, громоздкость и экономическая непрозрачность алгоритма иерархического синтеза, а также отсутствие в каком-либо виде оценки вероятности получения результирующего вектора приоритетов заставляют искать альтернативу методу анализа иерархий. Даже последняя модификация МАИ — метод аналитических сетей [185] — давая возможность учитывать влияние элементов иерархии друг на друга, позволяет получать лишь точечную оценку вектора весовых коэффициентов, как и в предыдущих версиях МАИ.

Рассмотрим технологию оценки вектора приоритетов альтернатив [162,186], базирующуюся на следующих положениях:

1) искомый вектор случаен и это делает необходимым получение количественных оценок его компонент в виде математического ожидания и среднеквадратического отклонения;

2) объем требуемых экспертных оценок минимален, что отнюдь не снижает требований к экспертам, поскольку их оценки по-прежнему (как и в методе анализа иерархий) должны учитывать весь спектр факторов, влияющих на формирование приоритетов;

3) суждения экспертов представлены в виде так называемой ординальной (порядковой) информации, которая является наиболее устойчивой и, зачастую, единственно доступной для исследователя. Для результатов измере-

ний в порядковой шкале лишены смысла высказывания «во столько-то раз больше (меньше)», «на столько-то единиц больше (меньше)». Здесь имеет смысл отношение «больше-меньше».

Ординальная информация о сравнительной весомости альтернатив (факторов, показателей) представляет собой суждения типа «важность (вес) альтернативы i больше (меньше, равна) важности (веса) альтернативы j ». Такую информацию можно формализовать в виде системы равенств и неравенств:

$M = \{w_i > w_j, w_k < w_l, w_n = w_m, \dots\}$ термами которых являются компоненты искомого вектора приоритетов $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$.

Множество $W(M)$ допустимых векторов приоритетов $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ удовлетворяющих всем равенствам и неравенствам системы M , есть подмножество множества

$W = \{w = (w_1, w_2, \dots, w_m) : w_j \geq 0, j = \overline{1, m}; w_1 + w_2 + \dots + w_m = 1\}$ всех возможных векторов приоритетов (весовых коэффициентов). Представляя неопределенность выбора конкретного вектора w из области $W(M)$ при помощи задания равномерного распределения на этой области, можно получить рандомизированные веса $w_k^{(t)}, k = \overline{1, m}$ имеющие равномерное совместное распределение на $W(M)$. Здесь t — номер генерации, $t = 1, 2, \dots$

В качестве искомым оценок приоритетов w_j здесь примем математическое ожидание $\overline{w}_j = M w_j^{(t)}$ соответствующего случайного веса $w_j^{(t)}, j = \overline{1, m}$, а мерой точности (риска) полученной оценки $\overline{w}_j = M w_j^{(t)}$ может служить среднеквадратическое отклонение $\sigma \overline{w}_j$ рандомизированного коэффициента $w_j^{(t)}$.

Генерирование всех возможных векторов $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ будем осуществлять на основе $(m - 1)$ -кратной реализации R_1, R_2, \dots, R_{m-1} одномерной случайной величины R , равномерно распределенной в интервале $[0, 1]$:

$$w_k = \left(1 - \sum_{i=1}^{k-1} w_i\right) \cdot \left[1 - (1 - R_k)^{\frac{1}{m-k}}\right], k = 1, 2, \dots, m-1; w_m = 1 - w_1 - w_2 - \dots - w_{m-1} \quad (5.1)$$

Параллельно генерации t -реализации $w^{(t)} = (w_1^{(t)}, w_2^{(t)}, \dots, w_m^{(t)})$ проводим отбор тех из них (всего их должно быть N), которые удовлетворяют ограниче-

ниям, вытекающим из порядковой информации M . Затем рассчитываются искомые оценки компонент вектора приоритетов $\overline{w}_j(M)$ и $\sigma \overline{w}_j(m)$, $j = \overline{1, m}$:

$$\overline{w}_j = \frac{1}{N} \sum_{t \in T(m, N)} w_j^{(t)}, \sigma \overline{w}_j = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t \in T(m, N)} (w_j^{(t)} - \overline{w}_j)^2} \quad (5.2)$$

Суммирование здесь ведется по множеству индексов, состоящему из тех значений t , которые соответствуют векторам $w_j^{(t)}$, входящим в множество допустимых векторов $W(M)$. Число допустимых реализаций N , необходимое для достижения заданной точности и достоверности искомых оценок, находится следующим образом: вначале определяется число возможных векторов с помощью формулы (которая будет приведена ниже), а затем, в ходе компьютерного моделирования, — число допустимых.

Отметим, что число возможных векторов приоритетов может существенно превосходить число допустимых векторов. Что касается первых из них, то в работах [162, 188] приводятся различные варианты получения композиций $w^{(t)} = (w_1^{(t)}, w_2^{(t)}, \dots, w_m^{(t)})$. Без применения ординальной информации эти вектора могут генерироваться с учетом условия дискретности значений весовых коэффициентов и всех возможных совокупностей $\delta^{(t)} = (\delta_1^{(t)}, \delta_2^{(t)}, \dots, \delta_m^{(t)})$ таких, что $\delta_i^{(t)} = n \cdot w_i^{(t)}$, $\delta_1^{(t)} + \delta_2^{(t)} + \dots + \delta_m^{(t)} = n$, $\delta_i^{(t)} \geq 0$ и которых при $m=5$ и $n=10$ достаточно 1001, а при $m=10$ и $n=20 \cdot 10^7$ [187]:

$$N(m, n) = \frac{(n + m - 1)!}{n!(m - 1)!}$$

Использование ординальной и (или) интервальной информации позволяет существенно сузить множество допустимых векторов приоритетов, улучшить временные характеристики программной реализации и уменьшить неопределенность в значениях весовых коэффициентов.

Приведем формулу оценки необходимого количества возможных векторов. Для этого будем считать целью моделирования вычисление вероятности p появления вектора $w^{(t)}$, удовлетворяющего ограничениям, вытекающим из ординальной информации M . В каждой из N^* реализации процесса на модели рассматриваемые событие может наступить или не наступить, соответ-

ственно число θ его наступления в данной реализации является случайной величиной, принимающей значение $x_1 = 1$ с вероятностью p , и значение $x_2 = 0$ с вероятностью $1-p$.

$$\text{Тогда } M\theta = x_1 \cdot p + x_2 \cdot (1-p) = p$$

$$D\theta = (x_1 - M\theta)^2 \cdot p + (x_2 - M\theta)^2 \cdot (1-p) = p(1-p)$$

В качестве оценки для искомой вероятности p примем частоту $\frac{m}{N^*}$ наступления события при N^* реализациях:

$$\frac{m}{N^*} = \frac{1}{N^*} \sum_{i=1}^{N^*} \theta_i,$$

где θ_i — количество наступлений события в реализации с номером i . Математическое ожидание и дисперсия частоты $\frac{m}{N^*}$ определяются как

$$M\left(\frac{m}{N^*}\right) = M\left[\frac{1}{N^*} \sum_{i=1}^{N^*} \theta_i\right] = \frac{1}{N^*} \cdot N^* \cdot p = p$$

$$D\left(\frac{m}{N^*}\right) = \frac{p(1-p)}{N^*}$$

При достаточно больших N^* в силу центральной предельной теоремы теории вероятностей частота $\frac{m}{N^*}$ имеет распределение, близкое к нормальному. Поэтому для каждого значения достоверности α можно выбрать из таблиц нормального распределения такую величину t_α , что точность ε будет равна

$$\varepsilon = t_\alpha \sqrt{D\left(\frac{m}{N^*}\right)} = t_\alpha \sqrt{\frac{p(1-p)}{N^*}}$$

Откуда

$$N^* = t_\alpha^2 \frac{p(1-p)}{\varepsilon^2}$$

На практике моделирования вероятность p обычно неизвестна, поэтому выберем $N_0 = 1000$ и по результатам N_0 реализаций определим $\frac{m}{N_0}$ и примем

$p = \frac{m}{N_0}$. Также напомним [208], что величину ε , такую, что $|a - \bar{x}| < \varepsilon$ называют точностью оценки \bar{x} , а вероятность α того, что это неравенство выполняется, ее достоверностью $p(|a - \bar{x}| < \varepsilon) = \alpha$. При этом величина \bar{x} выбрана в качестве оценки для параметра a , оцениваемого по результатам моделирования x_i . Для наиболее часто используемой на практике достоверности $\alpha = 0,95$ величина параметра t_α составляет 1,96, для $\alpha = 0,997$ $t_\alpha = 3$.

Возвращаясь к задаче оценки вектора приоритетов путей развития транспортной подсистемы (ТПС), заметим, что нам придется рассчитывать этот вектор четырежды: сначала с точки зрения выгод W_v , затем — с точки зрения издержек от развития транспортной системы W_n , затем — учитывая возможности инвестирования $W_{воз}$ и наконец, учитывая риски W_p . Лишь после этого, по максимуму частных $(W_v + W_{воз}) / (W_n + W_p)$, полученных для всех трех альтернатив, выбирается лучшая. Напомним, что такой критерий для поиска оптимального варианта выбран в предложении независимости между выгодами и возможностями, издержками и рисками. Поэтому и в числителе и в знаменателе рассматриваемого показателя используется аддитивный, а не мультипликативный способ сверки эффектов.

Что касается содержательной стороны данного интегрального показателя, то еще раз отметим, что социально-экономическую значимость исследуемых альтернатив следует рассматривать всесторонне, учитывая факторы, в наибольшей степени влияющие на принятие и реализацию мероприятий по развитию транспортной подсистемы города: выгоды, издержки, а также возможности инвестирования в эти мероприятия и сопутствующие им риски — это гарантирует как полноту исходной информации, так и высокую достоверность получаемых на их основе результатов.

Предположим, что придерживаясь этой точки зрения, эксперты, оценивая выгоды от развития ТПС (и имея в виду прежде всего получение доходов от эксплуатации, экономический рост города, надежность и комфортабельность транспортных средств, а также экономию времени пассажиров —

рис.5.1) посчитали, что применительно к нынешней социально-экономической ситуации для города наиболее актуально внедрение скоростного трамвая. Далее следует первая альтернатива при небольшом ее превосходстве над второй. На языке порядковой информации это означает задание предпочтительности в виде $M_1 = \{ w_3 > w_1 \geq w_2 \}$. Разыгрываем совместное равномерное распределение на

$$W(M_1) = \{ w = (w_1, w_2, w_3), w_j \geq 0, j = 1, 2, 3; w_1 + w_2 + w_3 = 1 \}.$$

Цифровая модель этого распределения (см. Приложение 1) образуется из множества реализаций компонент вектора $w = (w_1, w_2, w_3)$ в соответствии с (5.1):

$w_1 = R_1; w_2 = (1 - R_1)R_2; w_3 = 1 - w_1 - w_2 = 1 - R_1 - R_2 + R_1 \cdot R_2$, где R_1 и R_2 реализации равномерно распределенной на $[0, 1]$ случайной величины R . Если комбинация чисел w_1, w_2, w_3 не удовлетворяет условию M_1 , то она выбраковывается. На множестве допустимых векторов в 4253731 реализации получаем приемлемую точность (10^{-4}) расчетов \overline{W}_x и $\sigma \overline{W}_x$ (рис. 5.5):

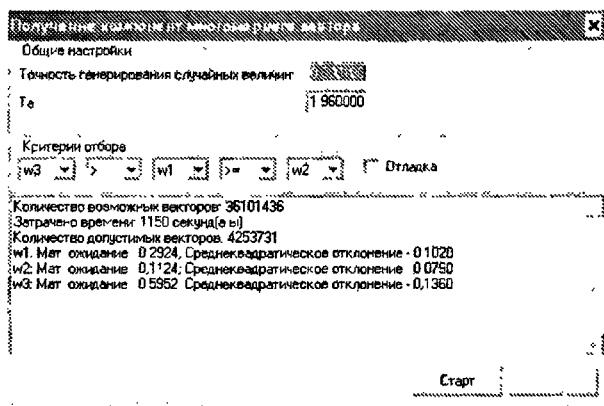


Рис. 5.5. Результаты моделирования компонент трехмерного вектора, отвечающих ordinalной информации M_1

Действуя аналогично, но имея в виду мнение экспертов (рис. 5.2) о том, что капитальные затраты, затраты на содержание, шум, потеря мест отдыха,

т.е. издержки от развития ТПС более свойственны второй и первой альтернативам, чем третьей на $M_2 = \{w_3 < w_1 < w_2\}$, получаем $\overline{W}_н$ и $\sigma\overline{W}_н$

Что касается возможностей инвестирования (здесь рассматриваются — рис. 5.3 — бюджетные средства и внебюджетные — собственный капитал инвесторов, заемный капитал, иностранный капитал, спонсорские пожертвования), то они выше, считают эксперты, у второй альтернативы при примерно одинаковых у первой и третьей, т.е. $M_3 = \{w_2 > w_1 \geq w_3\}$. На множестве реализаций трехмерного равномерного распределения, удовлетворяющих условию M_3 , получаем $\overline{W}_{воз}$ и $\sigma\overline{W}_{воз}$.

Принимая во внимание риски, сопровождающие развитие ТПС — рис. 5.4 (риски, определяемые нестабильностью экономического законодательства; риски, определяемые неполной информации о финансовом положении и деловой репутации участников инвестиций; риски колебаний рыночной конъюнктуры цен, валют, курсов; риски, связанные с возможностью неблагоприятных социально-политических изменений в регионе), наиболее вероятное решение экспертов — это решение, в соответствии с которым в нынешней социально-экономической ситуации в городе наиболее привлекательной (менее рискованной) следует признать третью альтернативу, за ней первую и вторую. Следовательно, $M_4 = \{w_3 > w_1 > w_2\}$. Вновь разыгрывая совместное трехмерное равномерное распределение и учитывая M_4 , получаем $\overline{W}_р$ и $\sigma\overline{W}_р$.

Итак, вся необходимая числовая информация для ответа на вопрос — какую альтернативу по развитию транспортной системы следует признать наиболее предпочтительной — получена. Осталось рассчитать характеристики введенного ранее показателя $(W_B + W_{воз}) / (W_н + W_р)$, для всех альтернатив и выбрать из них наилучшую. При рассмотрении вида интегрального показателя предполагалась независимость его составляющих, поэтому

$$\overline{W} = \frac{\overline{W}_B + \overline{W}_{воз}}{\overline{W}_н + \overline{W}_р} = \left(\frac{0,2924 + 0,2925; 0,1125 + 0,5950; 0,5951 + 0,1125}{0,2924 + 0,2924; 0,1125 + 0,1124; 0,5951 + 0,5952} \right) = (1,0173; 3,1458; 0,5945)$$

Наивысший приоритет — у второй альтернативы — расширение парка маршрутного такси. Посмотрим, изменится ли это решение, если для его

принятия будут использованы еще и среднеквадратические отклонения $\sigma\bar{W}_B, \sigma\bar{W}_{B03}, \sigma\bar{W}_H, \sigma\bar{W}_P$. Для этого рассчитаем среднеквадратические отклонения компонент вектора $W_* = (W_*^{(1)}, W_*^{(2)}, W_*^{(3)})$ и уже после этого сравним между собой интервальные величины $(\frac{\bar{W}_*^{(i)}}{W_*^{(i)}} - \sigma\bar{W}_*^{(i)}, \frac{\bar{W}_*^{(i)}}{W_*^{(i)}} + \sigma\bar{W}_*^{(i)})$, $i = 1, 2, 3$. Как известно [189] для того, чтобы интервалы $\tilde{a} = [a_1, a_2]$ и $\tilde{b} = [b_1, b_2]$ были сравнимы в отношении $\tilde{a} > \tilde{b}$, необходимо и достаточно выполнение условий ($a_1 > b_1$, $a_2 > b_2$). Это утверждение позволяет сравнивать интервалы, распространять на них понятие оптимума и выяснить условие существования такого оптимума.

Расчеты $\sigma\bar{W}_*^{(i)}, i = \overline{1,3}$, проведенные также, как и расчеты по оценке $\bar{W}_*^{(i)}, i = \overline{1,3}$, в предположении независимости составляющих и числителя и знаменателя интегрального показателя W_* , дали следующие результаты $\sigma\bar{W}_*^{(1)} = 1,0000$, $\sigma\bar{W}_*^{(2)} = 1,4057$, $\sigma\bar{W}_*^{(3)} = 0,8171$.

Таким образом, получены интервалы $[0,0173; 2,0173]$, $[1,7401; 4,5515]$, $[0,0001; 1,4116]$ и оптимальным (max) из них является второй.

Исследователю, не знакомому с основными положениями интервальной математики, более понятен другой критерий — отношение среднеквадратического отклонения к математическому ожиданию (средний риск на единицу значимости или вариабельность). По нему результат получается тем же самым:

$$\frac{\sigma\bar{W}_*}{W_*} = (0,9830; 0,4468; 1,3744)$$

Следовательно, на момент высказывания экспертами предпочтений M_1, M_2, M_3, M_4 (и на весь период времени, в течении которого эти суждения существенно меняться не будут) наиболее предпочтительной следует считать вторую альтернативу. Тот же результат был получен и с применением метода анализа иерархий в предыдущем параграфе. Однако использование порядковой информации (имитационного моделирования) позволило не только рассчитать искомую оценку социально-экономической значимости альтернатив

\bar{W} , но и величину риска получения этой оценки $\sigma\bar{W}$ и ее возможный диапазон (разброс) $\bar{W} \pm \sigma\bar{W}$.

5.3. Интервальная математика в задаче выбора типа транспортного средства

Принятие в качестве наиболее предпочтительной второй альтернативы, предполагает как количественные, так и качественные изменения существующего парка маршрутных такси. Рассмотрим одну из возможных, представляющую практический интерес, постановку задачи, когда рассматривается определенное количество маршрутов (а это может быть и город в целом, и какое-либо направление, и вообще какой-то отдельный маршрут) и на них, даже после закупки партии новой техники, сохраняется дефицит транспортных средств.

При планировании работы городского пассажирского транспорта учитываются, в первую очередь, затраты предприятий, которые возрастают при увеличении интенсивности движения транспорта. Кроме того [175,172,173], рассматривают социально-экономические последствия сокращения простоев пассажиров на остановках, вопросы конкуренции между предприятиями.

В [203] решается задача определения продолжительности временных интервалов между транспортными средствами на каждом маршруте каждого предприятия. При этом в качестве исходной используется следующая информация:

- перечень остановок, через которые движутся транспортные средства и перемещаются пассажиры;
- перечень предприятий, работающих на рынке пассажирских перевозок и их маршруты;
- количество пассажиров, поступающих на каждый остановочный пункт, чтобы переместиться на другой остановочный пункт, в единицу времени;
- стоимость проезда на каждом маршруте;
- себестоимость одного рейса ТС на каждом маршруте.

Предполагая, что такая проблема решена, то есть на n -маршрутах определено необходимое количество $s_k (k = \overline{1, n})$ рейсов по расписанию, рассмотрим задачу выбора типа транспортного средства в следующей постановке.

Перечень машин, которые в настоящее время используются в качестве маршрутных такси на городских и пригородных маршрутах, включает и ГАЗели, и Форд 115 Т430, и Мерседес СД, ЛИАЗ 6212, и Богдан 092, и др. — всего m машин. Каждую из этих машин будем отождествлять парой интервальных величин $(\tilde{t}_{ik}, \tilde{c}_{ik}, i = \overline{1, m}; k = \overline{1, n})$, где $\tilde{t}_{ik} = [t_{ik}', t_{ik}'']$ — интервал времени, в течении которого должен быть выполнен рейс по k -маршруту i -машиной, а $\tilde{c}_{ik} = [c_{ik}', c_{ik}'']$ — соответствующий диапазон допустимых затрат. При этом каждое транспортное средство может быть использовано в течении $\tilde{a}_i = [a_i', a_i'']$ часов. Что касается интервальных величин $\tilde{t}_{ik}, \tilde{c}_{ik}$, то считать их точечными было бы существенным огрублением задачи, поскольку они зависят, прежде всего, от технико-экономических характеристик машин, а также состояния дорожного полотна, квалификации водителей, погоды и т.д.

Введем переменные x_{ik} — число рейсов i -машины на k -маршруте. Тогда математическая модель оптимального распределения машин по маршрутам приобретает вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{найти } \min \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n \tilde{c}_{ik} x_{ik} \\ \text{при } \sum_{k=1}^n \tilde{t}_{ik} x_{ik} \leq \tilde{a}_i, i = \overline{1, m} \\ \sum_{i=1}^m x_{ik} = s_k, k = \overline{1, n} \\ x_{ik} \geq 0 - \text{целые}; i = \overline{1, m}; k = \overline{1, n} \end{array} \right. \quad (5.3)$$

Данная задача относится к классу интервальных задач целочисленного линейного программирования. Технология решения подобного рода задач отличается от технологии решения обычных задач целочисленного линейного программирования и заключается в следующем [189, 204]:

1) формируем нижнюю и верхнюю граничные задачи имеющейся интервальной задачи (5.3)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{найди } \min \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n c'_{ik} x_{ik} \\ \text{при } \sum_{k=1}^n t'_{ik} x_{ik} \leq a'_{i\bar{m}}, i = \overline{1, m} \\ \sum_{k=1}^n t''_{ik} x_{ik} \leq a''_{i\bar{m}}, i = \overline{1, m} \\ \sum_{i=1}^m x_{ik} = s_k, k = \overline{1, n} \\ x_{ik} \geq 0 - \text{целые}, i = \overline{1, m}; k = \overline{1, n} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{найди } \min \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n c''_{ik} x_{ik} \\ \text{при } \sum_{k=1}^n t'_{ik} x_{ik} \leq a'_{i\bar{m}}, i = \overline{1, m} \\ \sum_{k=1}^n t''_{ik} x_{ik} \leq a''_{i\bar{m}}, i = \overline{1, m} \\ \sum_{i=1}^m x_{ik} = s_k, k = \overline{1, n} \\ x_{ik} \geq 0 - \text{целые}; i = \overline{1, m}; k = \overline{1, n} \end{array} \right.$$

2) находим множество решений $M_{\text{н}}$ нижней и множество решений $M_{\text{в}}$ верхней граничных задач (средствами *Ms Excel*);

3) пересечение множеств $M_{\text{н}}$ и $M_{\text{в}}$ дает единственное решение задачи (5.3) x_{ik}^* , которому соответствует интервальный минимум суммарных затрат

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n \tilde{c}_{ik} x_{ik}^* .$$

Применение приведенного алгоритма на примере конкретного транспортного предприятия, занимающегося перевозками горожан на маршрутных такси, позволяет получить распределение машин по маршрутам, гарантирующее эффективную их эксплуатацию (с точки зрения минимума затрат).

5.4. Выбор перевозчика для городских нужд в рамках выполнения заказов, связанных с реализацией национальных проектов

Реализация национальных проектов в области здравоохранения, образования предусматривает, в числе прочих, проведение мероприятий как по организации тендеров на поставку материалов, так и по их транспортировке с заводов-изготовителей или таможенных терминалов на соответствующие склады на местах. Поскольку среди муниципальных предприятий крупной, успешно функционирующей транспортной компании, специализирующейся на перевозках больших партий грузов, как правило, не существует, встает задача выбора перевозчика среди фирм, работающих на этом сегменте рынка.

Существующие процедуры выбора перевозчика основаны (чаще всего) на рейтинговании с использованием специально разработанных ранговых систем показателей. В их число включают надежность доставки, тарифы транспортировки «от двери до двери», финансовую стабильность перевозчика, готовность перевозчика к переговорам об изменении тарифа, наличие дополнительного оборудования по грузопереработке, частоту сервиса, сохранность груза, экспедирование отправок, квалификацию персонала и т.д. Однако обоснованность и ранга показателей и их весовых коэффициентов в большинстве подобных методиках недостаточна из-за значительной доли субъективизма при их определении.

Будем идентифицировать эффективность функционирования (“успешность” или возможность обеспечения наиболее полного удовлетворения потребителей качеством логистического сервиса) перевозчика совокупностью показателей, куда входят тарифная ставка, срок доставки, процент случаев несохранной и несвоевременной перевозки, рентабельность перевозчика, наличие и величина кредиторской задолженности, размер собственных средств, деловая репутация — это те показатели, которые приводятся в существующих методиках большинством специалистов по логистике [176,177,178,179, 205,206]. Их число можно сократить до семи путем введения коэффициента автономии, рассчитываемого как частное от деления кредиторской задолженности на собственные средства (соответственно чем больше его значение, тем выше риск неплатежеспособности этой фирмы и меньше вероятность того, что она будет выбрана в качестве перевозчика). Тарифную же ставку преобразуем в стоимость услуг, умножив ее на количество груза, которое должно быть перевезено по условию контракта.

Представим иерархически нашу задачу выбора логистического посредника (первозчика), предварительно определившись с логикой формирования целевых приоритетов. В качестве цели будем считать обеспечение наиболее полного удовлетворения потребителей *качеством логистическо-*

го сервиса. Для того, чтобы достичь поставленной цели, необходимо обеспечить [11]:

- а) соответствующие условия логистического сервиса;
 - б) высокий уровень качества обслуживания
- это критерии качества (второй уровень иерархии).

Третий уровень иерархии составляют показатели, характеризующие эффективность функционирования логистических фирм и перечисленные ранее. Считая адекватность описания условий и уровня качества обслуживания посредством этих показателей приемлемой, сгруппируем их по влиянию на указанные критерии качества. В результате получаем иерархию (с точки зрения классификации) с различным числом и составом альтернатив под критериями:

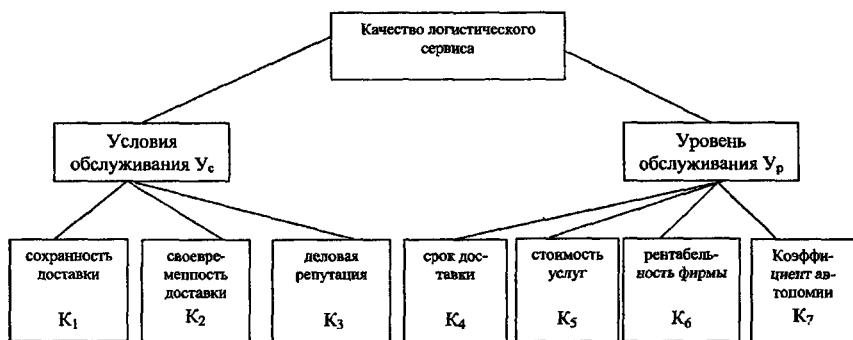


Рис.5.6. Общий вид иерархии

Теперь, не вдаваясь в возможную полемику о смысловой наполняемости таких факторов, как условия и уровень обслуживания, а считая, что рассматриваемые показатели в значительной степени раскрывают (обуславливают) наши критерии качества, перейдем к решению задачи оценки вклада каждого из элементов третьего уровня иерархии в качество логистического сервиса.

Только рассчитав вектор приоритетов $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_7)$ этих элементов, можно будет использовать его компоненты в качестве коэффициентов

некоей функции качества логистического сервиса $L(\omega, k)$ при показателях эффективности рассматриваемых фирм-претендентов $k = (k_1, k_2, \dots, k_7)$:

$$L(\omega, k) = \sum_{i=1}^7 \omega_i k_i, \sum_{i=1}^7 \omega_i = 1 \quad (5.4)$$

Численные значения этой функции на множестве исходных данных (заданном статистически достоверными величинами $k_{j,i} = \overline{1,7}$) позволят выявить среди претендентов фирму с возможностью обеспечения наиболее высокого качества логистического сервиса и, тем самым, ответить на вопрос о выборе компании-перевозчика.

Положим в основу такой разработки метод анализа иерархии (МАИ), Метод отличается простотой и именно это, а также то, что применительно к нашей иерархии (рис. 5.5), главный недостаток МАИ — большое количество требуемой экспертной информации — здесь не проявляется, предопределило его применение для решения рассматриваемой задачи. Кроме того, применение в решении рассматриваемой задачи МАИ дает четкое осознание того, по отношению к чему производится попарное сравнение показателей эффективности — по степени их вклада в качество логистического сервиса. Это позволяет поставить предлагаемый способ решения задачи выбора перевозчика на ступеньку выше тех подходов, в которых применяется просто попарное сравнение [176,178].

Процедура нахождения результирующего вектора приоритетов альтернатив (показателей эффективности) включает в себя несколько этапов. На первом из них ЛПР должен попарно сравнить (табл. 5.7) показатели эффективности по их степени важности в обеспечении условий и уровня качества обслуживания потребителей.

Следующим шагом к определению результирующего вектора приоритетов показателей эффективности является построение матрицы предпочтений критериев относительно фокуса иерархии и получение соответствующего вектора приоритетов критериев.

Наконец, непосредственно вычисление $\omega = K * L * W_3 * B$,

Табл. 5.7

Матрицы суждений и результаты их обработки

Какой из нижеприведенных показателей вносит больший вклад в создание благоприятных условий для логистического сервиса?				W ₁	Какой из нижеприведенных показателей более всего влияет на формирование высокого уровня логистического сервиса?					W ₂
условия сервиса	сохранность доставки	своевременность доставки	деловая репутация		уровень сервиса	срок доставки	тонкость слуг	рентабельность фирмы	коэффициент автономии	
сохранность доставки	1	2	3	0,5294	срок доставки	1	1	3	4	0,3789
своевременность доставки		1	2	0,3088	стоимость услуг		1	3	4	0,3789
деловая репутация	$\lambda_{\max} = 3,011$ CR=0,006		1	0,1618	рентабельность фирмы			1	2	0,1544
					коэффициент автономии			$\lambda_{\max} = 4,117$ CR=0,039	1	0,0877
Важность какого из приведенных ниже критериев качества (факторов) выше в смысле наиболее полного удовлетворения потребителей качеством логистического сервиса?										W ₃
качество логистического сервиса	условия обслуживания			уровень обслуживания						
условия обслуживания	1			1/2			0,3333			
уровень обслуживания	$\lambda_{\max} = 2,00$; CR = 0,00			1			0,6667			

$$K \cdot L \cdot W_3 = \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ K_4 \\ K_5 \\ K_6 \\ K_7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_c & y_p \\ 0,5294 & 0 \\ 0,3088 & 0 \\ 0,1618 & 0 \\ 0 & 0,3789 \\ 0 & 0,3789 \\ 0 & 0,1544 \\ 0 & 0,0877 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 3/7 & 0 \\ 0 & 4/7 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,3333 \\ 0,6667 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,2269 & 0 \\ 0,1324 & 0 \\ 0,0693 & 0 \\ 0 & 0,2165 \\ 0 & 0,2165 \\ 0 & 0,0882 \\ 0 & 0,501 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,3333 \\ 0,6667 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,0756 \\ 0,0441 \\ 0,0231 \\ 0,1443 \\ 0,0588 \\ 0,0334 \end{bmatrix}$$

Сумма всех компонент полученного вектора приоритетов равна 0,5238. Для нормирования умножим его на диагональную матрицу [B] с элементами диагонали, равными $(\sum_{k=1}^7 x_k)^{-1} = (0,5238)^{-1} = 1,9092$

В результате имеем $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_7) = K * L * W_3 * B = (0,1443; 0,0842; 0,0441; 0,2755; 0,2755; 0,1122; 0,0638)^T$.

Компоненты полученного вектора показывают, что наибольший вклад в качество логистического сервиса вносят такие показатели эффективности, как срок доставки, стоимость услуг, далее идет сохранность доставки, рентабельность фирмы и т.д.

В целях корректности данного вывода следует подчеркнуть, что он справедлив на момент высказывания ЛПР приведенных выше суждений (и на весь период времени, в течении которого эти суждения существенно меняться не будут). По прошествии некоторого времени оценки парных сравнений в силу разного рода причин могут меняться, соответственно изменятся и веса показателей. В этом смысле рассматриваемая задача *динамическая*. Кроме того, возможен учет мнений нескольких экспертов, что позволит повысить степень объективности и качество процедуры принятия решения. Агрегированная оценка мнений, рассчитываемая для этого случая, имеет вид:

$$a_{ij}^A = \sqrt[m]{a_{ij}^{(1)} \cdot a_{ij}^{(2)} \cdot \dots \cdot a_{ij}^{(m)}}, \quad m \text{ — число экспертов-аналитиков.}$$

Для завершения процедуры выбора перевозчика и расчета для этого численного значения функции качества логистического сервиса $L(\omega, k)$, необходимо привести показатели эффективности, разнородные по смыслу и размерности, к безразмерному и нормированному (иными словами сопоставимому) виду.

Для этого используют один из следующих способов:

1) по каждому показателю эффективности выбирают наибольшее значение (среди всех фирм-претендентов) $k_{1\max}, k_{2\max}, \dots, k_{n\max}$ и делят значения каждой совокупности показателей на этот вектор покомпонентно, т.е. находят [207]

$$\frac{k_1^{(i)}}{k_{1\max}}, \quad \frac{k_2^{(i)}}{k_{2\max}}, \quad \dots, \quad \frac{k_n^{(i)}}{k_{n\max}}, \quad \text{где } i \text{ — номер фирмы-претендента.}$$

В нашем случае $i = \overline{1,4}; n = 7$, т.е. $k_{1\max} = \max_{i=1,4} k_1^{(i)}, \dots, k_{7\max} = \max_{i=1,4} k_7^{(i)}$;

2) показателям, для которых (исходя из здравого смысла) оптимальным является минимальное (максимальное) значение, единица присваивается минимальному (максимальному) значению показателя, а остальные нормируются

путем деления значения минимального (максимального) показателя на соответствующие значения показателей [178];

3) применяют метод сводных показателей, синтетические индексы, построенные на основе стандартизованных значений исходных показателей и т.д.[162].

Если в качестве исходных данных рассматриваемой задачи воспользоваться условно достоверными численными значениями показателей эффективности фирм-претендентов (а такое возможно только, если все они пользуются услугами одной и той же страховой компании, например, Росгосстрах, которая, учитывая особую важность предстоящих работ в рамках национальных проектов, предоставит интересующую информацию городским властям)

Табл. 5.8

Наименование фирмы	Стоимость услуг, руб	Срок доставки, сут	Случаи несохранной доставки, %	Случаи несвоевременной доставки, %	Рентабельность, %	Коэффициент автономии	Оценка деловой репутации, баллы
1.Грузовозофф	26030	12	2,87	3,72	22,6	0,07	7
2.Дельта	27070	11,5	4,12	2,94	12,4	0,23	8
3.Феникс	27690	10	7,33	6,14	29,3	0,28	10
4.SMS	28215	8	8,46	11,27	25,2	0,11	9

то в случае применения наиболее корректного, не очень трудоемкого второго способа, уже нормированные исходные данные задачи приобретут вид:

Табл. 5.9

Наименование фирмы	Стоимость услуг	Срок доставки	Случаи несохранной доставки	Случаи несвоевременной доставки	Рентабельность	Коэффициент автономии	Оценка деловой репутации	Значение функции $L(\omega, k)$
1.Грузовозофф	1	0,67	1	0,79	0,77	1	0,7	0,8314
2.Дельта	0,96	0,7	0,7	1	0,42	0,3	1	0,7170
3.Феникс	0,94	0,8	0,39	0,48	1	0,25	0,8	0,7070
4.SMS	0,92	1	0,34	0,26	0,86	0,64	0,9	0,6698

Дальнейший расчет значений функции $L(\omega, k)$ показал, что несмотря на максимальный срок доставки и нелучшую среди фирм оценку деловой репутации, фирма «Грузовозофф» возглавила рейтинг претендентов и именно с ней должен быть заключен договор на перевозку груза. За счет чего? За счет того, что у нее минимальная стоимость услуг, лучший среди фирм-претендентов процент несохранности грузов, самое высокое значение коэффициента автономии.

ПРИЛОЖЕНИЕ. ИСХОДНЫЙ ТЕКСТ ПРОГРАММЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОНЕНТ МНОГОМЕРНОГО ВЕКТОРА

```
// Код оснaстки Delphi

unit VMain;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, XPMan, StdCtrls, Mask, ExtCtrls, DateUtils, OleServer, WordXP,
  ARWordReport;

type
  TVMainForm = class(TForm)
    GroupBox1: TGroupBox;
    XPManifest1: TXPManifest;
    Label2: TLabel;
    MaskEdit2: TMaskEdit;
    Memo1: TMemo;
    Panel1: TPanel;
    Button1: TButton;
    GroupBox2: TGroupBox;
    CB1: TComboBox;
    CO1: TComboBox;
    CO2: TComboBox;
    CB2: TComboBox;
    CB3: TComboBox;
    CheckBox1: TCheckBox;
    Label1: TLabel;
    MaskEdit1: TMaskEdit;
    Label3: TLabel;
    Button2: TButton;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
    StopCalc: Boolean;
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  VMainForm: TVMainForm;

implementation

{$R *.dfm}

// Процедура получения случайного вектора
// W1, W2, W3 - Результат: случайны вектор
// Prec - 1/точность (для точности 0,0001 Prec=1000)

procedure CalcVector (Var W1, W2, W3: Extended; Prec: Extended);
begin
  W1:= (Round(Random*Prec))/Prec;
  If W1=0 Then W1:=1/Prec;
  W2:=(1 - W1)*Random;
  W2:=(Round(W2*Prec))/Prec;
  W3:=1-W2-W1;
end;
```

```

// Процедура перестановки величин для выполнения сравнения в соответствии с заданным
условием
// W1,W2,W3 - случайный вектор
// C1,C2,C3 - индексы для перестановок
// WC1,WC2,WC3 - Результат: вектор с переставленными для сравнения величинами
procedure CalcWC (W1,W2,W3: Extended; C1,C2,C3: Integer; Var WC1,WC2,WC3: Extended);
begin
  Case C1 Of
    0: WC1:=W1;
    1: WC1:=W2;
    2: WC1:=W3;
  End;

  Case C2 Of
    0: WC2:=W1;
    1: WC2:=W2;
    2: WC2:=W3;
  End;

  Case C3 Of
    0: WC3:=W1;
    1: WC3:=W2;
    2: WC3:=W3;
  End;
end;

// функция проверки условия
// W1,W2,W3 - случайный вектор (с переставленными для сравнения)
// O1,O2 - коды операций сравнения
// 0 - >
// 1 - ≥
// 2 - <
// 3 - ≤
// 4 - =

function CheckCorrect (W1,W2,W3: Extended; O1,O2:Integer):Boolean;
Var
  R1,R2: Boolean;
begin
  R1:=False;
  R2:=False;

  Case O1 Of
    0: R1:=(W1>W2);
    1: R1:=(W1>=W2);
    2: R1:=(W1<W2);
    3: R1:=(W1<=W2);
    4: R1:=(W1=W2);
  End;

  Case O2 Of
    0: R2:=(W2>W3);
    1: R2:=(W2>=W3);
    2: R2:=(W2<W3);
    3: R2:=(W2<=W3);
    4: R2:=(W2=W3);
  End;

  CheckCorrect:=R1 And R2;
end;

// основной расчет
procedure TVMainForm.Button1Click(Sender: TObject);
Var
  IT: Integer;
  W1, W2, W3: Extended;
  WC1, WC2, WC3: Extended;
  Prec: Integer;

```

```

I, IC: Integer;
T, T2: TDateTime;
Ta: Extended;
P: Extended;
M1, D1, M2, D2, M3, D3: Extended;
S1, SQ1, S2, SQ2, S3, SQ3: Extended;
Begin
// Инициализация переменных
stopCalc:=False;
Button1.Enabled:=False;
Button2.Enabled:=True;
T:=Time;
Memo1.Lines.Clear;
Randomize;

// Получение данных из интерфейса
Ta:=StrToFloat(StringReplace(MaskEdit1.Text, ' ', '0', [rfReplaceAll]));
Prec:=Trunc(1/(StrToFloat(StringReplace(MaskEdit2.Text, ' ', '0', [rfReplaceAll]))));

// Вычисление вероятности «успешных» выборок
IC:=0;

For I:=1 To 1000 Do
Begin
// Получаем вектор
CalcVector(W1, W2, W3, Prec);

// Переставляем величины в соответствии с условием
CalcWC(W1, W2, W3, CB1.ItemIndex, CB2.ItemIndex, CB3.ItemIndex, WC1, WC2, WC3);

// Проверяем условие, если «Да» увеличиваем счетчик
If CheckCorrect(WC1, WC2, WC3, CO1.ItemIndex, CO2.ItemIndex)
Then Inc(IC);
Application.ProcessMessages;
End;

P:=IC/1000;
Memo1.Lines.Append('Вероятность: '+FloatToStr(P));

// Расчет необходимого количества итераций
IT:=Round(Sqr(Ta)*((P*(1-P))/Sqr(1/Prec)));
Memo1.Lines.Append('Количество итераций: '+IntToStr(IT));

// Начало основного цикла
IC:=0;
S1:=0; S2:=0; S3:=0;
SQ1:=0; SQ2:=0; SQ3:=0;
For I:=1 To IT Do
Begin
// Получаем вектор
CalcVector(W1, W2, W3, Prec);

// Переставляем величины в соответствии с условием
CalcWC(W1, W2, W3, CB1.ItemIndex, CB2.ItemIndex, CB3.ItemIndex, WC1, WC2, WC3);

// Проверяем условие
If CheckCorrect(WC1, WC2, WC3, CO1.ItemIndex, CO2.ItemIndex)
Then
Begin
// Если «да» пересчитываем суммы и суммы квадратов (для расчета мат. ожидания и дисперсии)
Inc(IC);
S1:=S1+W1; S2:=S2+W2; S3:=S3+W3;
SQ1:=SQ1+Sqr(W1); SQ2:=SQ2+Sqr(W2); SQ3:=SQ3+Sqr(W3);

```

```

// Выводим отладочную информацию
If (IC Mod 1000)=0
Then
Begin
If CheckBox1.Checked
Then
Begin
Label3.Caption:=IntToStr(IC)+'/'+IntToStr(I);
Label3.Repaint;
End;
Application.ProcessMessages;

// Обработка сигнала на прерывание расчетов
If StopCalc
Then
Begin
If (Not CheckBox1.Checked)
Then Memo1.Lines.Append('Сделано итераций: '+IntToStr(I));
Break;
End;
End;

End;

End;

// Расчет мат. ожиданий и дисперсий
M1:=S1/IC;M2:=S2/IC;M3:=S3/IC;
D1:=Sqrt((SQ1+2*M1*S1+IC*Sqr(M1))/IC);
D2:=Sqrt((SQ2+2*M2*S2+IC*Sqr(M2))/IC);
D3:=Sqrt((SQ3+2*M3*S3+IC*Sqr(M3))/IC);

// Вывод результатов
T2:=Time;
If SecondsBetween(T2,T) = 0
Then Memo1.Lines.Append('Затрачено менее 1 секунды.')
Else Memo1.Lines.Append('Затрачено времени: '+IntToStr(SecondsBetween(T2,T))+' секунд (а,ы).');

Memo1.Lines.Append(Format('Успешных" выборок: %d', [IC]));

Memo1.Lines.Append(Format('w1: Мат. ожидание (среднее) - %5.4f; Среднеквадратичное отклонение - %5.4f', [M1, D1]));
Memo1.Lines.Append(Format('w2: Мат. ожидание (среднее) - %5.4f; Среднеквадратичное отклонение - %5.4f', [M2, D2]));
Memo1.Lines.Append(Format('w3: Мат. ожидание (среднее) - %5.4f; Среднеквадратичное отклонение - %5.4f', [M3, D3]));

Button1.Enabled:=True;
Button2.Enabled:=False;
end;

// Обработка кнопки остановки расчетов
procedure TVMainForm.Button2Click(Sender: TObject);
begin
StopCalc:=True;
end;

end

```

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Форрестер Дж. Динамика развития городов.-М.: Прогресс, 1974.-284с.
2. Лоури (Lowry I.S.) A model of metropolis.-Rand Corp.,1964.
3. Попков Ю.С., Посохин М.В., Гутнов А.Э., Шмульян Б.А. Системный анализ и проблемы развития городов.-М.: Наука, 1983.-512с.
4. Гурман В.И. Моделирование социо-эколого-экономической системы региона/Под ред. В.И. Гурмана, Е.В.Рюминой.-М.:Наука,2001.-175с..
5. Ресин В.И., Попков Ю.С. Развитие больших городов в условиях переходной экономики.- М.: УРСС,2000.-328с.
6. Лычкина Н.Н. Моделирование социально-экономического развития регионов // Вестник университета. Серия «Информационные системы управления». М.:ГУУ, 2000, №2,с.49-57.
7. Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организационными системами.- М.:Наука, 1994.-270с.
8. Основы местного самоуправления в городах России/Под ред. А.Е.Когута.-СПб: ИСЭП РАН, 1995.-257с.
9. Елисеев Е.А. Управление социально-экономическим развитием миллионного города // Автореферат диссертации на соискание уч.степени д.э.н.-М.: РАГС, 1996.
10. Айвазян С.А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения//Экономика и математические методы, 2003,№2,с.33-53.
11. Федоров Ю.В. Математическая модель управления социально- экономическим развитием города//Информационные технологии,2004,№2,с.40-46.
12. Основы научного управления социально-экономическими процессами/Под ред. Белоусова Р.А., Селезнева А.З.-М.: Мысль, 1989.-495с.
13. Калининцева И.О. Экономико-статистическое изучение уровня и качества жизни населения.-М.:МИУ,1999.-199с.
14. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий /Пер. с англ. -М.:Радио и связь, 1993. - 316 с.
15. Фридман А.А. Глобализация: развитые и развивающиеся страны.-М.:РЭШ,2000.
16. Айвазян С.А. Сравнительный анализ интегральных характеристик качества жизни населения субъектов РФ.-М.:ЦЭМИ РАН, 2001.
17. Айвазян С.А., Колеников С.О. Уровень бедности и дифференциация населения России по расходам. -М.:РПЭИ/Фонд Евразия,2001.
18. Sen A.K. Sociological Approach to Measurement of Poverty: A Reply to Prof.Peter Townsend//Oxford Economic Papers, №37,1985.
19. Петров А.В. Информационные технологии в управлении социально - экономическим развитием.-М.: РАГС при Президенте РФ, 1997.
20. Айвазян С.А. Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях. -М.:ЦЭМИ РАН,2000.
21. Федоренко Н.П. О целях и стратегии социально-экономического развития России// Экономика и математические методы,2003,№2,с.3-13.
22. Соградов А.А. Теория и методы изучения качества жизни населения.-М.: Гуманитарный фонд,1995.
23. Римашевская Н.М., Баранова Р.Г., Бадова Л.Г. и др. Народное благосостояние: методология и методика исследования.-М.:Наука,1998.

24. Елисева И.И., Курышева С.В., Костеева Т.В. и др. Эконометрика: Учебник.-М.: Финансы и статистика, 2002.-344с.
25. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем.-М.: Мир, 1978.-311с.
26. Калиткин Н.Н. Численные методы.-М.: Наука, 1978.-512с.
27. Шиякин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении.-М.: Дело, 2001.-400с.
28. Гвоздик А.А. Упорядочение объектов на основе выделения согласованной информации о предпочтениях//Изв.АН СССР.Техническая кибернетика, 1989, №5, с.113-117.
29. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике.-М.: Финансы и статистика, 2004.-368с.
30. Колмогоров А.Н. Об определении среднего//Избранные Труды. Математика и механика.-М.: МГУ им.М.В.Ломоносова, 1985, с.136-138.
31. Орлов А.И. Прикладная теория измерений//Прикладной многомерный статистический анализ.-М.: Наука, 1978, с.68-138.
32. Авен П.О., Мучник И.Б., Ослон А.А. Функциональное шкалирование. Агрегирующие интегральные показатели.-М.: Наука, 1986.-45с.
33. Хованов Н.В. Универсальность линейной свертки отдельных показателей // Методология и практика оценки качества продукции. Вып.3.-Л.: ЛГУ, 1990, с.70-74.
34. Вишняков И.В., Довгаль В.В., Хованов Н.В. Анализ динамики надежности коммерческих банков//Математические методы в социально-экономических исследованиях.-СПб.: Петрополис, 1996.-138с.
35. Саркисян С.А. и др. Научно-техническое прогнозирование и программно-целевое планирование в машиностроении.-М.: Машиностроение, 1987.-304с.
36. Калинина Э.В., Лапига А.Г., Поляков В.В. и др. Оптимизация качества. Сложные продукты и процессы.-М.: Химия, 1989.-256с.
37. Хованов Н.В. Стохастические модели теории квалиметрических шкал.-Л.: ЛГУ, 1986.-80с.
38. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2000.-296с.
39. Ларичев О.И., Браун Р. Количественный и вербальный анализ решений: сравнительное исследование возможностей и ограничений//Экономика и математические методы, 1998, №4, с.97-107.
40. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений.-М.: Наука, 1996.-208с.
41. Подиновский В.В. Лексикографические методы оптимизации.-М.: Наука, 1972.
42. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. – М.: Наука, 1979.-200с.
43. Борисов А.Н., Вилломс Э.Р., Сукур Л.Я. Диалоговые системы принятия решений на базе мини ЭВМ.-Рига: Зинатне, 1986.-195с.
44. Кини Р., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
45. Алексеев В.А., Борисов А.Н., Вилломс Э.Р. и др. Интеллектуальные системы принятия проектных решений.- Рига: Зинатне, 1997.-320с.
46. Макаров И.М. Теория выбора и принятия решений.-М.: Наука, 1982.-382с.
47. Райфа Х. Анализ решений.-М.: Наука, 1977. – 408с.
48. Райфа Х., Шлейфер Р. Прикладная теория статистических решений.-М.: Статистика, 1977.-306с.
49. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений.-М.: Наука, 1978.-352с.
50. Эддоус М., Стэнфилд Р. Методы принятия решений.-М.: ЮНИТИ, 1997.-590с.

51. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение.-М.:Наука, 1970.-601с.
52. Winterfeldt D. von, Edwards W. Decision Analysis and Behavioral Research. Cambridge: Cambridge University Press,1986.
53. Kahneman D., Tversky A. Prospect Theory:an Analysis of Decisions under Risk // *ekonometrica*,1979,№47.
54. Руа Б. Классификация и выбор при наличии нескольких критериев (метод ELECTRE). // *Вопросы анализа и процедуры принятия решений*.-М.:Мир,1976,с.80-107.
55. Руа Б. К общей методологии выработки и принятия решений.//*Статистические модели и многокритериальные задачи принятия решений*.-М.:Статистика,1979,с.123-167.
56. Заде Л. Понятия лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений:Пер. с англ.-М.:Мир,1976.-165с.
57. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей.- Рига:Зинатне,1990.-184с.
58. Жуковин В.Е. Нечеткие многокритериальные модели принятия решений.-Тбилиси: Мецниереба,1988.-70с.
59. Заде Л. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений. В кн.»Математика сегодня».-М.:Знание,1974,с.5-49.
60. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств.-М.:Радио и связь,1982.-432с.
61. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой.-М.:Наука,1990.-272с.
62. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений.- М.:Радио и связь,1989.-304с.
63. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой входной информации.- М.:Наука,1981.-208с.
64. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем.- М.:Радио и связь,1981.-223с.
65. Stam A., Silva A.P. Stochastic judgments in the AHP: the measurement of rank reversal probabilities.Rep.WP-94-101.П ASA Laxenburg,1994.
66. Lootsma F.A. Scale sensitivity in the multiplicative AHP and SMART//*J.Multi-Criteria Decision Analysis*.1993.V.2.
67. Стратегический выбор города: научное обоснование и механизм реализации/Под ред. В.Е.Рохчина, С.Ф.Жилкина.-СПб:ИСЭП РАН,1999.-183с.
68. Когут А.Е, Рохчин В.Е. Информационные основы регионального социально-экономического мониторинга.- СПб:ИСЭП РАН,1995.-143с.
69. Закон РФ «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Российской Федерации»//*Собрание законодательства РФ*.-М., Изд-е офиц.,1995.-№30.-ст.2871.
70. Закон РФ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», 6 октября 2003,№131-ФЗ//*Российская газета*,№202 от 8 октября 2003г.
71. Ходачек А.М.Стратегические аспекты развития мегаполиса и роль городской администрации//*Школа гуманитарных наук*.-1997,№2,с.3-5.
72. Веронская М.В. Модели принятия решений в сфере распределения бюджетных ресурсов города.// Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.э.н.-Спб.:СПбГИЭА,1998
73. Федоров Ю.В. Оценка параметров расходной части бюджета как задача многокритериальной оптимизации на иерархии с различным числом и составом альтернатив под критериями. – *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*, 2003, №10, с.60-66.

74. Миллер Дж. Магическое число семь плюс минус два. О некоторых пределах нашей способности перерабатывать информацию//Инженерная психология.- М.:Прогресс,1964.
75. Tversky A. Intransitivity of preferences//Psychological Review,1969,№76.
76. Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике.- М.:Мир,1964.-838с.
77. Андрейчикова О.Н. Разработка методов и систем компьютерной поддержки анализа и синтеза технических решений на этапе концептуального проектирования// Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.т.н.-Волгоград,2002.
78. Язенин А.В. Нечеткое математическое программирование.-Калинин: КГУ,1986.-163с.
79. Экономико-математические методы в планировании жилищно-коммунального хозяйства.-М.: Стройиздат,1990.-144с.
80. Экономические методы управления городским хозяйством//Сборник научных трудов под ред. В.Г.Леонтьева.-СПб.:СПБИЭИ,1992.-107с.
81. Каспий В.И. Планирование развития жилищно-коммунального хозяйства.-М.: Стройиздат, 1990.-224с.
82. Управление социальной сферой: Учебник/Под ред. В.Э.Гордина.- СПб.: СПбГУ-ЭФ,1998.
83. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности, продукции и услуг.-М.:Госкомстат России,1994.
84. Отрасли народного хозяйства// Общероссийский классификатор.-М.:Госстандарт России,1992.
85. Национальная доктрина градостроительства России.-М.:УРСС,2001.
86. Ивантер В. Финансирование городского развития и жилья в России//Проблемы теории и практики управления,2005,№5,с.27-35.
87. Европейская хартия местного самоуправления,ETS №122, Страсбург, 15.10.1985//Собрание законодательства РФ.-М.:Перевод офиц.,1998.-№36.-ст.4466.
88. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталеv Е.Ю. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе.-М.:Финансы и статистика,2000.-176с.
89. Ларичев О.И.Субъективные модели и объективные решения.-М.Наука,1987.-142с.
90. Лотов А.В., Бушенков В.А., Каменев Г.К., Черных О.Л. Компьютер и поиск компромисса. Метод достижения целей.-М.:Наука,1997.
91. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений.-М.СИНТЕГ,1998.-376с.
92. Эддоус М., Стэнфилд Р Методы принятия решений.-М..Аудит, ЮНИТИ,1997.-590с.
93. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения.- М.:Радио и связь,1992.-504с.
94. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями.-М.:Наука,1981.-504с.
95. Сервинский Е.Г. Оптимизация систем передачи дискретной информации.- М.:Связь,1974.-335с.
96. Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Методы и системы поддержки принятия решений.- М.:МаксПресс,2001.-309с.
97. Хитч Ч. Руководство обороной.-М.:Сов.радио,1968.-105с.
98. Бенайон Р., Ларичев О, Монтгольфье Ж., Терни Ж. Линейное программирование при многих критериях: метод ограничений//Автоматика и телемеханика,1971,№8.
99. Дайер Дж. Многоцелевое программирование с использованием человеко-машинных процедур//Вопросы анализа и процедуры принятия решений.-М.:Мир,1976.

100. Пиндайк Р., Рубенфельд Д. Микроэкономика.-М.: Дело, 2000.-807с.
101. Федоров Ю.В. Моделирование процесса распределения средств городского бюджета//Информационные технологии, №9, 2001, с.32-36.
102. Айвазян С.А. Эмпирический анализ синтетических категорий качества жизни населения//Экономика и математические методы, 2003, №3, с.19-53.
103. Федоров Ю.В. Многокритериальная задача использования ресурсов в условиях неопределенности//Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, 2004, №11, с.54-61.
104. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. Официальное издание.-М.: Экономика, 2000.-421с.
105. Инвестиции/Под ред. В.В.Ковалева, В.В. Иванова, В.А.Лямина.-М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2003.-440с.
106. Игошин Н.В. Инвестиции. Организация управления и финансирования.-М.: ЮНИТИ-Дана, 2001.-542с.
107. Города Самарской области: статистический сборник.- Самара: Самарский областной комитет гос.статистики, 2004.-185с.
108. Города Самарской области: статистический сборник.- Самара: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Самарской области, 2005.-198с.
109. Айвазян С.А. Модель формирования распределения населения России по величине среднедушевого дохода//Экономика и математические методы, 1997, №4, с.74-86.
110. Волкова Г., Мигранова Л., Римашевская Н. Вопросы методики оценки дифференциации доходов населения//Вопросы статистики, 1997, №2, с.30-36.
111. Ковалева Л.Н. Многофакторное прогнозирование на основе рядов динамики.- М.: Статистика, 1980.-102с.
112. Song Q., Chissom B.S. Fuzzy time series and its models//Fuzzy Sets and System, 1993, 54.
113. Hwang J.R., Chen S.M., Lee C.H. A new method for handling forecasting, problem based on fuzzy time series//Proc. 7th Internat. conf. on Information Management. Chungli, Taiwan, ROC, 1996.
114. Chen S.M. Forecasting enrollments based on fuzzy time series//Fuzzy Sets and System, 1996, 81.
115. Мамедова М.Г., Джабраилова З.Г. Применение нечетких временных рядов для прогнозирования численности населения//Сборник трудов НИУЦ по труду и социальным проблемам. Вып 1, Баку, с.41-63.
116. Алнев Р.А., Церковный А.Э. Мамедова Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации.-М.: Энергоатомиздат, 1991.-240с.
117. Федоров Ю.В. Применение метода нечетких множеств в прогнозировании доходов населения//Региональная экономика. Теория и практика, 2006, №6, с.43-47.
118. Самарский статистический ежегодник.- Самара: Самарский областной комитет государственной статистики, 2004.-463с.
119. WWW.cityult. ru - официальный сайт мэрии г.Тольятти.
120. Доугерти К. Введение в эконометрику/Пер. с англ. - М.: Инфра - М, 2001. - 364с.
121. WWW.duma.tgl. ru (Решение городской думы №188 от 16.05.2003г. «О перечне работ и услуг для муниципальных нужд») - официальный сайт городской думы г.Тольятти.
122. Влчек Р. Функционально-стоимостной анализ в управлении /Пер. с чешского. М.: Экономика, 1986. -176с.
123. Карпунин М.Г., Любинецкий Я.Г., Майданчик Б.И. Жизненный цикл и эффективность машин.-М.: Машиностроение, 1989.-312с.

124. Федоров Ю.В. Применение оптимизационных моделей в задаче повышения эффективности функционирования организации//*Менеджмент в России и за рубежом*,2004,№6,с.55-63.
125. Скворцов Н.Н., Омельченко Л.Н. Организация функционально-стоимостного анализа на машиностроительных предприятиях.-Киев: Техніка,1987.-112с.
126. Карпунин М.Г., Майданчик Б.И. Функционально-стоимостной анализ в электротехнической промышленности.-М.:Энергоиздат,1984.-288с.
127. Федоров Ю.В. Выбор предпочтительных вариантов управления муниципальной собственностью//*Менеджмент в России и за рубежом*,2004,№3,с.82-92.
128. Воронин А.Г. Муниципальное хозяйство и управление:Проблемы теории и практики.-М.:Финансы и статистика,2004.-176с.
129. Широков А.Н. Основы местного самоуправления в Российской Федерации.-М.:Муниципальная власть,2000.-302с.
130. Уткин Э.А., Денисов А.Ф. Государственное и муниципальное управление.-М.: Ассоциация авторов и издателей «Тандем», изд-во «Экмос»,2001.
131. Ендовицкий Д.А. Комплексный анализ и контроль инвестиционной деятельности: методология и практика.-М.:Финансы и статистика, 2001.-400с.
132. Ковалёв В.В. Введение в финансовый менеджмент.-М.: Финансы и статистика,2000.-767с.
133. Идрисов А.Б. Стратегическое планирование и анализ эффективности инвестиций.-М.: Филин, 1997.-265с.
134. Федоров Ю.В. Метод аналитических сетей в задаче оценки эффективности управления муниципальной собственностью//*Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании: сборник статей*.-Пенза,2004,с.110-113.
135. Стратегический анализ социально-экономического развития региона/Под ред. Гнезко В.А., Рохчина В.Е.-СПб:ИРЭ РАН,2004.
136. Гапоненко А.Л., Алисов А.Н., Демченко О.В., Казарин В.Н. Стратегия развития города: современные подходы и технологии.-М.: Международный дом сотрудничества, 1999.
137. Зуховицкий С.И., Авдеева Л.И.Линейное и выпуклое программирование.-М.: Наука. 1967.-371с.
138. Колесникова Н. Особенности формирования финансового потенциала региона (муниципального образования) на современном этапе экономической реформы//*Финансовый бизнес*,2001,№4-5,с.33-37.
139. Мирзалиев И.Н. Составление местных бюджетов на основе социальных стандартов//*Финансы*,1999,№12,с.12-14.
140. Мысляева И.Н. Государственные и муниципальные финансы:Учебник.-М.:Инфра-М,2003.-268с.
141. Поляк Г.Б. Территориальные финансы:Учебное пособие.-М.:Вузовский учебник, 2003. -479с.
142. Чупрунов Д.И., Жильцов Е.Н. Экономика, организация и планирование расходов.-М.:Высшая школа,1988.-214с.
143. Истомина В.В. Финансовые нормативы для определения расходов учреждении социальной сферы в крупном городе//*Финансы*,1999,№ 2, с.13-15.
144. Кугаснко А.А. Основы теории и практики динамического моделирования социально-экономических объектов и прогнозирования их развития.-М.:Вузовская книга,1998.-392с.
145. Кугаенко А.А. Методы динамического моделирования в управлении экономикой.-М.:Университетская книга,2005.-456с.

146. Самарский статистический ежегодник.-Самара:Самарский областной комитет государственной статистики,2005.-448с.
147. Кузьмина Е.А., Кузьмин А.М. Функционально-стоимостной анализ и метод ABC. Методы менеджмента качества.-М.:РИА Стандарты и качество,2002.
148. Исаев В.В., Немчин А.М. Общая теория социально-экономических систем.-СПб: ИД «Бизнес-пресса»,2002.
149. Чернявский А.В. Анализ развития муниципальных финансов в России в 1992-2002 г.г. М.: Фонд «Институт экономики города», 2003.-114 с.
150. Наумова Н.Ф. Рецидивирующая модернизация в России: беда, вина или ресурс человечества.-М.: УРСС, 2000.-287 с.
151. Дрейер А.А., Сачков А.Н., Никольский К.С. и др. Твердые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка.-М.:Проспект, 1997.-214с.
152. Сариев В.Н. Пути достижения оптимального хозяйствования твердыми муниципальными отходами//Экология городов,1995,№5,с.12-16.
153. Шубов Л.Я. Проблема муниципальных отходов и рациональные пути ее решения//Экология и промышленность России,2005,№ 12,с.34-39.
154. Соломин И.А., Башкин В.Н. Выбор оптимальной технологии переработки ТБО// Экология и промышленность России,2005,№ 9,с.42-45.
155. Аганбегян А.Г. Перспективное отраслевое планирование: экономико-математические методы и модели.-Новосибирск,1986.-193с.
156. Зотов В.Б., Макашева З.М. Муниципальное управление: Учебник для вузов.-М.:ЮНИТИ-ДАНА,2003.-287с.
157. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход.-М.:Физматлит,2005.-176с.
158. Федоров Ю.В. Решение многокритериальной задачи оптимизации в нечеткой постановке//Информационные технологии,2005,№ 7,с.55-60.
159. Готовчиков И.Ф. Математические методы оценки рейтингов отдельных коммерческих банков и российской банковской системы в целом// Финансы и кредит,2002,№32,с.33-37.
160. Михайлов А.Г. Коммерческие банки: методы оценки надежности// Банковское дело,1998,№1,с.28-30.
161. Иванов Л.Н. Оценка надежности банка//Бухгалтерский учет, 1997, №8, с.43-46.
162. Хованов Н.В. Анализ и синтез показателей при информационном дефиците.-СПб:изд-во С-Петербургского университета,1996.-196с.
163. Федоров Ю.В. Повышение надежности муниципального банка как результат оптимального распределения ресурсов//Финансы и кредит, 2005, №8,с.19-24.
164. Черкасов В.Е. Финансовый анализ в коммерческом банке.-М.:ИНФРА-М, 1995.-242с.
165. Буздалин А.В. Математические методы оценки надежности коммерческого банка. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.э.н.-М.: МГУ имени М.В.Ломоносова,2004.
166. Abstract representation of goals: a method for making decisions in complex problem. In Transportation: A Service. Proceedings of the Sesquicent Society of Mechanical Engineers, New York, 1967.
167. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем.-М.:Мир,1973.-347с.
168. Макеев С.П., Шахнов И.Ф. Упорядочение объектов в иерархических системах // Известия АН СССР. Техническая кибернетика,1991,№3,с.29-46.
169. Комплексная оценка качества промышленной продукции//Под ред. А.В.Гличева.-М.:Экономика,1975.-183с.

170. Ellis, H.M. and R.L.Keeney (1972). A rational approach for government decision concerning air pollution. In Analysis of Public System. A.W.Drake, R.L.Keeney, and P.M.Morse, eds. M.I.T.Press, Cambridge, Mass.
171. Лившиц В.Н. Системный анализ экономических процессов на транспорте.-М.:Транспорт,1976.-296с.
172. Варелопуло Г.А. Организация движения и перевозок.-М.:Транспорт, 1981.-313с.
173. Беленький А.С. Исследование операций в транспортных системах: идеи и схемы методов оптимизации планирования.-М.:Мир,1992.-582с.
174. Гольц Г.А. Транспорт и расселение.-М.:Наука,1981.-276с.
175. Лопатин А.П. Моделирование перевозочного процесса на городском пассажирском транспорте.-М.:Транспорт,1985.-149с.
176. Модели и методы теории логистики/Под ред. В.С.Лукинского.-СПб: Питер,2003.-176с.
177. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов/Под ред. В.И.Сергеева.-М.:ИНФРА,2004.-976с.
178. Сервис на транспорте/Под ред. В.М.Николашина.-М.:Академия,2004.-272с.
179. Колобов А.А., Омельченко И.Н. Основы промышленной логистики.-М.:МГТУ им. Н.Э.Баумана,1998.-204с.
180. Федоров Ю.В. Расстановка приоритетов социально-экономических сценариев развития города в условиях информационного дефицита// Менеджмент в России и за рубежом,2007,№1,с.71-83.
181. Boardman A.E. et al. Cost-Benefit Analysis:Concepts and Practice.-New Jersey:Prentice-Hall,2000.
182. Богатин Ю.В., Швандер В.А. Инвестиционный анализ.-М.:ЮНИТИ-ДАНА,2000.-286с.
183. Ендоницкий Д.А. Инвестиционный анализ в реальном секторе экономики.-М.:Финансы и статистика,2003.-352с.
184. Экономический анализ:ситуации, тесты, примеры, задачи, выбор оптимальных решений, финансовое прогнозирование/Под ред. М.И.Баканова, А.Д.Шеремета.-М.: Финансы и статистика,2003.-656с.
185. Saaty T.L. Decision making with dependence and feedback. The analytic network process. Pittsburg:RWS Publications,2001.
186. Федоров Ю.В. Математические модели развития транспортной системы города // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика,2006, №8,с.64-68.
187. Рейнгольд Э., Нивергельд Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика.-М.:Мир, 1980.-476с.
188. Михайлов М.В. Построение множества согласованных допустимых векторов весовых коэффициентов в методе сводных показателей//Вестник СПбГУ.Серия 5. Экономика,1994,с.62-68.
189. Левин В.И. Сравнение интервальных величин и оптимизация неопределенных систем//Информационные технологии,1998,№ 7,с.22-32.
190. О внесении изменений в Федеральный закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации»: федеральный закон от 18.07.2006 №120-ФЗ//Российская газета.-2006,20 июля.
191. Чувиллина Н.Б. Вопросы эффективной организационной модели управления муниципальным образованием//Экономика и управление,2005,№5, с.13-16.
192. Статистическое моделирование и прогнозирование/Под ред. А.Г. Гранберга.-М.:1990. 382с.
193. Таха Х. Введение в исследование операций.-М.:Издательский дом «Вильямс»,2005.-912с.

194. Мур Дж., Уэдерфорд Л. Экономическое моделирование в Microsoft Excel.-М.: Издательский дом «Вильямс»,2004.-1024с.
195. Управление государственной собственностью/Под ред. В.И.Кошкина.- М.: Экмос, 2002.-664с.
196. Постановление Правительства РФ от 9 сентября 1999г. №1024 «О концепции управления государственным имуществом и приватизации в Российской Федерации»
197. Иванов В.В., Коробова А.В. Муниципальный менеджмент: справочное пособие.-М.:ИНФРА-М,2002.-273с.
198. Еремеева Л. Получили, посчитали//Муниципалитет,2006,№1,с.32-36.
199. Молчанова О.В. Финансовые проблемы органов местного самоуправления // Экономика и организация промышленного производства,2005, №12,с.160-167.
200. Ходасевич С.Г. Финансовые последствия реформы местного самоуправления для муниципальных образований//Финансы и кредит,2005, №6, с.90-95.
201. Мерлен П. Город. Количественные методы изучения.-М.:Прогресс,1977.- 260с.
202. Charnes A and W.W.Cooper (1962)/ Programming with Linear Fractional Functionals, Naval Research Logistics Quarterly, vol.9,No.s.3-4,pp.181-186.
203. Корягин М.Е. Конкуренция транспортных потоков//Автоматика и телемеханика, 2006, №3,с.143-151.
204. Алефельд Г., Харцбергер Ю. Введение в интегральные вычисления.-М.:Мир,1987.
205. Основы логистики/Под ред. Л.Б.Миротина и В.И.Сергеева.-М.:ИНФРА, 1999.
206. Маликов О.Б. Деловая логистика.-СПб:Политехника,2003.-223с.
207. Михайлов В.И. Как принимать решения:Учебное пособие.-СПб:Химера, 1999.-200с.
208. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978.-400с.
209. Юрлов Ф.Ф. Техничко-экономическая оптимизация. – М.: Радио и связь, 1980.-282с.
210. Федоров Ю.В. Стратегическое планирование развития отрасли переработки твердых бытовых отходов //Экономический анализ: теория и практика, 2005, № 17, с.41-49.

Представляем Вам наши лучшие книги:



URSS

Математическое моделирование и управление

Бир С. Мозг фирмы.

Бир С. Кибернетика и менеджмент.

Бир С. Наука управления.

Бабешко Л. О. Основы эконометрического моделирования.

Альсевич В. В. Введение в математическую экономику. Конструктивная теория.

Ширяев В. И. Финансовая математика. Кн. 1, 2.

Ширяев В. И. Модели финансовых рынков. Кн. 1–3.

Ширяев В. И. Финансовые рынки и нейронные сети.

Ширяев В. И. Исследование операций и численные методы оптимизации.

Ширяев В. И., Баев И. А., Ширяев Е. В. Экономико-математическое моделирование управления фирмой.

Ширяев В. И., Баев И. А., Ширяев Е. В. Управление фирмой.

Клыкков М. С., Спиридонов Э. С., Рукин М. Д. и др. Менеджмент.

Клыкков М. С., Спиридонов Э. С., Рукин М. Д. и др. Информатизация менеджмента.

Хомяков И. М. Менеджмент: Экспресс-курс лекций.

Щепетова С. Е. Менеджмент и экономика качества.

Епифанов В. А., Паньковский А. А. Финансовый менеджмент.

Епифанов В. А., Паньковский А. А. Государственное управление финансами и кредитом.

Абрамов Р. Н. Российские менеджеры: социологический анализ становления профессии.

Новиков Д. А., Иващенко А. А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы.

Абрамова Н. А., Гинсберг К. С., Новиков Д. А. (ред.) Человеческий фактор в управлении.

Новиков Д. А. и др. Модели и методы материального стимулирования.

Лачинов Ю. Н. Финансовый менеджмент для всех.

Лачинов Ю. Н. Понять экономику. Путь к надежному освоению экономики как науки.

Грофеенко В. Т., Козловская И. С. Уравнения с частными производными и математические модели в экономике.

Лефевр В. А., Смолян Г. Л. Алгебра конфликта.

Федулчо А. А. и др. Введение в теорию статистически ненадежных решений.

Цыгичко В. Н. Прогнозирование социально-экономических процессов.

Белых А. А. История российских экономико-математических исследований.

Киселева И. А. Коммерческие банки: модели и информационные технологии.

Гончаров В. В. Руководство для высшего управленческого персонала. Т. 1–4.

Иванус А. И. Код да Винчи в бизнесе или гармоничный менеджмент по Фибоначчи.

Камионский С. А. Управление подчиненными. Эффективные технологии руководителя.

Тарасевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование.

Тарасевич Ю. Ю. Перколяция: теория, приложения, алгоритмы.

Плохотников К. Э. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.

Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей.

Хинчин А. Я. Работы по математической теории массового обслуживания.

Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания.

Вайдлих В. Социодинамика: системный подход к математическому моделированию социальных наук.

Представляем Вам наши лучшие книги:



URSS

Теория игр

Шикин Е. В. От игр к играм. Математическое введение.

Оуэн Г. Теория игр.

Жуковский В. И., Жуковская Л. В. Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределенности.

Жуковский В. И. Кооперативные игры при неопределенности и их приложения.

Смоляков Э. Р. Теория антагонизмов и дифференциальные игры.

Смоляков Э. Р. Теория конфликтных равновесий.

Оптимизация

Галеев Э. М. Оптимизация: теория, примеры, задачи.

Софиева Ю. Н., Цирлин А. М. Введение в задачи и методы условной оптимизации.

Ковалев М. М. Дискретная оптимизация (целочисленное программирование).

Ковалев М. М. Матроиды в дискретной оптимизации.

Балакришнан А. Введение в теорию оптимизации в гильбертовом пространстве.

Понтрягин Л. С. Принцип максимума в оптимальном управлении.

Зеликин М. И. Оптимальное управление и вариационное исчисление.

Экономика и право

Кутузов В. И., Раимова А. Т. Основы информационного законодательства.

Велиев С. А., Савенков А. В. Индивидуализация уголовного наказания.

Косарева Т. Б. Международный коммерческий контракт: составление и перевод.

Алимов В. В. Юридический перевод: практический курс. Английский язык.

Алимов В. В. Теория перевода. Перевод в сфере профессиональной коммуникации.

Алимов В. В., Артемьева Ю. В. Общественно-политический перевод. (Практический курс перевода.)

Семенов А. С., Сизов Ю. С. (ред.) Корпоративные конфликты. Причины их возникновения и способы преодоления.

Алексеев Г. В., Семенов А. С. Акционерное общество в условиях обновленного законодательства.

Федотов А. И. Совершенствование системы пенсионного обеспечения лиц, проходивших военную службу в Вооруженных Силах Российской Федерации.

Литвинов В. А. Прожиточный минимум: история, методика, анализ.

Политэкономика

Москвин Д. Д. Основы экономической теории. Политэкономика.

Москвин Д. Д. и др. Проблемы социальной справедливости в зеркале современной экономической теории.

Москвин Д. Д. и др. Предприятие и формация.

Бабурин В. Л. Инновационные циклы в российской экономике.

Келле В. Ж. Инновационная система России: формирование и функционирование.

Субботин А. К. Границы рынка глобальных компаний.

Липина С. А. Социо-экономика России переходного периода (1991–2003).

Бузгалин А. В., Колганов А. И. Глобальный капитал.

Гаяров С. Н. Модернизация во имя империи.

Цылев Р. И., Столповский Б. Г. Социальные трансформации в России. 1992–2004 гг.

Представляем Вам наши лучшие книги:



URSS

Экономика

Нестеренко А. И. Экономика и институциональная теория.

Дараган В. А. Игра на бирже.

Дзарасов Р. С., Новожинов Л. В. Крупный бизнес и накопление капитала в современной России.

Игнацкая М. А. Новая экономика: опыт структурно-функционального анализа.

Сухецкий С. И. Нефтяной бизнес: влияние налоговой нагрузки.

Николаева О. Е., Алексеева О. В. Стратегический управленческий учет.

Николаева О. Е., Шишкова Т. В. Управленческий учет.

Николаева О. Е., Шишкова Т. В. Международные стандарты финансовой отчетности.

Малова Т. А. Капитализация в условиях российской экономики.

Кузнецова А. И. Инфраструктура. Вопросы теории, методологии и прикладные аспекты.

Кузнецов А. В. Интернационализация российской экономики: Инвестиционный аспект.

Драганов В. Г., Филиппов В. А. Опыт использования индикативного планирования.

Евстигнеев В. Р. Финансовый рынок в переходной экономике.

Евстигнеев В. Р. Портфельные инвестиции в мире и России: выбор стратегии.

Бурлачков В. К. Денежная теория и динамичная экономика: выводы для России.

Шевченко И. Г. Стратегический анализ рынка акционерного капитала России.

Русинов В. Н. Финансовый рынок. Инструменты и методы прогнозирования.

Димитриади Г. Г. Модели финансовых пирамид: детерминированный подход.

Дементьев В. Е. и др. Модернизация российской экономики и государств. управление.

Карбовский В. Ф. Краткосрочное инвестирование на рынке акций.

Бучаев Я. Г. Системное моделирование фондового рынка: проблемы и методы.

Бутыркин А. Я. Вертикальная интеграция и ограничения в промышленности.

Костюк В. Н. Нестационарные экономические процессы.

Костюк В. Н. Теория эволюции и социальноэкономические процессы.

Хасис Л. А. Розничные торговые сети в современной экономике.

Хасис Л. А. Закономерности развития российских розничных торговых сетей.

Хасис Л. А. Мировая розничная торговля — основные тенденции.

Панченко Я. В. Модель инновационной трансформации экономики.

Бойков А. В. Страхование и актуарные расчеты.

Медведева Е. В. Рекламная коммуникация.

Сгибнев А. В. Информационные технологии и реинжиниринг бизнес-процессов.

Гидденс Э. Социология. Пер. с англ. Новос 2-е издание.

Тел./факс:

(495) 135-42-46,

(495) 135-42-16,

E-mail:

URSS@URSS.ru

http://URSS.ru

Наши книги можно приобрести в магазинах:

«Библио-Глобус» (м. Лубянка, ул. Мясницкая, б. Тел. (495) 625-2457)

«Московский дом книги» (м. Арбатская, ул. Новый Арбат, 8. Тел. (495) 203-8242)

«Молодая гвардия» (м. Полянка, ул. Б. Полянка, 28. Тел. (495) 238-5001, 780-3370)

«Дом научно-технической книги» (Ленинский пр-т, 40. Тел. (495) 137-6019)

«Дом книги на Ладонской» (м. Бауманская, ул. Ладонская, 8, стр. 1. Тел. 267-0302)

«Гнозис» (м. Университет, 1 гум. корпус МГУ, комн. 141. Тел. (495) 939-4713)

«У Нентавра» (РГТУ) (м. Новослободская, ул. Чайнова, 13. Тел. (499) 973-4301)

«СПб. дом книги» (Невский пр., 28. Тел. (812) 311-3954)

Уважаемые читатели! Уважаемые авторы!

Наше издательство специализируется на выпуске научной и учебной литературы, в том числе монографий, журналов, трудов ученых Российской академии наук, научно-исследовательских институтов и учебных заведений. Мы предлагаем авторам свои услуги на выгодных экономических условиях. При этом мы берем на себя всю работу по подготовке издания — от набора, редактирования и верстки до тиражирования и распространения.



URSS

Среди вышедших и готовящихся к изданию книг мы предлагаем Вам следующие:

- Ресин В. И., Попков Ю. С.* Развитие больших городов в условиях переходной экономики.
Ресин В. И., Дарховский Б. С., Попков Ю. С. Вероятностные технологии в управлении развитием города.
Битюкова В. Р. Социально-экологические проблемы развития городов России.
Климанов В. В. Региональные системы и региональное развитие в России.
Зубаревич Н. В. Социальное развитие регионов России.
Климов А. А. Пространственное развитие и проблемные территории.
Лексин В. Н., Швецов А. Н. Муниципальная Россия: Социально-экономическая ситуация, право, статистика (энциклопедический справочник). Т. 1–5.
Лексин В. Н., Швецов А. Н. Государство и регионы. Теория и практика государственного регулирования территориального развития.
Швецов А. Н. Государственная поддержка российских городов.
Швецов А. Н. Экономические ресурсы муниципального развития.
Кузнецова О. В. Экономическое развитие регионов.
Кузнецова О. В., Кузнецов А. В. Системная диагностика экономики региона.
Кузнецова О. В., Кузнецов А. В., Туровский Р. Ф., Четверикова А. С. Инвестиционные стратегии крупного бизнеса и экономика регионов.
Польнёв А. О. Межрегиональная экономическая дифференциация.
Егоров Д. И., Кутилина О. М., Реймер Л. А. Сравнительный экономический анализ региональной экономики (проблемы теории и практики).
Албеков М. М. (ред.) Краткосрочное прогнозирование регионального развития в условиях неполной информации.
Буреш О. В., Раимова А. Т. Совершенствование регионального управления в условиях рынка.
Полян П. М. и др. (ред.) СССР — СНГ — Россия: география населения и социальная география. 1985–1996. Аналитико-библиографический обзор.
Трейвиш А. И., Артоболенский С. С. (ред.) Регионализация в развитии России.
Грицюк Т. В. Системные механизмы управления межбюджетными отношениями.
Завельский М. Г. (ред.) Механизм и модели финансирования экономического роста и регионального развития.
Маренков Н. Л. Основы управления инвестициями.
Маренков Н. Л. Инноватика.
Маренков Н. Л., Веселова Т. Н. Международные стандарты бухгалтерского учета, аудита и учетная политика российских фирм.

По всем вопросам Вы можете обратиться к нам:
тел./факс (495) 135-42-16, 135-42-46
 или **электронной почтой** URSS@URSS.ru
 Полный каталог изданий представлен
 в **интернет-магазине**: <http://URSS.ru>

Научная и учебная
литература